ArcelorMittal

RELATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL - RCA

Implantação de Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio na ArcelorMittal Tubarão.



Relatório RT-ECV-440/25
Revisão 00 – setembro/25

Realização

econservation
Estudos e Projetos Ambientais

Revisão	Identificação	Elaboração	Verificação	Aprovação	Data
00	Documento Original	AS	LCC	LCC	29/09/25

Elaboração	Verificação	Aprovação
		
Ananda Silva	Luiz Claudio S. Caiado	Luiz Claudio S. Caiado

As informações deste documento são propriedade do Grupo Econservation, sendo proibida a utilização fora da sua finalidade. A impressão ou reprodução deste documento torna a cópia não controlada.

Sumário

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO/EMPREENDEDOR 39
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 40
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA DE CONSULTORIA RESPONSÁVEL PELO RCA 41
1.3 EQUIPE TÉCNICA: 42
2 LEGISLAÇÃO PERTINENTE 43
2.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL 43
2.1.1 Áreas Protegidas 45
2.1.2 Áreas de Preservação Permanente 46
2.1.3 Fauna e Flora 47
2.1.4 Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas 48
2.1.5 Ruídos 49
2.1.6 Qualidade do Solo, prevenção a contaminação 49
2.1.7 Resíduos Sólidos e Produtos Perigosos 50
2.1.8 Recursos Hídricos e efluentes 50
2.1.9 Água subterrânea 50
2.1.10 Aspectos Socioeconômicos 51
3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 52
3.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO 52
3.2 INSERÇÃO REGIONAL 54
3.3 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA 59
3.4 LOCALIZAÇÃO E LAYOUT GERAL DAS INSTALAÇÕES 61
3.5 INFORMAÇÕES SOBRE A FASE DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO 64
3.5.1 Canteiro De Obras 65
3.5.2 Descrição do Processo Produtivo 72
3.5.3 Cronograma de Instalação e Operação 92
3.5.4 Período de Funcionamento 97
3.5.5 Acesso e Rotas 97
3.5.6 Consumo e Abastecimento de Água 102
3.5.7 Consumo de Energia Elétrica e Gás Natural 103
3.5.8 Métodos construtivos 106
3.5.9 Contratação de mão-de-obra e bens de serviços locais 116
3.5.10 Produtos Químicos 122
3.5.11 Equipamentos e Matérias-primas 125
3.5.12 Efluentes Líquidos 127
3.5.13 Resíduos Sólidos 135
3.5.14 Ruído 139
3.5.15 Emissões Atmosféricas 142
3.5.16 Prognóstico da Qualidade do Ar 147
3.5.17 Medidas de Segurança e Prevenção de Acidentes 150
3.6 ÁREAS DE ESTUDO (ÁREAS DE INFLUÊNCIA) 151
3.6.1 Área Diretamente Afetada (ADA) 152
3.6.2 Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) – Meio Físico 154
3.6.3 Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) – Meio Biótico 156

Anexos

1.I - ARTs_CTFs
3.I Desenhos e Layouts
3.II EDP F. Energia
3.III Memória de cálculo
3.IV Fluxograma ETE
3.V Classificação Efluentes
3.VI Produtos Químicos Utilizados
3.VII EAR PLF
4.I Laudos
4.II PROJETO_AMT_EDA_LTF_2025
4.III Estudos_EDA_AMT_LTF
4.IV TEC-8646-6950-R0 _Ruído_LTF_AMT_2025
4.V_Estudos_Modelagem_Ruído_ LTF_AMT
4.VI Resíduos
5.I IDAF
5.II Registros Fotográficos Fauna Terrestre
5.III Carta de Aceite
6.I Reuniões Públicas Serra_Vitória
6.II Diagnóstico de Percepção Social
6.III Jornal Acontece na Comunidade
6.IV Fluxo Viário AMT

10. Mapas

11. Arquivos Shapes

12. Análise Impactos

3.6.4 Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) – Meio Socioeconômico 158

4. MEIO FÍSICO 160

4.1 DIAGNOSTICO AMBIENTAL MEIO FÍSICO 160

4.1.1 Geologia, Geomorfologia E Pedologia 160

4.1.2 Qualidade Do Ar 186

4.1.3 Ruído 223

4.1.4 Recursos Hídricos 234

4.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÕES DE MEDIDAS DE CONTROLE NO MEIO FÍSICO 317

4.2.1 Descrição e Identificação dos Impactos 317

4.2.2 Matriz de Valoração dos Impactos 336

4.3 PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO PARA MEIO FÍSICO 336

4.3.1 Programa de Gerenciamento de Efluentes Líquidos (PGEL) 336

4.3.2 Programa de Monitoramento de Ruídos 341

4.3.3 Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas 348

4.3.4 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas na Área industrial da ArcelorMittal Tubarão 352

4.3.5 Programa de Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão. Em execução para atendimento à Condicionante nº 11, item a, da Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008 353

4.3.6 Programa Monitoramento Biológico: Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão: Em execução para atendimento à Condicionante Ambiental Nº 13, item b Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008 353

4.3.7 Programa Gerenciamento de Resíduos 353

5 MEIO BIÓTICO 356

5.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO 356

5.1.1 Flora Terrestre 356

5.1.2 Flora Aquática 411

5.1.3 Fauna 431

5.1.4 Áreas Protegidas 566

5.1.5 Considerações Finais 588

5.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÕES DE MEDIDAS DE CONTROLE NO MEIO BIÓTICO 591

5.2.1 Descrição e Identificação dos Impactos 591

5.3 PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO PARA MEIO BIÓTICO ... 599

5.3.1 Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre 599

5.3.2 Programa de Resgate da Fauna Silvestre e de Prevenção do Atropelamento da Fauna silvestre 601

5.3.3 Programa de Resgate de Germoplasma 605

5.3.4 Programa de Monitoramento Físico-Químico Biológico e Ecotoxicológico Das Lagoas Internas da Arcelor Mittal Tubarão 611

5.3.5 Programa de Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão .. 611

6 MEIO SOCIOECONÔMICO 612
6.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO SOCIOECÔNOMICO 613
6.1.1 Uso e Ocupação do Solo e dos Recursos Naturais 613
6.1.2 Condição Socioeconômica e Ambiental 632
6.1.3 Levantamento da Oferta Local de Mão de Obra 643
6.1.4 Fluxos Migratórios e Dinâmica Populacional 651
6.1.5 Grupos Tradicionais e Comunidades Vulneráveis 660
6.1.6 Conflitos Socioambientais e Pressões Territoriais 679
6.1.7 Fontes de Dados e Indicadores Socioeconômicos 692
6.1.8 Infraestrutura Social e de Serviços 693
6.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE DO MEIO SOCIOECONÔMICO 793
6.2.1 Impacto 01 – Geração de Expectativas 796
6.3 PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO DO MEIO SOCIOECONÔMICO 815
6.3.1 Plano de Comunicação Social (PCS) 815
6.3.2 Projeto De Educação Ambiental Para Trabalhadores (PEAT) 827
6.3.3 Projeto De Educação Ambiental Para As Comunidades (PROJEA) . 832
6.3.4 Programa De Contratação E Capacitação De Mão-De-Obra Local . 840
6.3.5 Programa De Contratação De Bens E Serviços Locais 845
7 ANÁLISE INTEGRADA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 852
7.1 METODOLOGIA 853
7.1.1 Seleção dos Fatores Ambientais 853
7.1.2 Elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental 854
7.2 RESULTADOS 855
8 CONCLUSÕES 861
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 863

Índice de Figuras

Figura 3.1-1: Localização Geográfica da ArcelorMittal Tubarão. 53

Figura 3.2-1: Trecho do Mapa de Zoneamento retirado do Anexo 03b da Lei Complementar nº 05/2023 que indica que toda a região do Polo Industrial de Tubarão, na qual a ArcelorMittal Tubarão está inserida, como sendo Zona Industrial. 56

Figura 3.2-2: Inserção regional da ArcelorMittal Tubarão. 57

Figura 3.2-3: ArcelorMittal Vega em São Francisco do Sul/SC, onde atualmente são produzidas as bobinas laminadas a frio e revestidas do Grupo ArcelorMittal..... 58

Figura 3.3-1: Placas semiacabadas (esquerda) e bobinas laminadas a quente (direita) atualmente produzidas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão)..... 60

Figura 3.4-1: Área de implantação da nova planta de laminação de bobinas a frio e linha de galvanização na ArcelorMittal Tubarão..... 62

Figura 3.4-2: Layout previsto da instalação da planta de laminação de bobinas a frio e linha de galvanização de bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: modificado ArcelorMittal tubarão). 63

Figura 3.5.1-1: Estruturas para as obras de implantação sobre a área prevista para nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 67

Figura 3.5.1-2: Traçado da conexão das redes de água industrial e potável até seus respectivos pontos de conexão (TOPs) nas redes já existentes na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 68

Figura 3.5.1-3: Detalhe do layout básico dos Canteiros de Obra. 69

Figura 3.5.2-1: Fluxograma geral e estimativa de produção da nova unidade industrial na ArcelorMittal Tubarão. 73

Figura 3.5.2-2: Fluxograma do processo industrial da Linha de Decapagem e Laminação da ArcelorMittal Tubarão. 74

Figura 3.5.2-3: Fluxograma do processo industrial da Linha de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão..... 75

Figura 3.5.2.1-1: Vista de uma linha de entrada das bobinas, localizada na área do pátio de recebimento sendo conduzidas para o processo de desbobinamento e solda à laser para o início da fase de decapagem (Fonte: ArcelorMittal Vega). 76

Figura 3.5.2.1-2: Vista do equipamento de solda à laser que executa a junção das pontas das bobinas (Fonte: ArcelorMittal Vega). 77

Figura 3.5.2.1-3: Ilustração do interior de um filtro de mangas (Fonte: ArcelorMittal Vega). 78

Figura 3.5.2.1-4: Vista de um Big bag (direita), devidamente identificado, utilizado para recolhimento de pó de carepa (óxido de ferro) (Fonte: ArcelorMittal Vega). 79

Figura 3.5.2.1-5: Vista superior dos tanques do processo de decapagem ácida (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 79

Figura 3.5.2.1-6: Saída da tira de aço após passar pela decapagem ácida (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 80

Figura 3.5.2.1-7: Ilustração do processo de funcionamento de um lavador de gases (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 81

Figura 3.5.2.1-8: Vista de uma Unidade de Regeneração de Ácido (URA) (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 82

Figura 3.5.2.1-9: Vista de um laminador à frio de 4 cadeiras (Fonte: ArcelorMittal Vega). 83

Figura 3.5.2.1-10: Ilustração do funcionamento do separador de gotas (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 84

Figura 3.5.2.1-11: Desenho 3D esquemático da Linha de Decapagem e Laminação da ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 85

Figura 3.5.2.2-1: Vista, ao fundo, do forno de recozimento da linha de galvanização (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 87

Figura 3.5.2.2-2: Vista da saída da tira de aço do processo de galvanização, que consiste basicamente em passar o material na solução de zinco líquido (Fonte: ArcelorMittal Vega). 88

Figura 3.5.2.2-3: Lingotes da liga de zinco utilizados no processo de galvanização, que são fundidos no pote de líquido. Cada lingote aproximadamente 2.000Kg (esquerda). Resíduos da liga de zinco proveniente do processo de galvanização, empilhados aguardando o despacho para reprocessamento no fornecedor da liga (direita) (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 89

Figura 3.5.2.2-4: Ilustração do separador de partículas (Fonte: ArcelorMittal Vega). . 90

Figura 3.5.2.2-5: Vista do processo de inspeção visual do produto acabado (esquerda). Vista do processo de formação da bobina do produto acabado (direita) (Fonte: ArcelorMittal Vega)..... 90

Figura 3.5.2.2-6: Desenho 3D esquemático da Linha de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão)..... 91

Figura 3.5.2.3-1: Vista do setor de expedição de bobinas acabadas (Fonte: ArcelorMittal Vega). 92

Figura 3.5.3-1: Cronograma detalhado previsto para o projeto de implantação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão)..... 93

Figura 3.5.3-2: Cronograma detalhado das atividades de comissionamento (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 96

Figura 3.5.5-1: Logística de transportes para o modal rodoviário..... 99

Figura 3.5.5-2: Níveis de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão, durante a implantação do novo empreendimento..... 100

Figura 3.5.5-3: Detalhe da Portaria / Rodoviária e do acesso previsto para a nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 101

Figura 3.5.5-4: Níveis de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão, durante a operação do novo empreendimento..... 102

Figura 3.5.7-1: Traçado da nova linha de transmissão de 13,8kV até seu respectivo ponto de conexão (TOP) à ER4 já existente na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 105

Figura 3.5.7-2: Traçado da tubulação de Gás Natural até seu respectivo ponto de conexão (TOP) na rede já existente na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 106

Figura 3.5.8.1-1: Áreas de corte (em vermelho) e de aterro (em verde) da terraplenagem (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 107

Figura 3.5.8.2-1: Sistema de Drenagem Pluvial a ser implantado na área da nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 109

Figura 3.5.8.2-2: Traçado da conexão do Sistema de Drenagem Pluvial até seu ponto de conexão (TOP) no canal principal da rede de drenagem já existente na ArcelorMittal Tubarão e que desagua no mar (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 111

Figura 3.5.8.3-1: Layout das edificações da Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 113

Figura 3.5.9-1: Histograma de mão de obra prevista durante a implantação da nova planta de laminação e galvanização de bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 118

Figura 3.5.10-1: Desenhos 3D do Almoxarifado de Produtos Químicos e do Galpão de Armazenamento Temporário de Resíduos previstos para nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 123

Figura 3.5.10-2: Indicação das estruturas necessárias para armazenamento e contenção de grandes volumes de fluidos durante a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 124

Figura 3.5.11-1: Indicação dos estoques necessários de zinco na Linha de Galvanização, matéria-prima para a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 126

Figura 3.5.12-1: Indicação dos principais efluentes industriais previstos de serem gerados durante a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 129

Figura 3.5.12-2: Fluxograma detalhado dos processos do Sistema de Tratamento de Efluentes Industriais (arquivo AMDEC-124055-22-02-WTS-PFD-0005_R0) previsto para a nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 130

Figura 3.5.12.1-1: Fluxograma dos processos de tratamento de efluentes na ETE a ser implantada na nova planta na ArcelorMittal Tubarão. 1 O efluente sanitário poderá ser tratado internamente na ETE ou coletado e destinado externamente em empresa devidamente licenciada. (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 134

Figura 3.5.13-1: Indicação dos principais resíduos previstos durante a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 138

Figura 3.5.14-1: Cenário acústico diurno previsto com o empreendimento em operação, considerando a soma do ruído gerado pelas atividades da planta com o som residual existente no entorno da ArcelorMittal Tubarão. (Fonte: GROM Acústica & Vibração). 140

Figura 3.5.14-2: Cenário acústico noturno previsto com o empreendimento em operação, considerando a soma do ruído gerado pelas atividades da planta com o som residual existente no entorno da ArcelorMittal Tubarão. (Fonte: GROM Acústica & Vibração). 140

Figura 3.5.14-3: Mapa de conflito noturno (Fonte: GROM Acústica & Vibração). 141

Figura 3.5.15.2-1: Emissões de CO2 por escopo (Fonte: ArcelorMittal Tubarão). 146

Figura 3.5.16-1: Localização das nove EMQAr utilizadas no estudo em relação a ArcelorMittal Tubarão (AMT) e ao relevo da região da Grande Vitória. Datum SIRGAS 2000 (Fonte: Estudo de Dispersão Atmosférica UFMG/UERJ). 149

Figura 3.6.1-1: Área Diretamente Afetada (ADA) da Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão..... 153

Figura 3.6.2-1: AID do Meio Físico Área da Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão. 155

Figura 3.6.3-1: AID e AII do meio Biótico da Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão. 157

Figura 3.6.4-1: AID do Meio socioeconômico para a Rodovia de 3ª Via Ligação Serra x Vitória..... 159

Figura 4.1.1.3-1: Mapa Geológico do Espírito Santo (CPRM, 2014) 163

Figura 4.1.1.5.2-1: Mapa demonstrando pontos de sondagem de solos. 171

Figura 4.1.1.5.2-2: Imagens mostrando retroescavadeira realizando a raspagem de agregados siderúrgicos na superfície do terreno para permitir a sondagem com trado manual e coletas de amostras de solos. 172

Figura 4.1.1.5.2-3: Imagens mostrando as atividades de sondagem a trado manual com o piso protegido por plástico para proteção do furo..... 172

Figura 4.1.1.5.2-4: Imagens mostrando a separação de amostras de solos para descrição litológica após a finalização de cada sondagem. 173

Figura 4.1.1.5.2-5 e: Imagens mostrando a limpeza e higienização do trado de amostragem antes de sua introdução na sondagem para coleta da amostra. 173

Figura 4.1.1.5.2-6: Imagens mostrando a frascaria fornecida pelo laboratório recebendo as amostras de solos. 174

Figura 4.1.1.5.2-7 : Imagens mostrando a frascaria já com as amostras de solos preservadas em gelo para entrega em laboratório. 174

Figura 4.1.2.4.2.1.1-1: a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de PTS. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. ... 191

Figura 4.1.2.4.2.1.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PTS. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km..... 193

Figura 4.1.2.4.2.2.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de PM10. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. ... 195

Figura 4.1.2.4.2.2.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PM10. Período de simulação

de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km..... 197

Figura 4.1.2.4.2.3.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de PM2.5. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. ... 199

Figura 4.1.2.4.2.3.2-1: a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PM2,5. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km..... 201

Figura 4.1.2.4.2.4.1-1 : (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) Cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de SO2. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. ... 203

Figura 4.1.2.4.2.4.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de SO2. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km..... 205

Figura 4.1.2.4.2.5.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 1 hora de NO2. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. ... 207

Figura 4.1.2.4.2.5.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PM10. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km..... 209

Figura 4.1.2.4.2.6.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média móvel de 8 horas de CO. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. ... 211

Figura 4.1.2.4.2.7.1-1: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de HCL. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) .Pontos de máxima concentração de curto período de HCL Datum WGS 84..... 213

Figura 4.1.2.4.2.7.1-2: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de HCL. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) .Pontos de máxima concentração de curto período de HCL Datum WGS 84..... 214

Figura 4.1.2.4.2.7.2-1: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de HCL. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) .Pontos de máxima concentração de curto período de HCL Datum WGS 84..... 216

Figura 4.1.2.4.2.8.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 1 hora de HCT. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b)Pontos de máxima concentração de curto período de HCT Datum WGS 84 218

Figura 4.1.2.4.2.8.1-2: (a) Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de HCT. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) Pontos de máxima concentração de curto período de HCT Datum WGS 84..... 219

Figura 4.1.2.4.2.8.2-1: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de HCT. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) Pontos de máxima concentração de curto período de HCT Datum WGS 84..... 221

Figura 4.1.3.5.1-1: Indicação dos pontos de medição na área de interesse para o novo empreendimento(Imagem extraída do Google Earth). 226

Figura 4.1.3.5.1-2: Mapa do som residual – Período Diurno. 227

Figura 4.1.3.5.1-3: Mapa do som residual – Período Noturno. 228

Figura 4.1.3.5.2-1: Mapa acústico da situação atual – Período Diurno. 229

Figura 4.1.3.5.2-2: Mapa acústico da situação atual – Período Noturno..... 230

Figura 4.1.3.5.3-1: Mapa de Conflito. 231

Figura 4.1.3.5.3-2: Pontos de controle externos no entorno do empreendimento... 232

Figura 4.1.3.5.3-3: Mapa de operação do novo empreendimento. 233

Figura 4.1.4.1.3-1: Espacialização dos limites da AE do empreendimento e sua localização em relação a AID e ADA..... 236

Figura 4.1.4.1.3-2: Espacialização dos limites da AID do empreendimento e sua localização em relação a ADA..... 237

Figura 4.1.4.1.3-3: Espacialização dos limites da ADA do empreendimento e sua localização em relação aos corpos hídricos superficiais em seu entorno imediato... 238

Figura 4.1.4.1.4-1: Regiões hidrográficas do Estado do Espírito Santo e localização do empreendimento. Fonte: AGHER (2020). 239

Figura 4.1.4.1.4-2: Região hidrográfica Litoral Centro-Norte em relação a localização do empreendimento. Fonte: AGHER (2020). 240

Figura 4.1.4.1.5-1: Lâmina média mensal de precipitação e de evapotranspiração de referência da Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte (AE). Fonte: (AGERH, 2020). 241

Figura 4.1.4.1.5-2: Balanço hídrico resultante da diferença entre a lâmina média mensal precipitada e evapotranspirada na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte (AE). Fonte: (AGERH, 2020). 242

Figura 4.1.4.1.6.1-1: Localização do empreendimento em relação as sub-bacias hidrográficas do córrego Pelado e Carapebus. Fonte: AGERH (2018). 243

Figura 4.1.4.1.6.1-2: Lagoa 05 na AID do empreendimento. Fonte: Econservation (2024). 244

Figura 4.1.4.1.6.2-1: Rede hidrográfica e demais recursos hídricos no entorno da ADA do empreendimento. 245

Figura 4.1.4.1.6.2-2: Trecho de curso d'água de caráter efêmero na ADA do empreendimento. Fonte: Autores (2025). 245

Figura 4.1.4.1.6.2-3: Escoamento artificial presente na ADA do empreendimento, referente a parte do sistema de drenagem pluvial da ArcelorMittal . Fonte: Autores (2025). 246

Figura 4.1.4.1.7-1: Mapa de identificação das Estações Amostrais – Campanhas realizadas em 2024. Fonte: Econservation (2025). 247

Figura 4.1.4.1.7-2: Amostragem de água com auxílio da Garrafa de Van Dorn na campanha de Outono/24. Fonte: Econservation (2025). 248

Figura 4.1.4.1.7-3: Lagoa 02 – Visão geral com presença de macrófitas. Fonte: Econservation (2025). 248

Figura 4.1.4.1.7-4: Lagoa 02 – Amostragem de água. Fonte: Econservation (2025). . 248

Figura 4.1.4.1.7-5: Lagoa 03 – Visão geral da lagoa. Fonte: Econservation (2025). ... 249

Figura 4.1.4.1.7-6: Lagoa 03 – Medição de transparência. Fonte: Econservation (2025). 249

Figura 4.1.4.1.7-7: Lagoa 05 – Acesso principal. Fonte: Econservation (2025). 249

Figura 4.1.4.1.7-8: Lagoa 05 – Amostragem de água. Fonte: Econservation (2025). . 249

Figura 4.1.4.1.7-9: Curvas de qualidade de água dos parâmetros utilizados no IQA. Fonte: Econservation (2025). 253

Figura 4.1.4.1.7.1-1: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) de Temperatura (°C) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 254

Figura 4.1.4.1.7.1-2: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Oxigênio dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano. Fonte: Econservation (2025). 254

Figura 4.1.4.1.7.1-3: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Saturação de Oxigênio (%) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 254

Figura 4.1.4.1.7.1-4: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) de pH nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 255

Figura 4.1.4.1.7.1-5: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Condutividade (mS/cm) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 255

Figura 4.1.4.1.7.1-6: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Salinidade (‰) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 255

Figura 4.1.4.1.7.1-7: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) da Profundidade (m) das lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024.Fonte: Econservtion (2025). 256

Figura 4.1.4.1.7.1-8: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Transparência (m) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 256

Figura 4.1.4.1.7.1-9: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Alumínio dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte Econservation (2025). 256

Figura 4.1.4.1.7.1-10: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Arsênio total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 257

Figura 4.1.4.1.7.1-11: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Chumbo total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 257

Figura 4.1.4.1.7.1-12: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cianeto total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 257

Figura 4.1.4.1.7.1-13: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cianeto livre (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 258

Figura 4.1.4.1.7.1-14: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cloretos (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 258

Figura 4.1.4.1.7.1-15: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cobre dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 258

Figura 4.1.4.1.7.1-16: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Coliformes totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 259

Figura 4.1.4.1.7.1-17 Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Coliformes termotolerantes (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Escala logarítmica de base 10. Fonte: Econservation (2025). 259

Figura 4.1.4.1.7.1-18: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cor aparente (UC Pt-Co) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 259

Figura 4.1.4.1.7.1-19: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cor verdadeira (UC Pt-Co) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 260

Figura 4.1.4.1.7.1-20: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de DBO (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 260

Figura 4.1.4.1.7.1-21: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de DQO (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservtion (2025). 260

Figura 4.1.4.1.7.1-22: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Fenóis totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 261

Figura 4.1.4.1.7.1-23: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Ferro dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 261

Figura 4.1.4.1.7.1-24: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Fluoreto total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 261

Figura 4.1.4.1.7.1-25: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 262

Figura 4.1.4.1.7.1-26: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Manganês total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Ecosnservation (2025)..... 262

Figura 4.1.4.1.7.1-27: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Níquel total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 262

Figura 4.1.4.1.7.1-28: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Nitrato (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 263

Figura 4.1.4.1.7.1-29: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Nitrito (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 263

Figura 4.1.4.1.7.1-30: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Nitrogênio amoniacal (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025)..... 263

Figura 4.1.4.1.7.1-31: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Óleos e graxas (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 264

Figura 4.1.4.1.7.1-32: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Sólidos dissolvidos totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 264

Figura 4.1.4.1.7.1-33: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Sólidos suspensos totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 264

Figura 4.1.4.1.7.1-34: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Surfactantes (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025), ... 265

Figura 4.1.4.1.7.1-35: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Turbidez (NTU) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. 265

Figura 4.1.4.1.7.1-36: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Zinco total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025). 265

Figura 4.1.4.1.7.1-37: Índice de Qualidade da Água das lagoas por estação, entre 2020 e 2024. Fonte: Econservation (2025). 270

Figura 4.1.4.1.7.1-38: Índice de Qualidade da Água das amostras em cada ano de monitoramento (2020 a 2024). Fonte: Econservation (2025). 271

Figura 4.1.4.1.8-1: Corpos hídricos presentes na AID considerados como potencialmente suscetíveis a contaminação pelas atividades de implantação e operação do empreendimento. 274

Figura 4.1.4.1.9-1: Espacialização de nascentes estabelecidas para a AID do empreendimento. 277

Figura 4.1.4.2.2-1: Perfil litológico e de implantação do Poço Tubular PT-08. 283

Figuras 4.1.4.2.2-2: Imagens mostrando o desenvolvimento dos ensaios de permeabilidade com método de infiltração no pátio P1/P2 em solos compactados e sem compactação. 286

Figura 4.1.4.2.3-1: Diagrama explicativo da metodologia “GOD” (Fonte: Foster e Hirata, 1988). 288

Figura 4.1.4.2.3-2: Indice de Vulnerabilidade do Aquífero conforme diagrama da metodologia GOD. 289

Figura 4.1.4.2.3-3: Perfis litológicos dos poços de monitoramento PM-01 e PM-02 na área do empreendimento 290

Figura 4.1.4.2.3-4: Perfil litológico do poço de monitoramento PM-120 na área do empreendimento. 291

Figura 4.1.4.2.4-1: Mapa Potenciométrico da ArcelorMittal Tubarão e com destaque para a área do novo empreendimento. 293

Figura 4.1.4.2.5.1-1 apresenta um mapa indicando a localização dos 5 (cinco) poços de monitoramento 295

Figura 4.1.4.3.1-1: Mapa de localização das estações de amostragem do monitoramento de qualidade da água conforme monitoramento executado em atendimento à condicionante Nº 13, item b, da Licença de Operação LO – GCA/SAIA / Nº 282/2008 / CLASSE IV. 310

Figura 4.3.2.5.1-1: Indicação dos pontos de monitoramento na área de interesse... 345

Figura 5.1.1.1-1: Parcelas adotadas para o inventário florestal do estudo. 357

Figura 5.1.1.1-2: Pontos amostrais (fitossociologia) adotadas na AID para diagnóstico de flora. 358

Figura 5.1.1.2-1: Caracterização fitofisionômica e florística na ADA. 361

Figura 5.1.1.2-2: Montagem de parcela amostral na ADA. 361

Figura 5.1.1.2-3: Detalhe da estaca demarcatório no vértice da parcela amostral na ADA. 361

Figura 5.1.1.2-4: Mensuração de DAP na parcela amostral na ADA. 361

Figura 5.1.1.2-5: Georreferenciamento de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA. 362

Figura 5.1.1.2-6: Mensuração de DAP de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA. 362

Figura 5.1.1.2-7: Georreferenciamento de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA. 362

Figura 5.1.1.2-8: Mensuração de DAP de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA. 362

Figura 5.1.1.2-9: Montagem da parcela amostral em floresta na AID. 362

Figura 5.1.1.2-10: Parcela amostral em trecho florestal na AID. 362

Figura 5.1.1.2-11: Mensuração de DAP em floresta na AID. 363

Figura 5.1.1.2-12: Anotações das características fitofisionômicas em trecho da AID. 363

Figura 5.1.1.3-1: Uso do solo Área de estudo - Biota Terrestre. 366

Figura 5.1.1.3-2: Uso do solo. 367

Figura 5.1.1.3-3: Aspecto geral da vegetação em trecho do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 368

Figura 5.1.1.3-4: Visão geral de outro trecho do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 368

Figura 5.1.1.3-5: Trecho com predompinio de Leucaena leococephala (leucena) do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 369

Figura 5.1.1.3-6: Visão do interior da vegetação do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 369

Figura 5.1.1.3-7: Estrato inferior do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com predomínio de Megathyrsus maximus (capim-colonião). 369

Figura 5.1.1.3-8: Interior da vegetação da área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com regenerantes de espécies nativas. 369

Figura 5.1.1.3-9: Outro trecho no Interior da vegetação da área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com regenerantes de espécies nativas. 369

Figura 5.1.1.3-10: Camada de serapilheira na área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com regenerantes de espécies nativas. 369

Figura 5.1.1.3-11: Exemplo de epifitismo no reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão (Tillandsia stricta – Bromeliaceae).. 370

Figura 5.1.1.3-12: Exemplar da Orchidaceae epífita Catasetum luridium no reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 370

Figura 5.1.1.3-13: Distribuição em classes de diâmetro dos fustes dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento da ADA do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 371

Figura 5.1.1.3-14: Distribuição em classes de altura dos fustes dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento da ADA do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 372

Figura 5.1.1.3-15: Trecho de pátio, com árvores isoladas na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 373

Figura 5.1.1.3-16: Trecho de pátio com vegetação herbáceo-arbustiva na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 373

Figura 5.1.1.3-17: Trecho com vegetação de macega na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 373

Figura 5.1.1.3-18: Detalhe da vegetação de macega na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 373

Figura 5.1.1.3-19: Aspecto geral da vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 374

Figura 5.1.1.3-20: Detalhe do interior da vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 374

Figura 5.1.1.3-21: Visão da borda da vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 375

Figura 5.1.1.3-22: Detalhe do sub-bosque em trecho de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão. 375

Figura 5.1.1.3-23: Visão do sub-bosque em outro trecho de reflorestamento na AID do empreendimento. 375

Figura 5.1.1.3-24: Aspecto da camada de serapilheira geral na vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento. 375

Figura 5.1.1.3-25: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados nas áreas de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 377

Figura 5.1.1.3-26: Distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados nas áreas de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 377

Figura 5.1.1.3-27: Aspecto externo da Mata Nativa (estágio médio) na AID do empreendimento. 379

Figura 5.1.1.3-28: Detalhe do interior da vegetação da Mata Nativa (estágio médio) na AID do empreendimento. 379

Figura 5.1.1.3-29: Aspecto externo da Mata Nativa (estágio médio) em outro trecho da AID do empreendimento. 379

Figura 5.1.1.3-30: Regenerantes na vegetação na vegetação da Mata Nativa (estágio médio) na AID do empreendimento. 379

Figura 5.1.1.3-31: Borda da floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento. 380

Figura 5.1.1.3-32: Detalhe do interior da floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento. 380

Figura 5.1.1.3-33: Outro trecho do interior da floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento. 380

Figura 5.1.1.3-34: Epifitismo na floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento. 380

Figura 5.1.1.3-35: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 383

Figura 5.1.1.3-36: Distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 383

Figura 5.1.1.3-37: Visão da borda de remanescente da floresta em estágio inicial na AID do empreendimento. 386

Figura 5.1.1.3-38: Detalhe do interior de fragmento de floresta em estágio inicial na AID do empreendimento. 386

Figura 5.1.1.3-39: Aspecto geral de remanescente da floresta em estágio inicial na AID do empreendimento. 386

Figura 5.1.1.3-40: Visão do interior de fragmento de floresta em estágio inicial na AID do empreendimento. 386

Figura 5.1.1.3-41: Aspecto geral das macrófitas na Lagoa 02, na AII do empreendimento. 387

Figura 5.1.1.3-42: Visão geral de Lagoa 03, na AII do empreendimento. 387

Figura 5.1.1.3-43: Aspecto geral de Lagoa 04, na AID do empreendimento. 387

Figura 5.1.1.3-44: Detalhe das macrófitas na 05, na AID do empreendimento. 387

Figura 5.1.1.3-45: Visão das macrófitas nas margens da Lagoa 06, na AII do empreendimento. 388

Figura 5.1.1.3-46: Visão das macrófitas nas margens da Lagoa 07, na AII do empreendimento. 388

Figura 5.1.1.3-47: Aspecto geral da vegetação na AID do empreendimento. 389

Figura 5.1.1.3-48: Detalhe da vegetação de brejo em outro trecho da AID do empreendimento. 389

Figura 5.1.1.3-49: Aspecto geral da formação arbustiva de restinga (Pós-Praia) na área interna da ArcelorMittal Tubarão. 390

Figura 5.1.1.3-50: Detalhe do interior da formação arbustiva de restinga (Pós-Praia) na área interna da ArcelorMittal Tubarão. 390

Figura 5.1.1.3-51: Aspecto geral da vegetação na AID do empreendimento. 390

Figura 5.1.1.3-52: Aspecto geral da formação herbácea de restinga (Halófla-Psamófila) na área interna da ArcelorMittal Tubarão. 390

Figura 5.1.1.3-53: Aspecto geral do bosque de manguezal da ArcelorMittal Tubarão. 391

Figura 5.1.1.3-54: Visão do interior do bosque de manguezal da ArcelorMittal Tubarão. 391

Figura 5.1.1.3-55: Exemplar de Paubrasilia echinata (pau-brasil) registrado na ADA do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 409

Figura 5.1.1.3-56: Indivíduo da palmeira Bactris caryotifolia registrado na área de implantação do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 409

Figura 5.1.1.3-57: Orchidaceae Vanilla bahiana registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 409

Figura 5.1.1.3-58: Orchidaceae Cyrtopodium polyphyllum registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 409

Figura 5.1.1.3-59: Orchidaceae Eltroplectris triloba registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 410

Figura 5.1.1.3-60: Cactaceae Selenicereus setaceus registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 410

Figura 5.1.1.3-61: Espécie ameaçada de extinção: Euterpe edulis (Arecaceae) registrada na AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 410

Figura 5.1.1.3-62: Espécie ameaçada de extinção: Tabebuia cassinoides (Bignoniaceae) registrada na AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão. 410

Figura 5.1.2.1.3-1: Valores médios dos Indicadores ecológicos da comunidade de fitobentos obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 (Econservation, 2022) e 2023 (Econservation, 2024)). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S). 415

Figura 5.1.2.2.3-1: Exemplares de táxons encontrados durante as campanhas de 2021. (Econservation, 2022a). 420

Figura 5.1.2.2.3-2: Exemplos de táxons encontrados durante as campanhas de 2023. (Econservation, 2024a). 421

Figura 5.1.2.2.3-3: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de fitoplâncton realizadas nas campanhas sazonais de 2021 (Econservation, 2021a) e 2023 (Econservation, 2024a). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S). 422

Figura 5.1.2.3.3-1: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de fitoplâncton realizadas nas campanhas sazonais de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S). 424

Figura 5.1.2.3.3-2: Exemplos de táxons do fitoplâncton encontrados nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 429

Figura 5.1.2.3.3-3: Índices ecológicos de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e Riqueza (S) nas estações amostrais durante as campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão para valores médios (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 430

Figura 5.1.3.1.1.3-1: Exemplos de táxons coletados nas estações amostrais durante as campanhas de 2021 (Econservation, 2022a). 435

Figura 5.1.3.1.1.3-2: Exemplos de táxons coletados nas estações amostrais durante as campanhas de 2023 (Econsev., 2024). 435

Figura 5.1.3.1.1.3-3: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de ictiofauna realizadas nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).... 436

Figura 5.1.3.1.1.3-4: Abundância da ictiofauna considerando a Captura por Unidade de Esforço (CPUE – N/h) por campanhas (Econservation, 2022a e 2024a). 437

Figura 5.1.3.1.2.3-1: Número total de indivíduos e número total de táxons da ictiofauna ao longo das campanhas de monitoramento das lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 440

Figura 5.1.3.1.2.3-2: Índices ecológicos da amostragem de ictiofauna durante as campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 441

Figura 5.1.3.1.2.3-3: CPUE (N/h) de peixes considerando o número de indivíduos durante as campanhas realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 442

Figura 5.1.3.1.2.3-4: Táxons coletados nos pontos amostrais durante a campanha de verão e inverno de 2021 a 2024. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 443

Figura 5.1.3.1.3.3-1: Exemplares registrados na comunidade zooplanctônica durante o monitoramento de 2021 (Econ., 2021a). 447

Figura 5.1.3.1.3.3-2: Exemplares registrados na comunidade zooplanctônica durante o monitoramento de 2021 (Econ., 2021b). 447

Figura 5.1.3.1.3.3-3: Exemplares registrados na comunidade zooplanctônica durante o monitoramento de 2021 (Econ., 2022). 448

Figura 5.1.3.1.3.3-4: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de zooplânctons realizadas nos anos de 2020 e 2023 (Econservation, 2020a, 2020b, 2021a, 2022 e 2024). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S). 448

Figura 5.1.3.1.4.3-1: Exemplos de táxons da comunidade bentônica de substrato consolidados registrados durante os monitoramentos (Econservation 2020a, 2020b, 2021a e 2021b). 460

Figura 5.1.3.1.4.3-2: Exemplares de táxons da comunidade zoobentônica de substrato inconsolidado encontrados durante os monitoramentos (Econservation, 2022a). ... 461

Figura 5.1.3.1.4.3-3: Exemplares de táxons da comunidade zoobentônica de substrato inconsolidado encontrados durante os monitoramentos (Econservation, 2024). 461

Figura 5.1.3.1.4.3-4: Índices ecológicos da comunidade bentônica de substrato inconsolidado nos estudos realizados entre 2019 e 2023 :Econservation 2020a (primavera 2019), Econservation 2020b (outono 2020), Econservation 2021a (outono 2021) e 2021b (primavera 2021) e Econservation, 2022a (verão, outono, primavera e inverno de 2021) e Econservation 2024a (verão, outono, primavera e inverno de 2023). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S). 462

Figura 5.1.3.1.5.3-1: Exemplares registrados na comunidade zoobentônica de fundo consolidado durante o monitoramento de 2023 (Econservation, 2024). 466

Figura 5.1.3.1.5.3-2: Indicadores ecológicos da comunidade bentônica de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e

2023 (Econservation, 2022a e 2024a). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S). 467

Figura 5.1.3.1.5.3-3: Densidade da comunidade bentônica de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). 467

Figura 5.1.3.1.6.3-1: Exemplos de táxons de malacofauna registrados nas campanhas de monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão. 469

Figura 5.1.3.1.6.3-2: Abundância total de organismos encontrada nas estações de monitoramento das campanhas de monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão. 471

Figura 5.1.3.1.6.3-3: Índices ecológicos de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e Riqueza (S) para malacofauna nas estações amostrais durante as campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão para valores médios. 472

Figura 5.1.3.2.1-1: Unidades Amostrais para Fauna Vertebrada Terrestre e Abelhas Nativas sem ferrão" Dados primários e dados secundários. 473

Figura 5.1.3.2.1-2: Vista interna da Unidade Amostral 01. 474

Figura 5.1.3.2.1-3: Vista interna da Unidade Amostral 02. 475

Figura 5.1.3.2.1-4: Vista interna da Unidade Amostral 03. 476

Figura 5.1.3.2.1-5: Vista interna da Unidade Amostral 04. 477

Figura 5.1.3.2.1-6: Vista interna da Unidade Amostral 05. 478

Figura 5.1.3.2.2.1-1: Execução da busca ativa diurna e noturna, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). ... 481

Figura 5.1.3.2.2.1-2: Execução da busca auditiva, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 482

Figura 5.1.3.2.2.2-1: Representatividade (abundância) por ordem taxonômica dos representantes da herpetofauna registrados durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 484

Figura 5.1.3.2.2.2-2: Representatividade da riqueza e abundância por famílias taxonômicas da herpetofauna registrados durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 485

Figura 5.1.3.2.2.2-3: Representatividade da abundância por espécies registrados durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 486

Figura 5.1.3.2.2.2-4: Representatividade da abundância, da riqueza e da riqueza exclusiva entre as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 487

Figura 5.1.3.2.2.2-5: Dados climáticos obtidos da Estação INMET – A612, para os meses das campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 487

Figura 5.1.3.2.2.2-6: Representatividade da riqueza e abundância por unidades amostrais/lagoas durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 488

Figura 5.1.3.2.2.2-7: Representatividade da riqueza e abundância por métodos amostrais durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 489

Figura 5.1.3.2.2.2-8: Dendrograma de similaridade entre as unidades amostrais, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 491

Figura 5.1.3.2.2.2-9: Curva de rarefação as espécies inventariadas durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 492

Figura 5.1.3.2.2.2-10: Espécies de anfíbios registradas durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025), em que: A = Boana faber; B = Rhinella ornata; C = Scinax alter e D = Tropidurus torquatus. .. 497

Figura 5.1.3.2.3.1-1: Biólogo executando o método de Ponto de Escuta. 498

Figura 5.1.3.2.3.1-2: Biólogo identificando as aves usando binóculos. 499

Figura 5.1.3.2.3.1-3: Biólogo fotografando as aves para documentação. 499

Figura 5.1.3.2.3.2-1: Famílias mais representativas da avifauna durante o Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. 502

Figura 5.1.3.2.3.2-2: Guilda alimentar das espécies de aves registradas no Diagnóstico de Fauna ArcelorMittal. 503

Figura 5.1.3.2.3.2-3: Comparação da riqueza do presente estudo com os dados secundários. 511

Figura 5.1.3.2.3.2-4: Suficiência amostral da avifauna no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. .. 512

Figura 5.1.3.2.3.2-5: Dendrograma de similaridade de Cluster entre as unidades amostrais no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. Coeficiente de correlação cofonético: 0,96. 514

Figura 5.1.3.2.3.2-6: Índice Pontual de Abundância da Avifauna registrada no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. 515

Figura 5.1.3.2.3.2-7: Sensibilidade a distúrbios antrópicos da Avifauna registrada no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. 516

Figura 5.1.3.2.3.2-8: Avifauna registrada durante as campanhas diagnósticas na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 518

Figura 5.1.3.2.5-1: Execução da busca ativa diurna e noturna durante as campanhas diagnósticas da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 521

Figura 5.1.3.2.5-2: Instalação de armadilha fotográfica e registro do equipamento instalado na área durante as campanhas diagnósticas da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho/ 2025). 522

Figura 5.1.3.2.6-1: Relação das ordens taxonômicas e famílias registradas durante as campanhas de diagnóstico da mastofauna na área da ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 526

Figura 5.1.3.2.6-2: Representatividade das guildas alimentares por espécie de mamíferos registrados entre as campanhas de diagnóstico da mastofauna na área da ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 527

Figura 5.1.3.2.6-3: Ocorrência das espécies de mamíferos entre as campanhas de diagnóstico da mastofauna na área da ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 528

Figura 5.1.3.2.6-4: Relação da abundância e da riqueza com a pluviosidade acumulada por mês, para as campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). Dados climáticos obtidos da Estação INMET – A612..... 529

Figura 5.1.3.2.6-5: Registro fotográfico de vestígios da mastofauna, encontrados durante a 1ª campanha do levantamento de fauna na ArcelorMittal Tubarão (maio / 2025). 532

Figura 5.1.3.2.6-6: Registro fotográfico de vestígios da mastofauna, encontrados durante a 2ª campanha levantamento de fauna na ArcelorMittal Tubarão (julho / 2025). 533

Figura 5.1.3.2.6-7: Curva de rarefação de espécies baseada na riqueza observada e na riqueza estimada dos mamíferos registrados durante as campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho/2025). 536

Figura 5.1.3.2.6-8: Dendrograma de Similaridade de Bray-Curtis e gráfico de Matriz representando a ocorrência das espécies nas respectivas unidades amostrais para os mamíferos registrados durante as campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho/2025). 536

Figura 5.1.3.2.7.1-1: Unidades amostrais de entomofauna. 540

Figura 5.1.3.2.7.1-2: Aplicando metodologia de rede de varredura. 541

Figura 5.1.3.2.7.1-3: Instalação de armadilha Moericke - Pan Traps..... 542

Figura 5.1.3.2.7.1-4: Instalação e manutenção de armadilha aromática – Iscas odoríferas. 544

Figura 5.1.3.2.7.1-5: Busca ativa de ninhos de abelhas nativas. 545

Figura 5.1.3.2.7.1-6: Instalação de ninhos-iscas nas estações amostrais definidas. .. 546

Figura 5.1.3.2.7.2-1: Espécimes de abelhas nativas registradas. 552

Figura 5.1.3.2.7.2-2: Índice de similaridade de Jaccard. 554

Figura 5.1.3.2.7.2-3: Curva de espécie e abundância para Abelhas Nativas. 558

Figura 5.1.3.2.7.2-4: Acetato de benzila. 559

Figura 5.1.3.2.7.2-5: ANSF. 559

Figura 5.1.3.2.7.2-6: Cinamato de metila. 559

Figura 5.1.3.2.7.2-7: Ionona-β. 559

Figura 5.1.3.2.7.2-8: Vanilina..... 560

Figura 5.1.3.2.7.2-9: Teste de Qui-quadrado. 561

Figura 5.1.3.2.7.2-10: Teste do Qui-quadrado para riqueza. 562

Figura 5.1.4.1-1: Áreas de Preservação Permanente (APPs) na área do empreendimento e entorno do empreendimento..... 566

Figura 5.1.4.1-2: Áreas de Preservação Permanente (APPs) na área do empreendimento. 567

Figura 5.1.4.3-1: Unidade de conservação no entorno do empreendimento. 571

Figura 5.1.4.5-1: UC Área Prioritária – Corredores. 585

Figura 6.1.1.1-1: Falésia fóssil em Nova Almeida (ES) – 1960. 614

Figura 6.1.1.1-2 Aspecto de Vitória, vendo-se o parque Moscoso (ES) – 1958. 615

Figura 6.1.1.2-1 – Unidades residenciais típicas do bairro Praia de Carapebus na AID – Rua Martin Lutero. 616

Figura 6.1.1.2-2 – Unidade residencial típica do bairro Praia de Carapebus. Pequena parte do bairro com ruas não asfaltadas – Rua Lavras. 616

Figura 6.1.1.2-3 – Bairro Novo Horizonte, Av. Brasil. Parte do Bairro tipicamente comercial. Principal avenida comercial do Bairro e da região da AID. 617

Figura 6.1.1.2-4 – Unidade residencial típica do bairro Novo Horizonte – Rua Mandarim. 617

Figura 6.1.1.2-5 – Unidade residencial típica do bairro Balneário de Carapebus, parte não asfaltada no bairro, próximo a praia. Rua da Casuarina. 617

Figura 6.1.1.2-6 – Unidade residencial típica do bairro Balneário de Carapebus, parte asfaltada no bairro, de ocupação mais antiga. Rua Bicuda. 617

Figura 6.1.1.2-7 – Unidade residencial típica do bairro Cidade Continental – Setor América. Rua Quechua. 617

Figura 6.1.1.2-8 – Unidade residencial típica do bairro Cidade Continental – Setor Europa. Av Romana 618

Figura 6.1.1.2-9 – Unidade residencial típica do bairro Cidade Continental – Setor Oceania. Av Asteca 618

Figura 6.1.1.2-10: Mapa de equipamentos públicos na Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico. 620

Figura 6.1.2.1-1 Demissões e admissões mensais no ano de 2024, Serra/ES. 634

Figura 6.1.2.1-2 Demissões e admissões mensais no ano de 2024, Vitória/ES. 634

Figura 6.1.2.2-1 pessoas com 18 anos ou mais de idade por grau de instrução – Serra/ES 637

Figura 6.1.2.2-2 pessoas com 18 anos ou mais de idade por grau de instrução – Vitória/ES 637

Figura 6.1.2.3-1: Óbitos por capítulo CID-10 – Serra/ES. 640

Figura 6.1.2.3-2: Óbitos por capítulo CID-10 – Vitória/ES. 641

Figura 6.1.2.3-3: casos notificados de dengue, Chikungunya e Zika em 2023 – Serra/ES. 642

Figura 6.1.2.3-4: casos notificados de dengue, Chikungunya e Zika em 2023 – Vitória/ES. 642

Figura 6.1.4-1: População residente por sexo. – Serra/ES. 652

Figura 6.1.4-2 População residente por sexo. – Vitória/ES. 652

Figura 6.1.4-3 Pessoas de 2 anos ou mais de idade por cor ou raça. – Serra/ES. 653

Figura 6.1.4-4: Pessoas de 2 anos ou mais de idade por cor ou raça. – Vitória/ES. ... 653

Figura 6.1.4-5: Pessoas de 2 anos ou mais de idade por grupos de idade. – Serra/ES. 654

Figura 6.1.4-6 Pessoas de 2 anos ou mais de idade por grupos de idade. – Vitória/ES 655

Figura 6.1.4-7 Histórico e evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal– Serra/ES. 656

Figura 6.1.4-8 Histórico e evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal –Vitória/ES 657

Figura 6.1.4-9: Pessoas que residiam há menos de 10 anos ininterruptos no município de Serra/ES, por lugar de residência anterior. 657

Figura 6.1.4-10: Pessoas que residiam há menos de 10 anos ininterruptos no município de Vitória/ES, por lugar de residência anterior. 658

Figura 6.1.5.1-1 Áreas de pesca da Associação de Pescadores Profissionais e Amadores de Nova Almeida (APPANA). 662

Figura 6.1.5.1-2: Áreas de pesca da Associação de Pescadores de Carapebus (ASPEC). 664

Figura 6.1.5.1-3 : Áreas de pesca da Colônia de Pescadores Z-11. 666

Figura 6.1.5.1-4 Áreas de pesca da Associação dos Pescadores, Marisqueiros e Desfiadeiras da Região da Grande São Pedro (ASPEMADE). 668

Figura 6.1.5.1-5: Áreas de pesca da Associação dos Pescadores do Terminal da Praia do Canto. 670

Figura 6.1.5.1-6: Áreas de pesca da Colônia de Pescadores Z-5 672

Figura 6.1.5.1-7 Áreas de pesca da Associação dos Pescadores de Praia do Ribeiro. 674

Figura 6.1.5.1-8 Áreas de pesca da Associação de Pescadores da Praia da Costa. ... 676

Figura 6.1.5.1-9: Áreas de pesca da Colônia de Pescadores Z-2 678

Figura 6.1.8.1-1: Domicílios particulares permanentes ocupados, por condição de ocupação em 2010 e 2022 – Serra/ES 695

Figura 6.1.8.1-2: Domicílios particulares permanentes ocupados, por condição de ocupação em 2010 e 2022 – Vitória/ES 695

Figura 6.1.8.1-3: Domicílios particulares, por espécie de unidade doméstica – Serra/ES. 696

Figura 6.1.8.1-4: Domicílios particulares, por espécie de unidade doméstica – Vitória/ES 696

Figura 6.1.8.3-1: Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de conexão domiciliar à internet – Serra/ES. 702

Figura 6.1.8.3-2 : Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de conexão domiciliar à internet – Vitória/ES 702

Figura 6.1.8.7-1 : APA Mestre Álvaro – Serra/ES. 723

Figura 6.1.8.7-2 : Bicanga, Serra/ES. 724
Figura 6.1.8.7-3 Carapebus, Serra/ES..... 724
Figura 6.1.8.7-4 : Jacaraípe, Serra/ES. 724
Figura 6.1.8.7-5 Manguinhos, Serra/ES. 724
Figura 6.1.8.7-6 : Nova Almeida, Serra/ES. 725
Figura 6.1.8.7-7 : Lagoa Juara, Serra/ES. 725
Figura 6.1.8.7-8 Igreja e Residência dos Reis Magos, Serra/ES. 726
Figura 6.1.8.7-9: Capela São João Batista de Carapina, Serra/ES. 727
Figura 6.1.8.7-10 Casa de Pedra, Serra/ES. 727
Figura 6.1.8.7-11 : Igreja de São José do Queimado, Serra/ES. 728
Figura 6.1.8.7-12 Santuário das Formigas Bordadeiras, Serra/ES. 728
Figura 6.1.8.7-13 : Igreja Nossa Senhora da Conceição, Serra/ES. 729
Figura 6.1.8.7-14 : Museu Histórico da Serra, Serra/ES. 730
Figura 6.1.8.7-15 Praia de Camburi, Vitória/ES. 731
Figura 6.1.8.7-16 : Praia Curva da Jurema, Vitória/ES. 731
Figura 6.1.8.7-17 : Praia das Castanheiras, Vitória/ES. 731
Figura 6.1.8.7-18 : Praia da Direita, Ilha do Boi, Vitória/ES. 731
Figura 6.1.8.7-19 : Excursão escolar no Espaço Baleia Jubarte em Vitória/ES. 733
Figura 6.1.8.7-20 Excursão escolar ao Projeto Tamar em Vitória/ES..... 734
Figura 6.1.8.7-21 : Atlântica Parque, Vitória/ES. 735
Figura 6.1.8.7-22 Parque Botânico da Vale, Vitória/ES. 735
Figura 6.1.8.7-23 : Parque da Fonte Grande, Vitória/ES. 736
Figura 6.1.8.7-24 Parque Gruta da Onça, Vitória/ES..... 736
Figura 6.1.8.7-25 Parque Moscoso, Vitória/ES. 736
Figura 6.1.8.7-26 : Parque Pedra da Cebola, Vitória/ES. 736
Figura 6.1.8.7-27 : MAES, Vitória/ES. 737
Figura 6.1.8.7-28 : Museu do Pescador, Vitória/ES. 737
Figura 6.1.8.7-29 Mucane, Vitória/ES. 737
Figura 6.1.8.7-30 : Casa Porto, Vitória/ES. 737
Figura 6.1.8.7-31: Memorial da Paz, Vitória/ES. 738
Figura 6.1.8.7-32 : Palácio Anchieta – Vitória/ES..... 739
Figura 6.1.8.7-33 : Casarão Cerqueira Lima – Vitória/ES. 739
Figura 6.1.8.7-34 Casarios Coloniais – Vitória/ES. 739
Figura6.1.8.7-35: Catedral Metropolitana de Vitória /ES. 739
Figura 6.1.8.7-36 Escadaria Maria Ortiz – Vitória/ES. 740

Figura 6.1.8.7-37 : Saldanha da Gama – Vitória/ES. 740

Figura 6.1.8.7-38 Centro Cultural SESC Glória – Vitória/ES. 740

Figura 6.1.8.7-39 Teatro da UFES – Vitória/ES. 740

Figura 6.1.8.7-40 Teatro do SESI – Vitória/ES. 741

Figura 6.1.8.7-41 Teatro Carlos Gomes – Vitória/ES. 741

Figura 6.1.8.8-1 : Logística de transportes para o modal rodoviário. 744

Figura 6.1.8.8-2 – Hierarquização viária das vias de acesso à ArcelorMittal Tubarão. 749

Figura 6.1.8.8-3 – Portaria industrial. 750

Figura 6.1.8.8-4 – Portaria norte. 751

Figura 6.1.8.8-5 – Portaria do Virador de Vagões. 751

Figura 6.1.8.8-6 : Fluxo médio de veículos por dia entre 2020 e 2024. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025. 752

Figura 6.1.8.8-7 Fluxo médio de veículos na Portaria Industrial + Triagem. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025. 753

Figura 6.1.8.8-8 : Fluxo médio de veículos na Portaria Industrial + Triagem. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025. 754

Figura 6.1.8.8-9 : Fluxo médio de veículos na Portaria Virador de Vagões. Fonte Fluxo Atual de Veículos AMT, Rotas de Acesso e Downstream, 2025. 755

Figura 6.1.8.8-10 -a: Fluxo diário médio do total de veículos por via de acesso. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025. 756

Figura 6.1.8.8-11 : Pontos de contagem. 759

Figura 6.1.8.8-12 -a: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 01 (via expressa). 761

Figura 6.1.8.8-13: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 02. 763

Figura 6.1.8.8-14: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 03. 763

Figura 6.1.8.8-15: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 04. 764

Figura 6.1.8.8-16: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 05. 765

Figura 6.1.8.8-17: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 06. 766

Figura 6.1.8.8-18: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 07. 767

Figura 6.1.8.8-19: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 08. 768

Figura 6.1.8.8-20 : Níveis de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão. 775

Figura 6.1.8.8-21: Localização do empreendimento em análise. 777

Figura 6.1.8.8-22: Níveis de desempenho futuro das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição adicional da ArcelorMittal Tubarão durante a implantação do novo empreendimento. 791

Figura 6.1.8.8-23: Níveis de desempenho futuro das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição adicional da ArcelorMittal Tubarão durante a operação do novo empreendimento. 792

Figura 6.3.4.2-1 : Histograma de mão de obra. 841

Figura 6.3.5.4-1 Passos para obtenção da certificação do Prodfor. 848

Figura 7.2-1: Mapa de Sensibilidade com base na análise integrada. 860

Índice de Tabelas

Tabela 3.5-1: Valores a serem desembolsados ao longo dos anos de implantação.....64

Tabela 3.5.1-1: Previsão de total de mão de obra previsto para cada contratada e de demanda de áreas para estocagem de material durante a fase de implantação.....70

Tabela 3.5.4-1: Detalhamento da estimativa de tempo de operação anual da nova planta. 97

Tabela 3.5.7-1: Detalhamento da estimativa de demanda energia para operação da nova planta.....104

Tabela 3.5.9-1: Especialidades e quantidades de pico de MO durante a fase de implantação. (Continua). 119

Tabela 3.5.9-2: Geração de empregos prevista durante a fase de operação. 122

Tabela 3.5.11-1: Detalhamento da estimativa de consumo para operação da nova planta. 125

Tabela 3.5.12-1: Características dos efluentes gerados no processo de laminação. 131

Tabela 3.5.12-2: Características dos efluentes gerados no processo de galvanização. 131

Tabela 3.5.12-3: Características do efluente gerado no processo de regeneração de ácido e linha de decapagem.....131

Tabela 3.5.12-4: Características do efluente gerado na galvanização com particulado metálico. 132

Tabela 3.5.12-5: Características do efluente com cromo proveniente do processo de galvanização. 132

Tabela 3.5.12-6: Características do eluente de água alcalina do processo de galvanização. 132

Tabela 3.5.12-7: Características do efluente diluído de água alcalina proveniente do processo de galvanização.....133

Tabela 3.5.12-8: Características do efluente de águas residuais. 133

Tabela 3.5.15-1: Referência legal utilizada para dimensionamento das fontes de emissões atmosféricas. 144

Tabela 3.5.15.1-1: Resumos das emissões estimadas para a nova planta (LTF) em kg/h e g/s. 145

Tabela 3.5.15.2-1: Detalhamento da estimativa de consumo para operação da nova planta. 146

Tabela 3.5.15.2-2: Fator de emissão de CO2 de Energia Elétrica do Grid brasileiro. 147

Tabela 3.5.15.2-3 : Resultado dos cálculos de emissões de CO2 (t). 147

Tabela 3.5.16-1: Resumos das emissões das fontes da AMT e LTF em kg/h e g/s. 148

Tabela 4.1.1.5.2-1: Coordenadas UTM para as sondagens visando amostragem de solos. 171

Tabela 4.1.1.5.2-2: Tipo de material e espessura da cobertura, posições das amostras no perfil e as profundidades finais de cada sondagem. 175

Tabela 4.1.1.5.3-1: Resultados de Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (HPAs) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Continua) 177

Tabela 4.1.1.5.3-2: Resultados de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua) 178

Tabela 4.1.1.5.3-3: Resultados de Fenois Clorados para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua) 180

Tabela 4.1.1.5.3-4: Resultados de Fenóis não Clorados, Pesticidas Organoclorados e PCBs (Bifenilas Poli-Cloradas) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua) 181

Tabela 4.1.1.5.3-5: Resultados de Metais para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua)....182

Tabela 4.1.3.5.3-1: Resultado do NPS simulado para o som residual e operação da usina atual....232

Tabela 4.1.4.1.7-1: Identificação das lagoas monitoradas e número de pontos previsto em cada lagoa durante a realização dos estudos. 247

Tabela 4.1.4.1.7-2: Variáveis medidas in situ na água, métodos utilizados para as análises de campo e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas doces, Classe 2. 250

Tabela 4.1.4.1.7-3: Parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de água, limites de quantificação (LQ) e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução Conama n.º 357/2005 para águas doces, Classe 2. (Continua). 250

Tabela 4.1.4.1.7-4: Parâmetros utilizados no cálculo do IQA. 252

Tabela 4.1.4.1.7-5: Qualidade da água relacionada com os valores de IQA. 253

Tabela 4.1.4.1.8-1: Parâmetros físicos/ambientais, condições, pesos e níveis de suscetibilidade a contaminação de corpos hídricos na AID do empreendimento....275

Tabela 4.1.4.1.8-2: Níveis de suscetibilidade a contaminação de corpos hídricos superficiais na AID do empreendimento. 276

Tabela 4.1.4.2.3-1: Metodologia GOD para determinação da vulnerabilidade do aquífero freático raso. 289

Tabela 4.1.4.2.5.1-1: Coordenadas UTM dos poços de monitoramento de águas subterrâneas. 294

Tabela 4.1.4.2.5.1-2: Resultados analíticos para Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (Compostos Semi-Voláteis - SVOCs) nas águas subterrâneas. 297

Tabela 4.1.4.2.5.1-3: Resultados analíticos para Compostos Orgânicos Voláteis - VOCs) nas águas subterrâneas. (Continua)....297

Tabela 4.1.4.2.5.1-4: Resultados analíticos para Fenóis Totais e pH nas águas subterrâneas. 298

Tabela 4.1.4.2.5.1-5: Resultados analíticos para Metais nas águas subterrâneas. 299

Tabela 4.1.4.2.5.2-1: Resultados analíticos para o padrão de potabilidade nas águas subterrâneas. 308

Tabela 4.1.4.3.1-1: Estações de amostragem, suas coordenadas geográficas em UTM (Datum WGS 84) no monitoramento marinho da ArcelorMittal Tubarão. .309

Tabela 4.1.4.3.2-1: Parâmetros físico-químicos analisados in situ, métodos de análise e precisão do aparelho de medição. 311

Tabela 4.1.4.3.2-2: Variáveis analisadas nas amostras de água e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas salinas, Classe 1. 312

Tabela 4.1.4.3.3-1: Resultados dos parâmetros físico-químicos e de transparência medidos in situ durante as campanhas de 2024. 313

Tabela 4.1.4.3.3-2: Valores da Média ± Desvio Padrão dos parâmetros monitorados in situ na água do mar ao longo do período histórico deste monitoramento. 313

Tabela 4.1.4.3.3-3: Resultados dos parâmetros químicos analisados em laboratório referentes às campanhas de 2024. 314

Tabela 4.1.4.3.3-4: Valores da Mediana (Média ± Desvio Padrão) dos parâmetros da água do mar analisados em laboratório, ao longo do período histórico deste monitoramento. 315

Tabela 4.2.1-1: Levantamento das atividades, aspectos e impactos ambientais previstos durante a implantação e operação da Planta de Laminação a Frio (Meio Físico). 319

Tabela 4.3.1.5.2-1: Parâmetros in situ que deverão ser avaliados no efluente bruto e efluente tratado e limites que serão comparados conforme Resolução CONAMA nº 430/2011. 338

Tabela 4.3.1.5.2-2: Parâmetros de análises laboratoriais que deverão ser avaliados no efluente bruto e efluente tratado e limites que serão comparados conforme Resolução CONAMA nº 430/2011. (Continua) 339

Tabela 4.3.1.8-1: Cronograma de execução do PGEL. 341

Tabela 4.3.2.5.1-1: Localização dos pontos de monitoramento. 346

Tabela 4.3.2.5.1-2: Equivalência dos zoneamentos municipais com os tipos de área da NBR 10.151. 346

Tabela 4.3.3.2.1-1: Monitoramento e frequência das fontes fixas de emissão. ..349

Tabela 5.1.1.3-1: Classes de uso e ocupação do solo na área de influência indireta (AII), área de influência direta (AID) e área diretamente afetada (ADA) para implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). 365

Tabela 5.1.1.3-2: Parâmetros estruturais da área de reflorestamento do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES). 370

Tabela 5.1.1.3-3: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na área de reflorestamento da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI. 371

Tabela 5.1.1.3-4: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas de reflorestamento na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI. 376

Tabela 5.1.1.3-5: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas de floresta de tabuleiro (Mata Nativa em Estágio Médio) na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI. (Continua). 381

Tabela 5.1.1.3-6: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em trecho de floresta de tabuleiro (Mata Nativa em Estágio Inicial) na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI. 385

Tabela 5.1.1.3-7: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua). 393

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua). 396

Tabela 5.1.2.1.3-1: Lista taxonômica de fitobentos de substrato consolidado registrados nos estudos realizados pela Econservation (2022a e 2024a). (Continua). 412

Tabela 5.1.2.2.3-1: Inventário taxonômico do fitoplâncton identificado nas amostras qualitativas e quantitativas, durante os ciclos de 2021 (Econservation, 2022a) e 2023 (Econservation, 2024a). (Continua). 416

Tabela 5.1.2.3.3-1: Análise qualitativa do fitoplâncton registrado nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = Presença). (Continua). 424

Tabela 5.1.3.1.1.3-1: Lista taxonômica de ictiofauna registrados nos estudos realizados nos anos de 2021 (Econservation,2022a) e 2023 (Econservation,2024a).C = Comercial; PC = Pouco comercial (Continua). 433

Tabela 5.1.3.1.2.3-1: Lista de espécies registradas com seus respectivos números de indivíduos capturados nas campanhas do Monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). 439

Tabela 5.1.3.1.3.3-1: Levantamento taxonômico da comunidade zooplanctônica obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2022 e 2024). (Continua). 444

Tabela 5.1.3.1.4.3-1. Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua). 450

Tabela 5.1.3.1.5.3-1: Levantamento taxonômico de zoobentos de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). (Continua). 463

Tabela 5.1.3.1.6.3-1: Levantamento taxonômico qualitativo da comunidade malacofauna obtidos nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal entre 2021 e 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = presença).....469

Tabela 5.1.3.1.6.3-2: Levantamento taxonômico quantitativo da comunidade malacofauna obtidos nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal entre 2021 e 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = presença).....470

Tabela 5.1.3.2.1-1: Pontos de amostragem utilizados na coleta sistemática de dados primários do estudo de diagnóstico da fauna terrestre. 472

Tabela 5.1.3.2.1-2: Pontos de amostragem utilizados na coleta de dados nas áreas de influência do empreendimento, aqui utilizados como dados secundários.....479

Tabela 5.1.3.2.2.1-1: Esforço amostral empregado nas unidades amostrais, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). 483

Tabela 5.1.3.2.2.2-1: Lista de espécies de anfíbios e répteis registradas durante o levantamento da herpetofauna durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025)., bem como suas respectivas unidades amostrais, métodos de registro, endemismo e citação nas listas de espécies ameaçadas (IUCN, 2025; MMA, 2022 e ES, 2022). 490

Tabela 5.1.3.2.2.2-2: Tabela de índices ecológicos compilados, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).....492

Tabela 5.1.3.2.2.2-3: Tabela de compilada de dados secundários de anfíbios e répteis do empreendimento em tela, com seus respectivos nomes comuns. (Continua). 494

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua). 504

Tabela 5.1.3.2.3.2-2: Índices ecológicos da avifauna de acordo com cada unidade amostral durante a primeira e segunda campanha diagnóstica do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. 512

Tabela 5.1.3.2.3.2-3: Espécies de aves exclusivas de cada unidade amostral durante o diagnóstico de fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na Arcelor Mittal. 513

Tabela 5.1.3.2.3.2-4: Espécies, nome comuns, unidade amostral e apêndice das espécies de aves presente na CITES e registradas no Diagnóstico de Fauna na Arcelor Mittal. 517

Tabela 5.1.3.2.5-1: Esforço empregado no diagnóstico de mamíferos, através dos respectivos métodos de amostragem. 523

Tabela 5.1.3.2.6-1: Lista de espécies de mamíferos registradas durante o diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).....530

Tabela 5.1.3.2.6-2: Lista das espécies de mamíferos com ocorrência confirmada para a área de influência do empreendimento em tela, elaborada com base em dados secundários, em que: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025).....534

Tabela 5.1.3.2.6-3: Índices ecológicos encontrados para cada unidade de amostragem dos mamíferos durante a 1ª campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio / 2025). 537

Tabela 5.1.3.2.6-4: Índices ecológicos encontrados para cada unidade de amostragem dos mamíferos durante a 2ª campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (julho / 2025). 538

Tabela 5.1.3.2.7.1-1: Pontos de amostragem utilizados na coleta sistemática de dados primários do estudo de entomofauna.....539

Tabela 5.1.3.2.7.1-2: Esforço amostral para abelhas nativas no diagnóstico de fauna. 547

Tabela 5.1.3.2.7.2-1: Morfoespécies de abelhas nativas amostradas. Legenda: Ambiente: MA = Mata Atlântica Status espécies: En = Endêmica; Ra = Raras; Ci: Cinegéticas: Dados secundários: 1 = speciesLink network, 27-Ago-2025 20:01, specieslink.net/Search; 2 - INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p. 553

Tabela 5.1.3.2.7.2-2: Índice compilado de equabilidade de abelhas nativas.....555

Tabela 5.1.3.2.7.2-3: Índice de equabilidade. 555

Tabela 5.1.3.2.7.2-4: Índice de equabilidade. 556

Tabela 5.1.3.2.7.2-5: Índice de equabilidade. 556

Tabela 5.1.3.2.7.2-6: Índice de equabilidade. 556

Tabela 5.1.3.2.7.2-7: Índice de equabilidade. 557

Tabela 5.1.3.2.7.2-8: Morfoespécies de dados secundários: Legenda: Status espécies: MMA, IUCN, Decreto ES - En = Endêmica; Ra = Raras; Ci: Cinegéticas; LC = Pouco Preocupante: Dados secundários: 1 = speciesLink network, 25-Ago-2025 20:05, specieslink.net/search; 2 - INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p. (Continua). 562

Tabela 5.1.4.3-1: Identificação e caracterização das unidades de conservação (UCs) na área de 10 km ao redor do empreendimento da ArcelorMittal Tubarão. 570

Tabela 5.2.1-1: Levantamento das atividades, aspectos e impactos ambientais previstos durante a implantação e operação da Planta de Laminação a Frio (Meio Biótico). 591

Tabela 6.1.1.4-1 Dinâmica da Expansão da ocupação territorial. 622

Tabela 6.1.1.6-1: Principais elementos valorizados pelos entrevistados na AID e AII 631

Tabela 6.1.2.1-1- Dados econômicos dos municípios da Área de Influência Indireta do empreendimento.....633

Tabela 6.1.2.2-1: Pessoas de 15 anos ou mais de idade total e as alfabetizadas por sexo, cor ou raça – Serra/ES.....635

Tabela 6.1.2.2-2: Pessoas de 15 anos ou mais de idade total e as alfabetizadas por sexo, cor ou raça – Vitória/ES.....636

Tabela 6.1.2.2-3: taxa de frequência escolar (%). 638

Tabela 6.1.3-1:Distribuição de profissionais e postos de trabalho, por ano de ocorrência. (Continua) 643

Tabela 6.1.3-2: Áreas gerais, específicas e detalhadas de formação do curso superior de graduação que concluiu. 645

Tabela 6.1.3-3: CBO 2002 Família por município, por vínculo ativo ou inativo. (Continua) 646

Tabela 6.1.3-4: Estabelecimentos registrados na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).....649

Tabela 6.1.3-5:Principais cursos oferecidos por instituições de formação técnica e superior. (Continua).....650

Tabela 6.1.4-1: Principal preocupação dos entrevistados na AID e AII 658

Tabela 6.1.6.1-1– Principais preocupações dos entrevistados na AID e AII. 681

Tabela 6.1.6.1-2– Quais são suas expectativas com a instalação de um novo empreendimento industrial no seu bairro? 683

Tabela 6.1.6.1-3– Descreva suas expectativas ou preocupações.....683

Tabela 6.1.6.1-4– Você percebe impactos atuais no meio físico, biótico, ou socioeconômico em sua localidade? 684

Tabela 6.1.6.1-5 Quais pontos positivos você enxerga com o novo empreendimento.....684

Tabela 6.1.6.1-6– Quais pontos negativos você enxerga com o novo empreendimento.....685

Tabela 6.1.6.1-7 Conflitos Socioambientais e Pressões Territoriais na AID e AII. 686

Tabela 6.1.8.1-1: Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo do domicílio.....694

Tabela 6.1.8.1-2: Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de canalização de água e principal forma de abastecimento de água – Serra/ES. ...697

Tabela 6.1.8.1-3: Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de canalização de água e principal forma de abastecimento de água – Vitória/ES..697

Tabela 6.1.8.1-4: Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo de esgotamento sanitário – Serra/ES. 698

Tabela 6.1.8.1-5: Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo de esgotamento sanitário – Vitória/ES.....698

Tabela 6.1.8.1-6: Domicílios particulares permanentes ocupados, por destino do lixo – Serra/ES.....699

Tabela 6.1.8.1-7: Domicílios particulares permanentes ocupados, por destino do lixo – Vitória/ES. 699

Tabela 6.1.8.4-1: Distribuição por tipos de estabelecimento de saúde – Serra/ES.....703

Tabela 6.1.8.4-2: Classificação e distribuição dos equipamentos de saúde – Serra/ES. (Continua) 704

Tabela 6.1.8.4-3: Classificação e distribuição de leitos – Serra/ES.....706

Tabela 6.1.8.4-4: Distribuição por tipos de estabelecimento de saúde – Vitória/ES. 707

Tabela 6.1.8.4-5: Classificação e distribuição dos equipamentos de saúde – Vitória/ES. (Continua) 708

Tabela 6.1.8.4-6: Classificação e distribuição de leitos – Vitória/ES. 710

Tabela 6.1.8.4-7: Organização administrativa da Secretaria de Saúde da Serra – Serra/ES.....711

Tabela 6.1.8.4-8 Organização administrativa da Secretaria de Saúde de Vitória– Vitória/ES. 711

Tabela 6.1.8.5-1: Crimes contra o patrimônio – Serra/ES. 713

Tabela 6.1.8.5-2: Crimes com vítimas fatais – Serra/ES.....713

Tabela 6.1.8.5-3: Crimes contra o patrimônio – Vitória/ES. 714

Tabela 6.1.8.5-4: Crimes com vítimas fatais – Vitória/ES. 714

Tabela 6.1.8.5-5: Superintendência de Polícia Regional Metropolitana (SPRM) – Serra/ES.....715

Tabela 6.1.8.5-6: Superintendência de Polícia Especializada (SPE) – Serra/ES. ...715

Tabela 6.1.8.5-7: Superintendência de Polícia Regional Metropolitana (SPRM) – Vitória/ES. 716

Tabela 6.1.8.5-8: Superintendência de Polícia Especializada (SPE) – Vitória/ES. (Continua) 717

Tabela 6.1.8.6-1: Escolas por dependência administrativa – Serra/ES.....719

Tabela 6.1.8.6-2: Escolas por localização – Serra/ES. 719

Tabela 6.1.8.6-3: Escolas da AID por nome, dependência administrativa, localização e situação de funcionamento – Serra/ES. 720

Tabela 6.1.8.6-4: Escolas por dependência administrativa – Vitória/ES.....720

Tabela 6.1.8.6-5: Professores por dependência administrativa- Serra/ES. 722

Tabela 6.1.8.6-6: Professores por dependência administrativa- Vitória/ES. 722

Tabela 6.1.8.8-1: Fluxo diário médio de veículos por via e modal. 758

Tabela 6.1.8.8-2: Valores-picos do fluxo atual ArcelorMittal e tráfego externo total. 769

Tabela 6.1.8.8-3 : Características físicas e operacionais das vias de acesso ao empreendimento.....772

Tabela 6.1.8.8-4: Trafegabilidade atual dos trechos viários analisados (período da manhã). 773

Tabela 6.1.8.8-5: Incremento de vias por via de acesso no pico da implantação. conforme apresentado nos gráficos das figuras Figura 6.1.8.8-21 e Figura 6.1.8.8-22. 780

Tabela 6.1.8.8-6: Incremento de vias por via de acesso na operação plena da planta. 783

Tabela 6.1.8.8-7: Trafegabilidade futura na fase de implantação dos trechos viários analisados (período da manhã). 784

Tabela 6.1.8.8-8: Trafegabilidade futura na fase de implantação dos trechos viários analisados (período da tarde). 785

Tabela 6.1.8.8-9: Análise comparativa de desempenho no pico de implantação (período da manhã). 786

Tabela 6.1.8.8-10: Análise comparativa de desempenho no pico de implantação (período da tarde). 786

Tabela 6.1.8.8-11: Trafegabilidade futura na fase de operação dos trechos viários analisados (período da manhã). 787

Tabela 6.1.8.8-12: Trafegabilidade futura na fase de operação dos trechos viários analisados (período da tarde). 788

Tabela 6.1.8.8-13: Análise comparativa de desempenho na operação plena (período da manhã) 789

Tabela 6.1.8.8-14: Análise comparativa de desempenho na operação plena (período da tarde) 789

Tabela 6.2-1 - Levantamento das atividades, aspectos e impactos ambientais previstos durante o planejamento, implantação do novo empreendimento. 795

Tabela 6.2.1.11-1: Matriz de valoração dos impactos relativos ao meio socioeconômico. 814

Tabela 6.3.1.6-1 : Objetivos, metas, prazos e Indicadores do PCS 821

Tabela 6.3.2.6-1: Metas para o PEAT. 829

Tabela 6.3.2.8-1– Principais objetivos e indicadores do PEAT. 830

Tabela 6.3.3.6-1: Metas do PROJEA. 836

Tabela 6.3.3.8-1: Ações e indicadores PROJEA. 838

Tabela 6.3.3.9-1 : Resultados esperados PROJEA. 839

Tabela 6.3.4.7-1: Metas e indicadores. 843

Tabela 6.3.5.8-1 :Metas e Indicadores do Programa. 850

Tabela 7.1.2-1 Classificação dos grupos quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento. 854

Tabela 7.1.2-2: Classificação das classes de flora quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento. 854

Tabela 7.1.2-3: Classificação das áreas protegidas quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento. 854

Tabela 7.1.2-4: Classificação das áreas de recursos hídricos superficiais quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento. 854

Tabela 7.1.2-5: Classificação das classes no grupo comunidades quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento. 855

Tabela 7.2-1: Matriz de Inter-Relacionamento Entre Fatores Ambientais da Área de Estudo. (Continua). 857

1 Identificação do Empreendimento/Empreendedor

O presente documento apresenta o Relatório de Controle Ambiental que visa atender aos requisitos e critérios definidos no Termo de Referência - **TR OF/Nº0090/2025/IEMA/GGE/COEI** emitido pelo IEMA em 05 de maio de 2025 para o Licenciamento Ambiental da Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio da ArcelorMittal na Unidade de Tubarão localizada no Espírito Santo, desenvolvido pela empresa de consultoria ambiental Econservation Estudos e Projetos Ambientais Ltda.

O empreendimento refere-se à implantação de uma unidade de laminação de bobinas a frio, bem como de uma linha de galvanização de bobinas de aço laminadas a frio, no complexo industrial da ArcelorMittal Tubarão. Esse processo será realizado a partir do beneficiamento de bobinas laminadas a quente já produzidas.

É importante destacar que a implantação dessa nova planta não resultará no aumento da capacidade produtiva de aço da ArcelorMittal Tubarão. O objetivo principal é a diversificação do portfólio de produtos, com a inclusão de bobinas laminadas a frio e galvanizadas, que somarão às atuais bobinas laminadas a quente e placas semiacabadas já ofertadas pela empresa.

Trata-se, portanto, da introdução de um novo produto a ser fabricado e disponibilizado ao mercado nacional de aço, fortalecendo a presença da ArcelorMittal Tubarão nesse segmento.

Para o empreendimento em questão e considerando as características do projeto a ser implantado, foi realizada a avaliação dos impactos ambientais, com ênfase na identificação dos impactos positivos e negativos.

Todas as medidas de controle ambiental, bem como os programas de acompanhamento e monitoramento considerados necessários, estão detalhadamente no presente RCA. Esse instrumento tem como objetivo prevenir alterações na qualidade do meio Físico, biótico e social da área de influência do empreendimento, em decorrência das atividades de implantação e operação do empreendimento.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Os dados do empreendedor são apresentados abaixo:

- Nome/Razão Social: ArcelorMittal Brasil S/A
- CNPJ: 17.469.701/0104-82
- Endereço Completo: Av. Brigadeiro Eduardo Gomes, nº 930, Jardim Limoeiro, Serra-ES.
- CEP: 29.163-970
- Telefone: (27) 3348 2095
- Representante Legal: Jennifer Oliva Coronel
- CPF:131.672.478-60
- Endereço Completo: Avenida Brigadeiro Eduardo Gomes, 526, Polo Industrial Tubarão, Serra/ES CEP 29160-904
- Telefone: (27) 3348-2065
- E-mail: jennifer.santos@arcelormittal.com.br
- Pessoa de contato: Carla Eliete Caon, Especialista de Meio Ambiente
- Av. Brigadeiro Eduardo Gomes, 526 - Bairro Polo Industrial Tubarão, CEP 29160-904 - Serra/ES – Brasil
- Telefone: 27 99229 9202
- E-mail: carla.caon@arcelormittal.com.br

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA DE CONSULTORIA RESPONSÁVEL PELO RCA

A empresa Econservation foi contratada para executar o presente estudo. Abaixo são apresentados os dados da empresa e na sequência a equipe técnica envolvida nos trabalhos. As ARTs e CTFs dos envolvimentos no presente estudo estão apresentados no Anexo 1.I.

- Nome/Razão Social: Econservation Estudos E Projetos Ambientais Ltda
- CNPJ: 14.382.147/0001-10
- CTF- IBAMA585517
- Endereço Completo: Rua: José Alexandre Buaiz, 300, Edifício Work Center Office, 11º andar, Salas 1.113 a 1.117, Enseada do Suá, Vitória – ES. CEP29050 -545
- Telefone: (27) 27 3025-3180
- Representante Legal: Paulo Wander Cerutti Pinto e João Paulo da Rocha Cerutti Pinto
- e-mail: joaopaulo.cerutti@econservation.com.br
- Endereço Completo: Rua: José Alexandre Buaiz, 300, Edifício Work Center Office,11º andar, Salas 1.113 a 1.117, Enseada do Suá, Vitória – ES. CEP29050 -545
- Pessoal de Contato: joaopaulo.cerutti@econservation.com.br

1.3 Equipe técnica:

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	REGISTRO PROFISSIONAL	RESPONSABILIDADE
Marcelo Travassos	Oceanógrafo, MSc Geoquímica Ambiental, MBA Gestão Empresarial	-	Supervisão Técnica
Ítalo Pazolini Mármore	Eng. Ambiental, especialista	CREA ES nº 16127/D	Diretor Operacional
Luiz Claudio Caiado	Eng. Ambiental, MBA Gerenciamento de Projetos	CREA ES nº 15480/D	Gerente de Projetos
Marlen Vazzoler	Ciências Sociais, Planejamento e Gestão	-	Gerente Meio Social
Ananda Silva	Bióloga, MSc em ecologia de Sistemas Aquático	CRBIO- 85.519/08-D	Coordenação Geral
Lara Schnlz	Engenheira Ambiental	CREA/049104/D	Meio Físico / AIA
Renato Marques	Biólogo Sênior	CRBIO 43090-01D	Consultor de Projetos – Caracterização Empreendimento e análise de impactos, prognóstico
Marcelo Fontana Gomes	Eng. Mecânico, especialista	CREA RJ nº 135897/D	Ruídos e Estudo de Propagação Sonora
Rizzieri Pedruzzi	Engenheiro Ambiental	ES-029594/D	Qualidade do Ar
Otavio Medeiros Sobrinho	Engenheiro Ambiental	-	Qualidade do Ar
Taciana T. a. Albuquerque	Meteorologista	CREA AL – 1175/D	Qualidade do Ar
Ana Luz Silva	Engenheiro Ambiental	-	Qualidade do Ar
Juan Lopes	Gestor ambiental e técnico em agrimensor, MSc. Geografia	-	Geoprocessamento
Gabriela Pires	Técnico em Agrimensura, Geodésia e Cartografia	-	Geoprocessamento
Luciano Amaral Alvarenga	Geólogo, especialista	CREA ES nº 40477/D	Recursos Hídrico Subterrâneos e superficiais e Áreas Contaminadas
André Assis	Biólogo Sênior	CRBIO – 32098/10-D	Flora
Geovana Assis	Bióloga Plena	CRBIO – 84093/10-D	Fauna
Gabriela Zamprogno	Bióloga Plena	CRBIO – 38792/02-D	Fauna e Flora Marinha
Aliny Oliveira	Bióloga Sênior	CRBIO 96104/02-D	Gerente Fauna
Thiago Marcial de Castro	Biólogo Sênior	CRBIO 48324/D02	Fauna
Giovanni Marini	Biólogo, MCs em Ecologia e Evolução	CRBIO 115780/02D	Fauna
Renata Pagotto	Bióloga Sênior	CRBIO 78680/02-D	Fauna
Penha Baião	Engenheira Civil	CREA -3475-D/ES	Sistema viário, análise de impactos, prognóstico e programas
Gilberto Fuchs de Jesus	Eng. Mecânico, MSc.	CREA RJ nº 1988103773	Ruídos e Estudo de Propagação Sonora
Rafael Belo	Tecnologia e Saneamento Ambiental	-	Diagnóstico Ruído
Álvaro Souza	Eng. Doutor em Riscos		Análise de Risco
Flávio da Paixão	Diagramador Sênior	-	Editoração
Arielly Paixão	Estagiária	-	Editoração

2 Legislação Pertinente

No âmbito da legislação ambiental, este tópico aborda as normas que regem a gestão e a preservação dos recursos naturais e ambientais. Abrange as diretrizes aplicáveis às unidades de conservação, incluindo suas zonas de amortecimento e áreas de entorno, bem como os dispositivos legais relacionados à água, ar, solo, vegetação, fauna, espécies ameaçadas de extinção. Também são abordadas as normas referentes ao controle de ruídos e à gestão de resíduos sólidos e efluentes, além da promoção do bem-estar coletivo e respectivas implicações jurídicas.

Considera-se, nesse contexto, que: (i) o empreendimento está planejado para ser implantado em uma área localizada dentro da área o industrial da ArcelorMittal Tubarão, abrangendo aproximadamente 758.500 m que utilizará recursos naturais locais, insumos químicos, produzirá efluentes, emissões atmosféricas, ruído e resíduos sólidos; (ii) a zona diretamente afetada trata-se de uma área previamente regenerada, por meio de plantio e processos naturais de isolamento, onde se verifica a presença de espécies preferencialmente exóticas da flora; (iii) a região também é habitat de táxons da fauna terrestre, incluindo espécies reconhecidas como bioindicadoras; (iv) o empreendimento está localizado em zona urbana (zona industrial), no município de Serra/ES, próximo a comunidades circunvizinhas.

2.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Os instrumentos legais aplicáveis ao empreendimento serão subdivididos por tema conforme apresentados a seguir.

Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 255, estabelece que "t*odos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida*", sendo uma responsabilidade compartilhada entre o Poder Público e a coletividade.

Essa corresponsabilidade constitucional visa ampliar a proteção ambiental, alcançando áreas e dimensões que, isoladamente, o Estado não conseguiria atingir. Trata-se de um modelo que reconhece o papel ativo da sociedade na preservação dos recursos naturais, promovendo uma cultura de sustentabilidade ambiental.

O §1º do mesmo art. 225 prevê as incumbências do Poder Público para assegurar a efetividade desse direito, entre elas, em seu inciso III, "de "*definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção*".

Lei Complementar Nº 140, de 8 de dezembro de 2011: Fixa normas, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

- Resolução CONAMA nº. 237, de 19/12/1997: Estabelece critérios e diretrizes gerais para o Licenciamento Ambiental e dispõe em seu § 2º que "o IBAMA, ressalvada sua competência supletiva, poderá delegar aos Estados o licenciamento *de atividade com significativo impacto ambiental de âmbito regional, uniformizando, quando possível, as exigências*." O parágrafo primeiro do art. 4º da referida Resolução estabelece que "*...o licenciamento será precedido de exame técnico realizado pelos órgãos estadual e municipal competente, na medida em que forem afetados pelo empreendimento*".
- A Lei Complementar Nº 248, De 28 De Junho De 2002 Cria o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recurso Hídricos (IEMA) no Estado do Espírito Santo e dá outras providências, e, em seu artigo 6, cria a subgerência de Licenciamento ambiental.
- Assim, no âmbito Estadual, o art. 5º, inciso IV da mencionada Lei Complementar define que compete ao IEMA "*licenciar a localização, instalação, operação e ampliação das atividades potencial ou efetivamente poluidoras/degradadoras, nos termos das normas legais e regulamentares em vigor*".
- Decreto Nº 1777-R, de 08 de janeiro de 2007: Dispõe sobre o sistema de licenciamento e controle das atividades poluidoras ou degradadoras do meio ambiente, denominado SILCAP.
- Decreto Nº 4039-R, de 07 de dezembro de 2016: Atualiza as disposições sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental e Controle das Atividades Poluidoras ou Degradadoras do Meio Ambiente – SILCAP.
- Instrução Normativa Nº 15- N, de 23 de setembro de 2020 (e Anexo II de acordo com versão IN Nº 002-N de 2023): Dispõe sobre o enquadramento das atividades potencialmente poluidoras e/ ou degradadoras do meio ambiente com obrigatoriedade de licenciamento ambiental no IEMA e sua classificação quanto a potencial poluidor e porte e dá outras providências. Esta normativa entrou em vigor a partir de 01/04/2021.

- Lei Complementar Nº 1073 de 22 de dezembro de 2023: Dispõe sobre normas gerais para o licenciamento ambiental, no âmbito do Estado do Espírito Santo, normatiza sua aplicação e estabelece diretrizes para o seu procedimento.

Nos termos do Termo de Referência OF/Nº0090/2025/IEMA/GGE/COEI e em conformidade com a Instrução Normativa IEMA nº 015-N/2020, em seu Anexo II — com redação atualizada pela IN nº 002-N/2023 —, a atividade de fabricação e/ou manutenção de estruturas metálicas, ligas metálicas, laminados, extrudados e trefilados, **desde que não envolva tratamento superficial** (químico, termoquímico ou galvanotécnico), é classificada como de **médio potencial poluidor ou degradador**.

Todavia, observa-se que a atividade proposta pela empresa, a qual envolve **tratamento superficial galvanotécnico**, apresenta características técnicas que não se encontram **expressamente previstas** no referido Anexo II, atualmente em vigor.

Nessa hipótese, nos termos do **artigo 5º da Instrução Normativa IEMA nº 015-N/2020**, para as atividades potencialmente poluidoras e/ou degradadoras **não contempladas de forma específica** na norma, o enquadramento deve ser realizado por analogia, adotando-se os códigos genéricos **27.10, 27.11 ou 27.12**. Para tanto, deverá ser considerado o **potencial poluidor intrínseco da atividade**, tomando-se como parâmetro de referência **atividades similares ou correlatas já licenciadas** pelo Instituto.

Assim no Termo de Referência OF/Nº0090/2025/IEMA/GGE/COEI, conclui-se que o código mais adequado a ser utilizado é o 27.12, "Atividade sem enquadramento específico", que corresponde ao enquadramento na classe IV — de grande porte e alto potencial poluidor.

O enquadramento para tipologia do Licenciamento a ser considerado é o Relatório de Controle Ambiental.

2.1.1 Áreas Protegidas

A Lei Federal nº 9.985, de 2000 que trata do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, define em seu artigo 2º que uma unidade de conservação é uma área territorial — incluindo águas jurisdicionais — dotada de características naturais relevantes, criada legalmente pelo Poder Público com o propósito de conservação ambiental. Essas áreas possuem limites definidos e são submetidas a um regime especial de administração, com garantias específicas para sua proteção.

Dando continuidade à regulamentação dos espaços que demandam maior cuidado quanto à preservação ambiental, a mesma norma, no artigo 7º, classifica as unidades de conservação em dois grupos distintos: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável.

No que tange à temática áreas protegidas, foram consideradas àquelas unidades de conservação mais próximas ao empreendimento, a saber: área de Proteção Ambiental Praia Mole (Plano de Manejo aprovado pela Portaria 14-R de 23 de abril de 2013) e a APA Baía das Tartarugas em decorrência da sua localização no trecho marinho adjacente a área ao complexo de Tubarão, uma vez que, o destino final dos efluentes gerados no complexo alcançam a região costeira.

Desta forma, devem ser considerados os seguintes instrumentos legais com relação a áreas protegidas:

- Lei nº. 9.985, de 18/07/2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. (Alterada pela Lei nº. 11.132/05).
- Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- A Lei Estadual nº 9.462/2010, institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SISEUC) e estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação no Estado do Espírito Santo. Alterada pela Lei 9.505/10 e Lei 11.773/23.
- Decreto Estadual nº 3802-N/1994. Cria a área de Proteção Ambiental (APA) Praia Mole, criada para atuar como zona de integração entre as áreas industrial, residencial, turística e de proteção de remanescentes de vegetação nativa.
- Portaria 14-R de 23 de abril de 2013 que aprova o Plano de Manejo da APA de Praia Mole.
- Decreto Municipal nº 17.342, de 3/5/2018. Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) da Baia das Tartarugas no Município de Vitória.

2.1.2 Áreas de Preservação Permanente

O Código Florestal Brasileiro, originalmente estabelecido pela Lei nº 4.771 de 1965 e posteriormente instituído pela Lei nº 12.651 de 2012, tem como objetivo fundamental a regulamentação do uso da terra no Brasil, de forma a conciliar a preservação ambiental e o desenvolvimento das atividades produtivas. A principal proposta do Código é assegurar a conservação dos recursos naturais, como as florestas e a vegetação nativa, ao mesmo tempo em que viabiliza o uso sustentável da terra para fins agrícolas e outras atividades econômicas.

O Art. 2°, parágrafo único da Lei 12.651/2012 também estabelece diretrizes específicas para áreas urbanas conforme segue:

> *"No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitando os princípios e limites e que se refere esse artigo. "*

A Resolução CONAMA 303/2002 complementa o Código Florestal Brasileiro, ao estabelecer parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente (APPs). Enquanto o Código Florestal traça as diretrizes gerais para a proteção da vegetação nativa, preservação e o uso sustentável da terra, a Resolução detalha como essas normas devem ser aplicadas no contexto real de gestão, especialmente em áreas sensíveis como margens de rios, nascentes, encostas, restingas, dunas e manguezais.

Nesse contexto, a Resolução CONAMA 303/2002 define os parâmetros e limites das áreas de preservação permanente, as Faixas Terrestres ao Longo dos rios e Cursos D' água (Mata Ciliar).

Conforme Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

> *"I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Inciso com redação dada pela Lei nº 12.727, de 17/10/2012)*
>
> *a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*
>
> *b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
>
> *c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
>
> *d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
>
> *e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;*
>
> *II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:*
>
> *a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;*
>
> *b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;".*

2.1.3 Fauna e Flora

Para atividade potencialmente causadoras de impacto ambiental como definida pela Lei n° 6938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente) e pelas Resoluções CONAMA n° 001/86 (Dispõe sobre o Estudo e o Relatório de Impacto Ambiental) e n° 237/97 (Disciplina sobre o Licenciamento Ambiental), a Instrução Normativa 146, de 10 de janeiro de 2007 do IBAMA estabelece os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental.

Ainda assim, a Portaria MMA nº 444, de 17/12/2014, reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção" - Lista, conforme Anexo I da referida Portaria, em observância aos arts. 6o e 7o, da Portaria no 43, de 31 de janeiro de 2014.

- O Decreto nº 1.499-R, de 13/06/2005, declara as espécies da Fauna e Flora silvestres ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências Este Decreto foi revogado e substituído pelo Decreto n. 5.237-R, de 25 de dezembro 2022.

Foi instituída a revisão e publicação da lista oficial de espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo como um dos objetivos da Política Estadual de Proteção à Fauna Silvestre, instituída pela Lei Complementar nº 936, de 27 de dezembro de 2019, em seu art. 6º, inciso IX.

Conforme a Lei 11.428/2006 que dispõe sobre a conservação, regeneração e utilização do Bioma Mata Atlântica, os artigos 20, 21 e 22 determinam que o corte ou a supressão de vegetação primária e secundária em estágio avançado de regeneração só podem ser autorizados em caráter excepcional, mediante a realização de estudo prévio de impacto ambiental.

No entanto, no caso do empreendimento objeto deste estudo, a vegetação a ser suprimida é composta predominantemente por espécies exóticas e apresenta características de vegetação em estágio médio de regeneração. De acordo com os critérios da legislação vigente, essa condição dispensa a obrigatoriedade da realização do EIA/RIMA.

Adicionalmente, atividades relacionadas à supressão de vegetação devem ser requeridas por meio de solicitação específica, conforme os procedimentos estabelecidos pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF), tramitação conduzida pelo órgão estadual.

2.1.4 Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas

Com relação ao tema Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas, os principais instrumentos legais aplicáveis são:

- Resolução CONAMA nº 491/2018 alterada pela Resolução CONAMA nº 506/2024. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.
- Decreto Estadual Nº. 6. 076/2025. Regulamenta a Política de Qualidade do Ar, visando à preservação da saúde da população e aprimoramento das condições de qualidade ambiental, no Estado do Espírito Santo.
- Lei Municipal nº 2.199/1999 de Serra (e respectivas alterações), que versa sobre o Código Municipal de Meio Ambiente, e institui o mecanismo municipal de controle de emissões e qualidade do ar.
- Lei Municipal Lei Nº 4.800, de 27 de abril de 2018 do município de Serra. Altera a lei Municipal nº 2.199/1999 e dá outras providências.
- Instrução Normativa IEMA Nº 14 -N, de 18 de setembro de 2020. Estabelece critérios técnicos para realização de monitoramento atmosférico de emissões de fontes fixas de poluição do ar no Estado do Espírito Santo.

2.1.5 Ruídos

Com relação ao tema Ruídos, os principais instrumentos legais aplicáveis são:

- Resolução CONAMA nº. 01, de 08/03/1990. Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, determinando padrões, critérios e diretrizes.

NBR 10.151/2019. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.151:2019 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Aplica-se a sons de natureza contínua, intermitente, impulsiva, com ou sem características tonais, dentro das atividades estipuladas pela Resolução. Os locais de medição, na existência de reclamação, devem ser indicados pelo reclamante, mesmo que no interior de residências. Não havendo reclamações conhecidas, deve-se medir fora do lote da fonte emissora. Apesar de a Resolução prever a necessidade da harmonização com a legislação municipal, é comum existirem limites menos rigorosos e exceções não previstas na norma técnica, que permitem diferentes conclusões, dependendo da referência adotada.

- Lei Municipal nº 2.199/1999 de Serra (e respectivas alterações), que versa sobre o Código municipal de meio ambiente, e institui o mecanismo municipal de controle de emissões de ruído. Determina, no art. 181, inciso IX, o período diurno entre 07h00 e 20h00 e o período noturno entre 20h00 e 07h00, sem diferenciação de horário no fim de semana. Além disso, o art. 182 estabelece os limites máximos de níveis de pressão sonora de acordo com o tipo de zona de localização.
- A Lei Complementar nº 05/2023 (Modificada pela Lei Complementar nº 6.166/25), que dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Serra e institui a política municipal de desenvolvimento e de expansão urbana.

International Organization for Standardization. ISO 9613-2:1996 – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation. ISO, Switzerland, 1996. (Atenuação do som durante a propagação externa. Parte 2: Método Geral de cálculo).

2.1.6 Qualidade do Solo, prevenção a contaminação

Para a qualidade dos solos, bem como prevenção a contaminação deste meio, os seguintes instrumentos legais são aplicáveis:

- Resolução CONAMA Nº 420/2009 (Alterada pela Resolução CONAMA 460/13) - Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

2.1.7 Resíduos Sólidos e Produtos Perigosos

Com vistas a prevenção a contaminação, os seguintes instrumentos legais são aplicáveis:

- Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Alterada pela Lei 14.026/20 e Lei 15.088/25.
- Lei Estadual nº. 9.264, de 16/07/2009. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas.
- Resolução CONAMA nº. 313, de 29/10/2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

2.1.8 Recursos Hídricos e efluentes

Com relação aos recursos hídricos, à classificação dos corpos d'água e à definição dos padrões de lançamento de efluentes, devem ser observados, prioritariamente, os instrumentos legais vigentes que regulamentam essas matérias:

- Resolução CONAMA nº. 357, de 17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA Nº 430/2011 - Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA.

2.1.9 Água subterrânea

Entende-se que deve ser observado o seguinte instrumento legal:

- Resolução CONAMA nº. 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

2.1.10 Aspectos Socioeconômicos

Para ao aspecto socioeconômico, entende-se que o empreendimento em questão possui interface com as temáticas equipamentos sociais e educação ambiental. Desta forma, considera-se que os seguintes instrumentos legais são aplicáveis:

- Constituição do Estado do Espírito Santo - 1989. Seção IV – Do Meio Ambiente – Art. 187. §2º Incisos I e II. Trata da inclusão do tema "Equipamentos Sociais e Comunitários" no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental de projetos de Grande Porte.
- A Lei Nº 9.265 de 16 de julho de 2009, que Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e dá outras providências.
- Resolução CONSEMA Nº 001 DE 05 de outubro de 2016. Estabelece os critérios básicos para a elaboração de Programas de Educação Ambiental e de Comunicação Social, a serem apresentados e executados em cumprimento as condicionantes das licenças ambientais emitidas pelos órgãos ambientais.
- Instrução Normativa IEMA Nº 03/2009. Estabelece os termos de referência para elaboração de programas e projetos de educação ambiental e de comunicação social, detalhados nos anexos I e II, a esta Instrução, a serem apresentados e executados em cumprimento as condicionantes das licenças ambientais emitidas pelo IEMA.
- Instrução Normativa Nº 013-N de 30 de outubro de 2024 - Dispõe sobre critérios mínimos para a implementação de Planos e Projetos de Educação Ambiental e de Comunicação Social, no âmbito do licenciamento ambiental de atividades dispensadas da apresentação de EIA-Rima e dá outras providências.

3 Caracterização do Empreendimento

3.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Maior produtor de aço no Brasil e líder no mercado global, o Grupo ArcelorMittal tem cerca de 126 mil empregados, sendo 19 mil no Brasil, e atende a clientes em 140 países. No país, a empresa possui unidades industriais em oito estados (MG, ES, RJ, SC, CE, BA, SP e MS), com capacidade de produção anual de 15,5 milhões de toneladas de aço bruto e 5,1 milhões de toneladas de minério de ferro. Além disso, conta com a maior rede de distribuição, atendendo diversos segmentos industriais, como indústria automobilística eletrodomésticos, construção civil, óleo e gás, máquinas e equipamentos.

A unidade ArcelorMittal Tubarão (AMT), localizada na Grande Vitória no estado do Espírito Santo, iniciou suas operações em novembro de 1983 como Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), então empresa estatal com participação majoritária do Governo Federal. Privatizada em julho de 1992, a CST foi adquirida pela Arcelor em outubro de 2005. Em junho de 2006, através de uma fusão, passou a se chamar ArcelorMittal e desde então tem promovido modificações significativas nos panoramas interno e externo da unidade, decorrentes da maior racionalização/planejamento de suas atividades através de uma política administrativa-operacional mais eficiente.

A **Figura 3.1-1** abaixo mostra a localização geográfica da ArcelorMittal Tubarão (AMT).

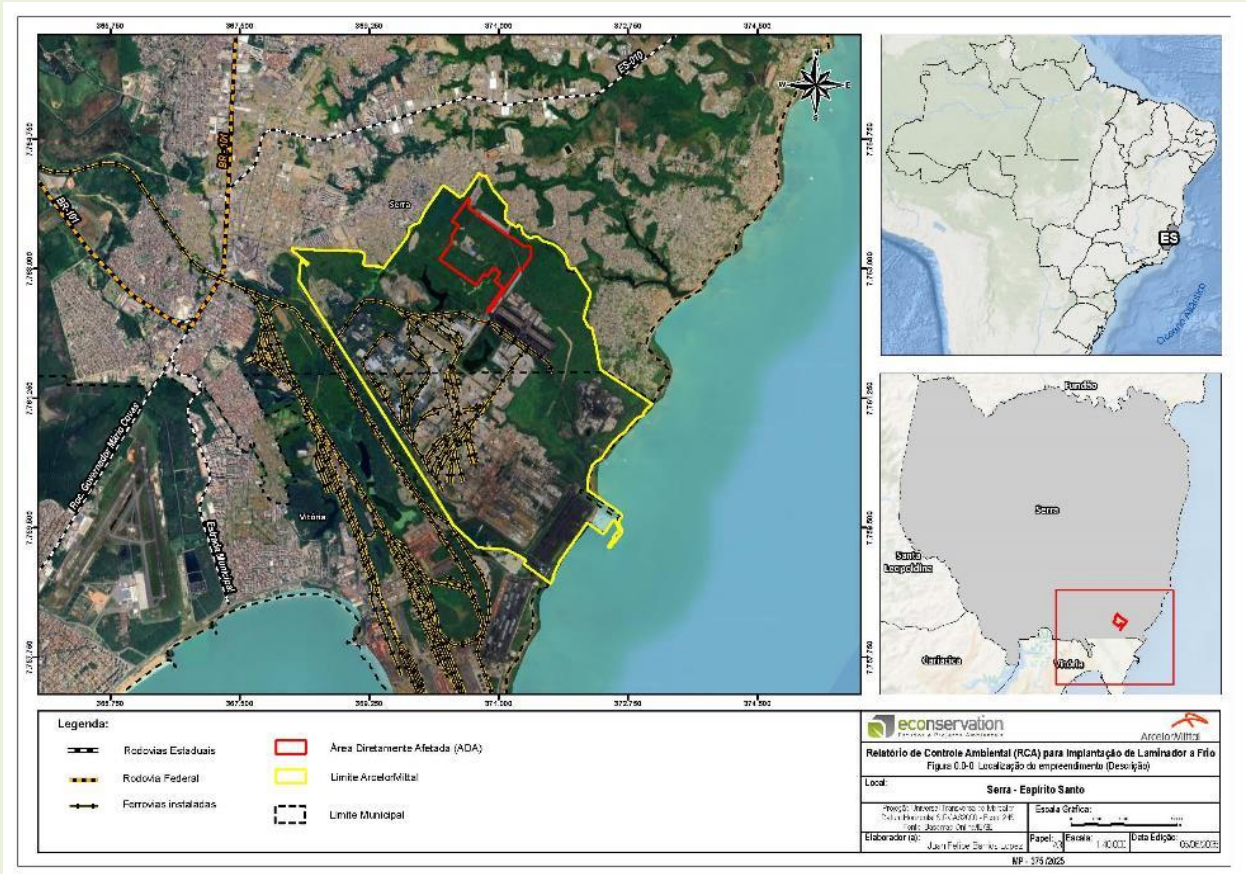


Figura 3.1-1: Localização Geográfica da ArcelorMittal Tubarão.

A ArcelorMittal Tubarão é especializada na produção de aços planos de alta qualidade, direcionados a diversos setores. O processo produtivo atual da unidade[1] engloba diversas atividades que incluem desde o recebimento, preparação e estocagem das matérias-primas, fabricação de sínter, coque e gusa, produção de aço líquido, transformação do aço líquido em placas e, posteriormente, em bobinas laminadas a quente. Os produtos acabados são expedidos por meio de um sistema multimodal, composto atualmente por placas semiacabadas e bobinas laminadas a quente.

Essas bobinas laminadas a quente constituem a principal matéria-prima para a produção de bobinas laminadas a frio e bobinas galvanizadas, amplamente utilizadas pelas indústrias de eletrodomésticos e de construção civil. O acabamento superficial e a planicidade dos aços laminados a frio são características essenciais para os fabricantes da chamada “linha branca”, que também demandam espessuras reduzidas com o objetivo de diminuir o peso dos produtos, sem comprometer a qualidade final. Por sua vez, os aços revestidos oferecem alta resistência mecânica e durabilidade, contribuindo maior vida útil, redução de custos e menor impacto ambiental. Esses materiais são amplamente aplicados em diversos subsistemas da construção civil, como estruturas, divisórias, coberturas, fechamentos e sistemas prediais, sendo utilizados na fabricação de telhas, painéis termoacústicos, perfis leves e componentes de instalações elétricas e estruturas de cabeamento.

[1] Assista ao vídeo que retrata o atual fluxo de produção da ArcelorMittal Tubarão: https://youtu.be/jTQMeHq3BPA?si=w1plUc21aE8Q4WwU.

Atualmente, parte da produção de bobinas laminadas a quente da ArcelorMittal Tubarão é destinada à unidade da ArcelorMittal Vega, em São Francisco do Sul – SC, onde são processadas em bobinas laminadas a frio e galvanizadas. A outra parte das bobinas laminadas a quente é comercializada com diversos clientes, atendendo às mais variadas demandas de relaminação.

Embora a produção de bobinas laminadas a quente já agregue valor a uma parcela significativa das placas de aço produzidas na ArcelorMittal Tubarão, o projeto de implantação da nova Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio, tem como objetivo ampliar esse valor agregado. A iniciativa, permitirá a produção local de Bobinas Galvanizadas, produtos com maior valor agregado e de mercado, por meio da integração de uma nova etapa ao processo produtivo existente - sem necessidade de aumento da atual capacidade de produção de aço da ArcelorMittal Tubarão.

Este projeto está alinhado ao programa de investimentos do Grupo ArcelorMittal, que busca adaptar a empresa às mudanças da economia mundial. O objetivo é manter o elevado nível de competitividade da companhia frente ao mercado consumidor, além de diversificar sua capacidade de fornecimento de produtos para atender ao mercado consumidor nacional. Para isso, propõe-se a implantação de uma nova planta industrial dedicada ao processamento das bobinas laminadas a quente na própria unidade da ArcelorMittal Tubarão.

Atualmente, a ArcelorMittal Tubarão ocupa uma área total de 13,5 milhões de m², dos quais 7 milhões de m² são de área construída. A unidade possui capacidade instalada para produzir 7,5 milhões de toneladas de aço por ano, empregando diretamente cerca de 5 mil pessoas e mais de 5 mil de forma indireta. Está integrada a um dos complexos portuários mais eficientes do mundo, com destaque para o Porto de Praia Mole, administrado pela própria ArcelorMittal Tubarão. Esse Porto possui um Terminal de Produtos Siderúrgicos localizado a apenas 8 quilômetros da planta industrial, o que facilita o escoamento dos produtos para os mercados da América do Norte, América Latina, Europa e Ásia.

3.2 INSERÇÃO REGIONAL

O projeto de implantação da nova unidade da ArcelorMittal Tubarão, localizada na região da Grande Vitória, no estado do Espírito Santo, abrange uma área total de aproximadamente 758.500 m², estando sua poligonal inserida no município de Serra.

Como já mencionado, a ArcelorMittal Tubarão é uma siderúrgica integrada, plenamente operacional, situada em um contexto portuário-industrial local. Seguindo os pressupostos estabelecidos na divisão territorial do município, a Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto está localizada na Zona Industrial (ZI) do município de Serra, conforme indicado no mapa MP-458-2025 que consta no **Anexo 10**, devidamente licenciado, e em conformidade com a Lei Complementar nº 05, de 16 de março de 2023, que dispõe sobre o Plano Diretor Municipal Sustentável do município da Serra, no estado do Espírito Santo.

No município de Serra, a Lei nº 05/2023 determina o zoneamento do município como:

- Eixo Estruturante (EE): São os principais eixos de mobilidade urbana e desenvolvimento do Município, cuja ocupação deverá obedecer aos projetos viários e fomentar o desenvolvimento empresarial municipal;
- Zona de Ocupação Preferencial (ZOP): São áreas que apresentam infraestrutura consolidada, com predomínio do uso residencial, onde se torna desejável induzir o adensamento de forma compatível às características da área;
- Zona de Ocupação Controlada (ZOC-01 e ZOC-02): São áreas com uso predominantemente residencial, que apresentam ocupação esparsa em áreas com algum tipo de deficiência na infraestrutura, próximas as zonas ambientalmente frágeis ou área de risco;
- Zona Especial de Interesse Social (ZEIS): São porções de território municipal destinadas prioritariamente à regularização fundiária, à urbanização e à produção de habitação;
- Zona de Proteção Ambiental (ZPA): São as áreas de Preservação Permanente e os espaços territoriais especialmente protegidos conforme definição do Código Municipal de Meio Ambiente;
- Zona de Unidade de Conservação (ZUC): São limitadas pelos instrumentos legais que as instituíram;
- Zona Industrial (ZI): É parcela do território municipal, de domínio público ou privado, destinada à implantação de atividades econômicas, funcionais ou industriais de grande e médio porte, visando o fortalecimento econômico do Município nas suas várias especializações.

A **Figura 3.2-1** a seguir apresenta trecho do Mapa de Zoneamento, retirado do Anexo 03b da Lei Complementar nº 05/2023 do Município de Serra, que indica que toda a região do Polo Industrial de Tubarão, na qual a ArcelorMittal Tubarão está inserida, como sendo Zona Industrial.

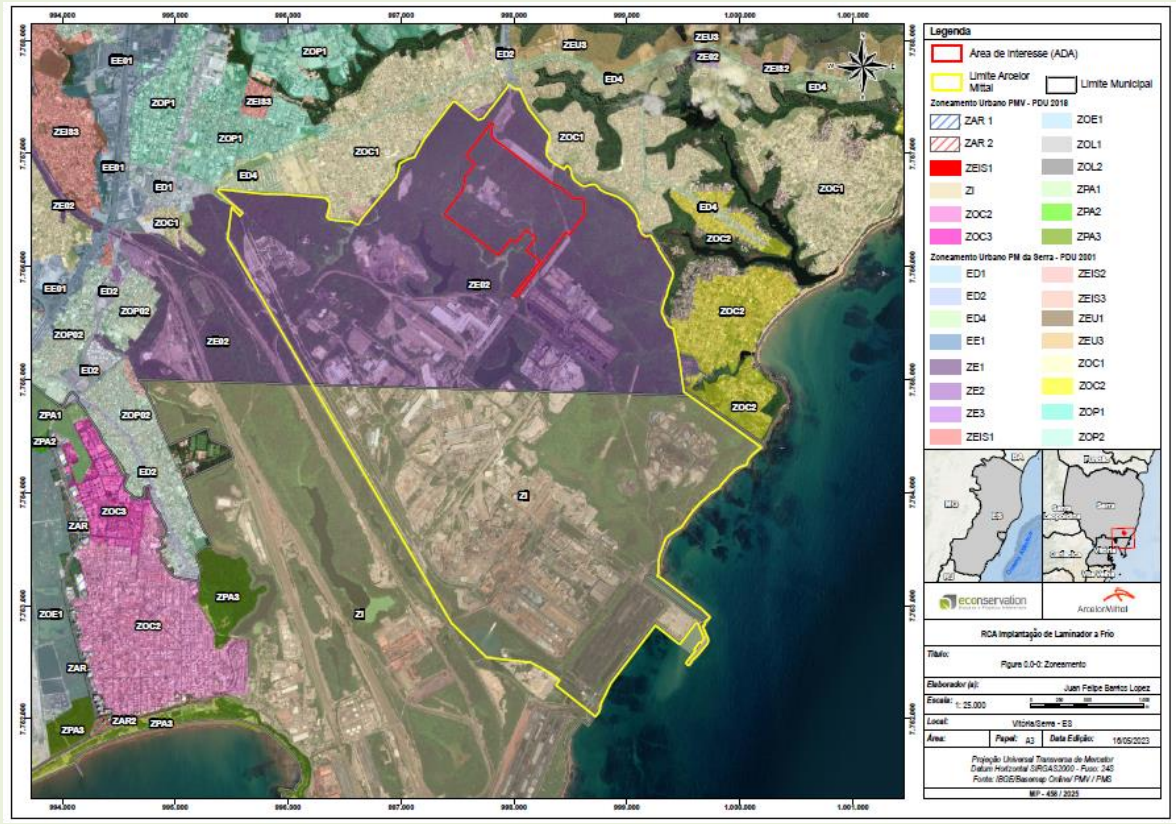


Figura 3.2-1: Trecho do Mapa de Zoneamento retirado do Anexo 03b da Lei Complementar nº 05/2023 que indica que toda a região do Polo Industrial de Tubarão, na qual a ArcelorMittal Tubarão está inserida, como sendo Zona Industrial.

Essa região, denominada Polo Industrial de Tubarão, está estrategicamente conectada a uma bem estruturada malha rodoferroviária, que inclui a Estrada de Ferro Vitória-Minas, a Ferrovia Centro-Atlântica, as rodovias BR-101 e BR-262, além de outras vias locais de grande porte que garantem o acesso adequado aos principais corredores logísticos e, consequentemente, à unidade.

O contexto industrial e a infraestrutura já existente favorecem a realização das obras e toda a movimentação prevista tanto na fase de implantação quanto na operação, seja quanto ao atendimento das demandas de bens, serviços e mão-de-obra durante as obras como também para o recebimento dos principais matérias-primas e insumos e escoamento também dos novos produtos.

A **Figura 3.2-2** a seguir demonstra a inserção regional da ArcelorMittal Tubarão e evidencia o contexto industrial e a infraestrutura já existente na região do projeto.

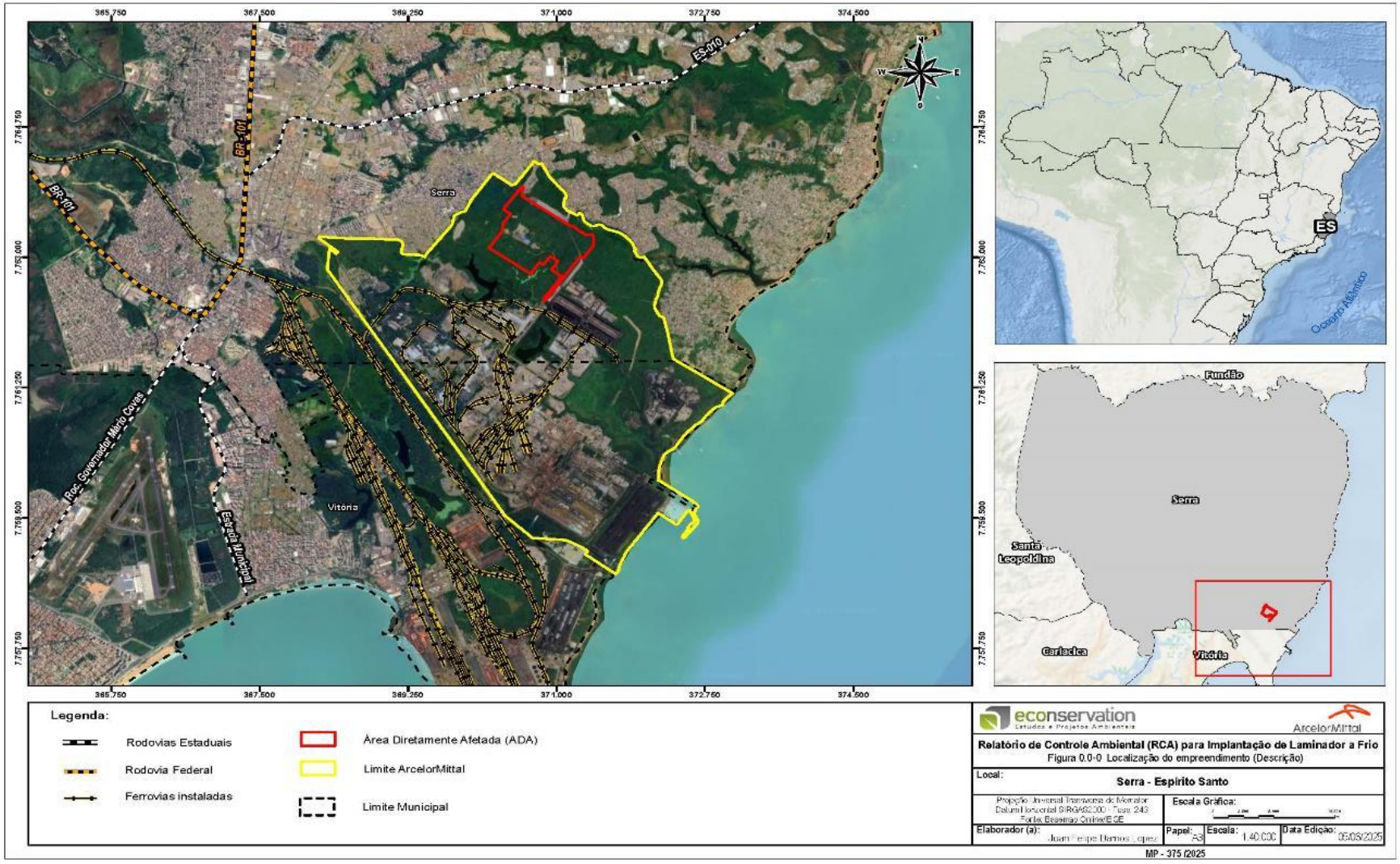


Figura 3.2-2: Inserção regional da ArcelorMittal Tubarão.

Para a implantação da nova planta, o Grupo ArcelorMittal irá se apoiar em toda a expertise adquirida ao longo de mais de duas décadas de operação de unidades industriais voltadas à produção destes produtos. Um exemplo é a ArcelorMittal Vega (**Figura 3.2-3**), localizada em São Francisco do Sul, Santa Catarina, que está em operação desde 2003 e é reconhecida como uma das mais modernas unidades de transformação de aço do mundo. Com capacidade de produzir 1,6 milhão de toneladas por ano, a ArcelorMittal Vega opera sob os mais elevados padrões internacionais de qualidade, segurança e sustentabilidade. Foi, a primeira unidade de uma empresa nas Américas a obter a certificação da *ResponsibleSteel* - uma das certificações em ESG mais respeitadas no setor siderúrgico – reforçando o compromisso do grupo com práticas responsáveis e sustentáveis.



Figura 3.2-3: ArcelorMittal Vega em São Francisco do Sul/SC, onde atualmente são produzidas as bobinas laminadas a frio e revestidas do Grupo ArcelorMittal.

Assim, além do pleno domínio na operação de planta industrial voltada à produção de produtos siderúrgicos de alto valor agregado, é importante ressaltar que a ArcelorMittal Tubarão possui um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), certificado pela ISO 14001 desde 2001. A estratégia de sustentabilidade da empresa é fundamentada em 10 Diretrizes de Desenvolvimento Sustentável (DDS), alinhadas aos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), que orientam todas as ações e etapas deste projeto.

Ao longo de seus 41 anos de operação, a ArcelorMittal Tubarão já investiu mais de US$ 840 milhões de dólares em tecnologias limpas, buscando sempre as melhores soluções em equipamentos e sistemas de controle ambiental. Esses investimentos também contemplam iniciativas de educação ambiental e treinamentos desenvolvimento de estudos e pesquisas, entre outras ações voltadas à promoção da sustentabilidade e à mitigação de impactos ambientais. A unidade é pioneira entre as

produtoras de aço no registro e comercialização de créditos de carbono e possui Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) aprovados pelo Comitê Executivo da ONU para Mudanças Climáticas. A iniciativa visou à redução das emissões de CO_2 por meio do reaproveitamento dos gases gerados e de calor em seu processo industrial para a geração de energia elétrica.

Outros destaques da ArcelorMittal Tubarão:

- Desde 1998, produz energia elétrica a partir do aproveitamento de gases do processo produtivo e não consume óleo combustível externo para geração de energia;
- Possui um dos menores índices de consumo industrial de água doce do Brasil, devido aos sistemas que garantem taxas de recirculação em torno de 97%;
- Possui acordo inédito com o governo do Espírito Santo e a CESAN para a compra mensal de 720 m³/h de água de reuso de esgoto sanitário;
- Opera a maior planta de dessalinização de água do mar do Brasil, com capacidade de 500 m³/h de água industrial, o que aumentou a segurança hídrica da empresa e do Espírito Santo, reduzindo o consumo de água doce para fins industriais;
- Índice de reaproveitamento de resíduos gerados no processo produtivo é superior a 92%.

Neste sentido, considerando que a ArcelorMittal Tubarão é uma siderúrgica integrada, plenamente operacional e inserida em um contexto industrial local devidamente licenciado e monitorado pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), é importante destacar que a nova planta será dedicada à transformação de bobinas de aço.

Essa nova etapa do processo produtivo não implica aumento da capacidade atual de produção de aço, mas sim uma diversificação do portfólio de produtos, com a inclusão de Bobinas Galvanizadas e Bobinas Decapadas. Por esse motivo, não são esperadas alterações ou impactos ambientais significativos em relação à operação existente. Isso se deve, sobretudo, aos robustos sistemas de controle e aos programas ambientais já implementados na unidade, que garantem a conformidade com os padrões de sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

Portanto, a produção das novas bobinas está alinhada aos interesses do Governo Estadual e dos Municípios situados na área de influência do empreendimento, uma vez que representa desdobramentos positivos e benéficos para a economia local e ao Estado do Espírito Santo. Essa diversificação do portfólio industrial contribui para o desenvolvimento regional sem comprometer os níveis de qualidade de vida da população, especialmente considerando que não haverá aumento na capacidade de produção de aço e que todos os controles ambientais já existentes continuarão plenamente operacionais.

3.3 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

A ArcelorMittal Tubarão possui hoje uma capacidade instalada de 7,5 milhões de toneladas/ano de aços planos, distribuída em 4,7 milhões de toneladas/ano de bobinas laminadas a quente e 2,8 milhões de toneladas/ano de placas semiacabadas (**Figura 3.3-1**).

Essas bobinas laminadas a quente são a principal matéria-prima para a produção de bobinas laminadas a frio e bobinas galvanizadas, que hoje não são produzidas nesta unidade e que tem como principal mercado as indústrias de eletrodomésticos e de construção civil, entre outras.



Figura 3.3-1: Placas semiacabadas (esquerda) e bobinas laminadas a quente (direita) atualmente produzidas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Decorrente da forte perspectiva de crescimento do setor do aço no Brasil, impulsionado por uma recuperação econômica baseada em políticas governamentais de incentivos fiscais e pelo aumento da oferta de crédito, onde os setores de bens de consumo e da construção civil são os mais promissores, é esperado um aumento na demanda de bobinas laminadas a frio e bobinas galvanizadas nestes setores da economia.

Neste sentido, conforme já fora destacado anteriormente, o presente estudo tem por objetivo implantar uma planta de laminação de bobinas a frio e linha de galvanização de bobinas de aço laminadas a frio na ArcelorMittal Tubarão, adequando sua unidade industrial para permitir uma produção de 1.000.000 toneladas por ano de bobinas visando diversificar a capacidade de fornecer produtos para atender as futuras demandas do mercado consumidor.

Esta nova unidade para processamento das bobinas laminadas a quente não implicará no aumento da capacidade de produção atual de aço da unidade e sim na diversificação de seus produtos e do seu portfólio existente através da inclusão de Bobinas Galvanizadas e Bobinas Decapadas. Trata-se, portanto, de novos produtos a serem produzidos e fornecidos ao mercado consumidor de aço nacional.

As justificativas de ordem técnica-econômica consideram a constante busca do setor industrial na agregação de valor ao seu produto atrelado às oportunidades de mercado garantido a competitividade O incremento dessa nova etapa de processamento na cadeia de produção já existente na ArcelorMittal Tubarão, implica numa melhoria do desempenho em geral da unidade. A escolha de equipamentos que contemplam tecnologias modernas aliadas a qualidade do produto e alta produtividade, obviamente, gera benefícios atrelados à redução de custos operacionais e de manutenção, mas também garante uma minimização de possíveis impactos ambientais e contribui para uma maior segurança operacional aos trabalhadores envolvidos.

Além disso, é importante salientar os desdobramentos positivos para a economia do Estado do Espírito Santo, especialmente pela geração de empregos e, consequentemente, pelo estímulo à dinâmica econômica local e regional, especialmente pelo fato de que esse novo produto não é fabricado em nenhuma outra empresa no Estado, o que reforça a importância econômica e social do projeto, favorecendo a implantação de novas unidades produtivas atreladas a esta cadeia produtiva.

Destaca-se ainda a geração de empregos, tanto na fase de implantação quanto na operação da nova planta, e o significativo aumento da contribuição fiscal da empresa para o estado, tendo em vista a comercialização de produtos com maior valor agregado em comparação aos atualmente produzidos na unidade.

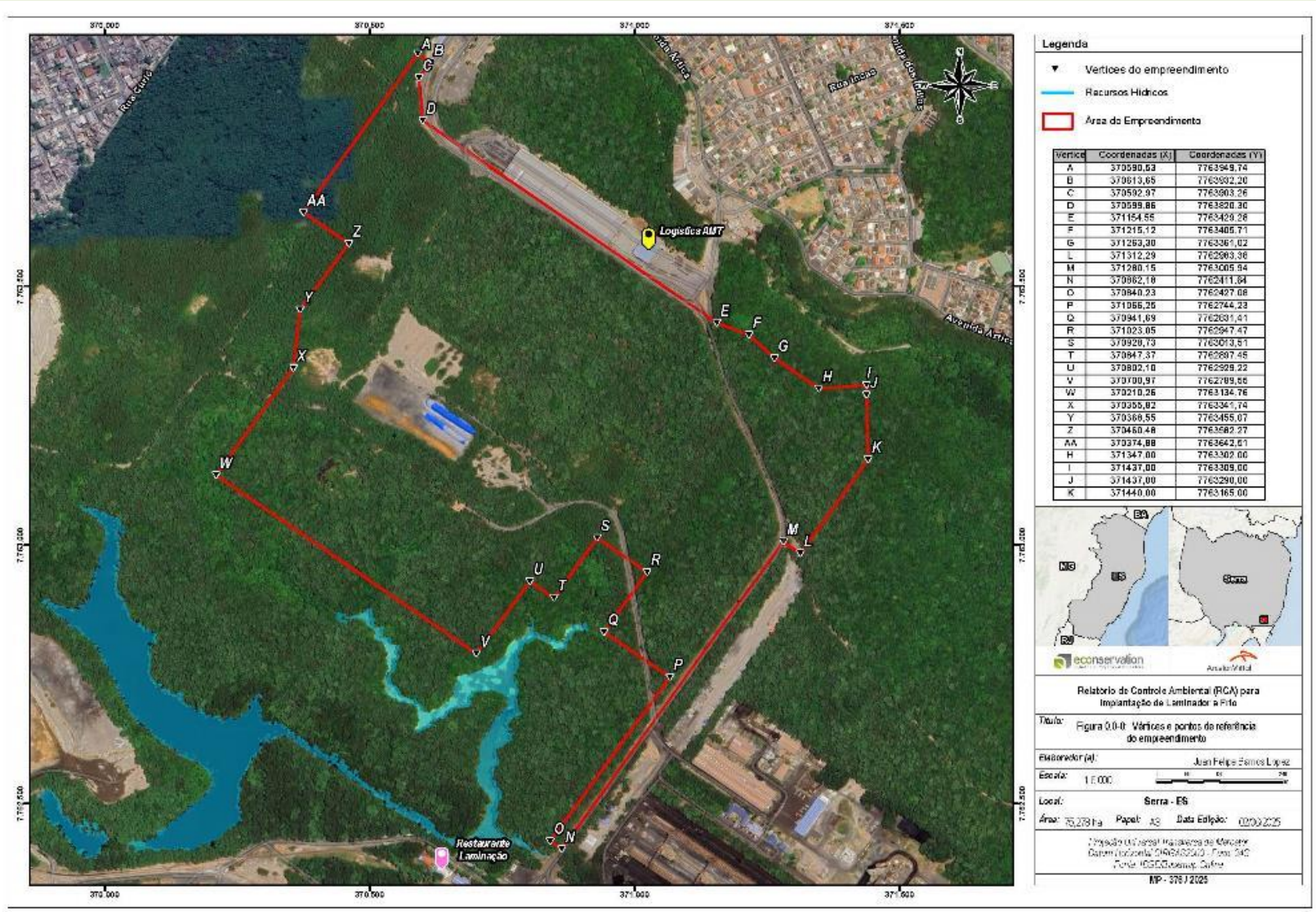
3.4 LOCALIZAÇÃO E LAYOUT GERAL DAS INSTALAÇÕES

A nova Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio na ArcelorMittal Tubarão será instalada dentro do site da empresa, em uma localização nas proximidades da Portaria Norte, com área total estimada de 758.500 m² conforme ilustrado na figura abaixo.

Nesse local, está prevista a implantação da área operacional industrial da nova planta juntamente com toda a infraestrutura de apoio e de utilidades necessárias para sua construção e operação. Isso inclui sistemas de drenagem, abastecimento de água e tratamento de efluente, além da ampliação e criação de acessos logísticos, áreas de estacionamento e zonas de manobra de caminhões.

A **Figura 3.4-1** apresenta a localização da nova planta dentro do site da ArcelorMittal Tubarão. Em seguida, a **Figura 3.4-2** ilustra o layout previsto para a Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio, que será implantada nessa área.

Todos os mapas apresentados neste capítulo podem sem acessados no **Anexo 10.** Já os desenhos e layouts correspondentes à Caracterização do Empreendimento estão disponíveis no **Anexo 3.I**.



Vertice	Coordenadas (X)	Coordenadas (Y)
A	370590,53	7763949,74
B	370613,65	7763992,20
C	370592,97	7763903,26
D	370599,86	7763828,30
E	371154,55	7763429,28
F	371215,12	7763405,71
G	371263,30	7763361,02
L	371312,29	7762983,36
M	371280,15	7763005,94
N	370862,18	7762411,84
O	370840,23	7762427,08
P	371056,25	7762744,23
Q	370941,69	7762691,41
R	371023,05	7762947,47
S	370928,73	7763013,51
T	370847,37	7762887,45
U	370802,10	7762929,22
V	370700,97	7762789,66
W	370210,26	7763134,76
X	370355,82	7763341,74
Y	370368,55	7763455,07
Z	370460,48	7763582,27
AA	370374,88	7763642,61
H	371347,00	7763302,00
I	371437,00	7763309,00
J	371437,00	7763290,00
K	371440,00	7763165,00

Figura 3.4-1: Área de implantação da nova planta de laminação de bobinas a frio e linha de galvanização na ArcelorMittal Tubarão.

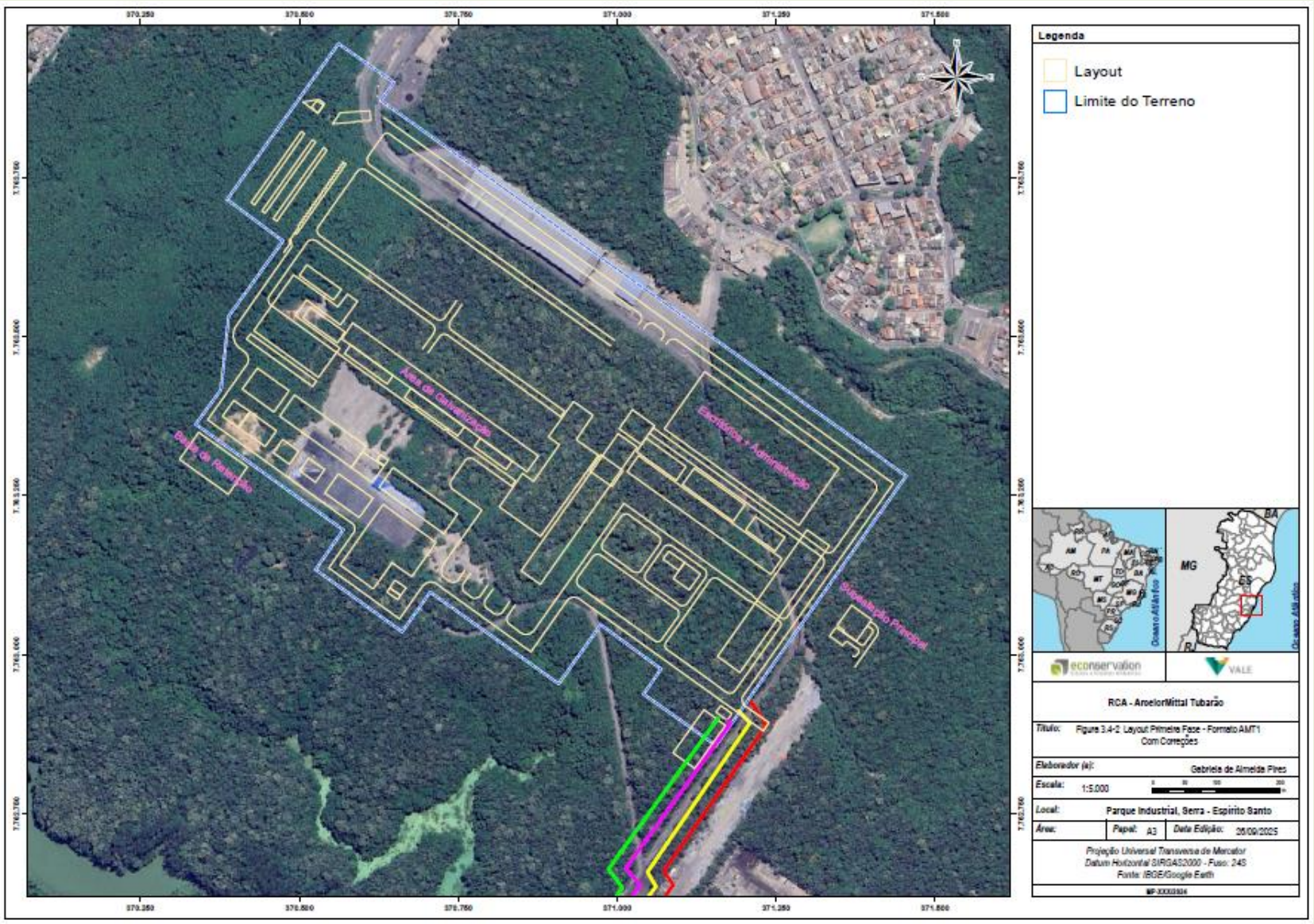


Figura 3.4-2: Layout previsto da instalação da planta de laminação de bobinas a frio e linha de galvanização de bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: modificado ArcelorMittal tubarão).

3.5 INFORMAÇÕES SOBRE A FASE DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO

Além de fortalecer a competitividade da empresa no mercado de placas e bobinas, esse investimento estratégico possibilitará maior inovação e expansão da ArcelorMittal Tubarão. O valor total estimado para implantação do projeto é de R$ 3.850.802.909,50 conforme apresentado na tabela abaixo (**Tabela 3.5-1.**), cujos detalhes são demonstrados no **item 3.5.3**.

De acordo com o cronograma de implantação, esse montante será desembolsado entre os anos de 2026 e 2029, conforme apresentado a seguir na **Tabela 3.5-1.**

Tabela 3.5-1: Valores a serem desembolsados ao longo dos anos de implantação.

Ano	Total em R$
2025	0,00
2026	520.390.460,00
2027	1.548.674.432,00
2028	1.400.746.230,00
2029	380.991.787,50

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

Do total previsto para investimento, embora uma parcela significativa seja destinada à aquisição de serviços de engenharia e equipamentos no exterior — devido à ausência de tecnologia nacional para este tipo específico de planta industrial — uma parte expressiva do orçamento será movimentada no mercado interno. Essa movimentação incluirá a contratação de equipamentos, serviços de engenharia, obras civis, montagem eletromecânica e locações de diversos recursos necessários à implantação do projeto.

Essas aquisições e contratações serão realizadas junto a fornecedores nacionais de referência em seus respectivos segmentos, distribuídos por diversas regiões do país. Estima-se que boa parte do maquinário, veículos, insumos e serviços relacionados às atividades de preparação e limpeza do terreno, bem como à execução das obras civis e da montagem eletromecânica, seja fornecida por empresas da própria região ou do Estado, fortalecendo a economia local e promovendo o desenvolvimento da cadeia produtiva nacional.

Com base nas estimativas atualizadas, o valor previsto a ser movimentado no mercado nacional é de R$ 2.496.452.000,00. A distribuição desse montante entre os municípios da região metropolitana, o estado do Espírito Santo e os demais estados da federação ainda não podem ser definidas, uma vez que depende da conclusão dos processos de aquisição e contratação de equipamentos, materiais e serviços, bem como das respectivas subcontratações envolvidas.

Vale destacar que as empresas da região metropolitana e do estado, com capacidade técnica e financeira, serão convidadas a participar dos processos concorrenciais. Já as empresas de menor porte, serão indicadas para subcontratações específicas, conforme o escopo dos contratos principais.

Além disso, será incentivada a contratação de mão de obra local, como forma de promover o desenvolvimento socioeconômico da região e fortalecer a integração entre os fornecedores e a comunidade.

A conclusão da implantação do novo empreendimento está prevista para junho de 2029 (*Start up*), com capacidade total projetada de até 1.000.000 toneladas/ano de Bobinas decapadas/galvanizadas.

Por fim, é importante ressaltar que a nova planta será equipada com tecnologia limpa, assegurando elevados padrões de sustentabilidade e controle ambiental. Do orçamento total do projeto, aproximadamente R$ 152 milhões serão destinados à implementação de medidas essenciais, incluindo:

- Controle de emissões atmosféricas, reduzindo impactos ambientais e garantindo conformidade com normas regulatórias;
- Mitigação de ruídos, implementando soluções para minimizar interferências sonoras nas áreas próximas;
- Sistema de contenção ambiental, assegurando proteção eficaz contra vazamentos e dispersão de partículas;
- Tratamento de resíduos, com estratégias de reciclagem e destinação adequada, promovendo a sustentabilidade da operação.

3.5.1 Canteiro De Obras

Todas as estruturas necessárias para a implantação do empreendimento serão instaladas no interior dentro da área indicada para a nova planta na ArcelorMittal Tubarão. Essa estratégia de posicionamento, que contempla o uso futuro da área durante a fase de operação, contribui para a minimização de interferências em outros locais, reduzindo a necessidade de remoção de vegetação e também a circulação de veículos e máquinas em áreas externas ao projeto.

Durante a fase de obras, as atividades serão realizadas de segunda a sexta-feira, das 07:00 às 19:00, com previsão de uma infraestrutura completa para atender às demandas da implantação. Essa infraestrutura consiste, basicamente, em:

Portaria / Rodoviária:

- Portaria para acesso de veículos e pessoas;
- Estacionamento para ônibus, carros, caminhões e equipamentos pesados;
- Área de convivência para motoristas;
- Área administrativa para recebimento e conferência de notas fiscais, liberações de entradas.

para colaboradores e veículos, sala de vídeo, para apresentação aos visitantes das orientações e cuidados que deverão ser observados ao acessar a área.

Áreas comuns:

- Restaurante para atendimento de todo o efetivo da obra;
- Ambulatório médico com ambulância para primeiro atendimento médico.

Escritórios de engenharia e de gestão do projeto:

- Escritório da equipe própria da ArcelorMittal Tubarão de engenharia e gestão do projeto;
- Escritório da empresa de gerenciamento de obras;
- Escritório da empresa responsável pela gestão de saúde e segurança;
- Salas de reunião e auditório para treinamentos.

Infraestrutura de apoio e de utilidades:

- Cerca de isolamento de toda área do site;
- Pavimentação das vias internas;
- Sistema de drenagem;
- Iluminação;
- 2 Centrais de concreto com capacidade de 50 m³/h cada ou 1 Central de concreto com capacidade de 100 m³/h;
- Alimentação elétrica;
- Rede de dados;
- Água potável;
- Água industrial.

Canteiro de obras e áreas de estocagem de materiais:

- Canteiros de obras;
- Áreas cobertas e descobertas de estocagem.

Considerando-se o cronograma previsto de implantação, os primeiros canteiros serão mobilizados logo após o início da execução da terraplenagem ainda no primeiro semestre de 2026, e os últimos serão desmobilizados no primeiro semestre de 2029. Todas as áreas serão entregues isoladas e com as alimentações de energia, rede de dados e água.

A disposição dessas estruturas sobre o layout previsto para a instalação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão pode ser visualizada no desenho na **Figura 3.5.1-1** e em detalhes no **Anexo 3.I** que apresenta a Planta de Locação sobre imagem de satélite indicando estas mesmas áreas a serem utilizadas durante a fase de obras e que evidencia que toda a área ficará cercada por uma barreira de vegetação já existente no local.

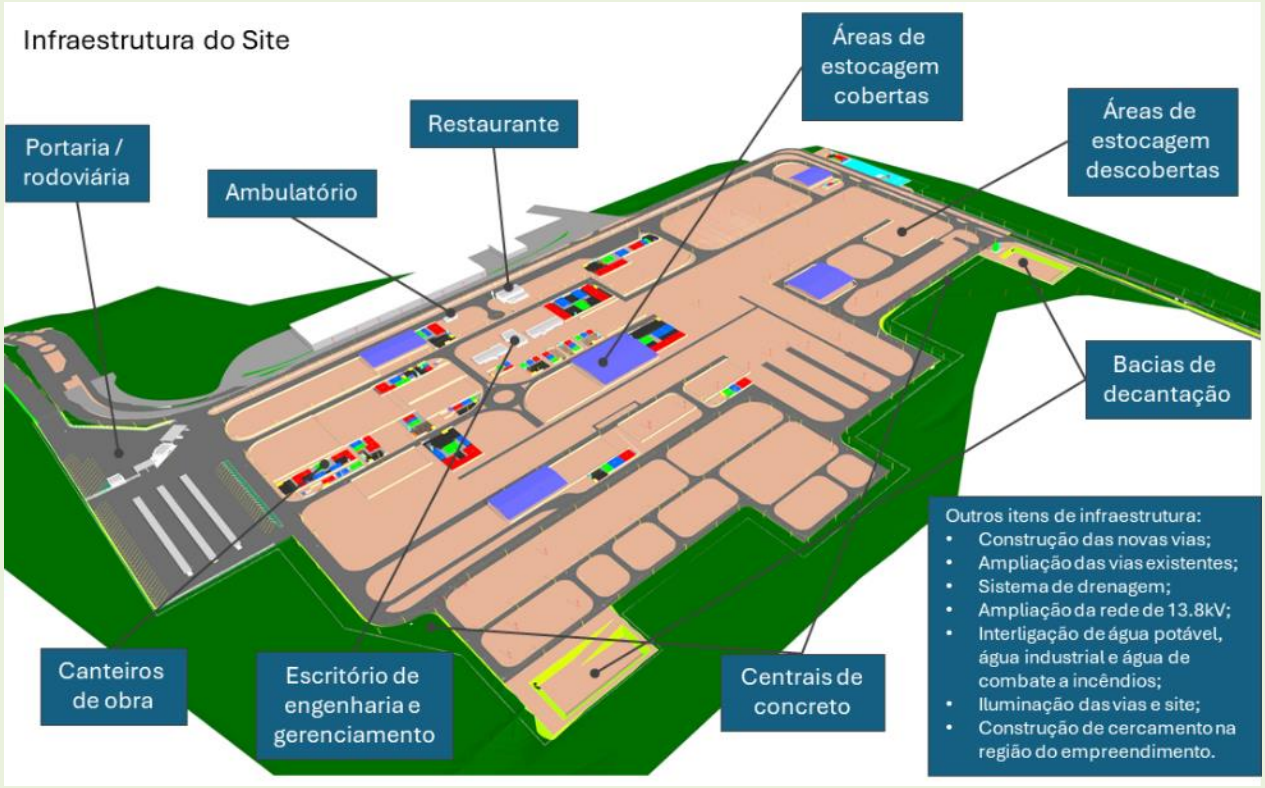


Figura 3.5.1-1: Estruturas para as obras de implantação sobre a área prevista para nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

As tubulações para fornecimento das águas, tanto industriais quanto potáveis, serão implantadas ao lado da nova via prevista para acesso a nova planta, dentro da faixa destinada para isso no projeto e posteriormente caminharão apenas por áreas industriais já consolidadas até seus pontos de conexão com a infraestrutura já existente e operacional na ArcelorMittal Tubarão, conforme pode ser visto na **Figura 3.5.1-2** abaixo e em maiores detalhes no desenho das Rotas de Utilidades e Efluentes de Drenagem Pluvial apresentado no bojo do **Anexo 3.I**.

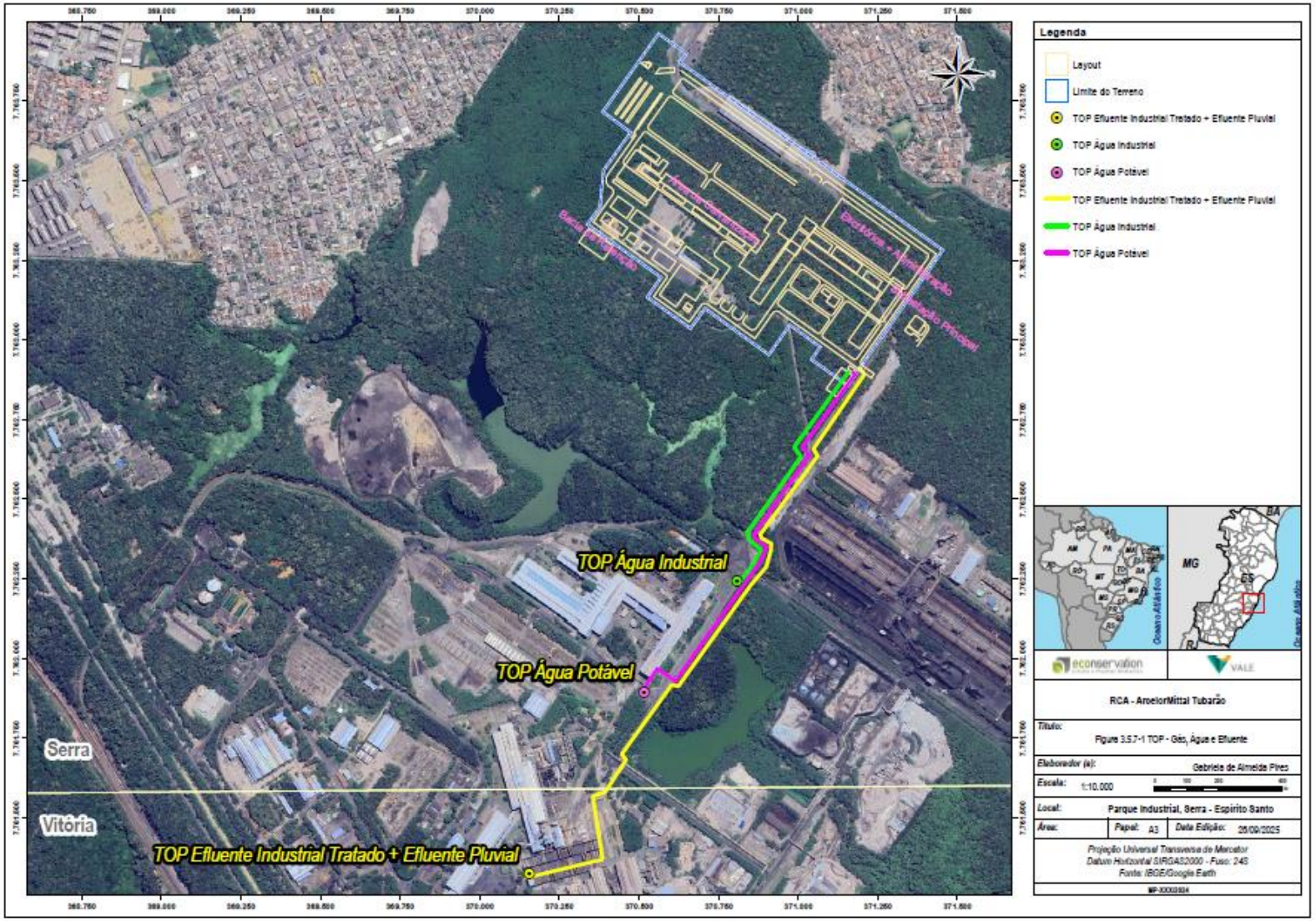


Figura 3.5.1-2: Traçado da conexão das redes de água industrial e potável até seus respectivos pontos de conexão (TOPs) nas redes já existentes na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

As áreas dos Canteiros de Obras **(Figura 3.5.1-3)** serão reservadas e demarcadas levando em consideração o total de mão de obra previsto para cada contratada, enquanto as áreas de estocagem de materiais de acordo com a previsão de demanda, conforme apresentado em detalhes na **Tabela 3.5.1-1** apresentada logo em seguida.

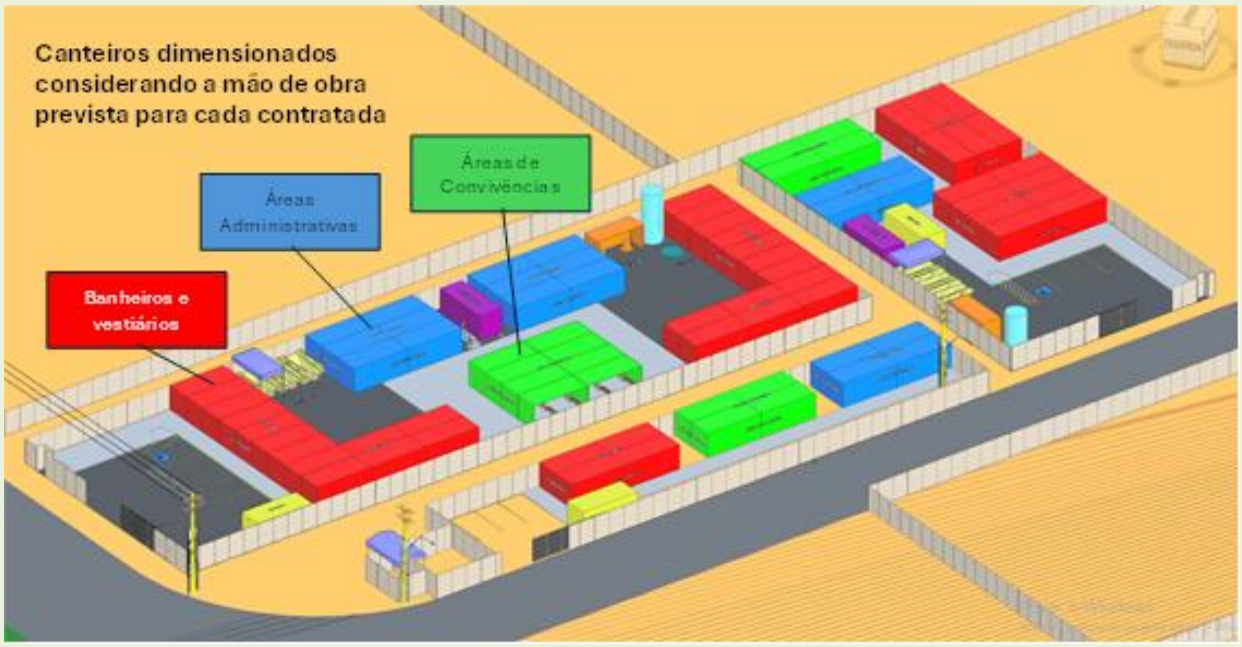


Figura 3.5.1-3: Detalhe do layout básico dos Canteiros de Obra.

Tabela 3.5.1-1: Previsão de total de mão de obra previsto para cada contratada e de demanda de áreas para estocagem de material durante a fase de implantação.

Infraestrutura Obras		Canteiro de Obras		Escritório Adm / Container		Área de Estocagem Descoberta		Área de Estocagem Coberta	
Título do Pacote	Pico MO	S/N	Qde	S/N	Qde	S/N	Área (m²)	S/N	Área (m²)
Gerência, coordenação e engenharia AMT	30	N		S	1	N		N	
Equipe de Engenharia de integração	25								
OEM 1 - Linha de decapagem e laminação	4	N		S	1	S	5.600	S	5.600
OEM 2 - Linha de galvanização	4	N		S	1	S	5.600	S	5.600
OEM 3 - Forno de galvanização	2	N		S	1				
Empresa de Gerenciamento	92	S	1	N		N		N	
Empresa de Saúde e Segurança	24								
Infraestrutura do site	200	S	1			S		N	
Construções temporárias	120	S	1			S		N	
OEM 4 - Planta de utilidades	210	S	1	N		S	8.400	S	2.800
OEM 5 - Pontes rolantes	2	N		N		N		N	
OEM 6 - Subestação	120	S	1	N		S	2.800	S	2.800
OEM 7 - Transformadores	0	N		N		N		N	
Prédios de estrutura metálica (Galpões)	190	S	1	N		S	5.600	N	
Construções finais	90	S	1	N		S	2.800	N	
Pátios de estocagem	60	S	1	N		S	2.800	N	
Obra civil da linha de decapagem e laminação	500	S	1	N		S	3.500	N	
Obra civil do forno e linha de galvanização	450	S	1	N		S	3.500	N	
Montagem da linha de decapagem e laminação	750	S	1	N		S	3.500	N	
Montagem do forno e linha de galvanização	700	S	1	N		S	3.500	N	
Planta de hidrogênio e nitrogênio	170	S	1	N		S	2.800	S	2800
Interconexão de utilidades	120	S	1	N		S	2.800	N	
Sistema de detecção e combate a incêndios	40	S	1	N		S	100	S	30
Sistema de Monitoramento (CFTV)	20	S	1	N		S	40	S	15
Sistema de ar-condicionado e ventilação	30	S	1	N		S	100	S	15
Sistema de proteção atmosférica	30	S	1	N		S	40	S	15
Sistema de automação e controle	20	N		S	3			S	15
Pico total de mão de obra	**3.120**	Área total de estocagem coberta (m²)						19.690	
		Área total de estocagem descoberta (m²)						53.480	
		Área total de estocagem (m²)						**73.170**	

3.5.1.1 Centrais de Concreto

Devido ao alto volume requerido de concreto, serão instaladas duas centrais de concreto com capacidade de 50 m³/h cada ou uma Central de concreto com capacidade de 100 m³/h.

As centrais de concreto são instalações industriais projetadas para produzir concreto de maneira automatizada, precisa e em grande escala. Elas desempenham um papel essencial e, juntamente com os Métodos Construtivos apresentados no **item 3.5.8**, garantem a qualidade, a uniformidade e a agilidade no fornecimento do concreto, minimizando em muito o fluxo externo de caminhões necessários para o atendimento desta demanda durante toda a etapa de obras.

O processo de produção do concreto em uma central se dá por meio da dosagem precisa dos materiais que compõem o concreto: cimento, agregados (areia e brita), água e aditivos químicos. O controle automatizado da central permite ajustes precisos nas dosagens conforme o traço especificado, garantindo que o concreto produzido esteja dentro dos parâmetros técnicos exigidos para cada estágio da obra.

A área estimada para instalação e operação de cada central de concreto é entre 800 e 1.200 m² e sua(s) localização(ões) será(ão) definida(s) de acordo com o planejamento e estratégia final das contratadas. As centrais de concreto serão compostas basicamente por: silos de cimento, caçambas fechadas ou silos de agregados, esteiras transportadoras, sistema de dosagem, misturador de concreto, tanques de água e aditivos, sistema de automação e área de carregamento. As centrais misturadoras fazem toda a mistura dentro da própria central, em áreas controladas e dotadas de todos os cuidados ambientais necessários, fornecendo o concreto já pronto para uso diretamente nos caminhões betoneira, minimizando a necessidade de manuseios deste nas frentes de trabalho.

Vantagens da mobilização de uma central de concreto para uma obra específica:

1. Redução de movimentação de caminhões e custos logísticos

Elimina ou reduz significativamente o fluxo externo de caminhões, impactando não somente o custo de transporte do concreto, que normalmente é feito por caminhões betoneira a partir de centrais distantes, como também todos os impactos e riscos de acidentes associados à esta intensa movimentação externa de veículos pesados.

2. Maior controle de qualidade e flexibilidade de produção

A proximidade entre a produção e a aplicação permite ajustes imediatos nos traços e melhores condições de controle tecnológico do concreto, reduzindo perdas e retrabalhos. Permite a produção sob demanda de diferentes tipos de concreto ao longo da obra, conforme a necessidade da obra (alta resistência inicial, concreto bombeável, autoadensável, entre outros).

3. Agilidade na produção e no fornecimento: autonomia e independência logística

Garante maior velocidade no atendimento às frentes de serviço, otimizando o cronograma da obra, especialmente em grandes etapas de concretagem que demandam grandes volumes e exigiriam fluxo praticamente ininterrupto por longos períodos. A obra deixa de depender de fornecedores

externos e pode programar concretagens com maior liberdade, inclusive em horários fora do comercial, o que é estratégico em termos de prazos.

4. Sustentabilidade e redução de impactos ambientais

A central na obra reduz o tráfego urbano de caminhões betoneira e, consequentemente, as emissões de CO_2 e demais potenciais impactos relacionadas ao transporte. Esta estratégia centralizada também evita a necessidade de produção de concreto nas frentes de trabalho, minimizando os potenciais impactos associados à sua produção e manuseio, além de facilitar o reaproveitamento de resíduos uma vez que sua produção é feita em áreas controladas e dotadas de todos os controles ambientais necessários, como por exemplo:

- Silos de cimento dotados de sistemas de despoeiramento;
- Enclausuramento ou cobertura das correias transportadoras e pontos de descarga de materiais;
- Aspersão de água em vias internas e pilhas de agregados para controle de material particulado;
- Construção de bacias de contenção e tanques de sedimentação para tratamento de efluentes, de forma que o efluente atenda a Resolução Conama 430/11 ou possibilite seu reaproveitamento em atividades como umectação;
- Gestão de resíduos com armazenamento segregado, atendendo o PGRS da unidade;
- Reaproveitamento de concreto excedente.

3.5.2 Descrição do Processo Produtivo

A ArcelorMittal Tubarão possui uma capacidade instalada de produção de 4,7 milhões de toneladas/ano de Bobinas Laminadas à Quente. Atualmente cerca de 47% dessa produção são enviadas pelo modal marítimo de cabotagem para a unidade da ArcelorMittal Vega, em São Francisco do Sul – SC, onde estas bobinas são processadas em bobinas laminadas a frio e galvanizadas enquanto o restante das bobinas laminadas a quente é vendido para outros clientes.

Com a instalação da planta de laminação de bobinas a frio e linha de galvanização de bobinas de aço laminadas a frio na ArcelorMittal Tubarão, cerca de 44% dessa produção de bobinas laminadas a quente será processada no próprio site da ArcelorMittal Tubarão. O montante atualmente fornecido para a ArcelorMittal Vega, de cerca de 47% será mantido e, desta forma, cerca de 91% do total de bobinas laminadas a quente produzidas será processado em produtos de maior valor agregado, parte na ArcelorMittal Vega e parte na ArcelorMittal Tubarão, que então fornecerá esses produtos diretamente ao mercado consumidor de aço nacional.

As Bobinas Laminadas à Quente – BQ serão a principal matéria prima utilizada no seu novo processo industrial, que consiste basicamente em três fases, uma de decapagem, outra de laminação a frio e uma fase final de galvanização.

As bobinas laminadas à quente tem como primeiro processo a decapagem, originando assim a chamada Bobina Decapada – BQD, sendo este também um novo produto da ArcelorMittal Tubarão,

porém, de menor representatividade, correspondendo a cerca de 40% da produção da nova unidade industrial.

Após passarem pelo processo de decapagem, as bobinas seguem para o processo de laminação a frio, gerando as bobinas denominadas *Full-Hard*, que não são caracterizadas como produto e sim como matéria prima em processamento. Essas bobinas (*Full-Hard*) geradas no processo de laminação a frio seguem, então, para o processo de galvanização a ser realizado na linha de galvanização, gerando as Bobinas Galvanizadas, que correspondem ao principal produto (60%) da nova unidade de laminação a frio e galvanização.

De maneira geral e resumida, o fluxo de produção da nova unidade industrial da ArcelorMittal Tubarão é conforme apresentado na figura abaixo, com produção prevista de 1.000.000 toneladas por ano, composta de 600.000 toneladas/ano de Bobinas Galvanizadas e 400.000 t/ano de Bobinas Decapadas (**Figura 3.5.2-1**).

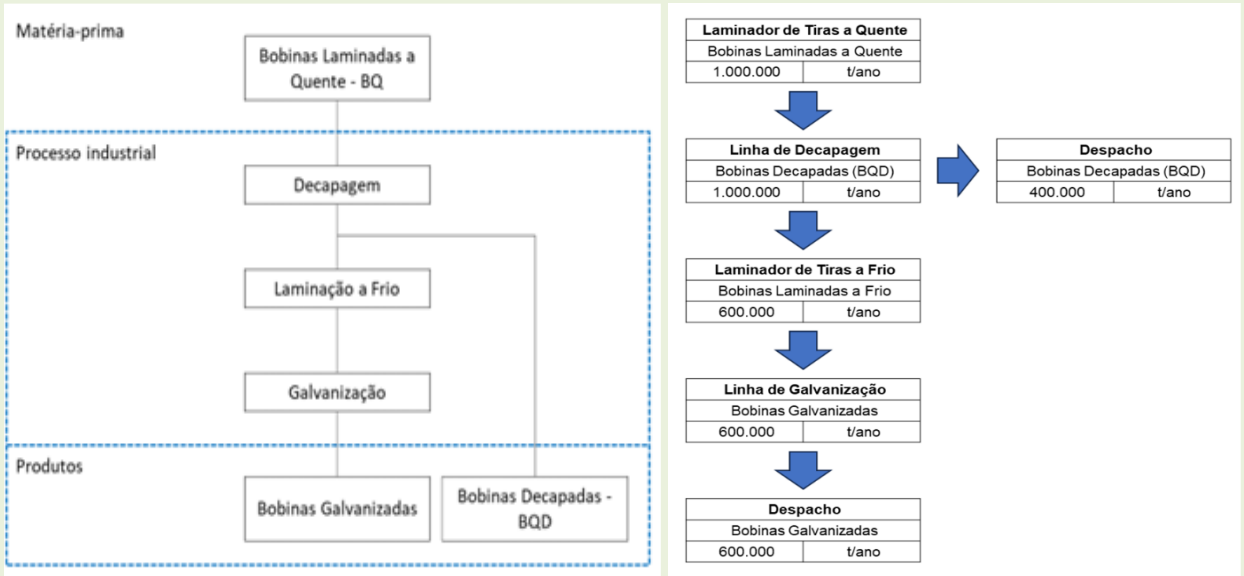


Figura 3.5.2-1: Fluxograma geral e estimativa de produção da nova unidade industrial na ArcelorMittal Tubarão.

A instalação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão não irá aumentar a capacidade atual de produção de aço nem o volume de bobinas expedidas pela unidade. O objetivo é apenas substituir parte das bobinas laminadas a quente, atualmente comercializadas, por bobinas decapadas e/ou bobinas galvanizadas. Em outras palavras, trata-se apenas de substituição de produtos oferecidos, e não de acréscimo na produção.

A nova planta industrial da ArcelorMittal Tubarão será composta basicamente por duas linhas de produção, uma envolvendo a decapagem e laminação e outra envolvendo a galvanização, cujos fluxogramas são apresentados nas figuras a seguir (**Figura 3.5.2-2** e **Figura 3.5.2-3**, respectivamente). Na sequência, são detalhadas cada uma destas linhas de produção.

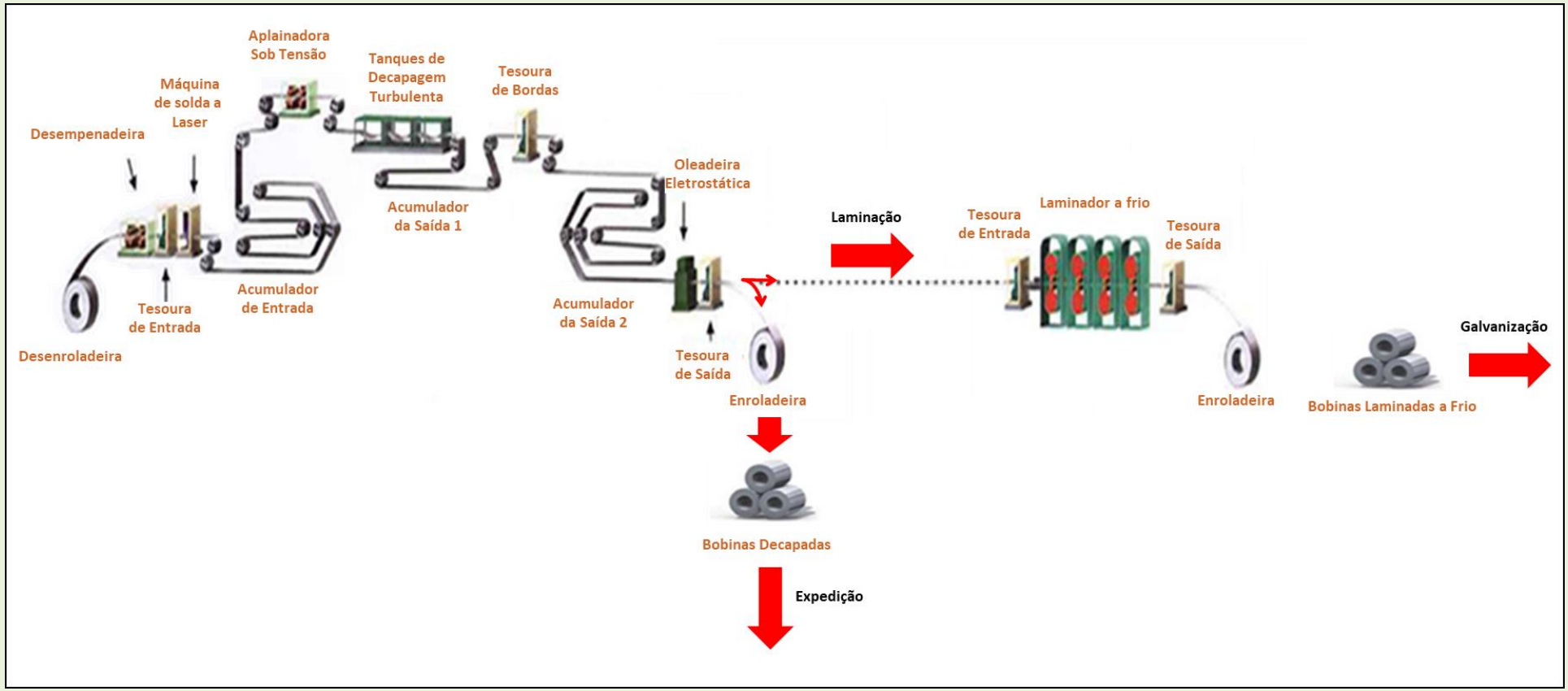


Figura 3.5.2-2: Fluxograma do processo industrial da Linha de Decapagem e Laminação da ArcelorMittal Tubarão.

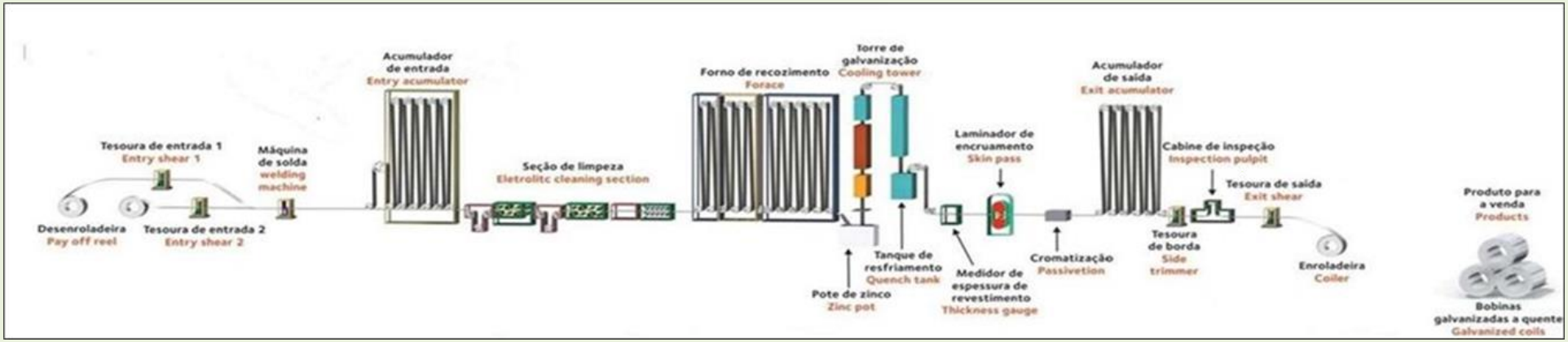


Figura 3.5.2-3: Fluxograma do processo industrial da Linha de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão.

3.5.2.1 Linha de Decapagem e Laminação

O processo de decapagem prepara a bobina laminada a quente removendo todas as impurezas para a etapa seguinte de laminação, cuja função e reduzir sua espessura conforme requisito de qualidade e do plano de produção. A redução de espessura ao valor desejado é obtida por deformação a frio do aço decorrente de forças de compressão e tensão pela ação dos cilindros do laminador. Na laminação a frio é possível se obter chapas de aço mais finas, com um aspecto superficial muito bom (planicidade e rugosidade) e com as características mecânicas e dimensionais superiores às das chapas laminadas a quente.

Abaixo são detalhadas as principais estruturas e processos desta linha de produção.

- Recebimento e Armazenamento das Bobinas

As bobinas de aço laminadas à quente, provenientes da própria ArcelorMittal Tubarão, serão transportadas, por via terrestre através de carretas por cerca de 3 quilômetros, partindo do pátio de estocagem de bobinas a quente – BQ7 e destinadas ao pátio de bobinas laminadas a quente da nova unidade de laminação a frio e galvanização.

O descarregamento das bobinas laminadas a quente no pátio de bobinas é realizado através de pórtico rolante, retirando as bobinas da carreta e posicionando no pátio onde as bobinas são estocadas e organizadas levando em consideração uma identificação previamente aplicada, recebendo uma numeração que representa as suas principais características, como tipo de aço, peso, espessura entre outras. Para movimentá-las também é utilizado pórtico rolante que conduz as bobinas para o próximo processo (**Figura 3.5.2.1-1**).



Figura 3.5.2.1-1: Vista de uma linha de entrada das bobinas, localizada na área do pátio de recebimento sendo conduzidas para o processo de desbobinamento e solda à laser para o início da fase de decapagem (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Importante destacar que as carretas que realizam o transporte das bobinas possuem berço fixo, apropriado para esse tipo de transporte, e Autorização Especial de Transporte (AET) para este fim. Como medida de segurança, as bobinas são apeadas com cintas especiais de acordo com a Resolução do Contran Nº 293/2008. Além disso, os motoristas que executam essa atividade recebem carteira

especial resultante do Curso de Capacitação em Direção Defensiva e Segurança no Transporte Rodoviário de Bobinas de Aço.

- Decapagem

Na seção de entrada do processo de decapagem, a bobina laminada à quente, é desenrolada pela desenroladeira e, por meio de uma guilhotina a sua extremidade é cortada para ser unida à ponta inicial da bobina seguinte. As pontas das bobinas são unidas através do processo de solda à laser (vide **Figura 3.5.2.1-2**), tornando a linha de decapagem e laminação um processo contínuo, sendo que essa tira de aço segue para o acumulador de entrada que possui a finalidade de armazenar temporariamente as tiras de aço. Isso permite que a seção de entrada realize paradas sem afetar a velocidade de processo.

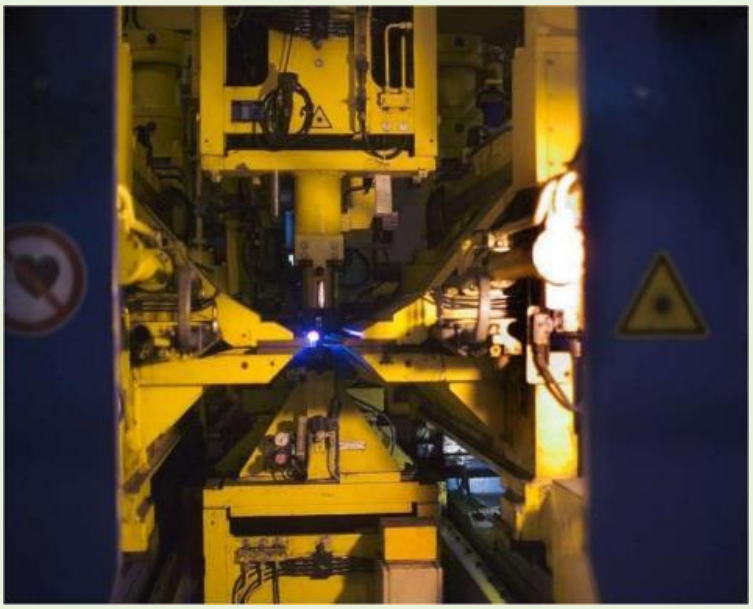


Figura 3.5.2.1-2: Vista do equipamento de solda à laser que executa a junção das pontas das bobinas (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Na atividade de manuseio da BQ, são gerados óxidos provenientes da tira que são desprendidos pelo desbobinamento da tira. Esses óxidos são coletados através de um sistema de despoeiramento e, posteriormente, encaminhados para destinação final. Esse sistema é composto por coifas de captação dos óxidos, dutos, exaustor, filtros de mangas, chaminé, sistema de coleta dos óxidos e caçamba.

Os filtros de mangas têm por finalidade separar as partículas existentes no fluxo de gases industriais e são utilizados na decapagem, onde ocorre a remoção mecânica de óxido de ferro da tira de aço. Nesse equipamento a filtragem ocorre pela passagem forçada do ar sujo através de um filtro de tecido, removendo o material particulado que permanece retido na sua superfície até a realização da limpeza das mangas. Essa limpeza é efetuada através da injeção de ar comprimido na parte superior da manga, que se desloca até a parte inferior, desprendendo o material particulado da sua superfície, conforme ilustrado na **Figura 3.5.2.1-3.**

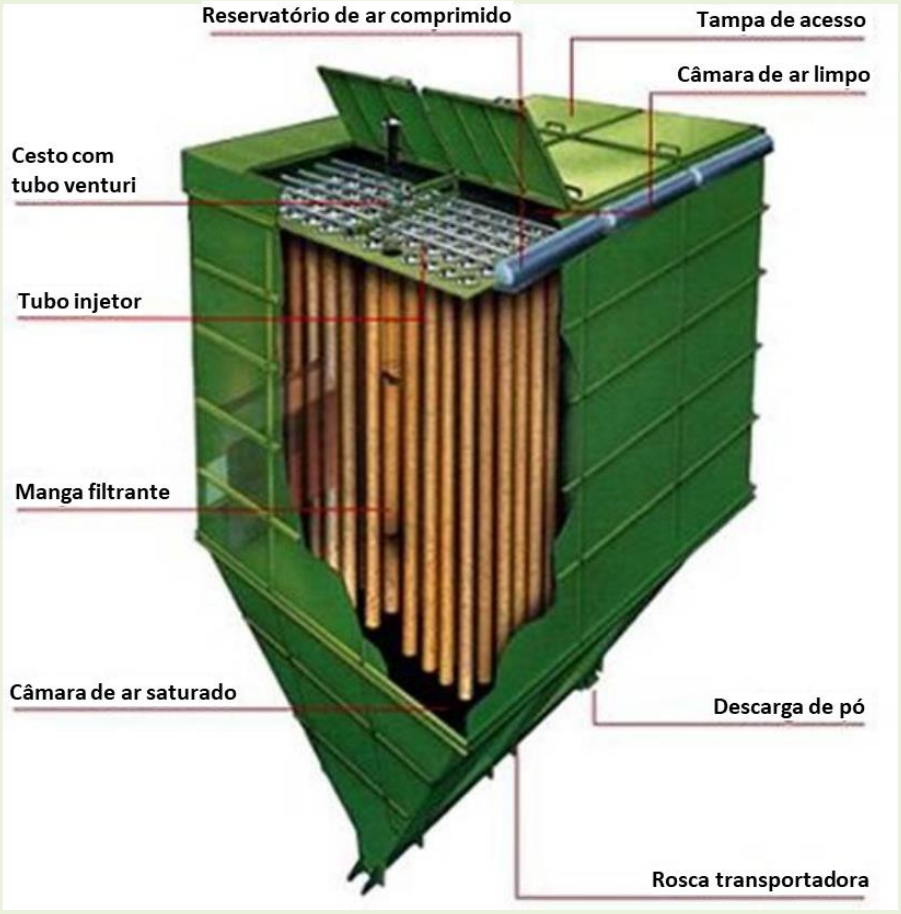


Figura 3.5.2.1-3: Ilustração do interior de um filtro de mangas (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Nesse processo são geradas também sucatas metálicas (cintas metálicas, extremidades das bobinas e bordas das bobinas) e finos de carepa ou óxido de ferro. O primeiro é coletado em caçamba e reaproveitado pela própria ArcelorMittal Tubarão na produção de novas bobinas de aço e o segundo é recolhido através do filtro manga e armazenado em big bags (**Figura 3.5.2.1-4**) para, posteriormente, serem comercializados com empresas que reaproveitam esse resíduo.



Figura 3.5.2.1-4: Vista de um Big bag (direita), devidamente identificado, utilizado para recolhimento de pó de carepa (óxido de ferro) (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Em seguida, ocorre a decapagem ácida onde, inicialmente, a tira de aço passa por rolos destinados à quebra das camadas de óxidos superficiais, originárias do processo de produção da bobina à quente e, depois, segue para tanques sequenciais com diferentes concentrações de ácido clorídrico (**Figura 3.5.2.1-5**).

A aplicação dessa solução ácida nos tanques ocorre por meio do jateamento e possui a função de remover o óxido superficial das tiras de aço, sendo que ao final do processo, a tira se apresenta livre de óxidos tornando-se uma superfície com aspecto na cor branca (**Figura 3.5.2.1-6**).



Figura 3.5.2.1-5: Vista superior dos tanques do processo de decapagem ácida (Fonte: ArcelorMittal Vega).



Figura 3.5.2.1-6: Saída da tira de aço após passar pela decapagem ácida (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Coifas e dutos são instalados para captação dos vapores gerados nos tanques de decapagem, os quais são encaminhados para um sistema de neutralização e descarte, composto por exaustores, lavador de gases e chaminé.

O funcionamento do lavador de gases (**Figura 3.5.2.1-7**) consiste basicamente na passagem forçada dos gases através de um *spray* de água contrário, que colidem com o material particulado, aglomerando as partículas e tornando a coleta facilitada por meio da ação gravitacional ou inercial. Já os demais contaminantes (cloro e ácido clorídrico) são removidos pela solução de lavagem que é re-circulada após receber tratamento através da Estação de Tratamento de Efluente (ETE), conforme será detalhado adiante no **item 3.5.12**.

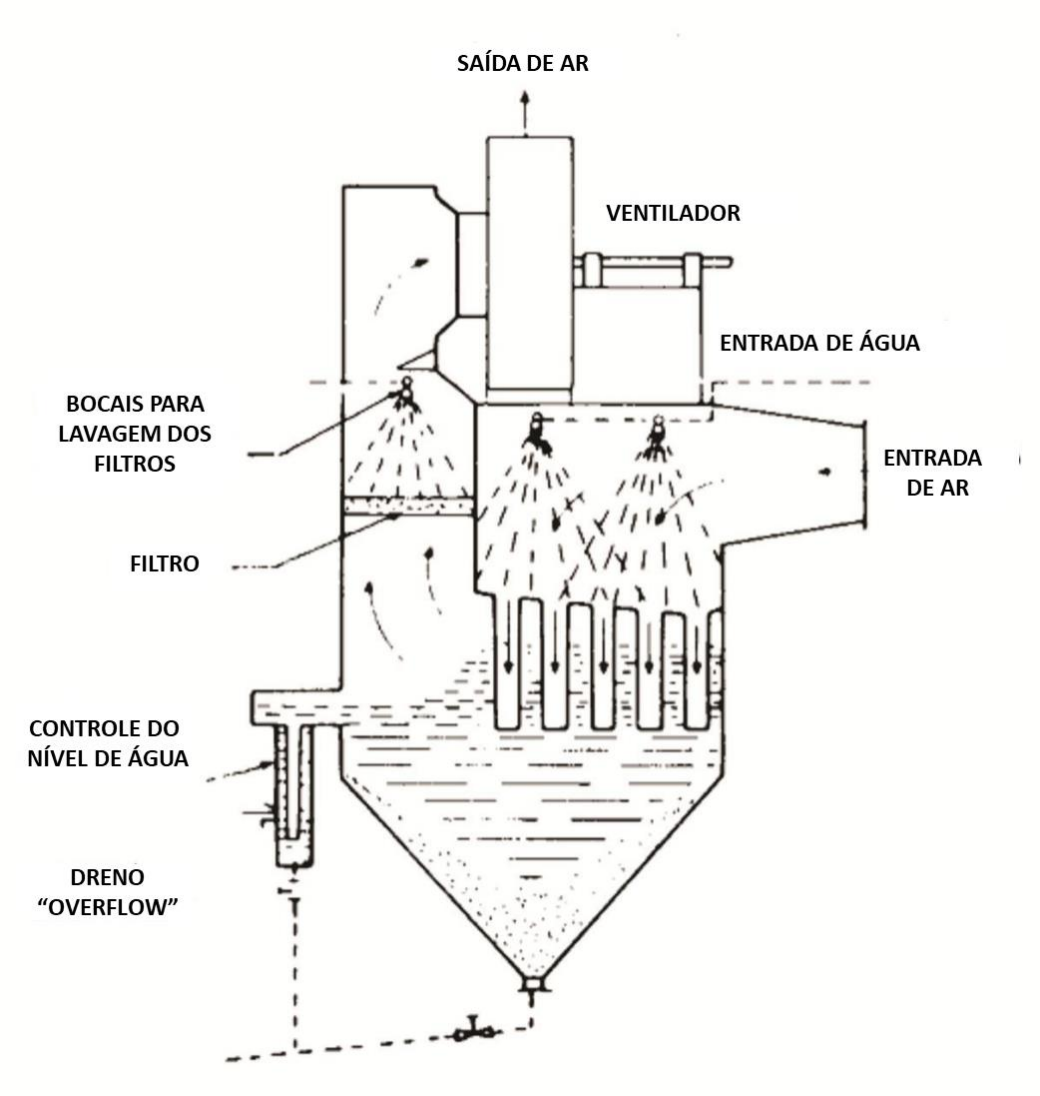


Figura 3.5.2.1-7: Ilustração do processo de funcionamento de um lavador de gases (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Para assegurar a continuidade operacional e a eficiência do processo de decapagem, uma Unidade de Regeneração de Ácido (URA) (**Figura 3.5.2.1-8**) é responsável pela recuperação do ácido clorídrico utilizado, tornando-o novamente apto para reutilização (conforme detalhado a seguir). A instalação também conta com um sistema de captação e tratamento dos vapores ácidos gerados durante o processo, que serão encaminhados para a chaminé da URA.



Figura 3.5.2.1-8: Vista de uma Unidade de Regeneração de Ácido (URA) (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Na decapagem ácida é gerado o licor de óxido de ferro, também denominado de licor de decapagem. Esse efluente é encaminhado para a Unidade de Regeneração de Ácido (URA), onde são realizadas análises químicas para avaliar a sua qualidade e realizar o seu tratamento, possibilitando a reutilização do ácido clorídrico no processo de decapagem ácida. O processo de regeneração de ácido consiste na evaporação do licor ácido ($FeCl_2$), proveniente da unidade de decapagem e, através deste processo, o ácido clorídrico (HCl) é evaporado e o óxido de ferro é recuperado na forma de pó, livre de impurezas, sendo armazenado em big bags para, posteriormente, serem comercializados com empresas que reaproveitam esse resíduo.

O vapor ácido é absorvido por água, proveniente da seção de lavagem da tira na decapagem, através de uma torre de absorção, onde é convertido em ácido regenerado, que será reutilizado no processo de decapagem. Os gases remanescentes, contendo vapor de água e traços de ácido clorídrico (HCl), são exauridos pela parte superior da coluna de absorção e passam por um sistema de descarga que possui um lavador de gases, utilizado para retirar o ácido clorídrico remanescente (HCl). Ao ser removido, a solução de lavagem é recirculada após receber o devido tratamento. A evaporação do licor ácido é realizada em um reator, através da combustão de queimadores que utilizam gás natural como combustível. O fluxo gasoso residual, após tratado, é então descartado na chaminé da URA.

Depois da decapagem ácida, a tira de aço segue para a tesoura de bordas, que realiza o corte das suas bordas conforme especificação do cliente e, após isso, para o acumulador de saída, que possui a mesma finalidade do acumulador de entrada, que é armazenar temporariamente as tiras de aço, permitindo que o processo industrial realize paradas sem afetar a sua velocidade. Nessa etapa, as

tiras de aço decapadas poderão seguir por dois caminhos. Parte seguirá para oleadeira eletrostática e, em seguida, para enroladeira, obtendo um produto final não galvanizado denominado Bobina Decapada (BQD), que é armazenada até sua expedição. A outra parte seguirá para o laminador, onde passará pelo processo de laminação a frio (*Full-Hard*) e, posteriormente, pelo processo de galvanização. Conforme já dito, a primeira parte (BQD) corresponde a 40% da produção da nova unidade.

- Laminação a Frio

Imediatamente após a etapa de decapagem as tiras de aço seguem para o laminador, cuja função é reduzir sua espessura conforme requisito de qualidade e do plano de produção. O laminador é acionado por um conjunto de motores elétricos e gerenciado por um sistema automático de controle do processo de laminação.

Este laminador é composto por cadeiras que são estruturas que sustentam os cilindros de laminação, que são responsáveis pela característica dimensional e de qualidade superficial da chapa laminada. Este laminador de tiras a frio possui a função de reduzir a espessura da tira de aço para os valores especificados pelos clientes. Para isso, as cadeiras são equipadas com controle de espessura e planicidade.

Em geral o laminador a frio é composto por várias cadeiras, em cada uma delas estão instalados os cilindros de encosto e os cilindros de trabalho. A montagem de várias cadeiras em linha constitui um trem de laminação ou TANDEM. No caso do laminador da ArcelorMittal Tubarão, é previsto um laminador TANDEM quádruo de 4 cadeiras (**Figura 3.5.2.1-9**), visando maior rigidez da cadeira com melhor controle da flexão dos cilindros e a planicidade da chapa laminada.

Os cilindros das diferentes cadeiras giram em velocidades crescentes para manter o fluxo de massa de aço entre as cadeiras num dado tempo. Nesse processo, o aço sofre esforços de compressão de até 3.000 toneladas em cada cadeira e trações de até 60 toneladas entre elas.



Figura 3.5.2.1-9: Vista de um laminador à frio de 4 cadeiras (Fonte: ArcelorMittal Vega).

O contato a frio da chapa com os cilindros gera altas forças de compressão e tensão, que provocam grande atrito e geração de calor, sendo necessário utilizar uma emulsão (óleo + água) para resfriamento dos cilindros e redução das forças de atrito durante todo o processo de laminação. Esta emulsão é direcionada às cadeiras por bicos dispostos em seu interior e a sala de emulsão, que é composta por um sistema de recirculação e condicionamento composto por bombas, filtros e trocadores de calor, faz com que esta emulsão esteja sempre pronta e adequada para o uso na linha.

A emulsão da laminação é processada através da filtragem e separação magnética de partículas de metal por decantação, coagulação e floculação a fim de separar a borra (parte sólida) da emulsão. O óleo separado por decantação será armazenamento temporariamente em locais específicos e posteriormente, enviado para destinação final em aterro ambientalmente licenciado.

Em termos de emissões, a linha de laminação a frio gera uma pequena porção da solução vaporizada de água + óleo que são succionados e captados na parte superior das cadeiras e tratados na unidade de "separador de gotas" anexa ao Laminador.

Os vapores gerados durante a laminação, originados do uso da emulsão, são coletados através de coifas e dutos instalados no laminador e captados através de exaustores. Seu tratamento é realizado através de filtros coalescentes que separam as gotículas do fluxo captado. A separação da névoa/gotículas ocorre através da filtragem mecânica. As gotículas menores se transformam em gotas maiores dentro do meio filtrante, que fluem para baixo devido à gravidade e pingam. O líquido coletado na parte inferior da carcaça do filtro retorna para o sistema de bombeamento de emulsão e é incorporado ao fluxo de emulsão recirculante (**Figura 3.5.2.1-10**).

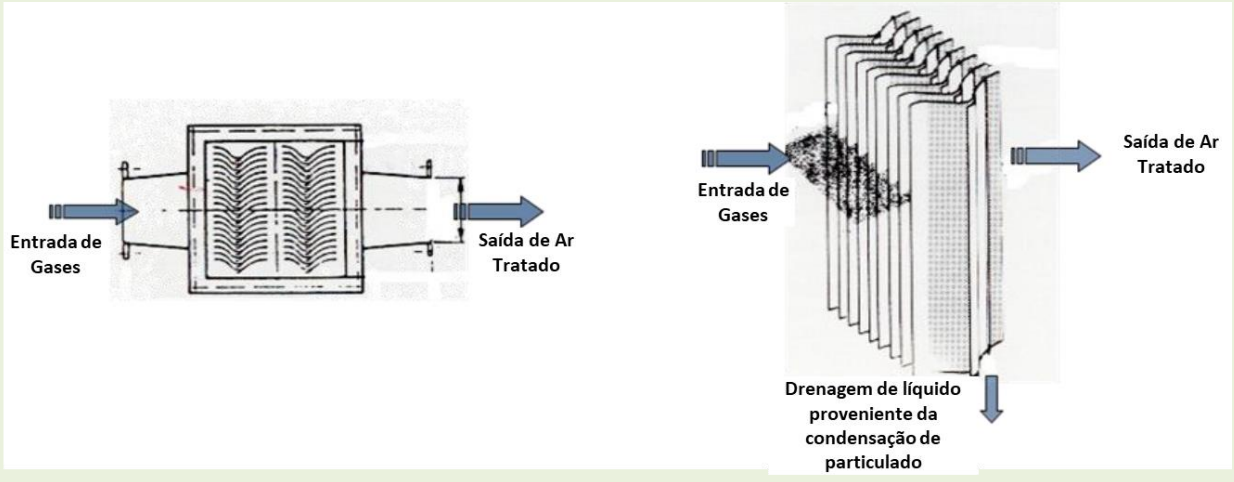


Figura 3.5.2.1-10: Ilustração do funcionamento do separador de gotas (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Depois da tira de aço passar pelo laminador e, consequentemente, sofrer redução de sua espessura, segue para a enroladeira, sendo então obtido um produto semiacabado, denominado Bobina Laminada a Frio (*Full-Hard*) que é, em seguida, armazenada até que seja destinada ao próximo processo na Linha de Galvanização.

O processo de produção é contínuo e se realiza através da ação de máquinas desenroladeiras e enroladeiras que permitem a passagem da bobina / chapa ao longo da linha de decapagem e laminação continuamente.

A seguir é apresentado um desenho 3D esquemático com indicação das principais entradas e saídas da Linha de Decapagem e Laminação da ArcelorMittal Tubarão (**Figura 3.5.2.1-11**).

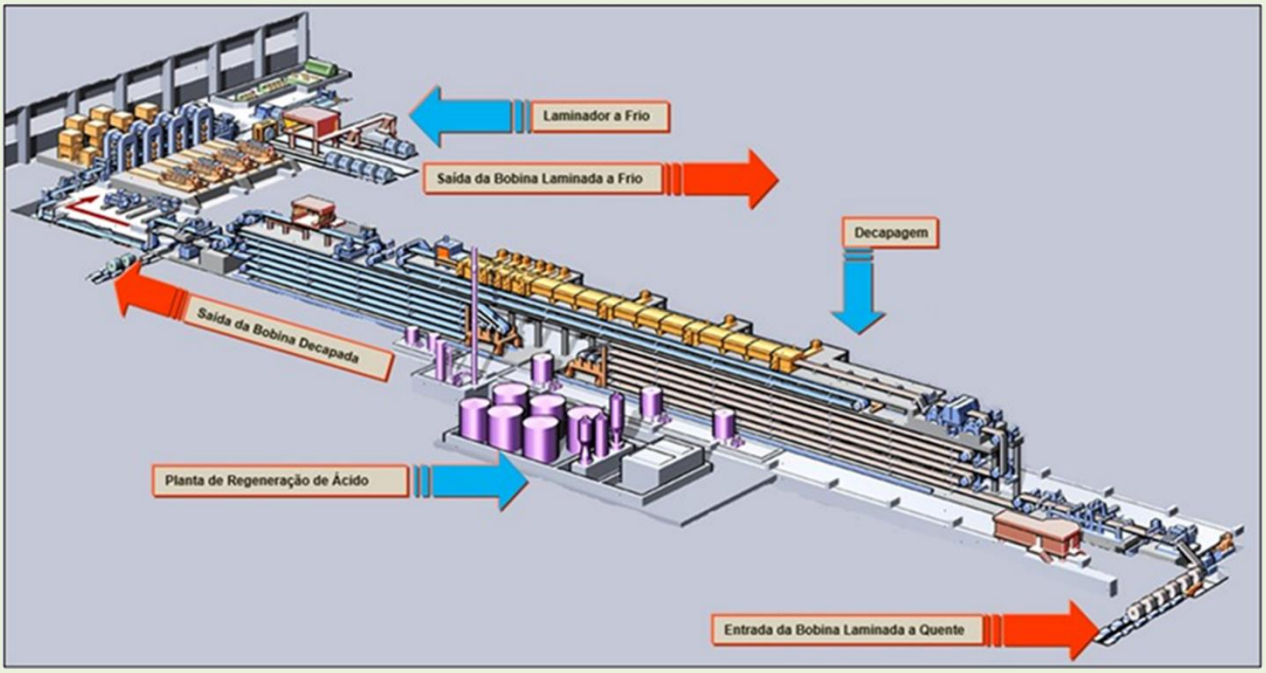


Figura 3.5.2.1-11: Desenho 3D esquemático da Linha de Decapagem e Laminação da ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.2.2 Linha de Galvanização

O processo de galvanização consiste basicamente no tratamento térmico de recozimento da bobina laminada a frio e revestimento com material resistente a corrosão por meio da imersão num pote de metal líquido, onde este líquido em contato com a chapa forma uma camada perfeitamente aderida a superfície da bobina. A galvanização confere a bobina laminada a frio uma qualidade superficial particular, onde a camada de revestimento metálico aplicada na superfície da bobina torna esta superfície resistente a corrosão e com um excelente acabamento superficial, podendo dispensar o processo de pintura no produto final produzido a partir desta bobina.

A seguir são detalhadas as principais estruturas e processos desta linha de produção.

- Recebimento e Preparação das Bobinas

Da mesma forma que ocorre no início da linha anterior, a bobina laminada a frio (*Full-Hard*), logo na seção de entrada da Linha de Galvanização, é desenrolada, tem suas extremidades cortadas e, por meio do processo de soldagem, a ponta final da bobina é unida à ponta inicial da bobina seguinte,

sendo que essa tira de aço segue para o acumulador de entrada, permitindo que a linha de galvanização seja um processo contínuo.

Nessa etapa são geradas sucatas metálicas (extremidades das bobinas e as cintas de embalagem) que são coletadas em caçambas e posteriormente recicladas pela própria ArcelorMittal Tubarão na produção de novas bobinas de aço.

Após passar pelo acumulador, a tira de aço laminada a frio, passa pela seção de limpeza e desengraxe onde são removidas todas as impurezas geradas nos processos e manuseios anteriores, basicamente compostos carbônicos e finos de ferro, além da emulsão agregada na laminação a frio, para que a superfície do material esteja livre de poluentes que possam interferir no processo de recozimento contínuo ou até mesmo durante a galvanização. O desengraxe e limpeza da tira são feitos em tanques com o uso de uma solução alcalina, seguido de escovação mecânica e enxague com água.

A solução alcalina do banho de limpeza, juntamente com os resíduos são tratados na estação de tratamento de efluentes, através da filtragem e separação magnética de partículas de metal por decantação, coagulação e floculação a fim de separar os sólidos da água. O material sólido é disposto em caçambas e, posteriormente, encaminhado para disposição final em aterro devidamente licenciado.

Este processo produz vapores residuais que são aspirados dos tanques da seção de limpeza e tratados em um sistema composto basicamente por exaustor radial e separador de gotas, com um duto de exaustão para equalização de pressão e geração de efluentes alcalinos que são enviados para tratamento na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que será melhor descrita adiante no **item 3.5.12**.

- Recozimento Contínuo

O processo de recozimento é onde será revertido o encruamento incorporado na tira no processo de laminação a frio. Para isso, após o processo de limpeza, a tira de aço é encaminhada para o forno vertical de recozimento contínuo (**Figura 3.5.2.2-1**), inerte e aquecido por gás natural. Este forno tem a função de restaurar as propriedades mecânicas do aço por meio de aquecimento.

Para que seja inerte, o forno trabalha com atmosfera interna com injeção de gás nitrogênio (para eliminação do oxigênio presente), com uma parcela de hidrogênio misturada (para evitar a oxidação), este último proporcionando um ambiente redutor para uma maior limpeza dos óxidos residuais, visando sempre a preparação da superfície para receber o banho de galvanização. Dentro do forno, que possui revestimento refratário, a tira é aquecida a temperaturas que podem alcançar até 850ºC sendo que o tempo de permanência da tira no interior do forno é de aproximadamente 4 minutos.



Figura 3.5.2.2-1: Vista, ao fundo, do forno de recozimento da linha de galvanização (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Os gases de combustão do forno são succionados através de exaustores centrífugos dimensionados para garantir a segurança operacional da planta, sendo encaminhados para a chaminé do forno de recozimento contínuo.

- Galvanização

A tira de aço recozida é então imersa num pote de zinco líquido, que adere à superfície do aço, proporcionando a chamada galvanização por imersão a quente. A espessura do revestimento é controlada por uma navalha de ar, que corta o revestimento na quantidade solicitada pelo cliente. Depois, a tira segue para a torre de galvanização, que possui cerca de 42 metros de altura **(Figura 3.5.2.2-2**), o que garante que o zinco se solidifique totalmente sobre a tira, antes de passar para o processo seguinte.



Figura 3.5.2.2-2: Vista da saída da tira de aço do processo de galvanização, que consiste basicamente em passar o material na solução de zinco líquido (Fonte: ArcelorMittal Vega).

A matéria-prima utilizada neste processo é uma liga metálica típica de zinco (zinco + alumínio), sendo que a especificação detalhada depende da aplicação da tira no consumidor final. Esta liga é adquirida de um fornecedor nacional, sendo que o processo produtivo tem como resíduo as sobras da fundição desta mesma liga, que são então reenviadas ao fornecedor da matéria-prima para o seu reprocessamento (**Figura 3.5.2.2-3**).



Figura 3.5.2.2-3: Lingotes da liga de zinco utilizados no processo de galvanização, que são fundidos no pote de líquido. Cada lingote aproximadamente 2.000Kg (esquerda). Resíduos da liga de zinco proveniente do processo de galvanização, empilhados aguardando o despacho para reprocessamento no fornecedor da liga (direita) (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Após a galvanização, a tira de aço passa pelo laminador de encruamento (*Skin pass Mill*) que melhora sua planicidade, aplica uma rugosidade e um alongamento no material, com o objetivo de ajuste das propriedades mecânicas e de proporcionar a textura desejada à superfície das tiras, perdida durante o processo de recozimento. Este processo é ajustado dependendo do uso final desejado (ex: carrocerias de automóveis, estruturas de eletrodomésticos).

No laminador de encruamento, o processo ocorre através de tratamento mecânico, onde a tira/bobina é submetida a certas tensões e forças através de cilindros de laminação, visando atingir os objetivos pretendidos da unidade. Uma solução de água e óleo é utilizada para reduzir o atrito e resfriar a tira/bobina, gerando efluentes que são processados na Estação de Tratamento de Efluentes Industriais, já descrita anteriormente.

Depois do laminador de encrumento, a tira de aço pode passar pela Cromatização (em estudo quanto a viabilidade técnica/financeira da implantação) ou seguir direto para o acumulador de saída, que possui a mesma finalidade do acumulador de entrada, que é armazenar temporariamente as tiras de aço, permitindo que o processo industrial realize paradas sem afetar a sua velocidade, e após isso, para a tesoura de bordas, que realiza o corte das suas bordas conforme especificação do cliente.

Nessa etapa são geradas também sucatas metálicas (bordas das bobinas), que são coletadas em caçamba e reaproveitadas pela própria ArcelorMittal Tubarão na produção de novas bobinas de aço.

- Cromatização

O processo de cromatização é empregado somente nas bobinas galvanizadas destinadas ao mercado não automobilístico, ou seja, para aplicação no setor industrial. O processo consiste em um sistema de aplicação de uma solução de ácido crômico a base de cromo trivalente (Cr^{3+}) por rolos em uma câmara fechada e posterior secagem em equipamento específico.

Na seção de cromatização são geradas emissões com pequenas partículas de cromo decorrentes da passivação com Cromo IV, que ocorre no forno de indução. Estas emissões são captadas por um sistema de dutos de exaustão e seguem para os tubos aletados do separador de partículas (**Figura 3.5.2.2-4**), onde as partículas de cromo são condensadas ou aderidas nas paredes do filtro, enquanto o ar segue para o meio ambiente por meio de um ventilador centrífugo.

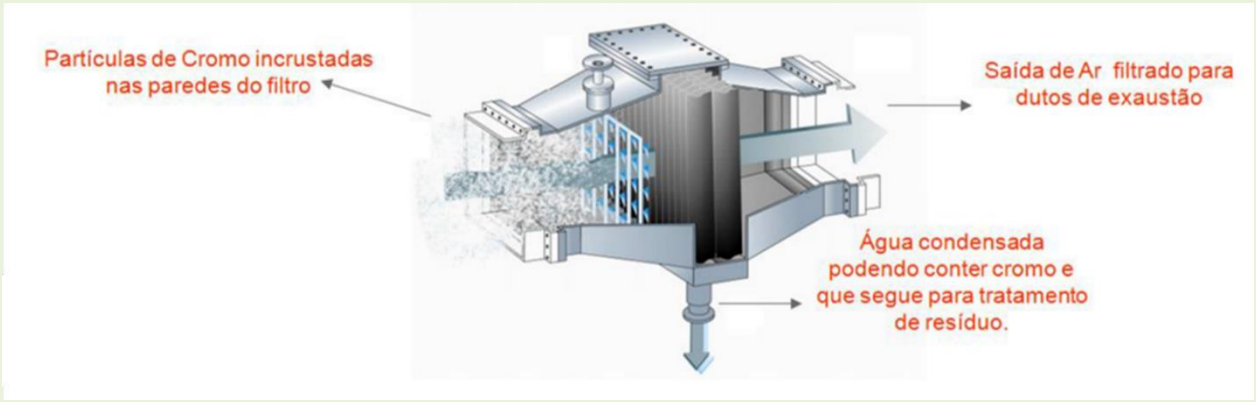


Figura 3.5.2.2-4: Ilustração do separador de partículas (Fonte: ArcelorMittal Vega).

- Inspeção do Produto e Rebobinamento

A penúltima etapa deste processo de galvanização compreende a seção de inspeção onde é realizada a inspeção final automática e visual das bobinas acabadas (**Figura 3.5.2.2-5**). Uma vez aprovado o material é enrolado formando o produto final galvanizado denominado Bobina Galvanizada (**Figura 3.5.2.2-5**), conforme qualidade, dimensão e peso especificados pelo cliente final, seguindo então para as etapas de embalagem, estocagem e expedição. Conforme já dito, as Bobinas Galvanizadas correspondem a 60% da produção da nova unidade.



Figura 3.5.2.2-5: Vista do processo de inspeção visual do produto acabado (esquerda). Vista do processo de formação da bobina do produto acabado (direita) (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Importante destacar que todas as bobinas que apresentam problemas/defeitos identificados na fase de inspeção são reprocessadas através do desenrolamento e subsequente corte das partes danificadas e a parte com qualidade conforme é então despachada ao cliente final. As partes descartadas são consideradas sucatas metálicas que são reaproveitadas pela própria ArcelorMittal Tubarão na produção de novas bobinas de aço.

Assim como na linha anterior, o processo de produção é contínuo e se realiza através da ação de máquinas desenroladeiras e enroladeiras que permitem a passagem da tira ao longo da linha de galvanização continuamente.

A seguir é apresentado um desenho 3D esquemático com indicação das principais etapas e processos da Linha de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão (**Figura 3.5.2.2-6**).

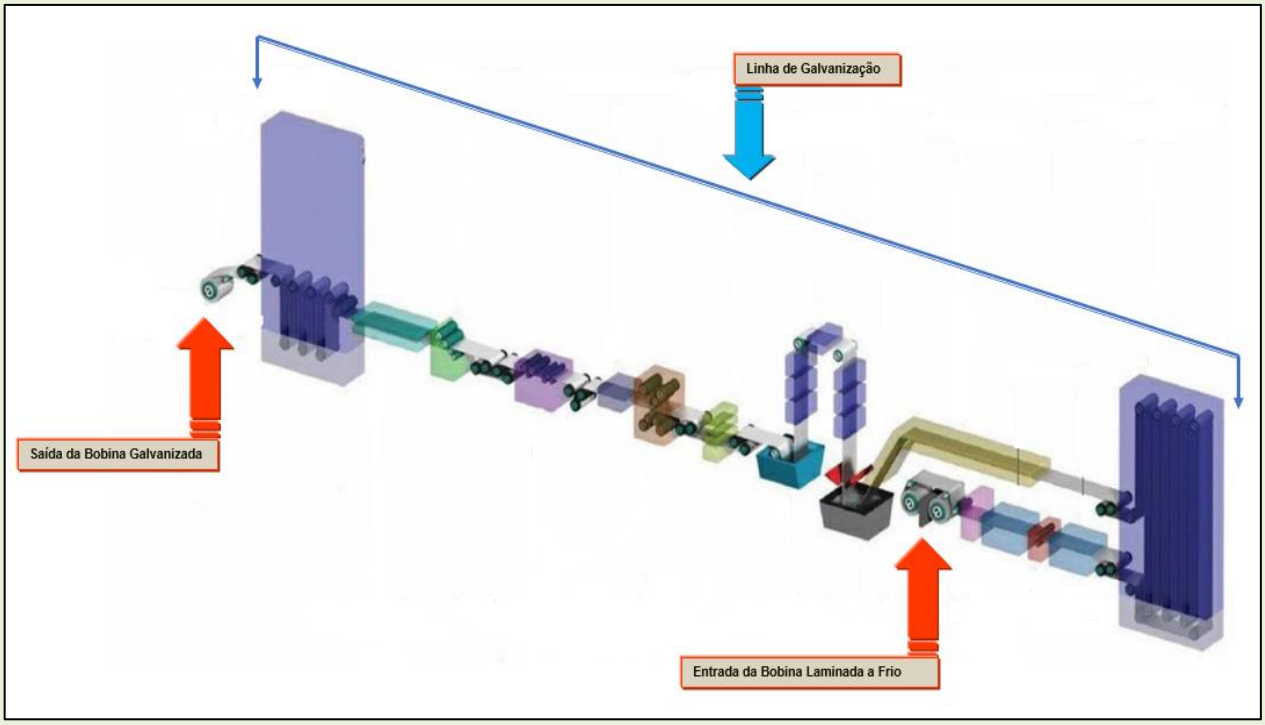


Figura 3.5.2.2-6: Desenho 3D esquemático da Linha de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.2.3 Embalagem, Estocagem e Despacho

As bobinas processadas finalizadas, incluindo tanto as Bobinas Galvanizadas como as não galvanizadas denominadas Bobinas Decapadas – BQD, que correspondem, respectivamente a aproximadamente 60% e 40% da produção da nova unidade, que se encontram no estoque de produto acabado são transportadas através de pontes rolantes para a área de embalagem conforme ordem de despacho (**Figura 3.5.2.3-1**). Este serviço é realizado envolvendo as bobinas, externa e internamente, por papel de celulose e folhas metálicas, dependendo da exigência do cliente.

As bobinas, depois de embaladas, seguem para o pátio de despacho, de onde serão expedidas para os clientes (podendo ser por via rodoviária, porém principalmente, por via marítima e ferroviária).



Figura 3.5.2.3-1: Vista do setor de expedição de bobinas acabadas (Fonte: ArcelorMittal Vega).

Considerando o projeto previsto para implantação dessa planta, não são previstas intervenções nas demais áreas, unidades ou estruturas já existentes, exceto pela conexão de infraestrutura elétrica e de dados, redes de utilidades fluidas e gasosas, bem como de galerias de drenagem, que conectarão esta nova planta aos pontos de fornecimento destas facilidades já existentes na ArcelorMittal Tubarão. Tampouco são previstas modificações nas atividades industriais hoje realizadas na unidade.

Importante destacar ainda que a inclusão dessas novas bobinas produzidas nesta planta não implica no aumento da capacidade de produção de aço atual desta unidade, tratando-se apenas de uma etapa a mais de transformação de bobinas de aço laminadas a quente que são hoje comercializadas como produto final no portfólio atual.

3.5.3 Cronograma de Instalação e Operação

O cronograma do projeto (**Figura 3.5.3-1**) prevê o início da instalação ao final deste ano, em dezembro de 2025, iniciando-se com o serviço de supressão de vegetação, com início das atividades de implantação em si previstas para início logo em seguida, em janeiro de 2026. A previsão para o início da operação da nova planta (*start-up*) está estimada para junho de 2029, marcando o início do período de operação assistida, durante o qual será realizado o crescimento progressivo da produção (*rating-up*), que deverá se estender até junho de 2031, quando está previsto o atingimento da capacidade total projetada. O escalonamento da operação será conduzido de forma gradual, conforme os parâmetros técnicos e operacionais estabelecidos.

O projeto, uma vez aprovado, será implantado em 4 fases que serão detalhadas logo em seguida ao cronograma físico detalhado da implantação e início da operação do empreendimento que é apresentado na Figura a seguir.

Na sequência é detalhado o comissionamento da nova unidade, que tem o objetivo de garantir que os equipamentos estejam configurados e funcionando de acordo com as especificações técnicas e operacionais do projeto, com previsão de duração estimada em 6 meses e estimativa para início dos testes efetivos dos equipamentos em janeiro de 2029.

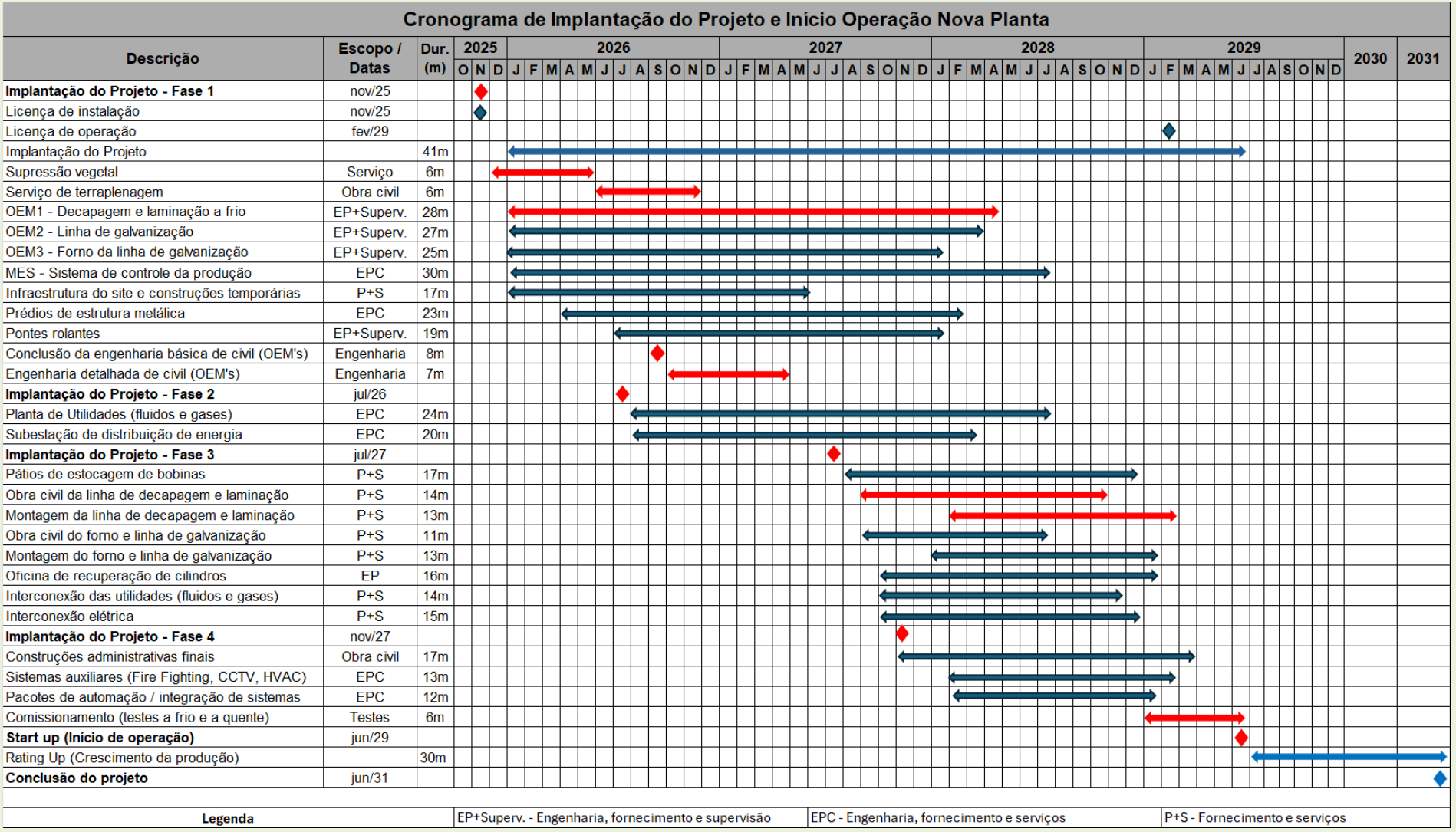


Figura 3.5.3-1: Cronograma detalhado previsto para o projeto de implantação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

➢ **Fases do Projeto de Implantação**

Na primeira fase serão orçados e contratados os "pacotes" principais de tecnologia, os prédios e pontes rolantes e os pacotes de gestão e engenharia, como segue:

- Infraestrutura do Site e Construções Temporárias - que consiste na preparação do site para início das obras. Nesse pacote estão incluídos os serviços de terraplenagem, drenagem, construção de novas vias e ampliação de vias existentes, iluminação, isolamento da área do empreendimento e construção de rodoviária, restaurante, ambulatório, canteiros para as equipes de engenharia e gestão do projeto, além da disponibilização das utilidades (água industrial, água potável, energia elétrica e rede de dados etc.), ou seja, toda a infraestrutura necessária para a obra;
- PLTCM (Laminador de Tiras a Frio) - consiste na contratação de empresa de tecnologia, que fará a engenharia, o fornecimento dos equipamentos e a supervisão das obras civis e montagem, incluindo os serviços de comissionamento, *start up* e a operação assistida do Laminador;
- HDGL (Linha de Galvanização) - consiste na contratação de empresa de tecnologia, que fará a engenharia, o fornecimento dos equipamentos e a supervisão das obras civis e montagem, incluindo os serviços de comissionamento, *start up* e a operação assistida da Linha de Galvanização;
- Forno - consiste na contratação de empresa de tecnologia, que fará a engenharia, o fornecimento do Forno da Linha de Galvanização e a supervisão das obras civis e montagem, incluindo os serviços de comissionamento, *start up* e a operação assistida desse equipamento;
- Prédios em Estrutura Metálica - contratação de engenharia, obra civil, fornecimento e montagem dos prédios onde serão instalados os equipamentos do Laminador e Linha de galvanização, além dos prédios de estocagem de bobinas em processamento e bobinas galvanizadas;
- Pontes Rolantes - contratação de engenharia, fornecimento e supervisão de montagem para as pontes rolantes, que inicialmente serão utilizadas na montagem dos equipamentos e posteriormente, após a entrada em operação da planta, serão utilizadas para operação e manutenção dos equipamentos;
- Engenharia de integração - contratação de empresa de engenharia para desenvolvimento de toda engenharia básica e detalhada para integração da planta;
- Empresa de Gestão de Projetos - contratação de empresa para suporte em todas as etapas de gestão do projeto, fiscalização de obras e gestão de materiais;
- Empresa de Saúde e Segurança - contratação de empresa para treinamentos e fiscalização de segurança de todas as atividades executadas no projeto;
- Sistema de Controle da Produção - contratação de empresa para desenvolvimento do sistema de controle de produção da planta.

Na segunda fase serão orçados e contratados os pacotes da planta de utilidades e da subestação para alimentação dos equipamentos e demais demandas da nova planta:

- Alimentação de Energia Elétrica - contratação de empresa para engenharia, fornecimento, obra civil e montagem de uma subestação e linha de transmissão para alimentação elétrica de toda planta;
- Planta de Utilidades - contratação de empresa para engenharia, fornecimento, obra civil e montagem de uma planta de utilidades (fluidos e gases) para alimentação da planta.

Na terceira fase serão contratados os seguintes pacotes:

- Oficina de Recuperação de Cilindros - contratação de engenharia e equipamentos para recuperação dos rolos do laminador a frio;
- Obras Civis - contratação de construtoras para execução de obras civis (Estaqueamento e Fundações dos Equipamentos do Laminador e Linha de Galvanização);
- Montagem Eletromecânica - contratação de montadora para montagem eletromecânica dos equipamentos do laminador e linha de galvanização;
- Pátios de Estocagem de Bobinas - contratação de engenharia e fornecimento de bases e equipamentos de manuseio de bobinas para os pátios de estocagem;
- Interconexão das Linhas de Utilidade - contratação de fornecimento e montagem das tubulações que farão alimentação da nova planta de utilidades com os equipamentos e demais demandas do site;
- Distribuição de Energia Elétrica - contratação de fornecimento obra civil e montagem para construção de envelopes, galerias e salas elétricas para conexão da nova subestação com os equipamentos e demais demandas elétricas do site.

Na quarta fase serão contratados os seguintes pacotes:

- Sistemas Auxiliares - contratação de empresas especializadas para fornecimento e instalação de sistema de combate a incêndios, sistema de exaustão e refrigeração, circuitos internos de tv, sistema de proteção atmosférica etc.;
- Instalações Finais - contratação de empresas para construção das instalações finais (escritórios, armazéns, refeitório etc.) para as equipes de operação e manutenção da planta;
- Pacotes de Automação - contratação de empresas especializadas para integração da nova planta com os sistemas da usina (SAP, PIMS, LIMS, Data Center etc.).

➢ Comissionamento

O comissionamento da nova unidade tem previsão de início efetivo em janeiro de 2029, mas as etapas preparatórias iniciam-se antes, com o planejamento detalhado das atividades ainda no ano anterior. Nessa etapa as empresas apresentam um plano de comissionamento com todas as etapas de testes a serem realizadas e os resultados a serem obtidos. Esse plano é então avaliado e, uma vez aprovado pela engenharia da ArcelorMittal Tubarão, a equipe selecionada verifica se todos os equipamentos estão corretamente montados e lubrificados e com seus equipamentos de segurança instalados.

Eventuais pendências são identificadas e tratadas e são definidos procedimentos para impedimento, desimpedimento e isolamento das áreas e equipamentos a serem comissionados. Também são aplicados os treinamentos de toda a equipe que fará a manutenção e operação da planta, incluindo aqueles associados aos controles ambientais.

Posteriormente são realizados testes funcionais e de performance nos equipamentos, verificando se eles atendem aos requisitos de projeto e operacionais, sendo que as equipes que farão a futura operação e manutenção da planta já participam de todas as etapas de testes para fixação dos treinamentos e procedimentos.

Os resultados dos testes são analisados e os equipamentos são ajustados e se necessário reparados, para garantir que estejam funcionando corretamente, inclusive daqueles relacionados às medidas de controle ambiental previstas para a fase de operação. Toda a atividade de comissionamento é documentada, incluindo os resultados dos testes, as correções realizadas e as informações importantes para a operação e manutenção futura dos equipamentos e de seus respectivos sistemas de monitoramento e controle ambientais.

Após a conclusão satisfatória dos testes a frio (sem carga), são iniciados os testes a quente, ou seja, com carga, para permitir o início operacional (*Start-up*) das linhas. Durante um período de até 3 meses de operação segura e sem falhas, são realizados testes de performance, e, uma vez atendidos os critérios estabelecidos, é emitido o certificado de aceitação provisória das instalações.

Porém, somente após um ano o certificado de aceitação final será concedido, desde que a operação se mantenha estável e todas as pendências tenham sido resolvidas, e então o projeto de instalação da nova planta poderá ser considerado concluído.

O cronograma detalhado das atividades de comissionamento (**Figura 3.5.3-2**) é apresentado a seguir.

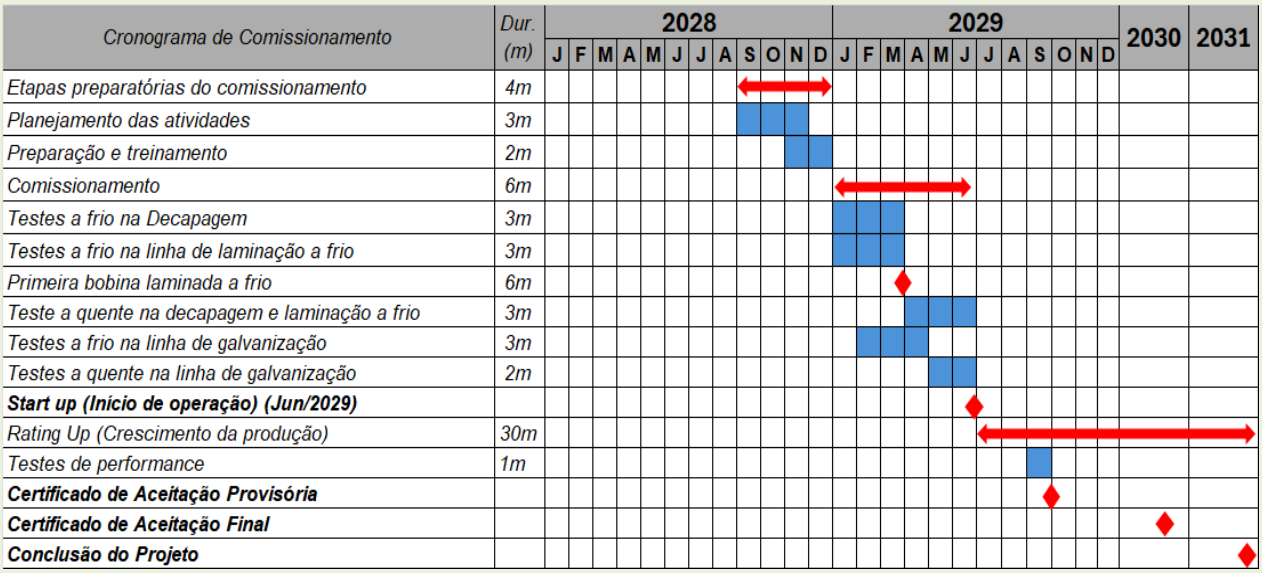


Figura 3.5.3-2: Cronograma detalhado das atividades de comissionamento (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.4 Período de Funcionamento

Conforme já apresentado, durante a fase de implantação, as atividades serão realizadas de segunda a sexta-feira, das 07:00 às 19:00. Trabalhos noturnos e aos finais de semana não estão inicialmente previstos, mas poderão ser realizados caso haja necessidade de recuperação de atrasos no cronograma ou para evitar interferências entre as etapas de obra civil e montagem. Independentemente do dia e horário, todas as atividades contarão com o acompanhamento de equipes de planejamento, fiscalização técnica e segurança, mobilizadas pela ArcelorMittal Tubarão, garantindo o cumprimento dos padrões exigidos.

Após a conclusão da obra e o início da operação é prevista produção contínua, ou seja, a planta funcionará 24 horas por dia, e o trabalho se dará em regime de turnos. A disponibilidade operacional, o número de dias de funcionamento e os períodos de parada para manutenção e paradas programadas por ano são indicados na **Tabela 3.5.4-1** abaixo.

Tabela 3.5.4-1: Detalhamento da estimativa de tempo de operação anual da nova planta.

Descrição item	Cálculo	Tempo (h)
Taxa diária de trabalho		24
Tempo de trabalho anual	365 dias x 24 h	8760
Tempo de manutenção anual	10 dias x 24 h	240
Tempo de manutenção regular + ajustes	12 dias x 24h + 11 dias x 12h (ajustes)	420
Tempo de trabalho disponível	Tempo anual - tempos de manutenção	8100
Tempo de paradas não planejadas	5% (tempo de trabalho disponível)	405
Tempo efetivo de trabalho	Tempo disponível - paradas não planejadas	7695
Disponibilidade operacional		95%
Tempo total de operação anual		**7310**

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

Com relação as paradas programadas da nova planta, considerando que hoje já são normalmente realizadas para manutenção das unidades existentes e que a realização destas atividades para este projeto é, em sua grande maioria, similar ao de outras paradas executadas normalmente em outras unidades industriais da própria ArcelorMittal Tubarão, é esperada que esta demanda seja atendida por prestadores de serviço que já atendam a empresa bem como outras do Polo Industrial na região da Ponta de Tubarão.

3.5.5 Acesso e Rotas

Considerando a natureza das atividades de implantação é previsto basicamente o uso de equipamentos e veículos comumente utilizados em atividades de obras tais como escavadeiras, tratores, retroescavadeiras, caminhões (munck, caçamba, pipa), além de movimentação de ônibus, carros e vans para transporte de mão-de-obra e que não diferem da movimentação atual considerando o contexto industrial da região da Ponta de Tubarão.

Na área de estudo do empreendimento destaca-se o corredor de transporte Rodovia Federal BR-101/Rodovia Federal BR-262/Contorno da RMGV, especialmente a BR-101, classificada como via arterial metropolitana da Região Metropolitana da Grande Vitória. A Rodovia BR-101 proporciona

acesso direto aos estados do Rio de Janeiro e da Bahia, conectando-se com os principais corredores de transporte internos. Assim viabiliza-se um percurso o interno à área urbana da Grande Vitória, atravessando-a no sentido norte-sul pelos corredores da Área Central de Vitória, e de Vitória/Serra, num trecho aproximado de 46 Km.

Além da Rodovia BR-101, a região do entorno da ArcelorMittal Tubarão inclui mais 12 vias principais, sendo utilizadas pela logística de transporte da ArcelorMittal Tubarão 12 rotas mapeadas, gerando 21 trajetos, conforme apresentado a seguir (**Figura 3.5.5-1**):

- Rodovia Federal BR-101;
- Rodovia do Contorno;
- Av. Norte-Sul;
- Av. Brasil (Av. Meridional);
- Rua Cmn Projetado (Av. Vale);
- Av. Industrial;
- Rodovia Estadual ES-010;
- Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos;
- Av. Brigadeiro Eduardo Gomes;
- Av. Lourival Nunes/Av. Norte-Sul;
- Rua Acácio Godim;
- Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari;
- Rua São José.

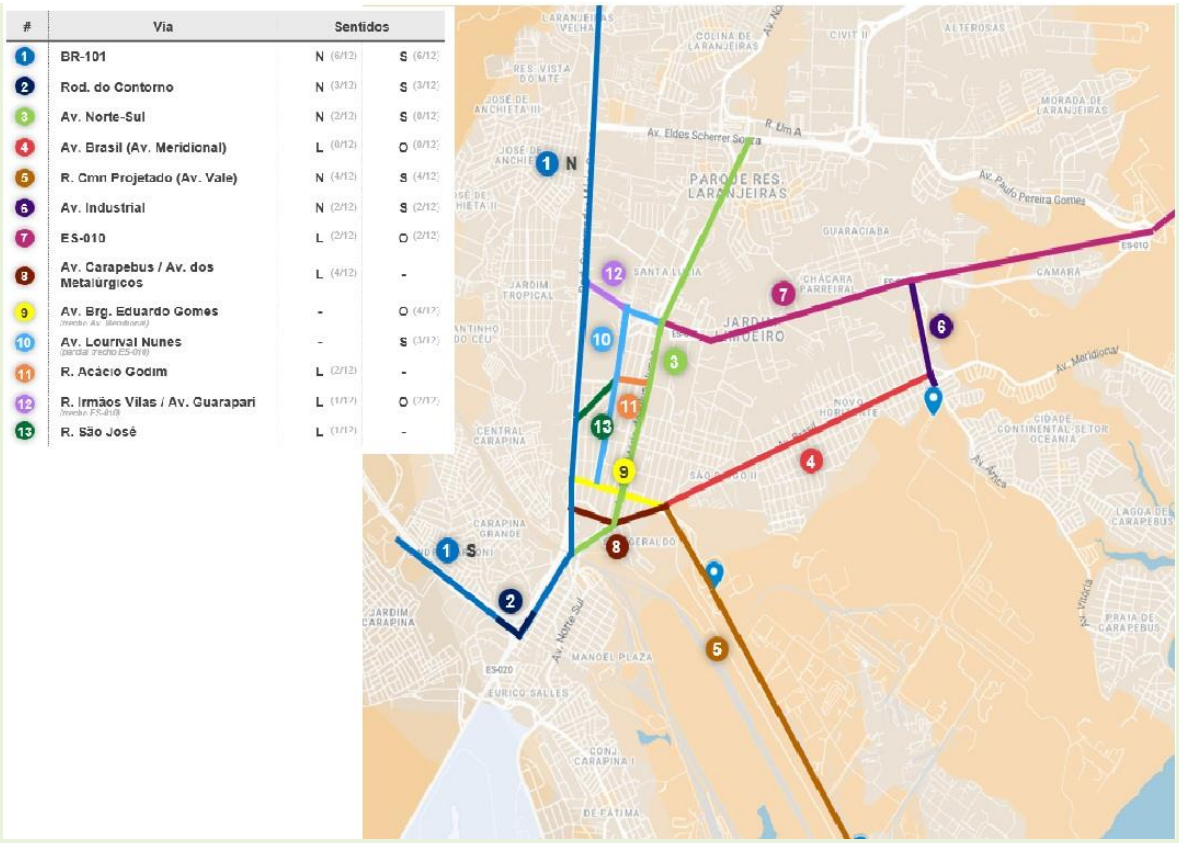


Figura 3.5.5-1: Logística de transportes para o modal rodoviário.

Fonte: Adaptado de Fluxo Atual de Veículos AMT, Rotas de Acesso e *Downstream*, 2025.

No município da Serra deverá ocorrer o uso mais intenso do sistema viário e das vias urbanas municipais devido a movimentação de veículos próximos às três portarias de acesso da ArcelorMittal Tubarão. Atualmente a portaria industrial concentra um percentual de 72% do fluxo de veículos. Conforme apresentado no Capítulo 6 do diagnóstico do meio socioeconômico item 6.1.8., onde é apresentado o diagnóstico da estrutura viária, observa-se que o sistema viário analisado atualmente apresenta comprometimento da fluidez do tráfego na hora-pico. A exemplo, em algumas aproximações/seções viárias metropolitanas, arteriais e coletoras que formam os corredores de transporte no acesso ao empreendimento. O volume de tráfego é predominantemente de passagem, como nas Rodovias BR-101 e ES-010 e nas Avenidas Norte-Sul e Industrial, as quais não apresentam nível satisfatório de trafegabilidade.

Entretanto, a contribuição da ArcelorMittal Tubarão no volume total do tráfego observado é pequena, não ultrapassando 10% nas rodovias e 7% nas vias arteriais (**Figura 3.5.5-2**).

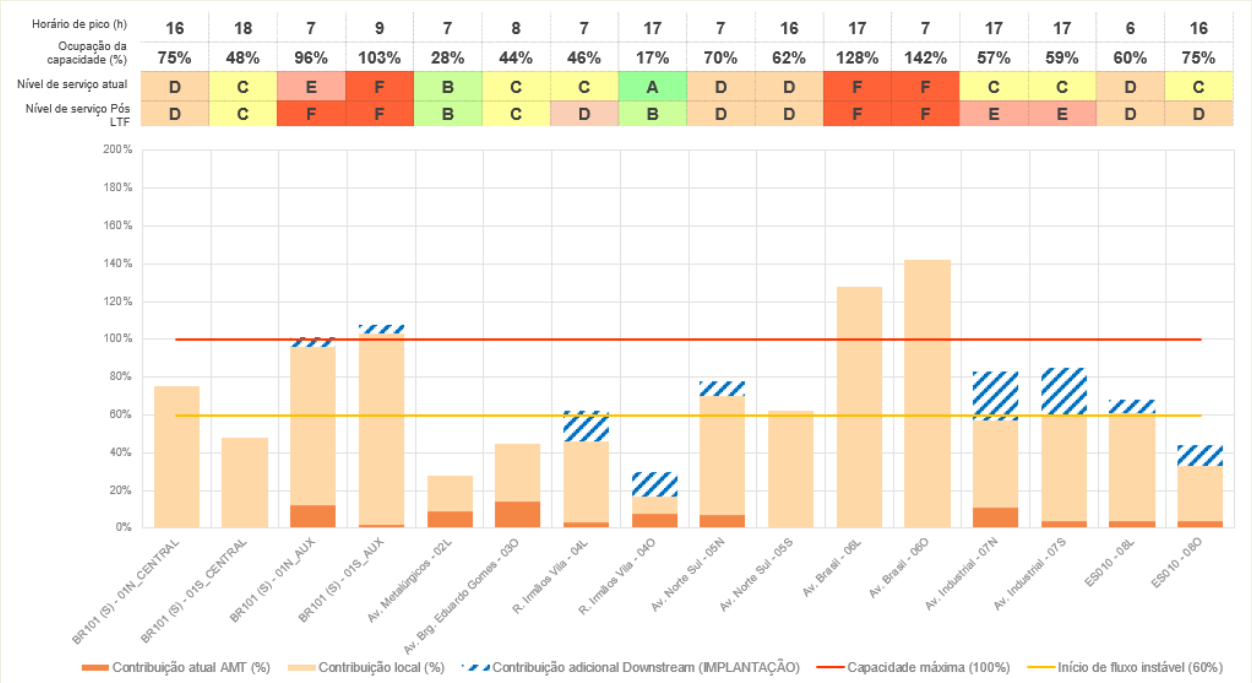


Figura 3.5.5-2: Níveis de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão, durante a implantação do novo empreendimento.

Visando facilitar o escoamento de tráfego, o projeto prevê além da construção de acesso exclusivo e novas vias internas para a nova unidade, a modificações e ampliações de algumas vias existentes, conforme será descrito no **item 3.5.8.4** adiante. Estas modificações, juntamente com o "bolsão" que será construído na entrada da Portaria Norte, principal via de acesso para o novo empreendimento, visa evitar impactos no trânsito externo à área da ArcelorMittal Tubarão.

Vale lembrar que boa parte destas estruturas são previstas para serem implantadas na etapa de preparação do site, conforme indicado na fase do projeto de *Infraestrutura do Site e Construções Temporárias*, descrita no item **3.5.3 Cronograma de Instalação e Operação** e, portanto, ainda que não finalizadas, estarão disponíveis para uso operacional desde o início das obras.

Detalhes da Portaria / Rodoviária e do acesso previsto para a nova planta podem ser melhor visualizados nos detalhes extraídos dos projetos e apresentados na **Figura 3.5.5-3**.

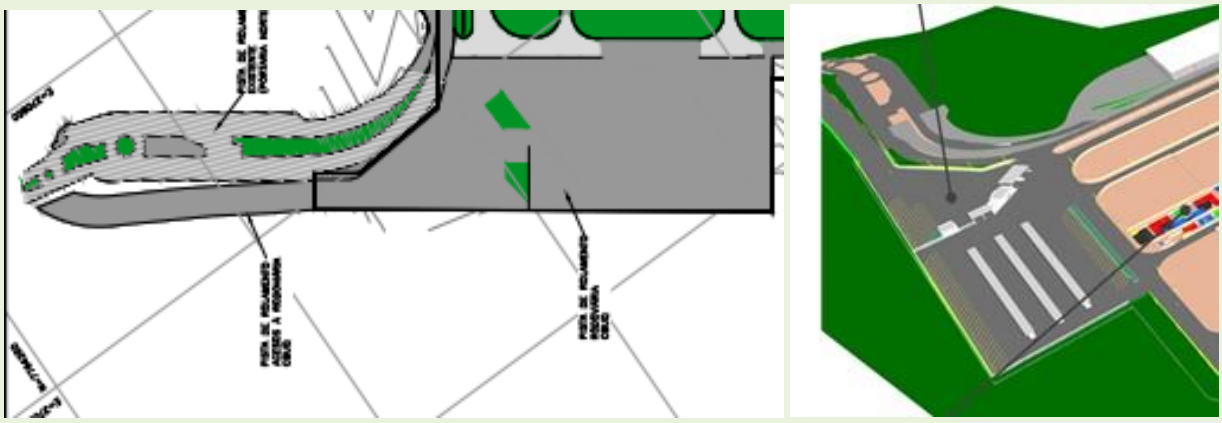


Figura 3.5.5-3: Detalhe da Portaria / Rodoviária e do acesso previsto para a nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Vale destacar ainda que, durante as obras, as atividades serão realizadas de segunda a sexta-feira, das 07:00 às 19:00, com o início e final dos turnos de trabalho planejados de maneira a evitar a chegada e saída de veículos durante os horários de pico de trânsito na região, especialmente ônibus e vans de transporte de trabalhadores. Trabalhos noturnos e aos finais de semana não estão inicialmente previstos, mas poderão ser realizados caso haja necessidade de recuperação de atrasos no cronograma ou para evitar interferências entre as etapas de obra civil e montagem.

Considerando o período de operação da planta, a logística de transporte da unidade ArcelorMittal Tubarão consistirá, predominantemente, em embarque dos produtos acabados e semiacabados em sistema multimodal marítimo e ferroviário considerando 70% da produção prevista. Porém o modal rodoviário também será utilizado para o escoamento dos recursos de produção, materiais/insumos. A **Figura 3.5.5-4** apresenta o nível de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão, durante a operação do novo empreendimento.

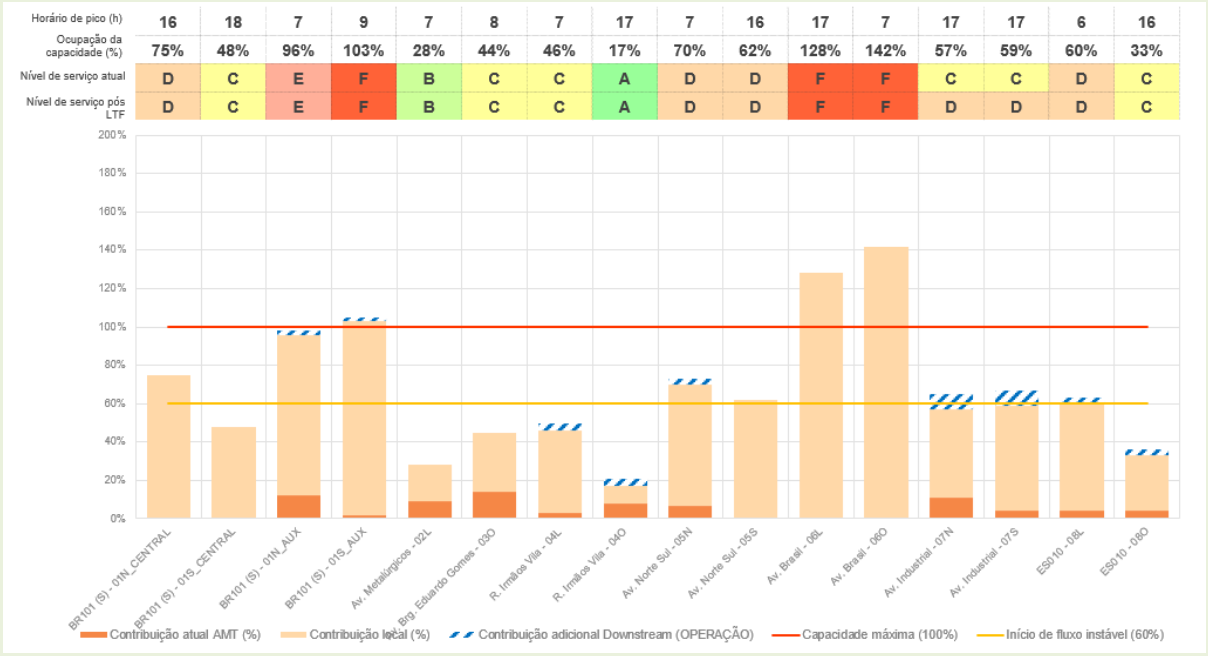


Figura 3.5.5-4: Níveis de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão, durante a operação do novo empreendimento.

Tendo em vista o porte da obra frente ao contexto local e comparando os níveis de serviço entre o cenário atual e os cenários futuros, verifica-se, em linhas gerais, uma redução pouco significativa do desempenho atual das aproximações viárias.

Quanto ao prognóstico da infraestrutura viária no entorno do empreendimento para os próximos anos, o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), aprovado através da Lei Nº 5.990/2024, prevê em seu Anexo 07 um Plano Viário, no qual constam diversas intervenções viárias a serem implantadas nessa área com o objetivo de aumentar a capacidade de tráfego e melhorar, consequentemente, o desempenho da malha viária de toda região. Essas mudanças previstas deverão impactar positivamente nas atuais rotas logísticas da ArcelorMittal Tubarão e gerar novas rotas de chegada e saída ao *site* mais eficientes e menos impactantes.

3.5.6 Consumo e Abastecimento de Água

Para a fase de obras, conforme já descrito no item **3.5.1 Canteiros de Obras**, estas áreas serão entregues com as alimentações de água potável e industrial, que estarão conectadas à rede de fornecimento de água já existente, lembrando que a atual Estação de Tratamento de Água (ETA) que recebe água bruta da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) é devidamente licenciada e em operação hoje na unidade da ArcelorMittal Tubarão, possui capacidade para atendimento das demandas tanto durante a fase de implantação como operação, sendo responsabilidade das Contratadas implantar internamente as estruturas temporárias para uso e seu gerenciamento durante o período de implantação.

Considerando os métodos e técnicas construtivas que serão adotadas (técnicas de escavação, obras civis, montagens de estruturas metálicas e eletromecânicas) não é previsto um consumo significativo

de água durante a execução destas atividades, sendo estimado um consumo de cerca de 177 m³/dia de água portável nos canteiros e restaurantes, 45 m³/dia de água potável para central de concreto e 114 m³/dia de água industrial para uso geral.

Durante a operação é estimado um consumo de água industrial de cerca de 104 m³/h sendo que este volume é relativamente pequeno frente ao atual e será suprido pelo sistema já existente na ArcelorMittal Tubarão. Para o abastecimento humano, estima-se um consumo de aproximadamente 27 m³/dia de água potável e que também será suprido pelo sistema já existente.

Vale ressaltar que a ArcelorMittal Tubarão investe em projetos de tratamento e recirculação de água, um método de produção no qual se reutiliza a água depois de tratada, diminuindo drasticamente a quantidade necessária de novas captações. Atualmente, a unidade possui o menor índice proporcional de consumo industrial de água doce do Brasil, devido ao elevado índice de recirculação, que já atinge mais de 97%.

Adicionalmente, a unidade conta com contrato com o governo do Espírito Santo e a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) para a compra mensal de 720 m³/h de água de reuso de esgoto sanitário, além da maior planta de dessalinização de água do mar do Brasil para fins industriais, reduzindo assim seu consumo de água doce para fins industriais. Dessa maneira, o volume de água proveniente do Rio Santa Maria da Vitória atualmente não será impactado pela instalação e operação do novo empreendimento.

3.5.7 Consumo de Energia Elétrica e Gás Natural

Para a fase de obras, conforme já descrito no item **3.5.1 Canteiros de Obras**, estas áreas serão entregues com as alimentações de energia e rede de dados, sendo responsabilidade das Contratadas implantar internamente as estruturas temporárias para uso e seu gerenciamento durante o período de implantação.

Durante as obras foi estimado um consumo de aproximadamente 554.400 kWh/mês (12h/dia x 22 dias/mês), não sendo prevista novas comunicações ou solicitações de acesso/demanda, sendo prevista apenas a ampliação da rede de 13,8kV já existente no local.

Para a fase de operação, quando o consumo máximo pode chegar aos 29.160.000 kWh/mês (24h/dia x 30 dias/mês), conforme estimativas detalhadas abaixo, é previsto uma nova subestação, projetada para ser instalada durante a Fase de Implantação, conforme indicado nos projetos, visando atender as demandas dos novos equipamentos, que serão atendidas pela concessionária EDP (vide **Anexo 3.II**), através da linha de transmissão de 138kV já existente, que alimenta as estações recebedoras da ArcelorMittal Tubarão. Na **Tabela 3.5.7-1** é apresentado o detalhamento da estimativa de demanda de energia para a operação da nova planta.

Tabela 3.5.7-1: Detalhamento da estimativa de demanda energia para operação da nova planta.

Área/Processo/Setor	Consumo (kWh/mês)
Linha de Decapagem	2.088.000
Linha de Laminação a frio	9.720.000
Linha de Galvanização)	6.120.000
Oficina de Recuperação de Cilindros	1.440.000
Unidade de Recirculação de Ácidos	720.000
Linha de Inspeção de Bobinas	1.296.000
Linha de Despacho de Bobinas	504.000
Pontes Rolantes, Sistemas de Ventilação e Refrigeração, Iluminação, etc.	936.000
Planta de Utilidades	6.408.000
Demanda Total Máxima	**29.160.000**
Demanda Total com fator de simultaneidade de consumo	***24.336.000***

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

Atualmente a ArcelorMittal Tubarão opera com 4 estações recebedoras de energia elétrica da EDP. Para o novo empreendimento, está prevista a utilização da Estação Recebedora 4, que já possui uma disponibilidade para atendimento à demanda de operação do novo empreendimento, tendo sido indicado pela EDP (vide **Anexo 3.II)** a viabilidade de realizar um simples recondutoramento (substituição de cabos) na linha de transmissão de 138kV existente que já atende à esta estação (Alternativa A), técnica esta que permite aumentar a capacidade da linha em operação sem necessidade de construção de uma nova linha de transmissão (Alternativa B), minimizando, inclusive, os possíveis eventuais impactos socioambientais advindos de uma obra nova. Sendo assim, não haverá necessidade de licenciamento de obra externa pela concessionária, apenas a construção da linha de transmissão da Estação Recebedora 4 até a nova subestação (investimento interno e abrangido pelo atual licenciamento).

Tanto a nova subestação como a nova linha de transmissão serão implantadas em áreas dentro do polígono indicado para a nova planta, esta última margeando a nova via de acesso prevista e posteriormente caminhando por áreas industriais já consolidadas até seu ponto de conexão com a Estação Recebedora 4, conforme pode ser visto na **Figura 3.5.7-1** abaixo e em maiores detalhes no desenho Distribuição de Energia apresentado no **Anexo 3.I**, planta B6323JK0XXXX_0001_01 Importante destacar ainda que as torres desta nova linha de transmissão de 13,8kV possuem mais de 37 m de altura, o que garante que não haverá necessidade de corte de vegetação ou intervenção em APPs eventualmente existentes ao longo do traçado.

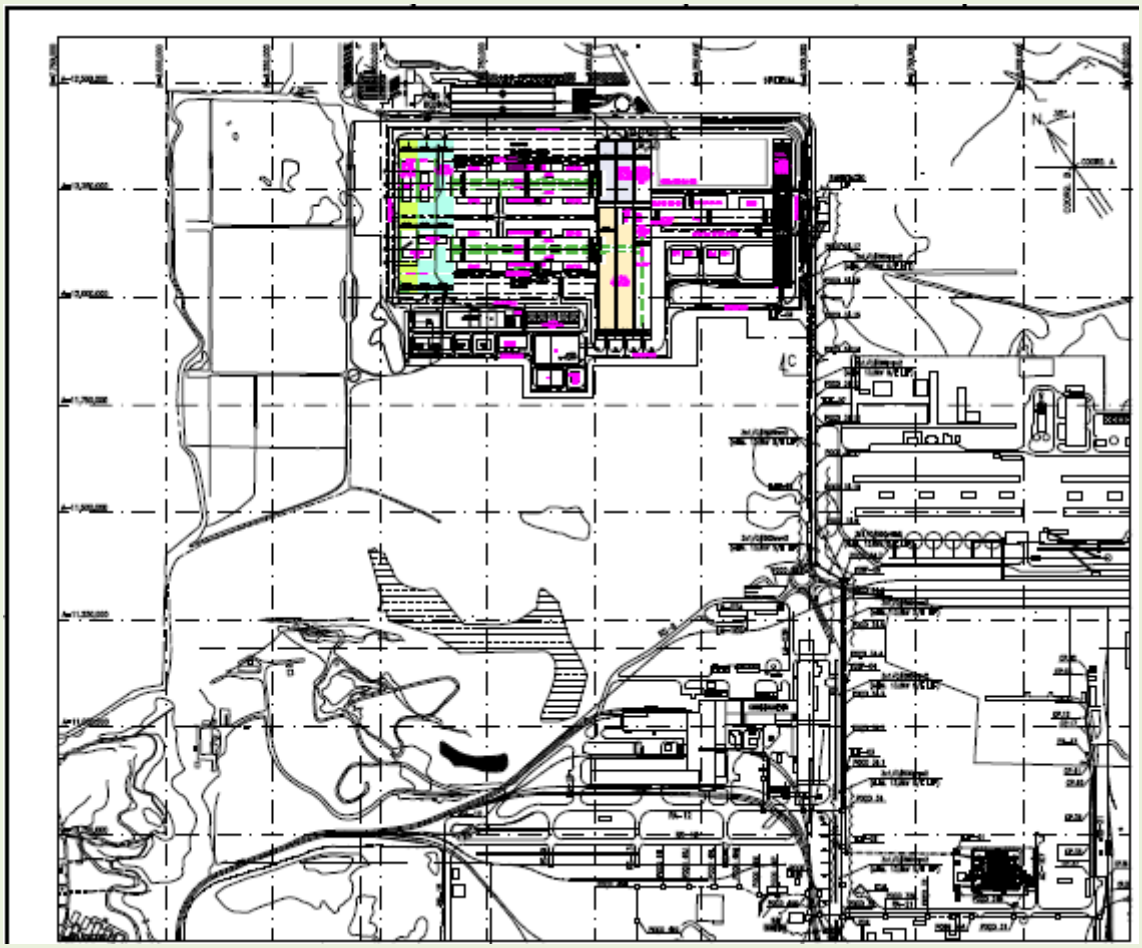


Figura 3.5.7-1: Traçado da nova linha de transmissão de 13,8kV até seu respectivo ponto de conexão (TOP) à ER4 já existente na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Vale lembrar ainda que a ArcelorMittal Tubarão se destaca pelos altos índices de geração própria de energia, a partir do aproveitamento de gases do processo produtivo para geração de energia, além de também utilizar Gás Natural, menos poluente do que outras fontes, tendo sido esta fonte também prevista para alimentação do forno de recozimento da linha de galvanização e os reatores das Unidade de Regeneração de Ácido (URA), que utilizam gás natural como combustível nos seus queimadores.

A tubulação aérea para fornecimento de Gás Natural para a operação será implantada com uso de suportes de tubulações, os *pipe-racks*, margeando a nova via prevista para acesso a nova planta, dentro da faixa destinada para as novas tubulações e conexões previstas neste novo trecho e que posteriormente também caminha por áreas industriais já consolidadas, inclusive utilizando-se de *pipe-racks* já existentes, até seu ponto de conexão, conforme pode ser visto na **Figura 3.5.7-2** abaixo e em maiores detalhes no desenho das Rotas de Utilidades e Efluentes de Drenagem Pluvial apresentado no **Anexo 3.I**.



Figura 3.5.7-2: Traçado da tubulação de Gás Natural até seu respectivo ponto de conexão (TOP) na rede já existente na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.8 Métodos construtivos

Neste item, são descritos os principais métodos construtivos previstos durante as obras de implantação do empreendimento proposto.

3.5.8.1 Terraplenagem

Foram realizados um total de 62 furos de sondagem para verificação das características do solo no local, sendo que os estudos indicaram um solo com boa resistência. A partir destes estudos e do levantamento planialtimétrico, foi possível elaborar um projeto de terraplenagem com um balanço de massa mais eficiente. Como resultado, foi projetado um volume de corte de 370.493 m³ e um volume de aterro de 364.630 m³, eliminando assim a necessidade de utilização de áreas de

empréstimo e/ou bota-foras para realização da conformação do terreno. O mapeamento das áreas de corte (vermelho) e aterro (verde) do projeto de terraplenagem é apresentado na **Figura 3.5.8.1-1**.

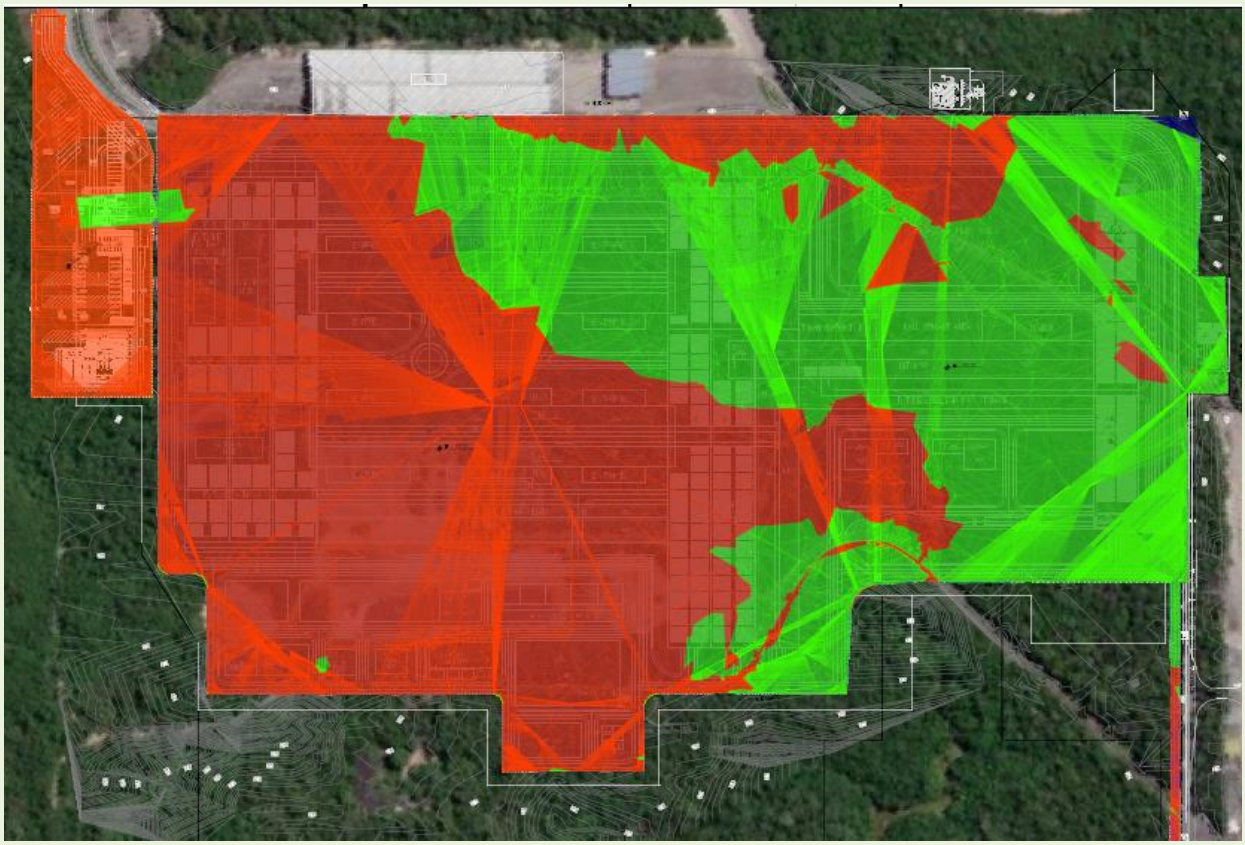


Figura 3.5.8.1-1: Áreas de corte (em vermelho) e de aterro (em verde) da terraplenagem (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Antes da realização da terraplenagem, toda a vegetação e material orgânico presentes serão removidos, sendo o descarte realizado em conformidade legal, conforme será melhor descrito posteriormente no item **3.5.13 Resíduos Sólidos**. Para estas atividades serão utilizados principalmente os seguintes equipamentos: tratores/retroescavadeiras, escavadeiras, caminhões e rolos compactadores.

Durante a fase de terraplenagem, até a conclusão do projeto de drenagem estão previstas construções de bacias provisórias para acúmulo de água das chuvas. Uma das obras prioritárias será a construção de uma rede de drenagem, já projetada para capacidade plena na fase final de operação da planta e que será detalhada no item a seguir.

Importante ainda destacar que, conforme detalhado posteriormente no item **4.1.1.5.3 Qualidade dos Solos**, os solos na área prevista para implantação da nova planta não se enquadram como solos Classe 3 ou Classe 4, por não apresentar, respectivamente, nenhum resultado maior que os Valores de Prevenção e menor que o Valor de Investigação (Classe 3) e maiores que os Valores de Investigação (Classe 4) à luz da Resolução CONAMA 420/09, conforme avaliação em Fase Confirmatória realizada. Neste sentido, é possível dizer que a área não apresenta risco de exposição para os trabalhadores durante a fase de construção, uma vez que os mesmos não se encontram contaminados.

3.5.8.2 Sistema de Drenagem

Importante destacar que, conforme já descrito no item anterior, uma das obras prioritárias durante a fase de terraplenagem, é a construção de bacias provisórias para acúmulo de água das chuvas. Durante as obras é prevista também a instalação de um sistema de drenagem provisório (canaletas, caixas de contenção, saídas d'água etc.), após as atividades de limpeza do terreno e terraplenagem, sendo prevista também sua manutenção até que o sistema definitivo esteja instalado, o qual foi projetado para uma capacidade plena da planta.

Este sistema definitivo de drenagem pluvial a ser implantado na área da nova unidade, cuja vazão total estimada foi de 17.849 l/s, contará com 2 redes, onde cada uma delas contará com uma bacia de decantação com capacidade de armazenamento de água suficiente para os picos de chuva histórico, conforme pode ser visto em maiores detalhes na **Figura 3.5.8.2-1** abaixo.

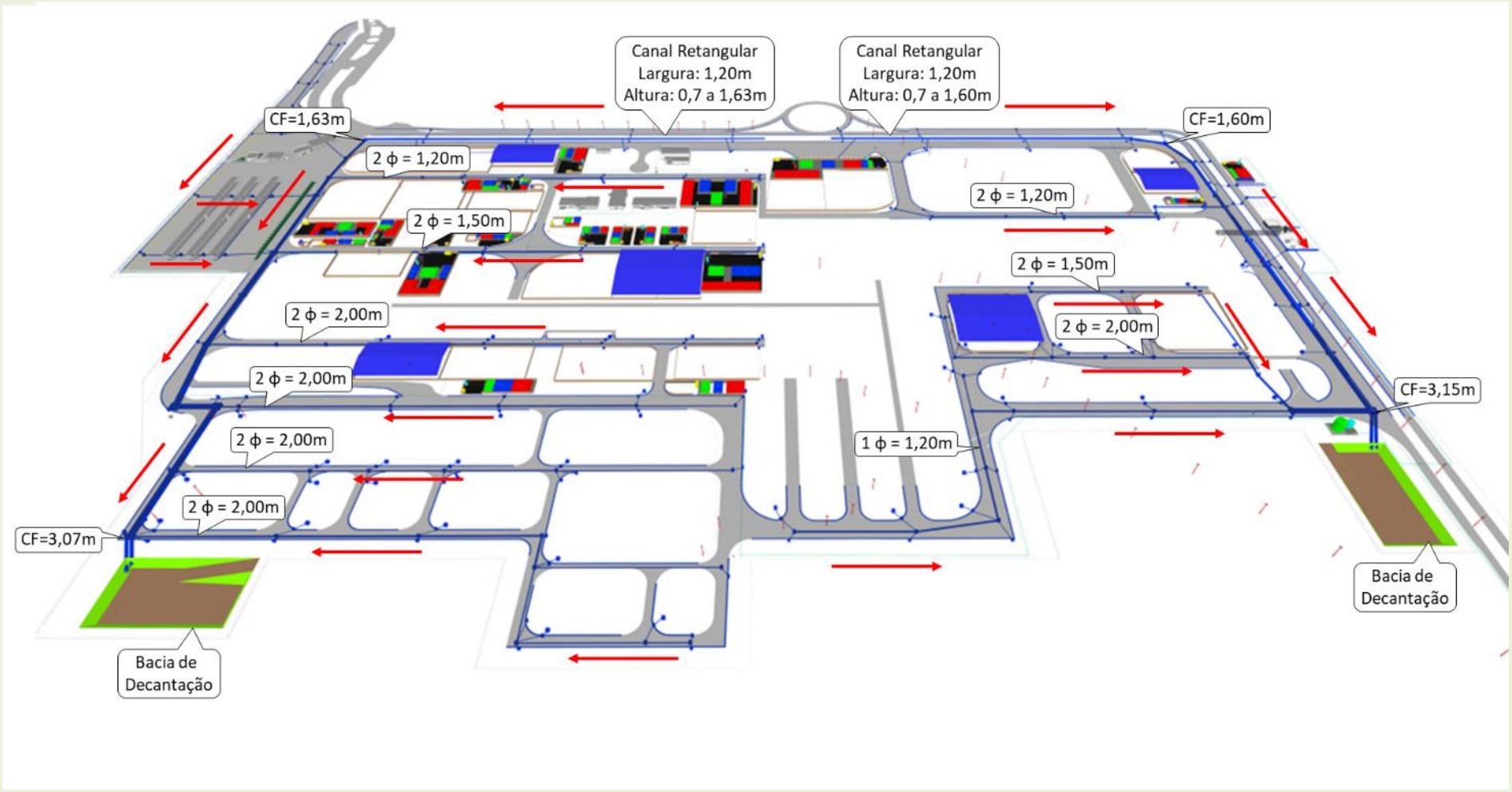


Figura 3.5.8.2-1: Sistema de Drenagem Pluvial a ser implantado na área da nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Uma das bacias de decantação receberá também o efluente industrial tratado proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), em conformidade com a Resolução Conama 430/11. Maiores detalhes no item **3.5.12 Efluentes Líquidos**.

As duas bacias serão ligadas a um sistema de bombeamento, que fará o envio do efluente, através de tubulação a ser construída, até a galeria aberta existente na rua RB14, identificado como TOP Efluente Industrial Tratado + Efluente Pluvial, conforme pode ser visto na **Figura 3.5.8.2-2** abaixo e em maiores detalhes no desenho das Rotas de Utilidades e Efluentes de Drenagem Pluvial que pode ser acessado através do **Anexo 3.I** A partir deste ponto, o efluente será encaminhado até o canal principal da rede de drenagem já existente. Antes da chegada até o ponto de lançamento no mar, parte desse efluente é captado para produção de água de reuso na Estação de Tratamento de Água de Reuso (ETA-R) existente.

A tubulação que interligará as bacias de decantação ao TOP será implantada margeando a nova via a ser construída, dentro da faixa destinada a implantação deste projeto e, posteriormente, passará por áreas industriais já consolidadas, não sendo previstos novos pontos de lançamento ou interferências em cursos d'água existentes na região, conforme pode ser visto na **Figura 3.5.8.2-2** abaixo.



Figura 3.5.8.2-2: Traçado da conexão do Sistema de Drenagem Pluvial até seu ponto de conexão (TOP) no canal principal da rede de drenagem já existente na ArcelorMittal Tubarão e que desagua no mar (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de proporcionar uma avaliação completa e precisa da capacidade hídrica da bacia contribuinte da área do projeto e objetivaram caracterizar os parâmetros climáticos e pluviométricos específicos da região em análise, visando fornecer uma base sólida para o planejamento eficaz da implementação das obras dos sistemas de drenagem.

O cálculo das vazões de projeto foi realizado por meio de equações amplamente aceitas na engenharia hidrológica. Para estimar as vazões máximas, foram utilizadas as fórmulas do Método Racional, levando em consideração os parâmetros hidrológicos e pluviométricos específicos da

região. O dimensionamento levou em consideração critérios de velocidade e capacidade de escoamento, sendo utilizadas fórmulas como a de Manning para canais abertos. A integração destas metodologias e equações possibilitou o dimensionamento eficaz do Sistema de Drenagem Superficial, atendendo de forma otimizada as condições específicas locais e assegurando a eficiência na coleta e condução das águas pluviais.

O sistema foi dimensionado para conduzir o fluxo proveniente das bocas de lobo, que realizam a captação inicial das águas pluviais. A partir dessas estruturas, o escoamento é direcionado aos poços de visita (PV), os quais desempenham a função de transição e inspeção, interligando os trechos de tubulação que compõem os condutos principais, especificados em tubos corrugados de polietileno de alta densidade (PEAD), do tipo ADS, e tubos em concreto, amplamente utilizados em sistemas de drenagem pluvial pela sua durabilidade, resistência mecânica e facilidade de instalação.

O relatório **Preparação da Planta-Drenagem: Memória de Cálculo Conceitual** contendo os critérios mínimos, premissas e memórias de cálculos utilizados, incluindo os dimensionamentos das sarjetas e condutores principais (tubulações) com base nos parâmetros hidrológicos e geométricos definidos, além do detalhamento de cada um dos trechos, é apresentado na íntegra no **Anexo 3.III**.

A construção desse novo sistema de drenagem ocorrerá em simultaneidade com execução da preparação final do terreno e pavimentação, sendo previstos os seguintes procedimentos:

- Implantação de contenções em taludes estáveis;
- Execução de complemento de canais abertos, valetas, sarjetas e bocas de lobo;
- Execução de drenagens profundas como: Tubulações de PVC ou PEAD com caixas de inspeção;
- Execução de drenos horizontais ou verticais para alívio de pressão de água subterrânea;
- Execução de bacia de retenção para controle de vazão de águas pluviais;
- Execução de elementos de controle de erosão.

3.5.8.3 Edificações

O layout apresentado na **Figura 3.5.8.3-1** identifica todas as edificações previstas para a instalação da Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas na ArcelorMittal Tubarão. O desenho detalhado, contendo o dimensionamento de cada uma das edificações, pode ser visto no **Anexo 3.I.**

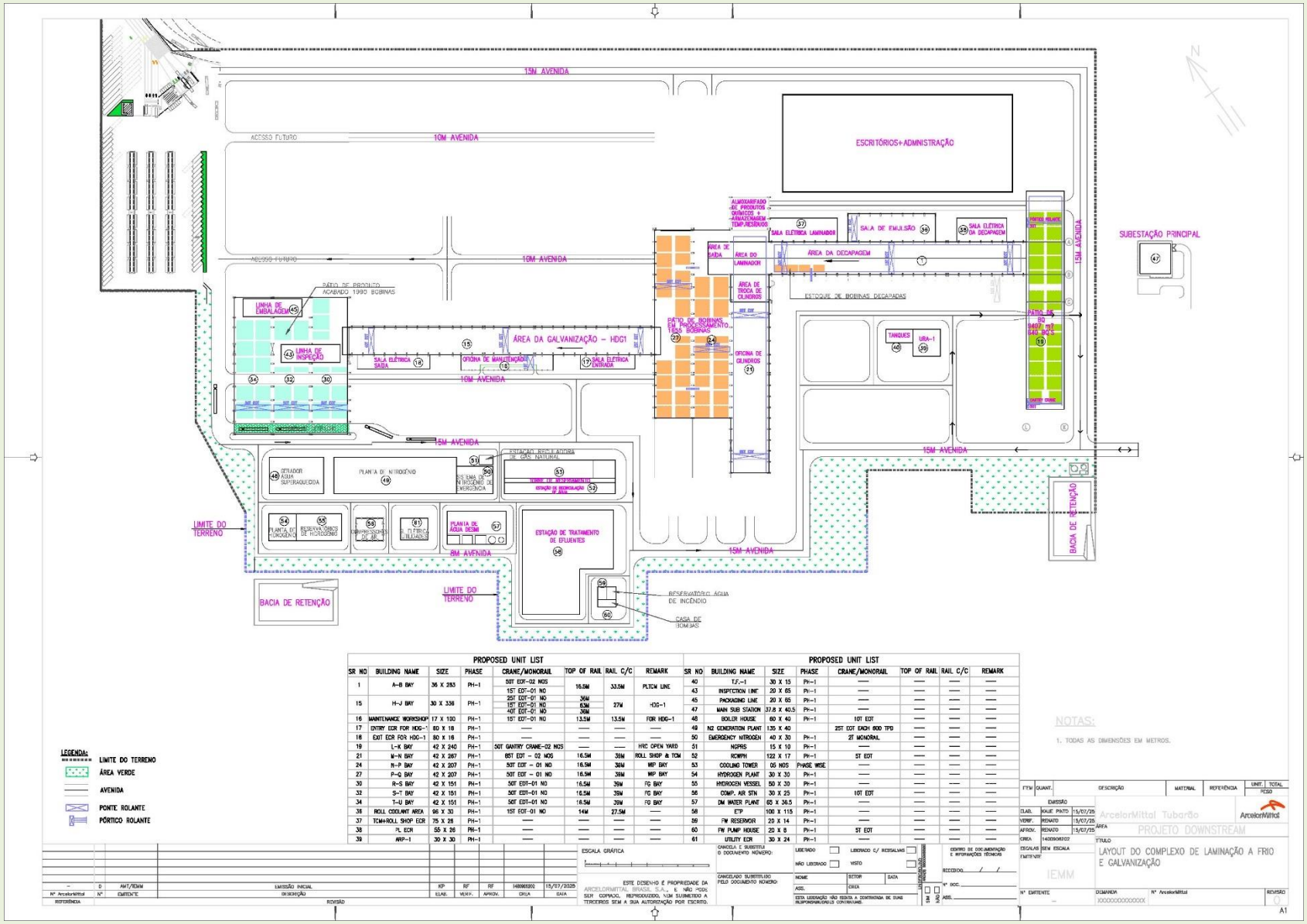


Figura 3.5.8.3-1: Layout das edificações da Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Para a construção das edificações previstas, com foco na saúde e segurança da mão de obra, serão adotados métodos construtivos que aliam rapidez, qualidade e proteção dos trabalhadores. Entre as principais estratégias utilizadas estão:

- **Estaca-hélice:** minimizando a remoção de grandes volumes de solo, reduzindo a geração de resíduos e impactos do seu transporte e disposição. Além disso, possui baixa emissão de ruídos e vibrações, além de permitir um uso reduzido de água e uma execução mais rápida, uma vez que o concreto é injetado simultaneamente à escavação;
- **Centrais de concreto:** conforme já apresentado no item **3.5.1 Canteiro de Obras**, garantem um maior controle ambiental, além da qualidade, uniformidade e agilidade no fornecimento do concreto, minimizando em muito o fluxo externo de caminhões necessários para o atendimento desta demanda durante toda a etapa de obras;
- **Concreto pré-moldado:** priorizando a fabricação das bases fora do site da empresa, reduzindo tempo de obra e riscos no local. A pré-fabricação de peças de concreto garante maior precisão e qualidade, reduzindo a necessidade de trabalho no canteiro, o que diminui o risco de acidentes;
- **Construção modular e conjuntos pré-montados**: favorecendo, sempre que possível, a montagem dos conjuntos nas fábricas, garantindo maior precisão e eficiência;
- **Fabricação externa de *spools* de tubulação**: diminuindo a necessidade de mão de obra no site e mitigando riscos para os trabalhadores, diminuindo os trabalhos em andaimes;
- **Priorização da montagem dos galpões metálicos:** isso permitirá que a maior parte da obra civil e a montagem dos equipamentos, ocorram em área coberta, melhorando a condição de trabalho das equipes de obra;
- **Antecipação da participação das empresas de montagem e obra civil:** a antecipação das empresas desde as fases de desenvolvimento das engenharias, garante a elaboração de projetos executivos com maior construtibilidade e otimização de recursos.

A rapidez na instalação e a redução de resíduos são vantagens adicionais destas estratégias, contudo, a seleção dos métodos construtivos deve estar alinhada a um planejamento rigoroso de saúde e segurança, garantindo assim um ambiente de trabalho protegido e eficiente. Para isso, são essenciais algumas medidas estratégicas:

- **Implementação de protocolos de segurança**: incluindo o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a capacitação contínua dos trabalhadores e a adoção de práticas que minimizem riscos;
- **Contratação de mão de obra especializada**: priorizando profissionais treinados e experientes, capazes de operar com qualidade e segurança;
- **Adoção de tecnologias e metodologias de gestão avançadas**: visando a mecanização dos serviços, o aumento da produtividade e a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

Com essas iniciativas, o projeto busca unir inovação, segurança e desempenho, garantindo excelência na execução das atividades previstas e manter seu histórico de indicadores de Saúde e Segurança, que estão entre os melhores do mundo, com taxa média de frequência da ordem de 0,6, incluindo empregados diretos e indiretos.

Importante destacar ainda que, conforme já indicado anteriormente, a área prevista para implantação da nova planta não apresentou sinais de contaminação, resultados estes compatíveis com os resultados esperados, uma vez que as áreas analisadas tiveram baixas intervenções pretéritas e nenhum uso de substâncias químicas perigosas.

Portanto, além da área não apresentar risco aos trabalhadores durante a fase de construção, também não demanda nenhum tipo de restrição de uso ou de cuidado especial em termos de aproveitamento destes solos e/ou mesmo quanto a destinação de eventuais resíduos atrelados a esta etapa inicial da construção que envolve escavações e intensas movimentações de terra no local.

3.5.8.4 Pavimentações

O projeto de arruamento e pavimentação é apresentado em detalhes no **Anexo 3.I (B8410DK00001_0001_00 RUAS)** e prevê a construção das novas vias no interior do site e modificações e ampliações de algumas vias existentes para, conforme já descrito, garantir um melhor fluxo e acesso dos veículos que já utilizam essa rota, bem como para adequação aos fluxos dos veículos e equipamentos a serem utilizados na fase de obras e, posteriormente, na fase de operação da nova planta.

Em termos construtivos, após a execução de cortes, aterros e adição dos materiais necessários para atingir o greide de projeto, conforme já descrito anteriormente, será realizada a escarificação geral em uma profundidade de 20 cm, seguida das seguintes etapas: pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento, que serão descritas adiante.

A regularização será realizada previamente e de forma independente da aplicação das demais camadas do pavimento, sendo proibida a execução desse serviço em dias de chuva. O material utilizado para a regularização do subleito será o Revsol Plus III® ou Revsol Plus IV®, produzido pela própria ArcelorMittal Tubarão e serão utilizados os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos Compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador.

Os cuidados a serem observados durante a execução da regularização do subleito deverão seguir as diretrizes estabelecidas na Especificação DNIT 105-ES, garantindo a preservação do meio ambiente ao longo das operações. Entre as principais recomendações, destacam-se:

- Prevista execução de um lava-rodas para evitar que os equipamentos levem sujeira das vias em construção para as vias já existentes;
- As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até os cursos d'água;
- Gestão adequada dos resíduos: coleta, transporte e destinação correta dos materiais removidos, evitando impactos ambientais;

- Controle de emissão de partículas e poeira: aplicação de técnicas para minimizar a dispersão de material particulado na atmosfera (ex: umectação das vias).

Após a execução da regularização do subleito, proceder-se-á a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos e uma vez concluída essa etapa inicial passa-se a etapa de pavimentação, onde o projeto considera a utilização de pavimentação asfáltica nos trechos retos e, para os trechos de pavimentação em curva, com intenso tráfego pesado, a utilização de concreto armado, que terá maior desempenho que o pavimento flexível.

A aplicação de pavimento asfáltico flexível envolve várias etapas típicas e usuais que basicamente incluem a aplicação de uma camada de ligante asfáltico para melhorar a aderência entre a base e o revestimento, aplicação da mistura asfáltica que é transportada até o local e espalhada sobre a base com equipamentos específicos. Posteriormente o rolo compactador é utilizado para garantir a densidade e uniformidade do pavimento.

Já o pavimento em concreto armado, que será usado em curvas com alto fluxo de carretas, prevê também uma sub-base (opcional) de brita graduada ou solo-cimento ou Revsol Plus III® ou Revsol Plus IV® (coproduto ArcelorMittal Tubarão), com espessura de 15–20 cm, uma base de concreto magro com 10–15 cm, quando necessário para regularização e placas de concreto armado com espessura mínima de 17 cm (ajustada via projeto estrutural) com juntas de dilatação a cada 15 a 20 m, além de armadura composta por malha dupla (superior e inferior) com barras CA-50 ou telas soldadas com espaçamento e bitola definidos por projeto (ex: Ø10 mm @ 20 cm) e com uso de barras de transferência e afastadores para garantir espaçamento adequado, além da aplicação de selante de poliuretano ou betuminoso nas juntas.

Todo o projeto de pavimentação deverá seguir as orientações de inclinação para garantir o adequado escoamento superficial, direcionando este fluxo para o sistema de drenagem projetado.

Uma vez finalizada a implantação destas vias deverá ser dado foco ao sistema de sinalização viária que será composto minimamente por sinalização horizontal, que consiste na pintura de linhas com resina acrílica conforme as diretrizes da Especificação de Serviço NER-ES 339/97, e por sinalização vertical, que consiste em placas refletivas laterais que deverão seguir as diretrizes conforme Especificação de Serviço DNIT 101/2009-ES.

A instalação posterior de defensas metálicas, sinalização refletiva e tachões para segurança veicular serão avaliadas, assim como texturização adicional (ranhuras) para aumentar atrito em curvas acentuadas.

3.5.9 Contratação de mão-de-obra e bens de serviços locais

Neste item foram caracterizadas qualitativamente e quantitativamente as contratações e capacitações de mão-de-obra e demandas de bens e serviços necessários para o empreendimento proposta sendo apresentadas, a seguir, separadamente para as fases de implantação e operação.

- **Fase de Implantação**

Considerando o cronograma proposto para a implantação do empreendimento é apresentado adiante o histograma previsto de mão-de-obra. Neste histograma são apresentadas todas as atividades preparatórias que envolvem desde a etapa de planejamento e detalhamentos de projetos previstas ainda para 2025 se estendendo até a conclusão das desmobilizações por volta do 3º trimestre de 2029.

Para a fase de obras, estima-se um pico de 3.120 colaboradores, sendo que destes, cerca uma pequena parcela relacionada as atividades de controle e gerenciamento das obras e muitas relacionadas à execução das obras civis e montagens eletromecânicas, além de outras associadas às obras e/ou atividades preparatórias como terraplenagem. A **Tabela 3.5.9-1** apresenta detalhadamente as especialidades e quantidades previstas de pico de mão de obra de acordo com o cronograma de implantação do projeto.

Com base em experiências anteriores em projetos similares da ArcelorMittal Tubarão, a expectativa é que entre 51% e 68% da mão de obra seja proveniente da região, podendo haver variações conforme as estratégias e resultados dos processos de contratação e recrutamento das empresas.

A **Figura 3.5.9-1** apresenta histograma de mão-de-obra para a instalação da nova planta de laminação e galvanização de bobinas na ArcelorMittal Tubarão.

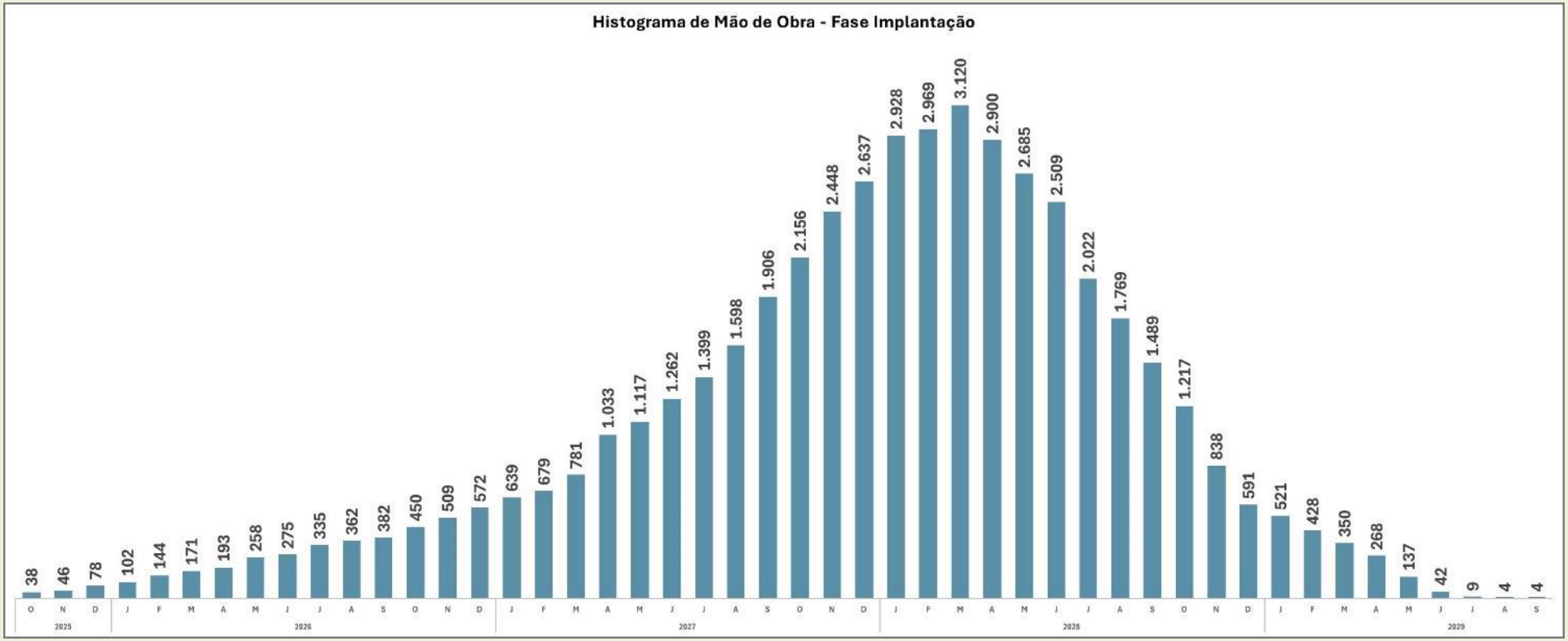


Figura 3.5.9-1: Histograma de mão de obra prevista durante a implantação da nova planta de laminação e galvanização de bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Tabela 3.5.9-1: Especialidades e quantidades de pico de MO durante a fase de implantação. (Continua).

Funções	2026	2027	2028	2029
Mecânicos Montador	20	220	362	210
Montadores andaime	30	134	220	60
Soldador de chaparia	8	30	40	10
Soldador mig	2	40	60	20
Soldador Tig		22	50	20
Encanador	4	98	162	86
Pedreiros	60	196	154	35
Eletricista Montador	20	60	142	68
Eletricista de força e controle	15	40	137	72
Motoristas	9	64	116	41
Servente de obras	20	80	105	20
Encarregados	10	52	84	30
Oficial polivalente	20	80	95	30
Operadores de equipamentos	10	30	52	32
Administrativos	6	40	67	46
Rigger	2	6	14	10
Montador de estruturas metálicas	4	80	80	16
Auxiliar de pavimentação	34	12	20	10
Técnicos Mecânico	1	26	56	30
Caldeireiro (chapas de ferro e aço)	4	42	65	10
Supervisores de montagem eletromecânica	3	26	53	16
Fiscal de obras civis	3	8	8	3
Fiscal de montagem eletromecânica	4	18	36	22
Fiscal de Tubulação	1	2	4	2
Ajudante de montagem de estruturas metálicas	2	50	50	8
Técnico em segurança no trabalho	8	26	49	28
Carpinteiros	12	32	44	10
Encarregado de montagem de andaime	3	20	40	15
Engenheiros	1	20	38	10
Armador de estrutura de concreto armado	6	42	58	14
Pintores	2	10	30	10
Gerentes	1	10	29	10
Técnicos Elétrica e Instrumentação	1	8	27	12
Auxiliar de Serviços Gerais	2	15	27	12
Faxineiro	6	15	25	8
Coordenador de obras	2	12	25	8
Técnico de planejamento	5	16	25	14
Instrumentista Tubista		4	21	12
Analista		12	20	4
Oficial Polivalente de Manutenção		8	20	10
Coordenador Técnico de Mecânica		6	18	8
Almoxarife	2	10	18	7
Auxiliar de Planejamento	2	10	18	6
Ajudante de ferramentaria	4	10	17	6
Ajustador mecânico		10	17	4
Supervisor de montagem de andaime	1	9	15	3
Inspetor de qualidade	2	9	15	4
Coordenador Técnico de Elétrica		4	15	4
Auxiliar de Almoxarifado		8	14	4
Técnico de materiais		8	12	4
Ferramenteiro	1	8	12	4
Trabalhador da Manutenção de Edificações	2	6	10	6
Vigia	4	8	17	8
Operador de Guindaste	3	6	10	5
Lubrificador de veículos automotores	2	4	10	4
Topógrafo	3	6	8	2
Funileiro industrial			8	2
Auxiliar de topografia	4	6	8	2

Tabela 3.5.9-1: Especialidades e quantidades de pico de MO durante a fase de implantação. (Conclusão).

Funções	2026	2027	2028	2029
Projetista Mecânico		2	8	1
Serralheiro		2	8	
Engenheiro de Planejamento		6	8	2
Assistente de Suprimentos		4	8	2
Especialista de pavimentação	5	2	2	2
Desenhista projetista de construçao civil	2	6	6	1
Desenhista projetista Elétrico		1	6	1
Inspetor de soldagem		2	6	2
Sinaleiro (ponte-rolante)		4	6	2
Inspetor de qualidade	1	3	6	2
Instalador de isolantes térmicos de caldeira e tubulações			6	2
Analista de Orçamento		2	6	2
Auxiliar Técnico		3	5	
Especialista de compras (suprimentos)		2	5	
Analista de logística		3	5	1
Desenhista técnico		2	4	
Gestor de contratos e obras		4	8	2
Analista de medição e controle		2	4	1
Diretor administrativo		2	4	1
Coordenador de engenharia		2	4	2
Médico		2	4	2
Metrologista			4	1
Ajustador de instrumentos de precisão			4	2
Enfermeiro		4	8	2
Assistente de Planejamento	3	6	12	6
Socorrista		1	2	1
Analista de sistemas			2	2
Programador de sistemas de informação			2	2
Analista de suporte computacional			2	2
Analista de riscos		1	2	1
Analista de contratos		1	6	1
Diretor administrativo e financeiro		1	2	1
Arquivista		1	2	1
Apontador de produção		1	1	
Total Geral de Mão de Obra Estimada	**382**	**1906**	**3120**	**1217**
Total Estimado de Mão de Obra Local	**262**	**1027**	**1586**	**624**
% Estimativa de Mão-de-Obra Local	**68,59%**	**53,88%**	**50,83%**	**51,27%**

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

Considerando que o projeto será implantado na região metropolitana e tendo em vista a elevada previsão de contratação de mão-de-obra local, não será necessário construção de alojamentos para trabalhadores vindos de outras cidades ou estados. Além disso as empresas convidadas para participar dos processos de contratação realizam pesquisas na região e, quando necessário, locam residências, pousadas e hotéis para acomodação dos colaboradores vindos de outras regiões.

Essas empresas contam com estruturas dedicadas ou subcontratam prestadoras especializadas em hotelaria, assegurando padrões adequados de conforto, higiene e alimentação para os trabalhadores. Serão estabelecidas premissas contratuais ou acordado um termo de conduta com as empresas contratadas, priorizando a contratação de mão de obra local e todas essas exigências serão incluídas nas Especificações Técnicas de contratação, sendo que a ArcelorMittal Tubarão realizará visitas e inspeções periódicas nessas instalações para garantir o cumprimento dos requisitos estabelecidos.

Nos primeiros contatos com as empresas pré-qualificadas para os processos de contratação, fica evidente o interesse dessas organizações e as vantagens associadas à absorção de profissionais da região e geralmente logo após receberem convites para participação nos processos de licitação, as empresas enviam equipes de Recursos Humanos para realizar pesquisas locais, visando identificar as potencialidades e a disponibilidade de mão de obra na área. Maiores detalhes poderão ser vistos no **Programa de Contratação de Mão-de-Obra** apresentado no **Capítulo 6 Meio Socioeconômico**.

Além da demanda de mão-de-obra, durante a fase de construção do empreendimento deverão também ser demandados os seguintes bens, equipamentos e serviços:

- Transporte de funcionários;
- Aluguel de máquinas e ferramentas diversas;
- Aluguel de veículos automotores, empilhadeiras e guindastes de diferentes capacidades;
- Serviços de fiscalização técnica e de segurança para os serviços;
- Serviços de engenharia;
- Serviços de obras civis;
- Serviços de montagem refratária;
- Serviços de montagem eletromecânica;
- Serviço de vigilância e administração de contratos em geral;
- Transporte de equipamentos e materiais diversos;
- Filmagem;
- Topografia;
- Fornecimento e montagem de andaimes;
- Fabricação de peças e equipamentos em geral;
- Fornecimento diversos de materiais de aplicação para obras civis e montagens;
- Despachante aduaneiro;
- Higienização e limpeza;
- Serviço de alimentação e restaurante;
- Locação de casas, pousadas e hotéis para acomodação de MO de fora da região.

Assim como previsto para a mão-de obra, considerando que a maior parte destes bens, equipamentos e serviços demandados para a implantação deste projeto são, em sua grande maioria, são similares às diversas outras atividades já executadas normalmente tanto na ArcelorMittal Tubarão como também no Polo Industrial que a cerca, é esperado que grande parte da demanda seja atendida por prestadores de serviço da região que já atendem atualmente a empresa e/ou que executam tais atividades em outras empresas da região metropolitana, que conta com uma ampla rede de fornecedores já identificados e capacitados.

- **Fase de Operação**

Para a fase de operação é prevista a criação de cerca de 450 empregos próprios e de terceiros, conforme **Tabela 3.5.9-2**.

Tabela 3.5.9-2: Geração de empregos prevista durante a fase de operação.

Discriminação	Quantidade	Remuneração média anual (R$)
Empregos próprios gerados	200	R$ 223.107,24
Empregos de terceiros gerados	250	R$ 104.650,00
Total	**450**	R$ 327.757,24

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

Obviamente, além da geração de emprego é prevista a contração de bens e serviços também para esta fase, mas assim como previsto para a fase de implantação, o contexto industrial local e da região metropolitana em que o projeto está inserido, conforme já discutido, é esperado que grande parte da demanda seja atendida por prestadores de serviço da região, inclusive com relação as paradas programadas da nova planta.

Além disso, considerando as paradas programadas atualmente já realizadas para manutenção em outras unidades industriais da própria ArcelorMittal Tubarão bem como outras do Polo Industrial da Ponta de Tubarão, não são esperadas mudanças significativas a respeito da demanda geral na região por estes serviços tendo em vista esta nova unidade.

Importante destacar que a inclusão das bobinas produzidas nesta nova planta não implica no aumento da capacidade de produção de aço atual desta unidade, tratando-se apenas de uma etapa a mais de transformação de bobinas de aço laminadas a quente que já são produzidas atualmente.

Portanto, não são esperadas modificações nas demais atividades industriais hoje realizadas ou mesmo alterações significativas frente a movimentação e expedição atual já existente na operação atual da ArcelorMittal Tubarão.

3.5.10 Produtos Químicos

Tendo em vista os processos produtivos conforme já descritos, é apresentada uma estimativa das quantidades requeridas anualmente de cada produto químico na operação, tendo sido apresentada uma planilha detalhando as informações destes produtos e indicando a etapa do processo e descrevendo sua aplicação ou uso. Esta planilha detalhada é apresentada no **Anexo 3.VI**.

Tais produtos são adquiridos dos principais fornecedores nacionais e, uma vez recebidos na unidade, serão devidamente armazenados no Almoxarifado de Produtos Químicos, que estará localizado nas proximidades do prédio administrativo e de escritórios (vide **Figura 3.5.8.3-1: Layout das edificações da Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).**), que será dotado de prédio para armazenamento interno de produtos químicos com diferentes áreas previstas de acordo com a classificação de risco e de incompatibilidade dos produtos, além de prédio para armazenamento temporário de resíduos, conforme apresentado nos desenhos 3D na **Figura 3.5.10-1** abaixo e que podem ser vistos em maiores detalhes no desenho apresentado no **Anexo 3.I (GALPÃO 1 A 4)**.

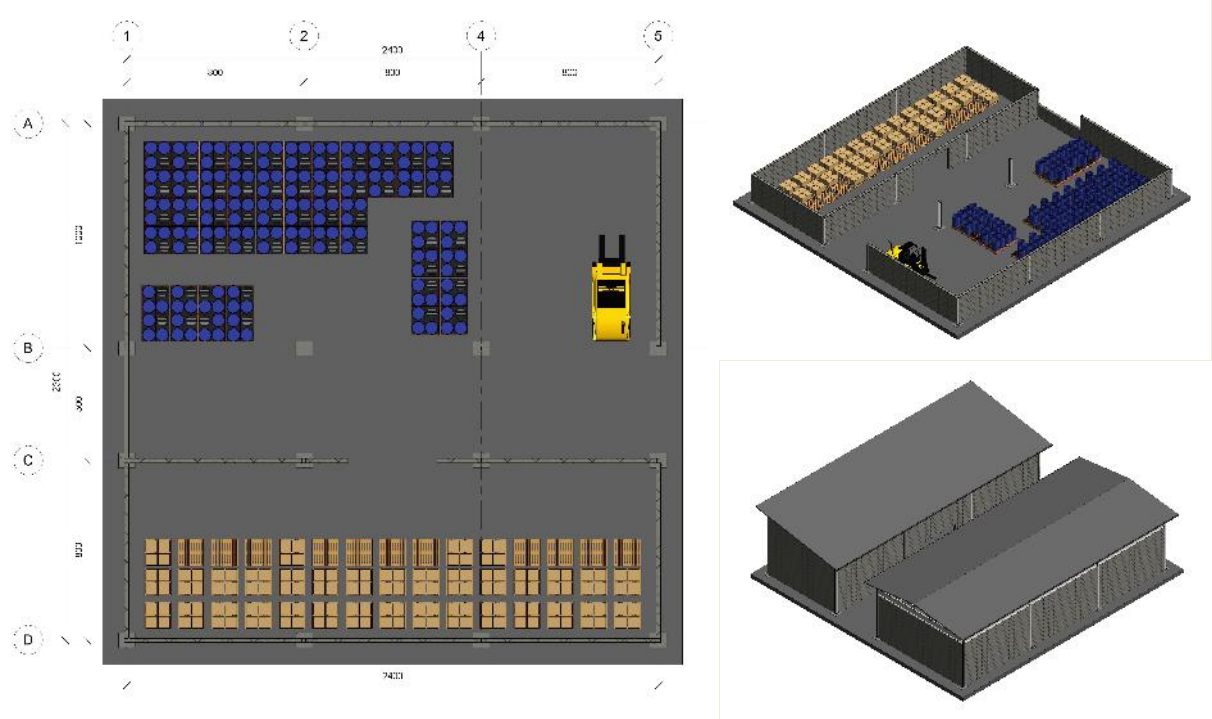


Figura 3.5.10-1: Desenhos 3D do Almoxarifado de Produtos Químicos e do Galpão de Armazenamento Temporário de Resíduos previstos para nova planta (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Quanto aos fluidos de maior volume utilizados nos processos produtivos e que poderiam representar algum risco em termos de vazamentos, é apresentado a seguir o layout da nova planta com indicação da localização e das principais características e dimensões das estruturas de armazenamento e de seus sistemas de contenção, incluindo a estimativa das capacidades máximas de cada um deles e os volumes de contenção adotados (**Figura 3.5.10-2**) e **Anexo 3.I** Arcelor 17-000-DE-C-0002-A-0001 – Colorido.

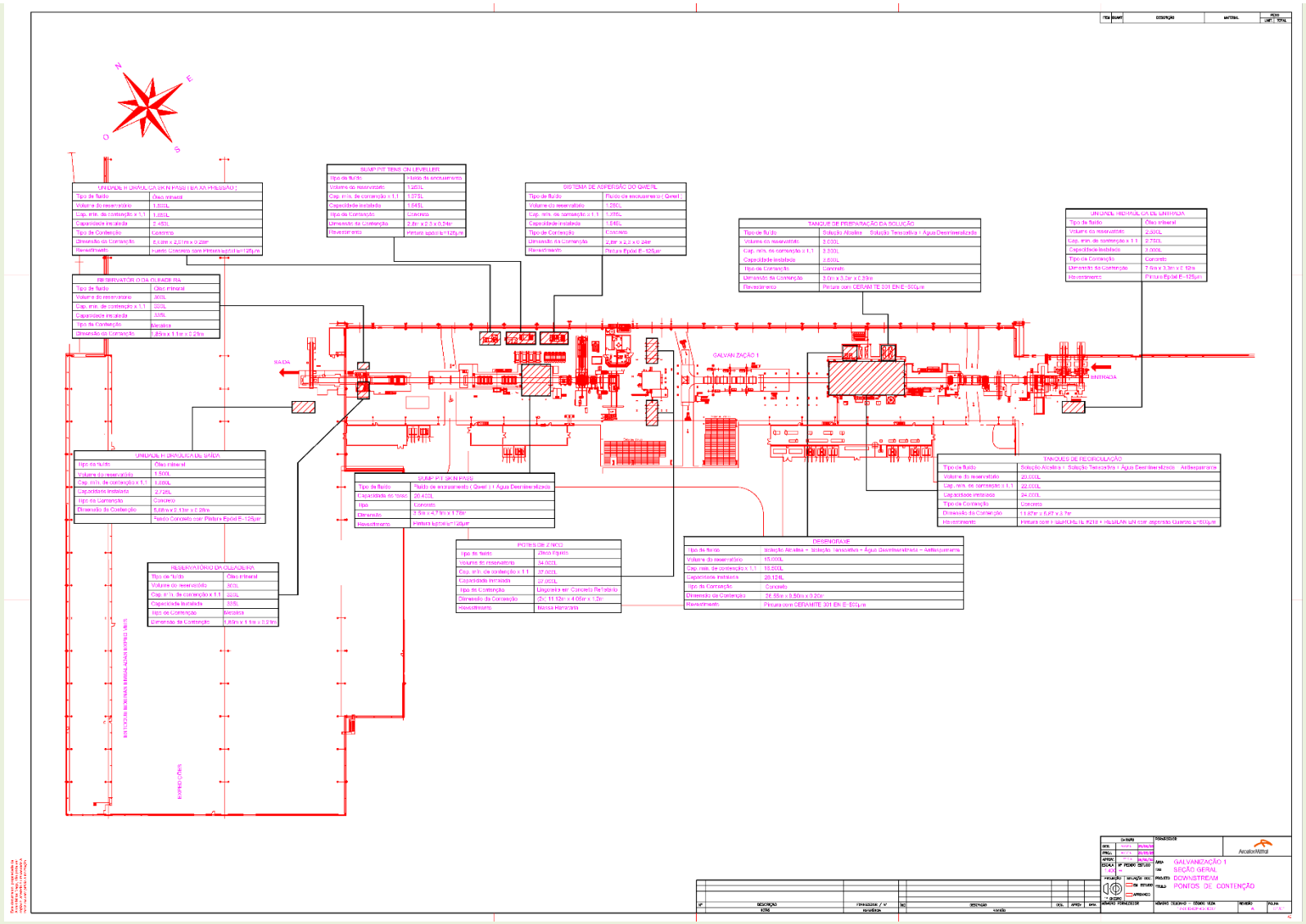


Figura 3.5.10-2: Indicação das estruturas necessárias para armazenamento e contenção de grandes volumes de fluidos durante a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.11 Equipamentos e Matérias-primas

➢ **Fase de Implantação**

Durante as obras é previsto o uso de ônibus, carros e vans para transporte de mão-de-obra e de equipamentos e maquinário tipicamente utilizados em atividades de obras tais como escavadeiras, tratores, retroescavadeiras, caminhões (*munck*, caçamba, betoneiras, pipa) e para a execução de obras civis e montagens eletromecânicas.

Serão utilizados principalmente os seguintes equipamentos para a execução da supressão e limpeza do terreno: motoserras, tratores/retroescavadeiras, escavadeiras e caminhões.

Além desses equipamentos e maquinários, é previsto também diversas matérias primas e insumos típicos de obras desta natureza que deverão ser armazenados em locais específicos nas Áreas de Canteiros e, aqueles de maior volume, nas áreas de estocagem de materiais, que contarão com os controles ambientais detalhados nos próximos itens.

➢ **Fase de Operação**

A principal matéria prima utilizada no novo processo industrial é a bobina laminada a quente, já produzida pela ArcelorMittal Tubarão, tanto para produção da Bobina Decapada – BQD, um produto não galvanizado, de menor representatividade, que corresponderá a cerca de 40% da produção, como também para a produção das Bobinas Galvanizadas, que corresponderá ao principal produto, cerca de 60%, da produção.

Além do consumo de cerca de 1.000.000 toneladas/ano de Bobinas Laminadas à Quente é previsto consumo de lingotes de liga de zinco que são utilizados no processo de galvanização. Vale lembrar que estes lingotes são adquiridos de fornecedor nacional especializado e entregues via rodovia, sendo que o processo industrial tem como resíduo as sobras da fundição desta mesma liga, que são solidificadas, armazenadas temporariamente e posteriormente encaminhadas ao fornecedor da matéria-prima para o seu reprocessamento, conforme já descrito anteriormente no item **3.5.2.2 Linha de Galvanização**.

A **Figura 3.5.11-1** apresentada a seguir indica a localização e volumes dos estoques necessários destes lingotes de liga de zinco que são utilizados no processo industrial na Linha de Galvanização. Ver também **Anexo 3.I** (17-000-DE-C-0005-A-0001 – Colorido).

Além desses, serão utilizados insumos gasosos, apresentados abaixo na **Tabela 3.5.11-1**, que serão fornecidos por uma Planta de Utilidades a ser construída para abastecer o novo empreendimento, conforme layout já apresentado anteriormente na **Figura 3.5.8.3-1** no item **3.5.8.3 Edificações**.

Tabela 3.5.11-1: Detalhamento da estimativa de consumo para operação da nova planta.

Resumo Consumo Estimado Total	Unidade	Base Anual
Consumo de Ar Comprimido	Nm^3	2.869.265
Consumo de Nitrogênio	Nm^3	2.555.000
Consumo de Gás Natural	Nm^3	31.930.200
Consumo de Hidrogênio	Nm^3	36.500

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

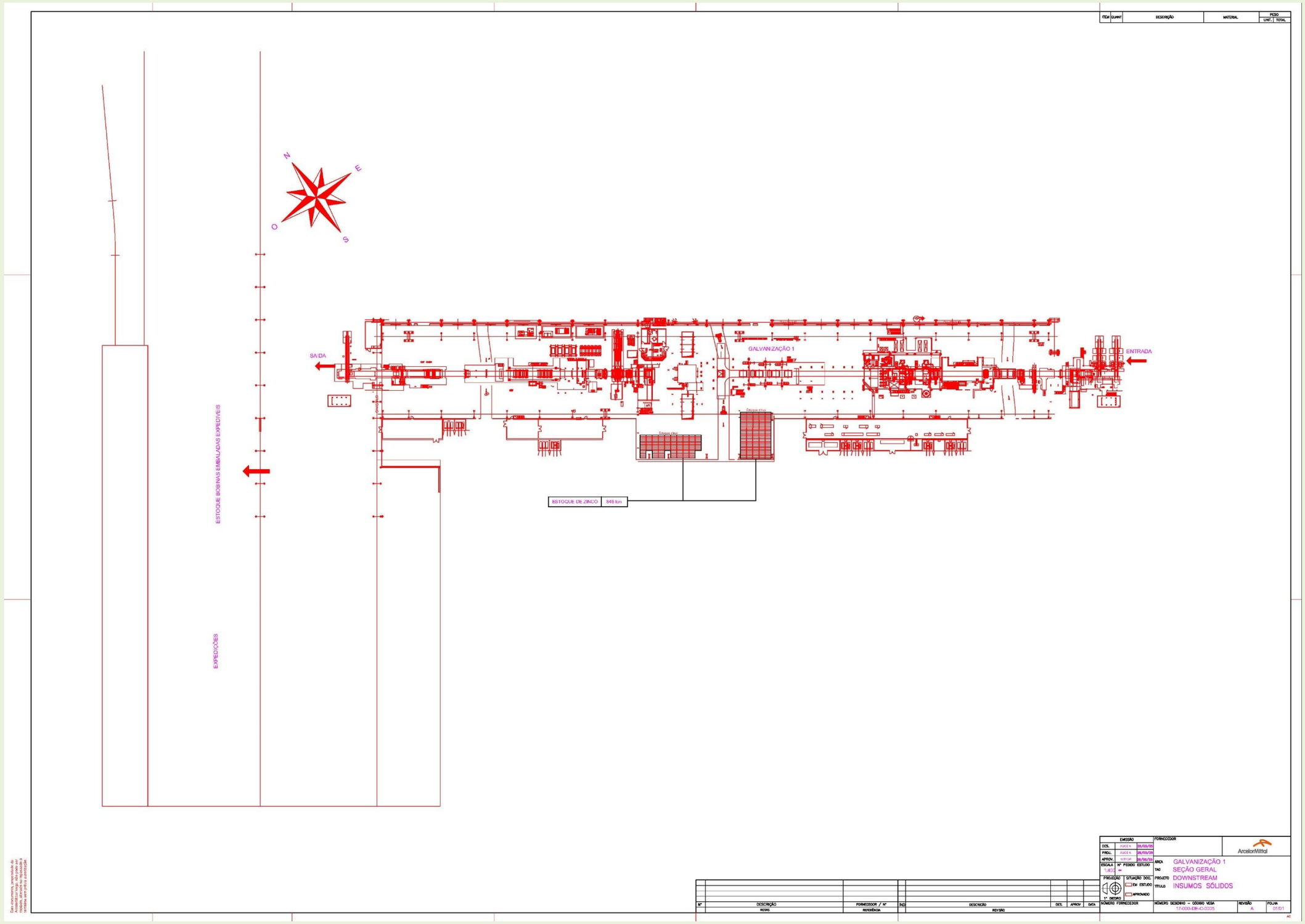


Figura 3.5.11-1: Indicação dos estoques necessários de zinco na Linha de Galvanização, matéria-prima para a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.12 Efluentes Líquidos

- **Fase de Implantação**

O Canteiro de Obras deverá contar com um sistema de coleta e armazenamento de efluentes sanitários tipo tanque de retenção, devidamente dimensionado para o número de usuários. É previsto também o uso de banheiros hidráulicos, tanto no Canteiro de Obras como nas frentes de trabalho, se necessário. Sendo de responsabilidade das empresas contratadas a sua manutenção e o esgotamento dos tanques, destinando os efluentes para tratamento adequado por empresa licenciada, assim como registros e monitoramentos. A contratada deverá manter os registros detalhados, apresentando-os à contratante sempre que solicitado.

Não é prevista a geração de efluentes oleosos durante a implantação, pois os equipamentos pesados ou de baixa mobilidade (guindastes tratores, geradores, PTA, etc) farão manutenção e abastecimento no local de trabalho, por caminhões comboio, com os devidos controles ambientais. Já os automóveis e/ou caminhões serão abastecidos em postos de combustível já existentes e farão manutenção externamente a empresa.

As demais atividades de implantação não gerarão efluentes líquidos. Dessa forma é esperada apenas geração de efluentes pluviais, durante os períodos de chuvas, que será coletado e direcionado pelo sistema de drenagem, conforme já descrito no item **3.5.8.2 Sistema de Drenagem**. Lembrando que a implantação desta rede de drenagem terá início já na fase de terraplenagem e será conectada à rede já existente na ArcelorMittal Tubarão.

- **Fase de Operação**

Assim como na implantação, durante a operação é esperada também a geração de efluentes pluviais durante os períodos de chuvas, que também serão coletados e direcionados ao sistema de drenagem definitivo, a ser conectado à rede já existente na ArcelorMittal Tubarão, conforme descrito anteriormente no item **3.5.8.2 Sistema de Drenagem**.

Os efluentes industriais gerados durante a operação serão encaminhados, através de tubulações, para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) a ser construída para este fim. O efluente industrial tratado será encaminhado para uma das bacias de decantação do sistema de drenagem pluvial, onde será priorizado a recirculação e o reuso, conforme premissas do Plano Diretor de Águas (PDA) da empresa. Esta bacia contará com uma bomba que possibilitará o abastecimento de veículo pipa para reutilização em atividades diversas como a umectação e limpeza de vias e de pátios de estocagem.

Essa bacia também será interligada a um sistema de bombeamento, que conduzirá o efluente, através de tubulação, até a galeria aberta existente na rua RB14, conforme descrito no item **3.5.8.2 Sistema de Drenagem** e detalhado no desenho das Rotas de Utilidades e Efluentes de Drenagem Pluvial apresentado no **Anexo 3.I.** Este ponto está identificado no desenho em anexo como TOP Efluente Industrial Tratado + Efluente Pluvial. O efluente é captado para produção de água de reuso na Estação de Tratamento de Água de Reuso existente (ETA-R), e o excedente lançado no mar, através do canal de retorno de água do mar existente, em conformidade com a Resolução CONAMA 430/11.

O efluente sanitário da fase de operação será encaminhado para tratamento na Estação de Tratamento de Efluente, diretamente no processo biológico. Alternativamente, esse efluente poderá ser tratado em empresa externa, licenciada para este fim, através da coleta por meio de caminhão sugador. Sendo de responsabilidade da ArcelorMittal Tubarão a coleta do efluente e manutenção desse sistema.

Quanto aos efluentes industriais gerados no processo produtivo, é apresentado a seguir na **Figura 3.5.12-1** (**Anexo 3.I**; 17-000-DE-C-0004-A-0001 – Colorido) o layout da nova planta com indicação dos pontos de geração e vazões, incluindo a estimativa de volumes gerados ao longo do ano.

Na sequência é apresentado também na **Figura 3.5.12-2**, o fluxograma (**Anexo 3.IV**, AMDEC-124055-22-02-WTS-PFD-0005_R0 - EDITADO com a indicação detalhada das principais características dos efluentes antes e depois de serem tratados na ETE a ser construída, incluindo os efluentes gerados no processo de laminação a frio e no processo de galvanização, identificados na figura, respectivamente, como LTF e Galvanização 1, bem como dos demais efluentes dos outros circuitos que compõem o sistema de tratamento e reuso de efluentes proposto.

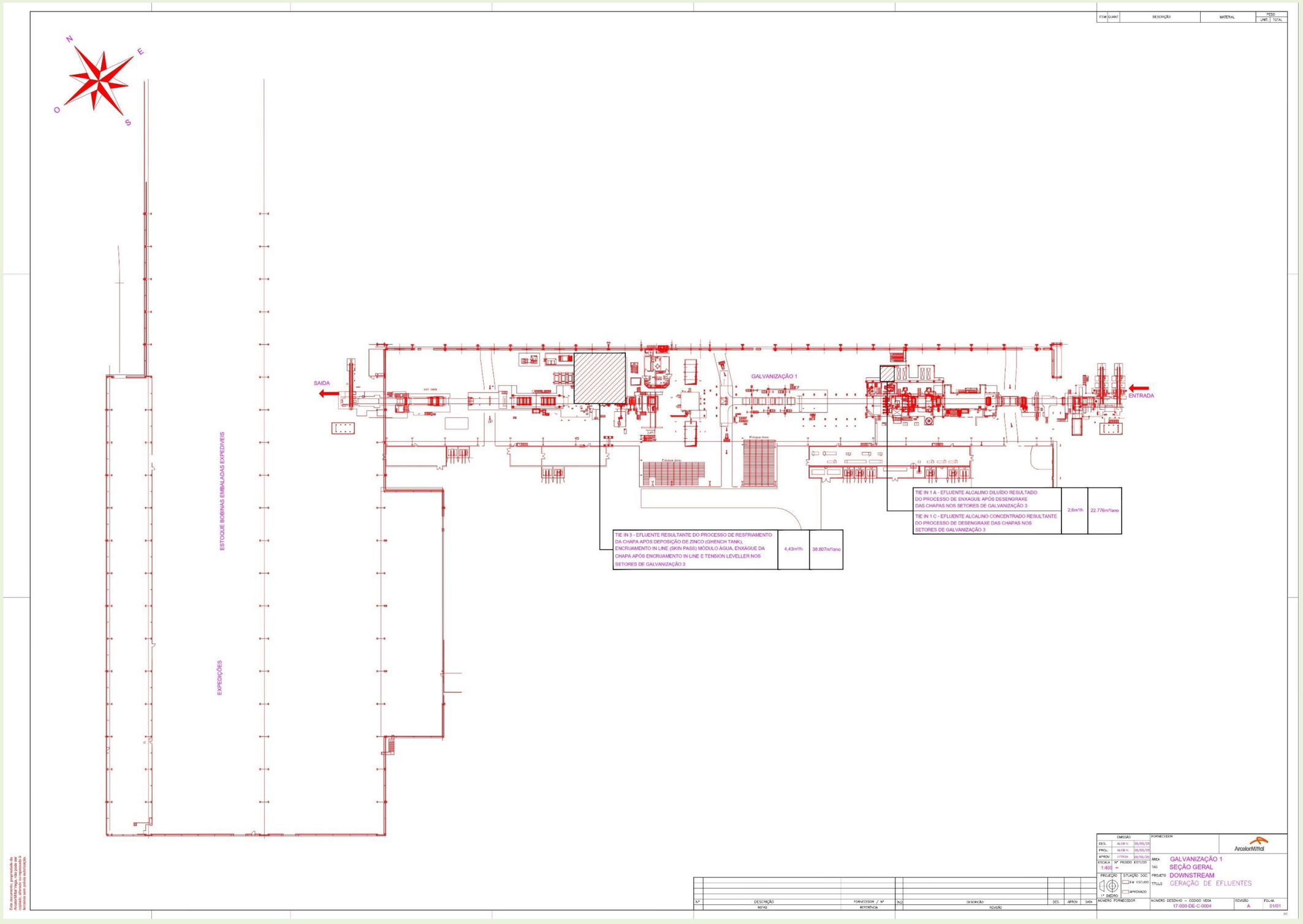


Figura 3.5.12-1: Indicação dos principais efluentes industriais previstos de serem gerados durante a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

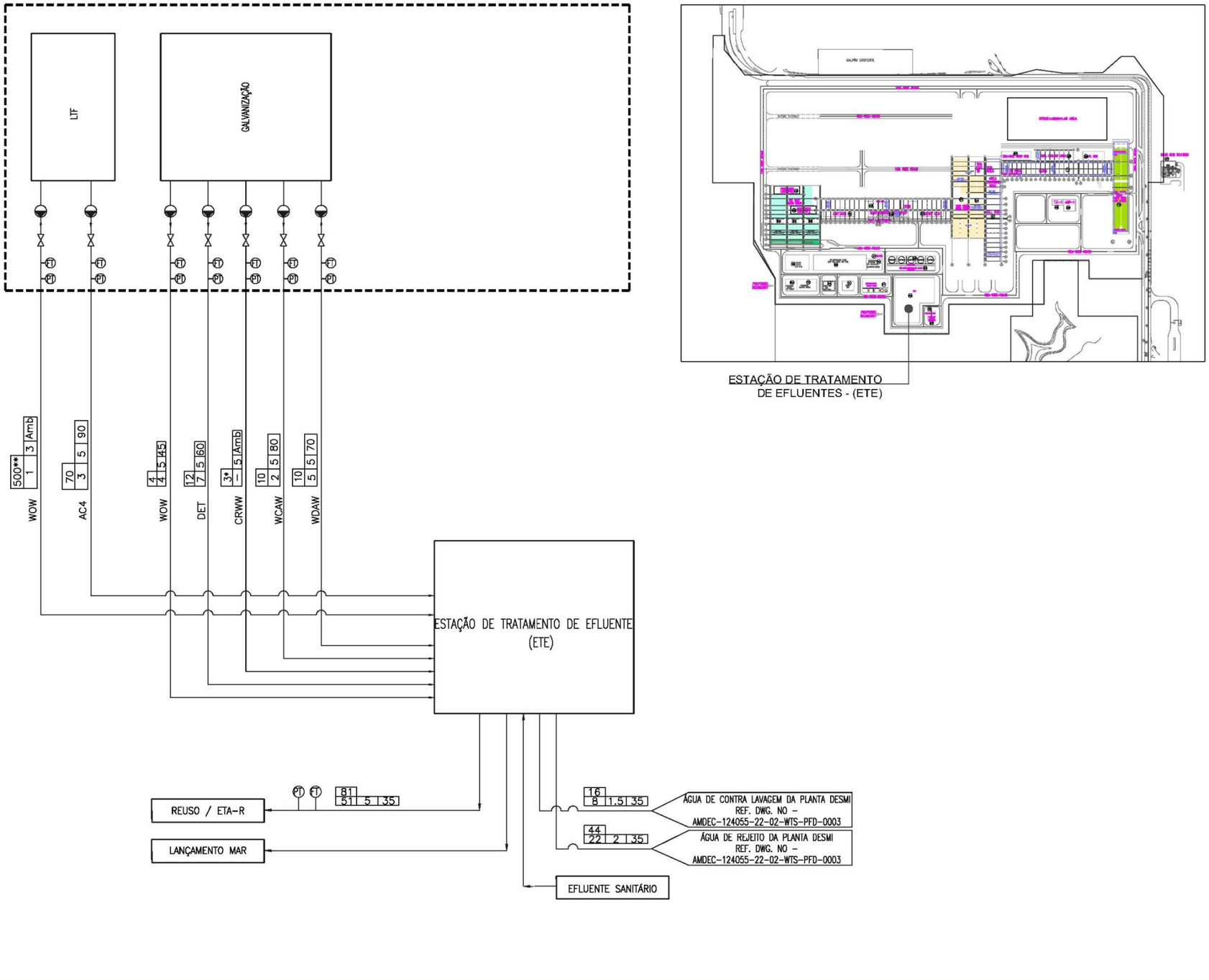


Figura 3.5.12-2: Fluxograma detalhado dos processos do Sistema de Tratamento de Efluentes Industriais (arquivo AMDEC-124055-22-02-WTS-PFD-0005_R0) previsto para a nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

A seguir, é apresentada a caracterização resumida dos efluentes industriais. A caracterização completa poderá ser avaliada no **Anexo 3.V**.

Efluente WOW – Efluente de águas oleosas

São os efluentes gerados no LTF (Laminação) com as seguintes características:

Tabela 3.5.12-1: Características dos efluentes gerados no processo de laminação.

Parâmetros	Valor	Unidades
pH	5 a 8	
Temperatura	30 - 70	ºC
Ferro Total	1000 - 2000	mg/l
Óleos e Graxas (máx.)	50000	mg/l
Sólidos Suspensos	200 - 400	mg/l
COD	100 - 1400	mgO_2/l

Efluente WOW – Efluente de águas oleosas

São os efluentes gerados na Galvanização com as seguintes características:

Tabela 3.5.12-2: Características dos efluentes gerados no processo de galvanização.

Parâmetros	Valor	Unidades
pH	6 a 8,5	--
Temperatura	40 - 45	ºC
Óleos e Graxas	< 50	g/l
Sólidos Suspensos	< 1000	mg/l
Sólidos Dissolvidos Totais	< 450	mg/l
Finos de Ferro	< 0,3	g/l
Cloretos	< 25	mg/l
Magnésio	< 200	mg/l
Zinco	< 2	g/l
Cromo	< 0,05	g/l

Efluente AC4 – Efluente de água com residual fraco de ácido

São os efluentes gerados no LTF (Unidade de Regeneração de Ácido e Linha de Decapagem) com as seguintes características:

Tabela 3.5.12-3: Características do efluente gerado no processo de regeneração de ácido e linha de decapagem.

Parâmetros	Valor	Unidades
Temperatura (máx.)	90	ºC
Ferro Total	10000	mg/l

Efluente DET – Efluente com particulado metálico

São os efluentes gerados na Galvanização com as seguintes características:

Tabela 3.5.12-4: Características do efluente gerado na galvanização com particulado metálico.

Parâmetros	Limite	Unidades
pH	8 a 9	---
Temperatura	50 - 60	ºC
Sólidos Suspensos Totais	< 200	mg/l
Sólidos Dissolvidos	< 4	mg/l
Óleos emulsionado	15	g/l
Cloretos	< 25	mg/l
Finos de Ferro	0,1	g/l
Zinco	< 0,1	g/l

Efluente CRWW – Efluente com cromo

São os efluentes gerados no processo de cromagem da Galvanização, com as seguintes características:

Tabela 3.5.12-5: Características do efluente com cromo proveniente do processo de galvanização.

Parâmetros	valor	Unidades
pH	< 3	---
Temperatura	AMB	ºC
Cloretos	< 25	mg/l
Zinco	< 2000	mg/l
Cromo	2900	mg/l

Efluente WCAW - Efluente concentrado de água alcalina

São os efluentes gerados na Galvanização. Estes efluentes possuem as seguintes características:

Tabela 3.5.12-6: Características do eluente de água alcalina do processo de galvanização.

Parâmetros	Valor	Unidades
pH	11-12	pH
BOD5 (total)	5200	mgO_2/l
COD (total)	62000	mgO_2/l
Óleo emulsionado	6,16	g/l
Finos de ferro	2,62	g/l
Sólidos Suspensos Totais	<20	mg/l
Sólidos Dissolvidos Totais	<2	mg/l
Cloretos	<25	mg/l
Gluconato de Sódio	1,8	g/l
Soda equivalente NaOH	18	g/l
Sulfactante não aniônico	2,5	g/l
Temperatura	70-80	ºC

Efluente WDAW – Efluente diluído de água alcalina

São os efluentes gerados na Galvanização. Estes efluentes possuem as seguintes características:

Tabela 3.5.12-7: Características do efluente diluído de água alcalina proveniente do processo de galvanização.

Parâmetros	Valor	Unidades
pH	8-10	pH
BOD5 (total)	700	mgO2/l
COD (total)	8300	mgO2/l
Óleo emulsionado	1,2	g/l
Finos de ferro	0,316	g/l
Sólidos Suspensos Totais	<4	mg/l
Sólidos Dissolvidos Totais	<0.4	mg/l
Cloretos	<25	mg/l
Gluconato de Sódio	0,11	g/l
Soda equivalente NaOH	2,4	g/l
Sulfactante não aniônico	0,32	g/l
Temperatura	60-70	ºC

Efluente de águas residuais

São provenientes das seguintes fontes: sistema de recirculação de água de resfriamento, drenagem do sistema de resfriamento, planta de desmineralização de água e drenagem de tanques de água diversos. Estes efluentes possuem as seguintes características:

Tabela 3.5.12-8: Características do efluente de águas residuais.

Parâmetros	Valor	Unidades
pH	5,0 a 7,0	
Temperatura	50	ºC
Cromo Total	1,5	mg/l
Ferro Total Insolúvel	1,5	mg/l
Zinco	2,5	mg/l
Boro Total	2,0	mg/l

3.5.12.1 Descrição dos processos do tratamento na ETE

O tratamento de efluentes consiste basicamente em três processos, tratamento físico-químico, seguido de tratamento biológico e posteriormente, desinfecção, conforme fluxograma apresentado na **Figura 3.5.12-1** e detalhado a seguir.

Os efluentes industriais são recebidos por tubulações na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) através de bombeamento. Cada "corrente" é recebido em tanques distintos e posteriormente bombeada para o sistema de tratamento físico-químico onde são tratadas com adição de produtos químicos, gerando efluente industrial tratado e lodo industrial, que são separados através de flotador com ar dissolvido. Este efluente industrial tratado é enviado para tratamento biológico, sistema de lodos ativados, enquanto o lodo industrial gerado é encaminhado para o tratamento de lodo.

Após o tratamento biológico, o lodo biológico é encaminhado para tratamento e o efluente passa por desinfecção em sistema Ultravioleta (UV), resultando no efluente final tratado que atenderá a Resolução Conama 430/11. Este efluente final tratado será encaminhado para uma das bacias de decantação do sistema de drenagem pluvial, onde poderá ser reutilizado diretamente na umectação de vias e pátios e/ou bombeado para o canal principal, podendo ser captado posteriormente para

produção de água de reuso na Estação de Tratamento de Água de Reuso existente (ETA-R), e o excedente lançado no mar, através do canal de retorno de água do mar existente.

O tratamento de lodo consiste em acumular e adensar o lodo proveniente do tanque de separação de óleo, do sistema de flotação e do clarificador. Todos estes lodos são adensados e seguem para o deságue que é efetuado por meio de centrífuga e/ou filtro prensa. O processo de desague gera lodo desaguado e efluente líquido. O lodo segue para o gerenciamento de resíduos e o efluente líquido retorna para o flotador físico-químico.

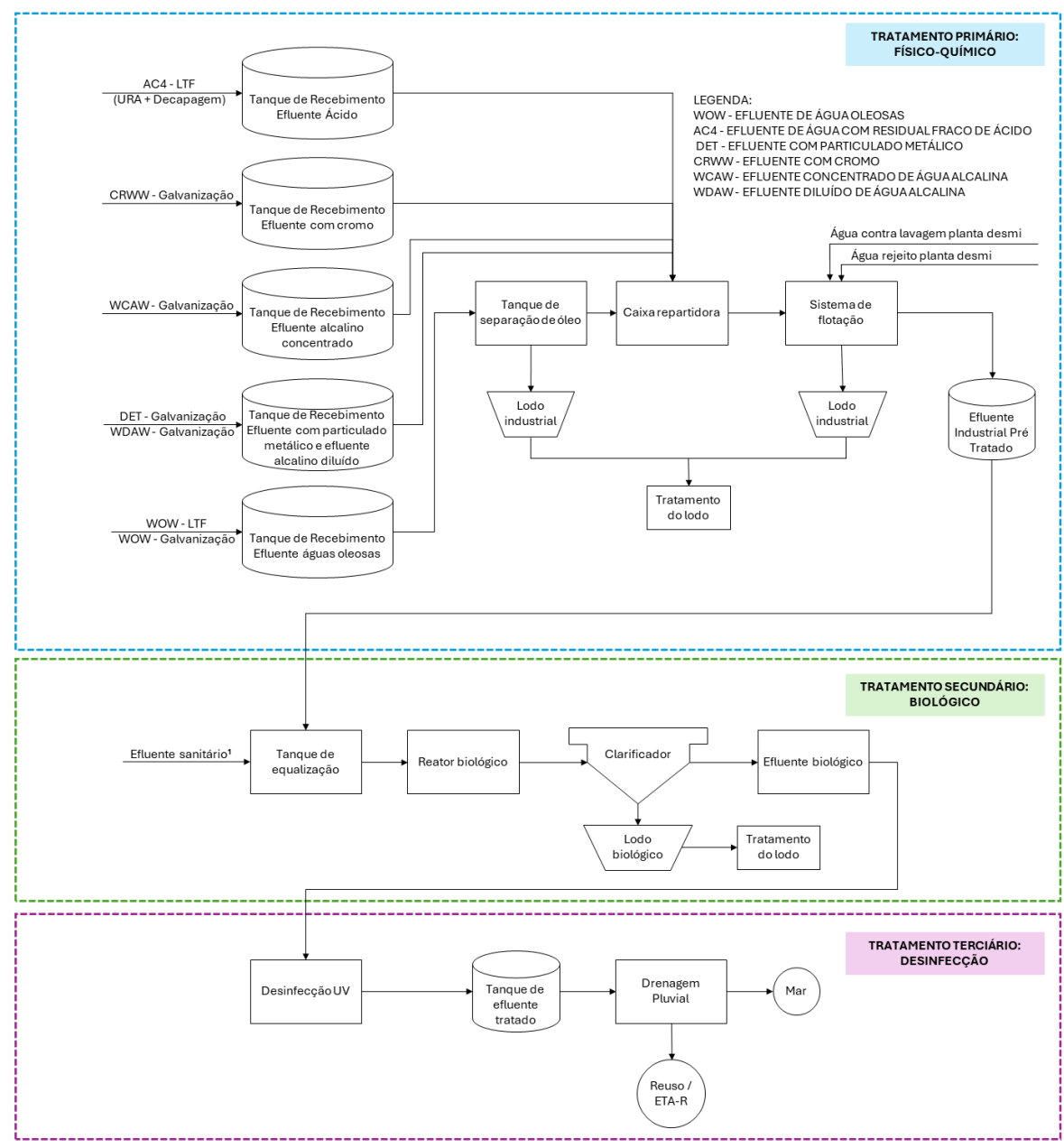


Figura 3.5.12.1-1: Fluxograma dos processos de tratamento de efluentes na ETE a ser implantada na nova planta na ArcelorMittal Tubarão. 1 O efluente sanitário poderá ser tratado internamente na ETE ou coletado e destinado externamente em empresa devidamente licenciada. (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.13 Resíduos Sólidos

➢ **Fase de Implantação**

Os resíduos típicos gerados durante as obras são aqueles oriundos de atividades de obras civis, como por exemplo: material de escavação, entulhos, madeiras, plásticos, papelão e papéis, metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis e outros materiais auxiliares como panos, trapos, estopas etc.

Contudo, antes da realização de quaisquer obras será necessária a realização da supressão de toda a vegetação existente no local para realização da terraplenagem. O plano de terraplenagem também inclui a remoção de uma camada média de 200 mm de material orgânico, a ser realizada após a supressão vegetal e o destocamento da área.

Considerando estas atividades, os principais resíduos a serem gerados durante esta fase de implantação são:

- Resíduo de madeira proveniente da supressão/destocamento ~ 8.284,68m^3;
- Camada de solo a ser removida após supressão/destocamento ~ 118.772,80 m^3;
- Outros resíduos de solos/construção civil durante a fase de obras ~ 20.000 m^3;
- Excedente de solo em função dos serviços de terraplenagem ~ 5.863 m$^{3\sim}$.

Para os resíduos relacionados à preparação do terreno, será priorizada a destinação final à medida que forem gerados, evitando a utilização de locais para armazenamento temporário. Se houver necessidade de armazenamento temporário, serão utilizados, de forma dinâmica e conforme as frentes de atuação, locais dentro da área do novo empreendimento, adotando todas as medidas de controle ambientais necessárias.

Os resíduos de supressão classificados como lenha, tora e torete provenientes da vegetação exótica serão destinados preferencialmente para empresas utilizadoras de lenha/madeira devidamente licenciadas. Os resíduos de supressão da vegetação nativa serão destinados na área do Cinturão Verde, nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) às margens das lagoas da empresa, para servirem como abrigo de fauna e futura incorporação dessa matéria orgânica ao ecossistema. As folhas e galhos finos que não forem destinados como lenha (resíduos) serão picotados e espalhados ao longo do Cinturão Verde para decomposição.

Os resíduos de escavação serão utilizados dentro do próprio polígono para conformação do terreno e na construção de um talude que circundará a área do empreendimento. O volume excedente será encaminhado para destinação externa em empresa ambientalmente licenciada.

Para os resíduos relacionados às obras de construção e montagem, as empresas prestadoras de serviço que não possuam certificação de gestão ambiental ou cuja certificação não contempla as atividades desenvolvidas dentro da ArcelorMittal Tubarão e que possuem aspectos ambientais significativos deverão elaborar o Plano Simplificado de Gestão Ambiental (PSGA), conforme procedimento PE-SGA-0012, que abrange a elaboração do inventário de resíduos, contendo informações sobre: geração e periodicidade; classificação conforme legislação vigente; as formas de acondicionamento, locais de armazenamento temporário e de disposição final; e, medidas de

controle para minimizar impactos ambientais ou riscos de acidentes, especialmente dos perigosos, sendo de responsabilidade dessas empresas a remoção e disposição adequada dos resíduos em área externa por empresa licenciada pelos órgãos ambientais.

A contratada deverá manter os registros detalhados dos manifestos de resíduos e certificados de destinação final, apresentando-os à contratante sempre que solicitado. Será priorizada a destinação final dos resíduos à medida que forem gerados, evitando a utilização de locais para armazenamento temporário. Se houver necessidade de armazenamento temporário, serão utilizados locais de armazenamento indicados dentro do polígono definido para o novo empreendimento e adotando-se todas as medidas de controle ambientais necessárias.

Os resíduos passíveis de reciclagem serão encaminhados para esse fim. Por exemplo, as sucatas metálicas poderão ser cortadas e encaminhadas ao pátio de sucatas na área interna da ArcelorMittal Tubarão, para posterior aproveitamento no processo produtivo. Nestes casos, a empresa contratada deverá realizar a remoção, separação, coleta seletiva e transporte de todos os materiais e resíduos recicláveis até os locais designados dentro da ArcelorMittal Tubarão autorizados para recebê-los, conforme acordado com o gestor do contrato e desde que em acordo com o **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)** em vigor e que é apresentado no **Capítulo 4 Meio Físico**.

- **Fase de Operação**

A principal característica do processo de galvanização, quando comparado a outros processos metalúrgicos, é a utilização de produtos químicos. Com isso, além de resíduos similares aos já gerados na ArcelorMittal Tubarão, a operação da galvanização contribuirá para geração de pequenas quantidades de produtos químicos diversos classe I e classe II (ácidos, óleos, zinco etc.) e borras classe I e classe II (borra ácida, borra oleosa, borra de zinco etc.).

Contudo, em termos de volumes, os principais resíduos gerados no processo produtivo, são as extremidades e bordas cortadas das bobinas e os resíduos da liga de zinco proveniente do processo de galvanização, conforme apresentado na figura a seguir. As sobras da fundição desta liga serão armazenadas e então reenviadas ao fornecedor da matéria-prima para o seu reprocessamento. Enquanto todas as extremidades cortadas das bobinas, classificadas como sucatas metálicas, serão coletadas por caçambas na área da nova planta e encaminhadas ao pátio de sucatas na área interna da ArcelorMittal Tubarão, para aproveitamento posterior na fabricação de novas bobinas de aço.

Todos os resíduos gerados durante a operação serão segregados na fonte, armazenados de acordo com a sua classificação e a destinação final atenderá as exigências legais estabelecidas para cada tipo de resíduo, sendo que os resíduos passíveis de reciclagem serão encaminhados para esse fim e, caso esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento, serão encaminhados para aterro licenciado.

O galpão de armazenamento temporário de resíduos estará localizado nas proximidades do prédio administrativo e de escritórios (vide **Figura 3.5.10-1**, conforme já apresentado nos desenhos 3D quando do detalhamento do Almoxarifado de Produtos Químicos no item **3.5.10 Produtos Químicos**, e cujos detalhes também podem ser vistos no projeto apresentado na **Figura 3.5.13-1 (Anexo 3.I - 17-000-DE-C-0003-A-0001 – Colorido)**.

Essas ações têm como princípio a adoção de uma hierarquia na gestão dos resíduos que visa minimizar os impactos associados à geração de resíduos e estão de acordo com o **PGRS** apresentado no **Capítulo 4 Meio Físico**, onde poderão ser vistos maiores detalhes acerca das diretrizes e medidas associadas a este tema e que vão de encontro ao Plano Diretor de Coprodutos que busca reduzir a geração de resíduos, eliminar estoques, desenvolver aplicações para os coprodutos e encontrar formas de reciclá-los internamente.

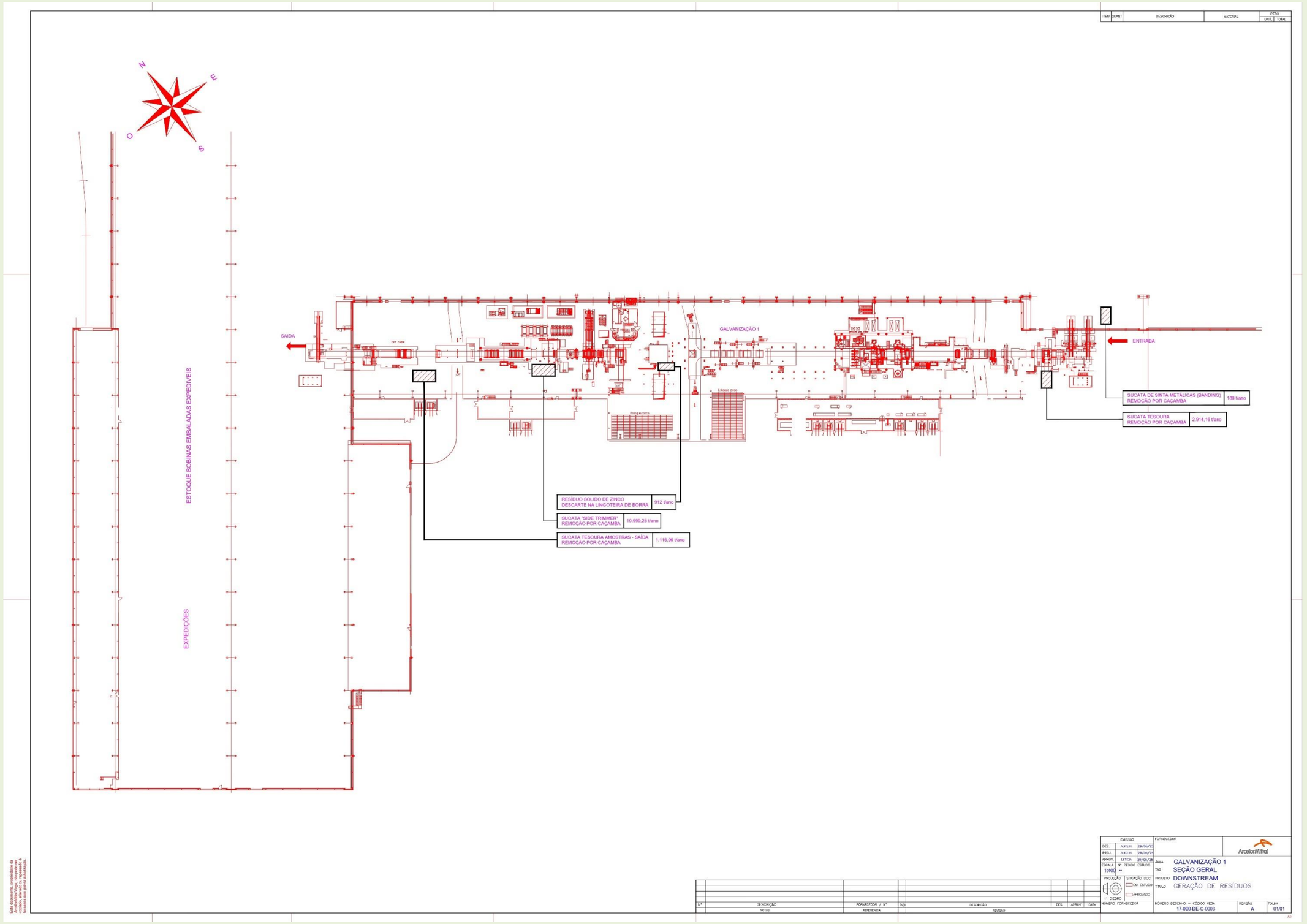


Figura 3.5.13-1: Indicação dos principais resíduos previstos durante a operação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

3.5.14 Ruído

- **Fase de Implantação**

O ruído durante a etapa de implantação é proveniente majoritariamente de movimentações de veículos e equipamentos, devido a movimentação de terra, terraplenagem, arruamento, estaqueamento (estaca hélice) e montagem de galpões e equipamentos.

Tendo em vista a localização das áreas das interferências, distante dos potenciais receptores críticos na ordem de 400 metros em direção norte e 500 metros em direção oeste, presença do cinturão verde no entorno da unidade, que atua como faixa de atenuação natural, conforme poderá ser visto em maiores detalhes adiante, bem como das características da própria implantação e das atividades que serão realizadas nesta fase, estima-se que os ruídos gerados irão se restringir às áreas próximas ao Canteiro de Obras. Para garantir a minimização dos níveis de ruído, a ArcelorMittal Tubarão irá adotar diversas medidas de controle durante as obras conforme já descritas ao longo deste capítulo, tais como utilização de estaca hélice e montagem de equipamentos dentro de galpões, dentre outras.

- **Fase de Operação**

Considerando que as principais fontes geradoras de ruído na etapa de operação serão os próprios equipamentos incluindo todos os seus sistemas associados, foram realizadas medições na ArcelorMittal Vega, onde este processo se encontra instalado e operacional. Os dados coletados foram convertidos em espectros de potência sonora conforme a norma ISO 3746 e então utilizados na modelagem de dispersão sonora na área de implantação da nova planta na ArcelorMittal Tubarão, sendo que os resultados indicaram não ser esperado alteração no índice de pressão sonora já existente na região, conforme detalhado no "**DIAGNÓSTICO DO RUÍDO ATUAL E ESTUDO DE IMPACTO SONORO DA PLANTA DE LAMINAÇÃO A FRIO E LINHA DE GALVANIZAÇÃO DE BOBINAS DE AÇO"** elaborado pela GROM Acústica & Vibração e apresentado na íntegra no **Anexo 4.IV**.

A identificação das fontes sonoras da futura planta apontou como principais emissores de ruído os galpões de Decapagem, Laminação, Galvanização, Linha de Inspeção e Unidade de Recuperação de Ácido, além da Torre de Resfriamento, Subestação Elétrica, exaustores e equipamentos auxiliares. A modelagem acústica foi realizada no software *SoundPLAN Noise*, com base no layout técnico e no modelo tridimensional da planta.

A análise dos mapas acústicos gerados, especialmente o mapa de operação da nova planta e o mapa de conflito (**Figura 3.5.14-3**), e dos resultados nos pontos de controle simulados demonstra que a operação da nova unidade não ultrapassa os limites ambientais definidos para a área do entorno. Os níveis de ruído projetados permanecem abaixo de 50 dB(A) no período noturno além do limite da propriedade da ArcelorMittal Tubarão, conforme pode ser visualizado nas figuras abaixo, que apresentam o cenário acústico previsto com o empreendimento em operação considerando a soma do ruído gerado pelas atividades da nova planta com o som residual já existente no entorno, tanto para o período diurno (**Figura 3.5.14-1**) como período noturno (**Figura 3.5.14-2**).

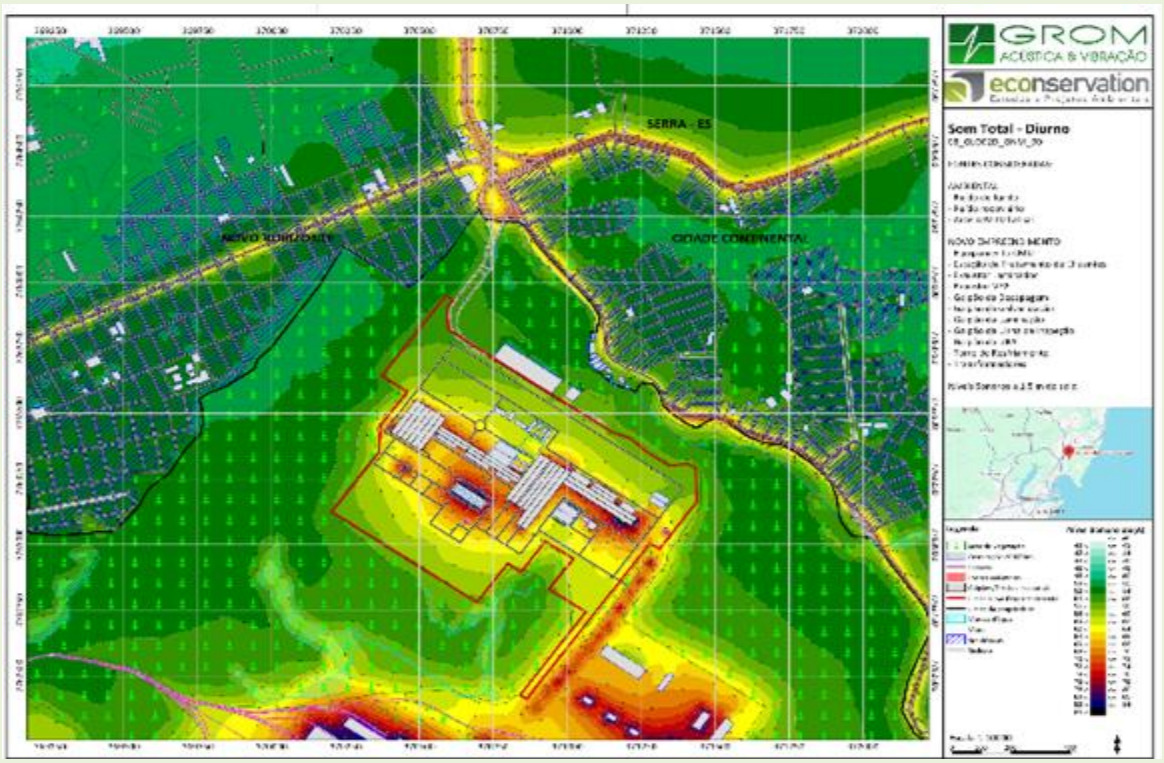


Figura 3.5.14-1: Cenário acústico diurno previsto com o empreendimento em operação, considerando a soma do ruído gerado pelas atividades da planta com o som residual existente no entorno da ArcelorMittal Tubarão. (Fonte: GROM Acústica & Vibração).

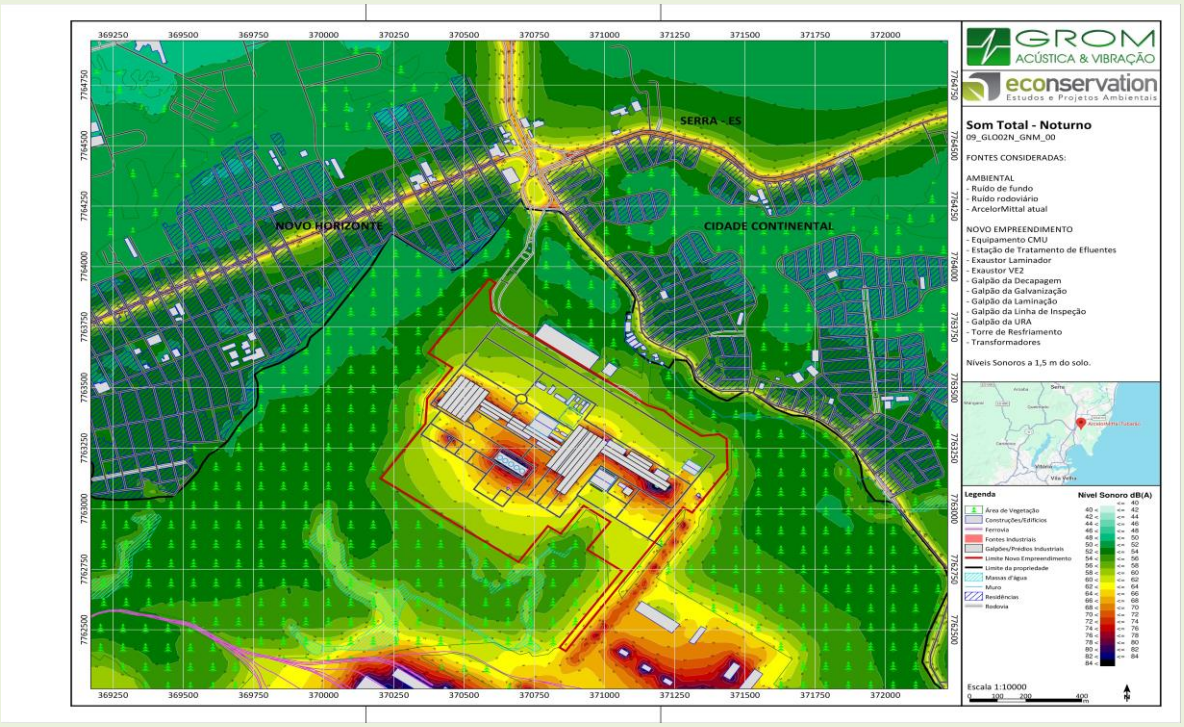


Figura 3.5.14-2: Cenário acústico noturno previsto com o empreendimento em operação, considerando a soma do ruído gerado pelas atividades da planta com o som residual existente no entorno da ArcelorMittal Tubarão. (Fonte: GROM Acústica & Vibração).

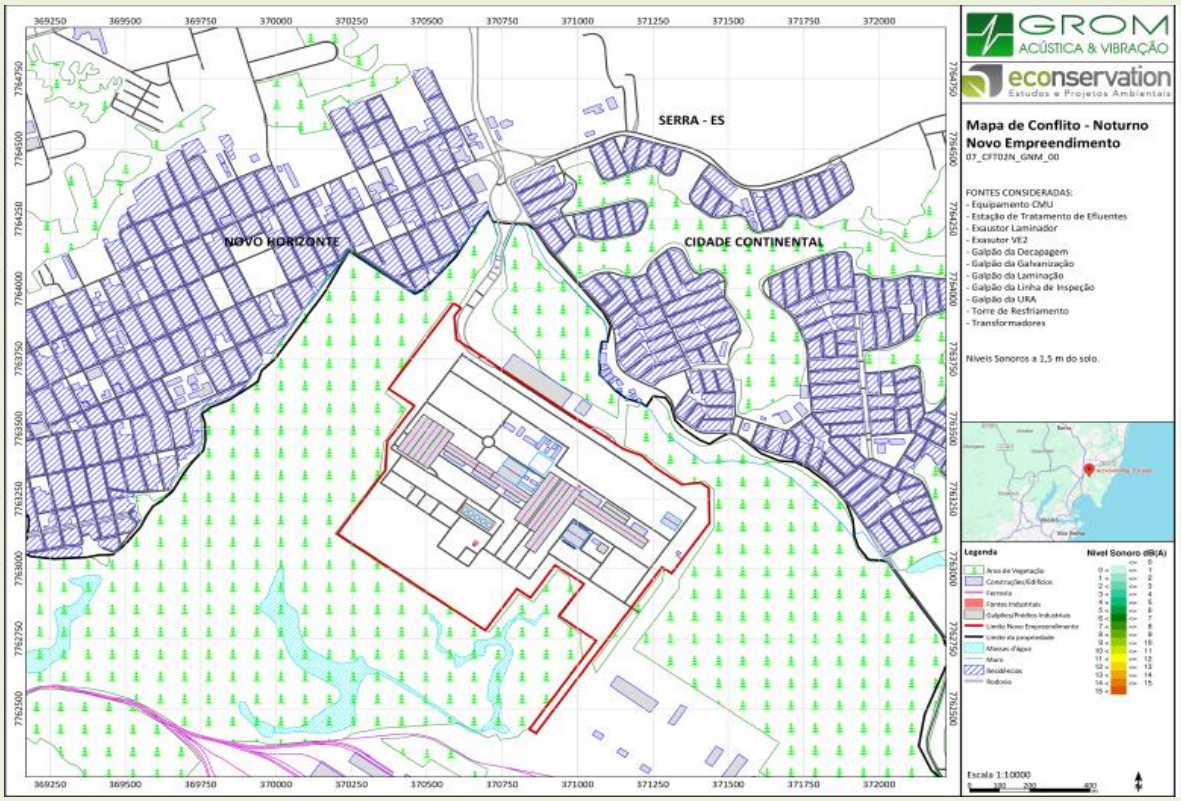


Figura 3.5.14-3: Mapa de conflito noturno (Fonte: GROM Acústica & Vibração).

A avaliação do layout de instalação da nova unidade evidencia alguns fatores que contribuem para a manutenção dos níveis de ruído dentro dos limites ambientais, tais como as distâncias entre as principais fontes de ruído e os receptores críticos no entorno, que são da ordem de 400 metros em direção norte e 500 metros em direção oeste, presença do cinturão verde no entorno da unidade, que atua como faixa de atenuação natural, promovendo redução de até 4 dB(A), sobretudo na porção oeste da propriedade e o próprio posicionamento dos principais galpões industriais, localizados predominantemente na porção central e sul do terreno, funcionando também como barreiras físicas para outras fontes sonoras relevantes, como a Torre de Resfriamento e o Galpão da URA.

Tendo em vista os resultados, não se identifica, no momento, a necessidade de medidas de mitigação específicas para a nova planta prevista.

Ainda assim, visando garantir a manutenção dos níveis de ruído dentro dos limites ambientais, toda a operação será acompanhada através do monitoramento previsto nesta fase conforme descrito no Programa Monitoramento de Ruídos apresentado no Capítulo 4 Meio Físico, onde poderão ser vistos maiores detalhes acerca do monitoramento em si e das diretrizes e medidas associadas a este tema.

3.5.15 Emissões Atmosféricas

- **Fase de Implantação**

As principais fontes de emissões nesta fase estão associadas à geração de particulados, resultantes da movimentação de veículos, das operações de terraplenagem, escavação e do manuseio de resíduos de obra. Tendo em vista as características da implantação a presença de barreiras vegetais em seu entorno e as características da implantação e das atividades que serão realizadas nesta fase, estima-se que as emissões atmosféricas durante as obras não sejam significativas.

Ainda assim, caso as atividades das empresas contratadas envolvam aspectos ambientais relacionados a emissões atmosféricas, as empresas deverão seguir as medidas mitigadoras propostas a partir da análise de impactos para o meio físico. apresentado no **Capítulo 4 Meio Físico**, tais como: controle de arraste de material para vias pavimentadas e não pavimentadas, por meio de umectação com água de reuso e/ou polímeros, sendo a contratada responsável pela limpeza e umectação dessas áreas; utilização de polímeros também nas áreas com solo exposto após terraplenagem e antes das obras efetivas; estabelecimento de limites de velocidade nas vias internas; transporte de entulhos e materiais de escavação exclusivamente em caminhões lonados.

No caso de estocagem a céu aberto, especialmente de materiais aguardando disposição final ou materiais aguardando reaterro, independentemente da altura das pilhas, medidas adicionais também deverão ser implementadas para evitar e/ou minimizar emissões durante o manuseio e transporte, bem como por arraste eólico, tais como: umectação e/ou aplicação de polímeros assim como lonamento das pilhas, se necessário.

- **Fase de Operação**

Nesta fase está prevista a geração de material particulado, em mínimas quantidades, portanto, não sendo um aspecto ambiental significativo, basicamente oriundo da etapa de decapagem e da laminação a frio, mas que receberão integralmente os controles ambientais necessários para atendimento a legislação vigente.

As principais fontes de emissões identificadas foram associadas a geração de gases inerentes aos processos de galvanização e laminação a frio, que serão integralmente encaminhados para as suas respectivas unidades de tratamento de gases, conforme já descrito ao longo do processo e que obedecerão aos limites de emissões estabelecidos na legislação vigente. Convém salientar que toda operação será realizada dentro de galpões fechados, sem manuseio de materiais pulverulentos, portanto, não é previsto a geração significativa a partir de fontes difusas.

Outra fonte pontual está associada aos gases de combustão do forno, que são succionados através de exaustores centrífugos dimensionados para garantir a segurança operacional da planta. Os parâmetros de qualidade contidos nesses gases exaustos para atmosfera por meio de uma chaminé atenderão os padrões definidos pela legislação ambiental. Importante destacar ainda que este forno será alimentado com Gás Natural, menos poluente do que outras fontes.

Tendo em vista a ausência de legislação específica no Estado do Espírito Santo o dimensionamento das unidades observará os limites estabelecidos na Resolução CONSEMA nº 190, de 1º de abril de

2022, emitida pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina, conforme os parâmetros indicados na **Tabela 3.5.15-1** apresentada abaixo.

Tabela 3.5.15-1: Referência legal utilizada para dimensionamento das fontes de emissões atmosféricas.

Item	Unidade	Fonte de Emissão	Tipo	Controle	Parâmetro	Resolução CONSEMA Nº 190/2022 do Estado de Santa Catarina (em vista da ausência de legislação específica no Estado do Espírito Santo)		
						Valor [mg/Nm³]	Artigo	Inciso
1	Decapagem (*Pickling Line*)	Seção de entrada - Despoeiramento (*Entry and scale breaker section*)	Chaminé (*stack*)	Sistema de despoeiramento (*dedusting system*)	Material Particulado	250	64	I
2	Decapagem (*Pickling Line*)	Tanques de ácido (*Pickling tanks*)	Chaminé (*stack*)	Lavadores (*scrubber*)	Material Particulado	250	64	I
					Ácido Clorídrico como HCl	30	67	III-b
3	Unidade de Regeneração de Ácido - URA (*ARP*)	URA (*ARP*)	Chaminé (*stack*)	Lavadores (*scrubber*)	Material Particulado	250	64	I
					Ácido Clorídrico como HCl	30	67	III-b
					Óxidos de Nitrogênio como NO2 (mg/Nm³)	320 (17% de O2 corrigido)	20	I-b
4	Linha de Galvanização (*Galvanizing line*)	Forno de Recozimento Contínuo (*Continuous annealing furnace*)	Chaminé (*stack*)	-	Óxidos de Nitrogênio como NO2 (mg/Nm³)	320 (3% de O2 corrigido)	20	I-a
					Monóxido de Carbono (CO)	80 (3% de O2 corrigido)	20	I-a
					Dióxido de Enxofre (SO2)	70 (3% de O2 corrigido)	20	I-a
5	Linha de laminação a frio	Laminação a frio	Chaminé	Sistema de remoção de gotículas	Substâncias Gasosas Orgânicas como C-Total	150	68	I

Fonte: Estudo de Dispersão Atmosférica, 2025.

3.5.15.1 Inventário de Emissões Atmosféricas

Para elaboração do inventário de emissões atmosféricas para a nova planta não seria possível realizar medição já que a unidade está em fase de planejamento. Felizmente a ArcelorMittal possui uma planta de Laminação de Tiras a Frio (LTF) na unidade Vega, localizada no Litoral Norte de Santa Catarina (SC), em São Francisco do Sul, que é similar à planta prevista para ser implantada na unidade da ArcelorMittal Tubarão. Foram então consideradas as mesmas taxas de emissões para todos os poluentes bem como as características das fontes de emissões, como vazão, temperatura e altura de chaminé que, frente ao projeto previsto, permitiram estimar as emissões atmosféricas previstas para esta nova planta a ser instalada na ArcelorMittal Tubarão e que são apresentadas na **Tabela 3.5.15.1-1**.

Tabela 3.5.15.1-1: Resumos das emissões estimadas para a nova planta (LTF) em kg/h e g/s.

Unidade	Fontes	Taxa de Emissão [kg/h]							
		PM	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NOx	SO_2	CO	HCL	HCT
LTF	Pontuais	2.950	2.950	2.950	3.479	26.378	4.970	0.205	0.924
	Vias	0.122	0.026	0.008	0.065	0.002	0.024		-
Unidade	**Fontes**	**Taxa de Emissão [g/s]**							
		PM	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NOx	SO_2	CO	HCL	HCT
LTF	Pontuais	0.819	0.819	0.819	0.966	7.327	1.380	0.057	0.257
	Vias	0.034	0.007	0.002	0.018	0.001	0.007		-

Fonte: Estudo de Dispersão Atmosférica, 2025.

Maiores informações acerca destas estimativas podem ser vistas no **Estudo de Dispersão Atmosférica**, apresentado na íntegra no **Anexo 4.II** e que teve o objetivo de avaliar a qualidade do ar na região e o possível impacto da nova planta da ArcelorMittal Tubarão e cujos resultados são apresentados e discutidos adiante no **item 3.5.16. Prognóstico da Qualidade do Ar**.

3.5.15.2 Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

A estimativa apresentada para o inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) considera uma base anual (1º de janeiro a 31 de dezembro) e contempla as atividades de decapagem, laminação a frio e galvanização previstas para a nova planta na ArcelorMittal Tubarão. As emissões de GEE foram calculadas conforme metodologia do *GHG Protocol* contemplando os escopos 1 e 2 para o dióxido de carbono (CO_2). Destaca-se que as emissões foram estimadas com base em dados de projeto, uma vez que a unidade está em fase de licenciamento e não se encontra em operação.

A emissão anual total (escopos 1 e 2) foi estimada em 80.489 tCO_2. As emissões mais significativas são as emissões de escopo 1 (emissões diretas), representando aproximadamente 80% das emissões totais enquanto as emissões de escopo 2 (emissões indiretas da energia adquirida) representam 20% das emissões totais, conforme **Figura 3.5.15.2-1**.

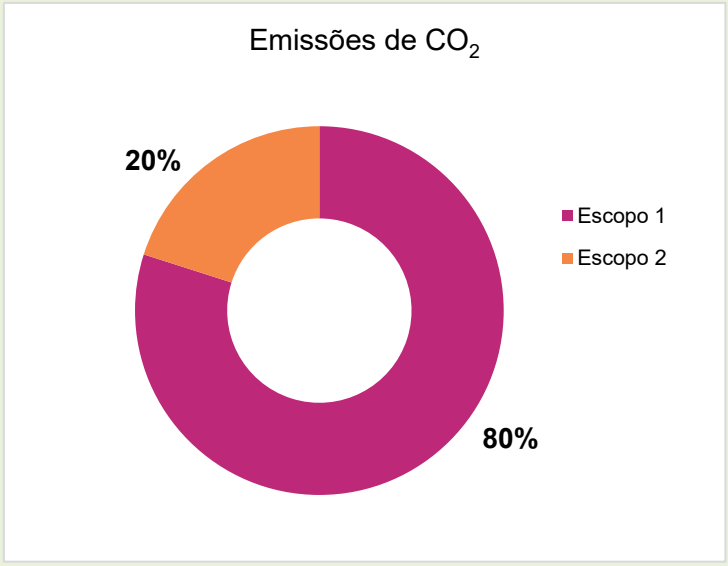


Figura 3.5.15.2-1: Emissões de CO2 por escopo (Fonte: ArcelorMittal Tubarão).

Para os cálculos das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) foi necessário compreender o balanço de consumo e produção associado à unidade operacional em avaliação, bem como considerar os consumos de eletricidade que englobam também a energia elétrica consumida para fornecimento de utilidades geradas internamente, como ar comprimido, nitrogênio e hidrogênio.

Para os Fatores de Emissão (FE) de GEE para o escopo 1 foi utilizada a base própria da ArcelorMittal, denominada *Basis of Reporting*, que apresenta o conteúdo de carbono dos itens considerados nos inventários do grupo. Para converter o teor de carbono em emissão de CO_2, utiliza-se a razão entre suas massas molares: 44 g/mol para CO_2 e 12 g/mol para C. Essa relação resulta em um fator de conversão de 3,67. Assim, cada tonelada de carbono gera 3,67 toneladas de CO_2. A **Tabela 3.5.15.2-1** apresenta os fatores de emissão utilizados para escopo 1.

Tabela 3.5.15.2-1: Detalhamento da estimativa de consumo para operação da nova planta.

Item	FE	Unidade
Bobinas laminadas a quente	0,0015	tCO_2/t
Bobinas decapadas	0,0015	tCO_2/t
Bobinas galvanizadas	0,0015	tCO_2/t
Gás natural	0,0020	$tCO_2/Nm3$
Sucata metálica interna	0,0015	tCO_2/t

Fonte: https://corporate-cm-prod.arcelormittal.com/media/3fwar2wu/2024-sustainability-report.pdf.

Destaca-se que foram consideradas apenas as emissões do Dióxido de Carbono (CO_2) por serem as mais relevantes para este tipo de processo, representando praticamente a totalidade de emissões de GEE associadas à unidade de produção em questão.

Para o cálculo das emissões de GEE para o escopo 2 associadas ao consumo de eletricidade, foi utilizada média dos últimos 3 anos dos fatores de emissão de CO_2 pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil, disponibilizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, conforme apresentado na **Tabela 3.5.15.2-2**.

Tabela 3.5.15.2-2: Fator de emissão de CO2 de Energia Elétrica do Grid brasileiro.

Item/Ano	2022	2023	2024	Média
FE (tCO2/MWh)	0,0426	0,0385	0,0545	0,0452

Fonte: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao.

A **Tabela 3.5.15.2-3** apresenta o resultado dos cálculos das emissões de CO_2 conforme as categorias descritas na metodologia do *GHG Protocol*, para escopo 1 e escopo 2. Como mencionado anteriormente, apenas o CO_2 foi considerado nos cálculos em função de sua representatividade no contexto dos GEE para uma unidade composta pelos processos de decapagem, laminação a frio e galvanização de bobinas de aço, como o caso em avaliação.

Tabela 3.5.15.2-3 : Resultado dos cálculos de emissões de CO2 (t).

Escopo	Categoria	Emissões (tCO_2)	Emissões CO_2 biogênico (t)
1	Combustão móvel	0	0
1	Combustão estacionária	64.334,03	0
1	Processos industriais	0	0
1	Atividades agrícolas	0	0
1	**Total**	**64.334,03**	**0**
2	Aquisição de energia elétrica - Abordagem baseada na localização	16.154,84	0
2	Aquisição de energia elétrica - Abordagem baseada na escolha de compra	0	0
2	**Total**	**16.154,84**	**0**

Fonte: ArcelorMittal Tubarão.

Ressalta-se que os valores calculados refletem dados de projeto, uma vez que a planta não está em operação. Nesse sentido, foram considerados os principais consumos da unidade e não há estimativa de perdas. Observa-se ainda que a totalidade das emissões de escopo 1 referem-se a combustão estacionária, mais especificamente pelo uso do gás natural nas unidades produtivas e, conservadoramente, consideraram também a pegada de carbono de todo o processo produtivo associado, ou seja, incluíram as estimativas de emissão de CO2 da produção das bobinas laminadas a quente pela empresa, uma vez que estas são insumos importantes para a nova planta avaliada.

3.5.16 Prognóstico da Qualidade do Ar

Com o objetivo de permitir a apresentação de um *Prognóstico da Qualidade do Ar* foi elaborado o **Estudo de Dispersão Atmosférica** apresentado na íntegra no **Anexo 4.II** que buscou identificar, caracterizar e quantificar as emissões atmosféricas para a Região da Grande Vitória (RGV) em diferentes cenários de operação.

Para tanto, este estudo, desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), por meio da Fundação Christiano Almeida, avaliou as concentrações de partículas totais em suspensão (PTS), material particulado inalável menor do que 10 micrometros (MP_{10} ou PM_{10}), material particulado inalável menor do que 2,5 micrometros ($MP_{2,5}$ ou $PM_{2,5}$), dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), monóxido de carbono (CO), ácido clorídrico (HCl) e substâncias gasosas orgânicas expressas como carbono total (HCT) e considerou os seguintes cenários:

- Cenário 1: Contribuição de todas as fontes do novo empreendimento sobre a qualidade do ar da região;
- Cenário 2: Contribuição total das fontes do novo empreendimento em sinergia com as demais fontes da ArcelorMittal Tubarão, com base no inventário mais atualizado.

Conforme descrito anteriormente no item **3.5.15.1 Inventário de Emissões Atmosféricas**, em virtude do projeto similar, foram consideradas as mesmas taxas de emissões para todos os poluentes bem como as características das fontes de emissões, como vazão, temperatura e altura de chaminé da ArcelorMittal Vega para elaboração do inventário de emissões atmosféricas para a nova planta prevista. Importante destacar que foi considerado que o novo sistema contará com coifas de exaustão para captação dos poluentes gerados nas etapas críticas do processo, conduzindo-os a um sistema de controle de emissões, de modo a garantir o atendimento aos limites legais de emissão de material particulado, conforme descrito em detalhes no item **3.5.2 Descrição do Processo Produtivo**.

Já as informações utilizadas para quantificar as emissões atuais da ArcelorMittal Tubarão foram oriundas do diagnóstico Inventário de Emissões Atmosféricas de Fontes Fixas – Ano Base: 2024[2], que é enviado anualmente ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) (ArcelorMittal Tubarão, 2024). Entretanto, tal inventário não contempla as emissões de $PM_{2,5}$, cuja proporção $PM_{2,5}/PM_{10}$ foi obtida por similaridade das fontes dentro da área industrial da ArcelorMittal Tubarão e com base no Inventário de Emissões Atmosféricas da Região da Grande Vitória (RGV) de 2015 (Ecosoft, 2019), que contemplou as fontes da ArcelorMittal Tubarão no inventário oficial do IEMA.

O inventário de emissões consolidado e aplicado neste estudo de dispersão de poluentes de toda a ArcelorMittal Tubarão (AMT) e da nova planta (LTF) estão resumidamente apresentados na **Tabela 3.5.16-1**.

Tabela 3.5.16-1: Resumos das emissões das fontes da AMT e LTF em kg/h e g/s.

Unidade	Fontes	Taxa de Emissão [kg/h]							
		PM	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NOx	SO_2	CO	HCL	HCT
AMT	Pontuais	118.59	76.27	47.19	482.65	854.37	9894.14	-	-
	Difusas	6.51	3.10	1.40	0.15	4.23	2.33	-	-
	Transferência	20.70	4.88	0.86	0.00	0.00	0.00	-	-
	Vias	7.327	1.715	0.366	2.474	0.087	0.862	-	-
LTF	Pontuais	2.950	2.950	2.950	3.479	26.378	4.970	0.205	0.924
	Vias	0.122	0.026	0.008	0.065	0.002	0.024	-	-
Unidade	**Fontes**	**Taxa de Emissão [g/s]**							
		PM	PM_{10}	$PM_{2,5}$	NOx	SO_2	CO	HCL	HCT
AMT	Pontuais	32.94	21.19	13.11	134.07	237.33	2748.37	-	-
	Difusas	1.81	0.86	0.39	0.04	1.18	0.65	-	-
	Transferência	5.75	1.36	0.24	0.00	0.00	0.00	-	-
	Vias	2.035	0.476	0.102	0.687	0.024	0.239	-	-
LTF	Pontuais	0.819	0.819	0.819	0.966	7.327	1.380	0.057	0.257
	Vias	0.034	0.007	0.002	0.018	0.001	0.007	-	-

Fonte: Estudo de Dispersão Atmosférica, 2025.

[2] *Inventário de Emissões Atmosféricas de Fontes Fixas – Ano Base: 2024*, produzido em atendimento legal à condicionante n.° 07 estabelecida na licença de operação da ArcelorMittal Tubarão (LO GAI 282/2008).

Para avaliar a qualidade do ar nos munícipios circunvizinhos à ArcelorMittal Tubarão foram consideradas as máximas concentrações de curta e exposição da região, que tem como base o Relatório da Qualidade do Ar na Grande Vitória referente aos anos de 2022 a 2024 (IEMA, 2020, 2021, 2022, 2023, 2025) e que utilizou a rede automática da qualidade do ar da Grande Vitória (EMQAr) que é constituída de 10 estações de qualidade do ar, exceto a estação Vila Capixaba que não está compreendida no domínio de modelagem adotado no estudo, conforme apresentado na **Figura 3.5.16-1**.

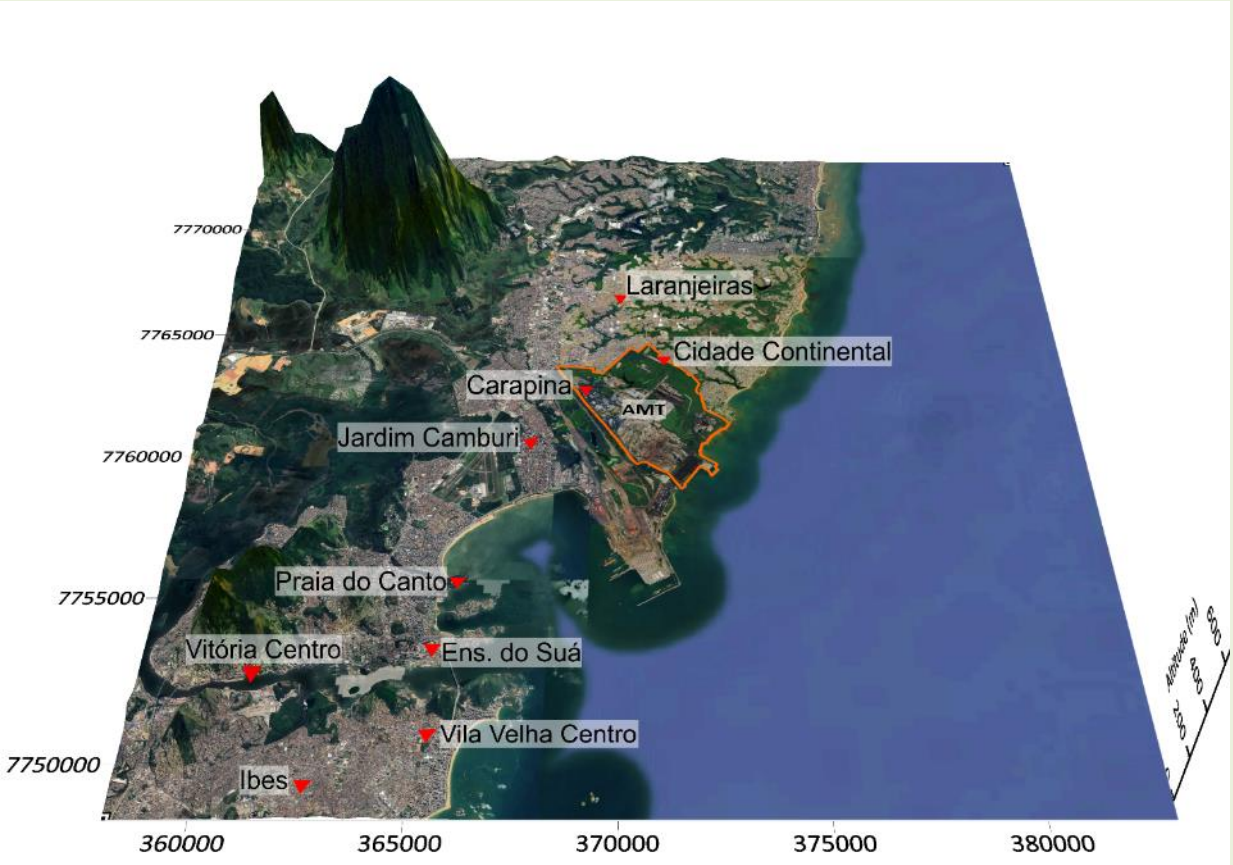


Figura 3.5.16-1: Localização das nove EMQAr utilizadas no estudo em relação a ArcelorMittal Tubarão (AMT) e ao relevo da região da Grande Vitória. Datum SIRGAS 2000 (Fonte: Estudo de Dispersão Atmosférica UFMG/UERJ).

Os dados meteorológicos de superfície da região e da estrutura vertical da atmosfera local foram obtidos do Aeroporto de Vitória – Eurico de Aguiar Salles. Para complementar os dados faltantes, foi utilizado modelo meteorológico de mesoescala *Weather Research and Forecasting* (Skamarock et al., 2019), abrangendo o período de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024 – totalizando três anos de informações meteorológicas, com base em parametrizações validadas pelo estudo de Kitagawa *et al.* (2022).

Foi utilizada a versão atualizada do modelo AERMOD, versão 24142 2024 (USEPA, 2024a). Este modelo é capaz de estimar concentrações de poluentes próximas à superfície em um raio de 50 quilômetros da fonte emissora, sendo aplicável a áreas rurais e urbanas, com terrenos planos ou complexos, e considerando múltiplas fontes de emissão pontuais, de área e de volume (USEPA, 2019a, 2019b).

- Importante destacar que as simulações foram realizadas sob uma abordagem conservadora, utilizando o modo *Regulatory Default*, no qual não são considerados processos de remoção, deposição ou reações químicas. Com isso, as estimativas de concentração obtidas tendem a ser superiores aos valores esperados para a área ao entorno da ArcelorMittal Tubarão;

Com base nos resultados obtidos para cada cenário avaliado e a comparação entre eles, foram estabelecidas as principais conclusões deste estudo:

- A união dos dados meteorológicos medidos nas estações do aeroporto de Vitória com os dados da estação do INMET A612 junto com o preenchimento dos dados faltantes com dados modelados do WRF permitiu ter 100% de horas válidas para modelagem com o AERMOD e a validação da modelagem com WRF mostrou que o modelo conseguiu representar as condições reais do domínio de modelagem;
- Os cenários 1 e 2 não violaram os padrões da qualidade do ar para PTS, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_2, NO_2 e CO da legislação estadual e federal, Decreto Estadual nº 6.076-R/25 e da CONAMA 506/2024 fora dos limites industriais e mesmo as maiores concentrações que ficaram acima dos limites da legislação foram encontradas dentro da área industrial, porém essas concentrações não são de caráter ambiental. Adicionalmente, esses pontos receptores bem próximos as fontes tendem a superestimar as concentrações, portanto devem ser analisados com cautela;
- As concentrações simuladas no cenário 1, com apenas as emissões do LTF alcançaram concentrações baixas, causando um impacto muito pequeno na qualidade do ar sobre a RGV e estações de monitoramento da qualidade do ar;
- O cenário 2, que compreende todas as emissões do ano base de 2024 mais as emissões do LTF, que representará o cenário da condição futura, mostraram que para todos os poluentes não houve violações dos padrões de qualidade do ar para o período analisado, indicando que a implantação e operação da LTF não causará aumento significativo nas concentrações de poluentes.

3.5.17 Medidas de Segurança e Prevenção de Acidentes

- **Fase de Implantação**

Todas as atividades serão realizadas obrigatoriamente com documento detalhado da atividade, bem como sua análise de risco e medidas de controle, como é o padrão atual para todas as atividades realizadas dentro da ArcelorMittal Tubarão.

Além disso, a empresa conta com ações de treinamento para os colaboradores próprios e terceiros focados nos aspectos de segurança e prevenção de acidentes ambientais, como por exemplo a contenção de óleo, destinação do material recolhido, implantação das ações de controle e ações corretivas.

Embora não esteja previsto o armazenamento de combustíveis no canteiro de obras, caso haja necessidade de estocagem de combustíveis, óleos lubrificantes ou quaisquer outras substâncias químicas, isso ocorrerá em locais distantes de qualquer corpo d'água e dotados de medida de contenção conforme normas vigentes, a fim evitar acidentes com produtos perigosos que possam contaminar o solo durante a execução das obras.

O caminhão comboio móvel, utilizado para abastecimento das máquinas com menor mobilidade, será dotado de equipamentos de segurança, bacia de contenção e coleta de resíduos em caso de acidentes, bem como seu pessoal treinado para o uso adequado. Caso o comboio móvel também faça qualquer manutenção das máquinas nas frentes de obras, serão utilizadas mantas oleofílicas recobrindo o solo nos locais de manutenção, devendo os óleos usados serem envasados e armazenados adequadamente até serem retirados da área e encaminhados para destinação final através de empresa devidamente licenciada.

Caso ocorra derramamento acidental de produto contaminante, será procedida a limpeza imediata do solo, retirando o material contaminante de sua superfície. O recolhimento de óleo derramado em solo seguirá procedimentos que garantem a contenção do vazamento e remoção total do solo contaminado para posterior destinação final em empresa licenciada. No caso de derramamento em piso impermeável, serão utilizadas barreiras de contenção, como mantas absorventes, cordões ou barreiras físicas, para limitar a dispersão do óleo. O óleo será recolhido com materiais absorventes apropriados e encaminhado para posterior destinação final em empresa licenciada. Todo o procedimento será realizado por equipe treinada, seguindo as normas de segurança e meio ambiente aplicáveis.

Além disso, a ArcelorMittal também conta com equipe de assistência médica e equipe de bombeiros dedicadas e equipadas para atendimento a emergências, de prontidão tanto para fase de implantação quanto para a fase de operação, bem como diversos procedimentos para ação em caso de emergências.

- **Fase de Operação**

Foi realizado o Estudo de Análise de Risco (EAR) em concordância com a Norma P4.261 (Risco de acidente de origem tecnológica – Método para decisão e termos de referência), da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos riscos para o meio ambiente e público externo foi a Análise Preliminar de Perigos (APP), que levou à identificação de 12 eventos acidentais, todos considerados de risco baixo.

O Estudo da Análise de Risco pode ser consultado na íntegra através do **Anexo 3.VII Estudo de Análise de Risco da Planta de Laminação de Bobinas A Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio na ArcelorMittal Tubarão.**

3.6 ÁREAS DE ESTUDO (ÁREAS DE INFLUÊNCIA)

As Áreas de Influência (ADA, AID e AII) foram estabelecidas considerando a abrangência geográfica dos impactos previstos nos meios físico, biótico e socioeconômico, decorrentes das etapas de planejamento, implantação e operação do empreendimento. A previsão de abrangência dos impactos foi definida, com base nas características da área, na natureza e nos efeitos diretos ou indiretos dos aspectos ambientais do empreendimento, em metodologias específicas de modelagem e simulação e na experiência dos especialistas envolvidos, em outros trabalhos e estudos realizados na região.

A delimitação das áreas observou os ditames apresentados no Apêndice A do OF/Nº0090/2025/IEMA/GGE/COEI, que estabelece o Termo de Referência para elaboração de Relatório de Controle Ambiental para Licenciamento Ambiental da Planta de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio na ArcelorMittal Tubarão. Para tanto, a delimitação das Áreas de Influência levou em consideração:

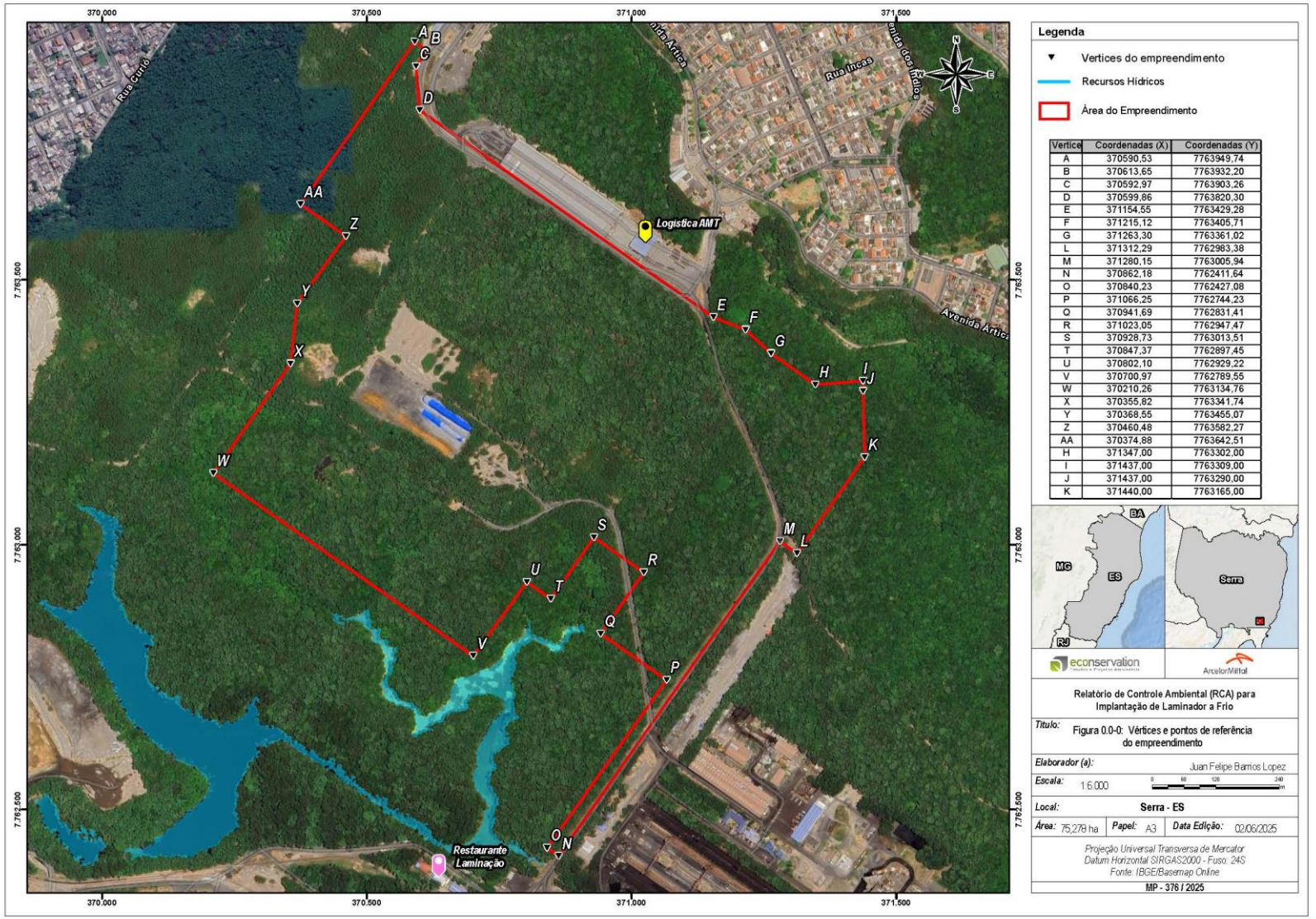
- Bacia hidrográfica na qual se localiza o empreendimento;
- Dispersão dos poluentes atmosféricos;
- População direta e indiretamente afetada;
- Vias de acesso (infraestrutura direta e indiretamente afetada);
- Transporte de matérias-primas, produtos, resíduos industriais e domésticos;
- Cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e Unidades de Conservação;
- Capacidade de locomoção dos grupos faunísticos mais relevantes.

Todos os mapas podem ser consultados para maior detalhamento conforme **Anexo 10**.

3.6.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

A Área Diretamente Afetada (ADA) é a área afetada pela sobreposição dos limites da planta, ou seja, considera-se a área útil do empreendimento, sendo que seus limites incluem áreas como estacionamento, pátios, estradas, acessos e edificações industriais e administrativas.

A **Figura 3.6.1-1** a seguir apresenta os limites da ADA (Poligonal em vermelho) que coincidem com os limites geográficos da área do empreendimento.



Vertice	Coordenadas (X)	Coordenadas (Y)
A	370590,53	7763949,74
B	370613,65	7763932,20
C	370592,97	7763903,26
D	370599,86	7763820,30
E	371154,55	7763429,28
F	371215,12	7763405,71
G	371263,30	7763361,02
L	371312,29	7762983,38
M	371280,15	7763005,94
N	370862,18	7762411,64
O	370840,23	7762427,08
P	371066,25	7762744,23
Q	370941,69	7762831,41
R	371023,05	7762947,47
S	370928,73	7763013,51
T	370847,37	7762897,45
U	370802,10	7762929,22
V	370700,97	7762789,55
W	370210,26	7763134,76
X	370355,82	7763341,74
Y	370368,55	7763455,07
Z	370460,48	7763582,27
AA	370374,88	7763642,51
H	371347,00	7763302,00
I	371437,00	7763309,00
J	371437,00	7763290,00
K	371440,00	7763165,00

Figura 3.6.1-1: Área Diretamente Afetada (ADA) da Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão.

3.6.2 Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) – Meio Físico

Para os efeitos diretos, avaliando-se os compartimentos água, solo e ar, o diagnóstico indicou que os maiores alcances para efeitos diretos ocorrerão em decorrência das emissões atmosféricas. A Área de Influência Direta (AID) foi selecionada a partir do cenário de dispersão do poluente que alcançou a maior área de impacto sobre a Região da Grande Vitória.

Dentre os poluentes analisados, o resultado de NO_2 para a média máxima de 1 hora foi o que alcançou maiores distâncias a partir das fontes do empreendimento. Sendo assim, foi adotado um critério de usar a isolinha de concentração que representasse 1% do padrão de qualidade do ar para o poluente selecionado como o limite da AID. Como o padrão de NO_2 da CONAMA 506/2025 é de 240 µg/m^3, o valor da isolinha adotado foi de 2 µg/m^3, ou seja, a AID será representada por toda a extensão da área compreendida pela isolinha de 2 µg/m^3. Essa abordagem é conservadora e busca maximizar a área de impacto do empreendimento para que seja feita a melhor avaliação de impacto ambiental e impacto na sociedade.

No que se refere aos efeitos indiretos sobre o meio físico, estes não são esperados além dos limites da poligonal definida como AID, uma vez que essa delimitação corresponde ao alcance da modelagem das emissões atmosféricas. Considerando que a AID já possui uma área extensa e suficientemente abrangente para captar os impactos esperados, entende-se que não se justifica a delimitação de uma Área de Influência Indireta (AII) para o meio físico no presente Relatório de Controle Ambiental (RCA). A **Figura 3.6.2-1** apresenta a área de influência considerada para o meio físico.

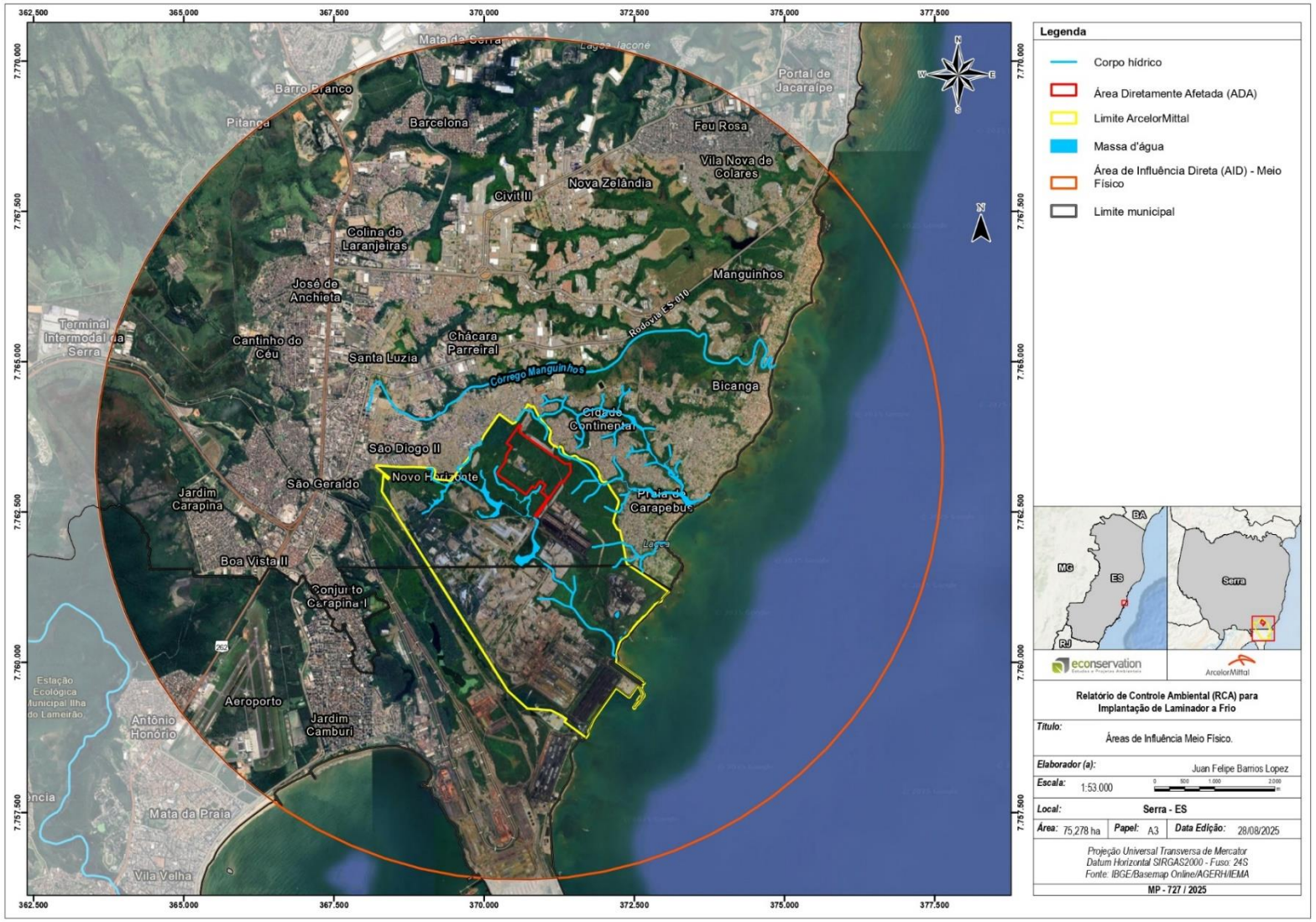


Figura 3.6.2-1: AID do Meio Físico Área da Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão.

3.6.3 Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) – Meio Biótico

Com base nas características do projeto e na abrangência dos impactos identificados, foram delimitadas as Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) para cada compartimento analisado do meio biótico, considerando também possíveis alterações no meio físico que possam afetá-lo diretamente. Para o compartimento Flora, a definição de AID e AII foi realizada por meio de fotointerpretação de imagens de satélites e mapeamentos oficiais anteriores. O objetivo foi abranger os tipos de vegetação natural presentes no entorno do empreendimento, incluindo fragmentos florestais e arredores áreas próximas a unidades de conservação, permitindo um conhecimento mais amplo acerca da biodiversidade vegetal da região. Na AID, foram espacializados processos relevantes relacionados à vegetação, como fragmentação, efeito de borda e interação fauna-flora (polinização e dispersão). Os critérios utilizados para definir as áreas de influência da Fauna terrestre foram equivalentes aos aplicados à Flora, considerando que essa fauna depende majoritariamente da vegetação local.

Adicionalmente, a avaliação incluiu os componentes bióticos dos corpos hídricos existentes nas dependências da ArcelorMittal Tubarão (conjunto de lagoas), o canal de retorno da água do mar, a bacia de equalização e o entorno imediato (1km) deste canal no ambiente marinho, uma vez que o efluente tratado na Estação de Tratamento de Efluentes e o efluente pluvial, serão lançados na rede de drenagem existente e chegarão ao mar juntamente com o efluente dos demais processos da usina (existente). Não se espera que este efluente cause algum tipo de contaminação às lagoas e ao ambiente marinho justamente por se tratar de efluente tratado, em conformidade com a Resolução CONAMA 430/11, no entanto, o diagnóstico do meio biótico incluiu estas áreas objetivando estabelecer valor de background para os parâmetros biológicos antes da operação da planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio. As lagoas podem ser impactadas somente em caso de contaminações por meio do escoamento superficial da água resultante de algum acidente, que impeça o funcionamento correto no sistema de drenagem implantado.

Assim, definiu-se como AID para o meio biótico os limites geográficos da propriedade da ArcelorMittal Tubarão, acrescidos de um raio de 1.000 metros a partir do ponto do canal de retorno da água do mar, por entender que a zona de mistura deste canal ocorre nas proximidades de desembocadura.

A AII foi estabelecida somente para a porção terrestre e para tanto foi considerada a avaliação da inserção regional do empreendimento e seu limite, que abrange alguns fragmentos florestais (incluindo unidade de conservação) onde alguns processos ecológicos poderão sofrer efeito, especialmente no aspecto da polinização e dispersão vegetal, tanto por animais como por agentes abióticos (vento, água), pressão nos fragmentos de vegetação do entorno pela redução da cobertura florestal na ADA. Além disso, possíveis efeitos de contaminação de água subterrânea poderiam influenciar na dinâmica da vida aquática dos córregos do entorno dos limites geográficos da ArcelorMittal Tubarão. Assim, estabeleceu-se como AII do meio biótico a bacia hidrográfica do córrego Carapebus, que integra esse ecossistema até o limite da propriedade da ArcelorMittal, definida para o meio biótico como AID. As áreas de Influência Direta e Indireta do meio biótico são representadas na **Figura 3.6.3-1**.

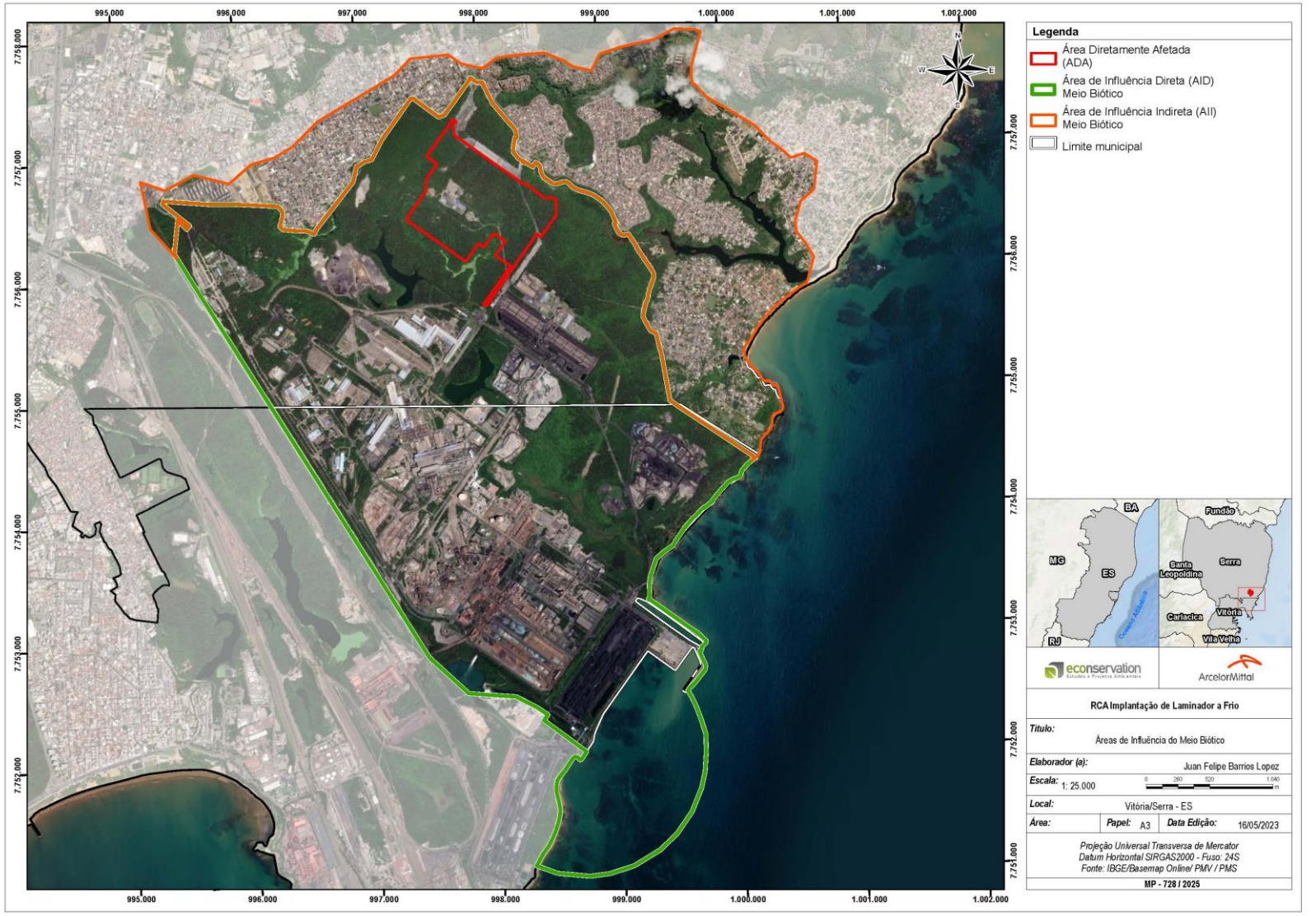


Figura 3.6.3-1: AID e AII do meio Biótico da Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão.

3.6.4 Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) – Meio Socioeconômico

A Área de Influência Direta (AID) no Meio Socioeconômico corresponde aos espaços efetivamente ocupados pelas atividades inerentes aos processos e tarefas do empreendimento. Essa área inclui também o entorno imediato, considerando os territórios municipais diretamente impactados pela via e pelas obras associadas. Essa delimitação leva em conta os efeitos sobre a dinâmica social, econômica e territorial, ou seja, com foco nos aspectos socioeconômicos.

Diante dos impactos diretos sobre as comunidades do entorno, a Área de Influência Direta – AID do meio socioeconômico foi definida abrangendo os bairros Praia de Carapebus, Lagoa de Carapebus, Balneário de Carapebus, Novo Horizonte e Cidade Continental, todos localizados no município de Serra. Esses bairros apresentam maior suscetibilidade às alterações decorrentes da implantação do empreendimento.

A Área de Influência Indireta, por sua vez, abrange os limites territoriais dos municípios de Serra e Vitória, considerando os efeitos indiretos que poderão ser gerados pelo empreendimento, tais como o aumento na arrecadação de tributos, a circulação de pessoas e fornecedores, e a indução de novas dinâmicas econômicas associadas ao projeto.

A relação do empreendimento com estes territórios justifica plenamente a classificação dos bairros mencionados como Área de Influência Direta (AID) e dos municípios de Vitória e Serra como Área de Influência Indireta, exigindo, portanto, atenção especial no planejamento e implementação de medidas mitigadoras, compensatórias e estratégias de comunicação social voltadas às comunidades inseridas nessas áreas.

A seguir, a **Figura 3.6.4-1** apresenta o mapa da Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta referente ao meio socioeconômico.

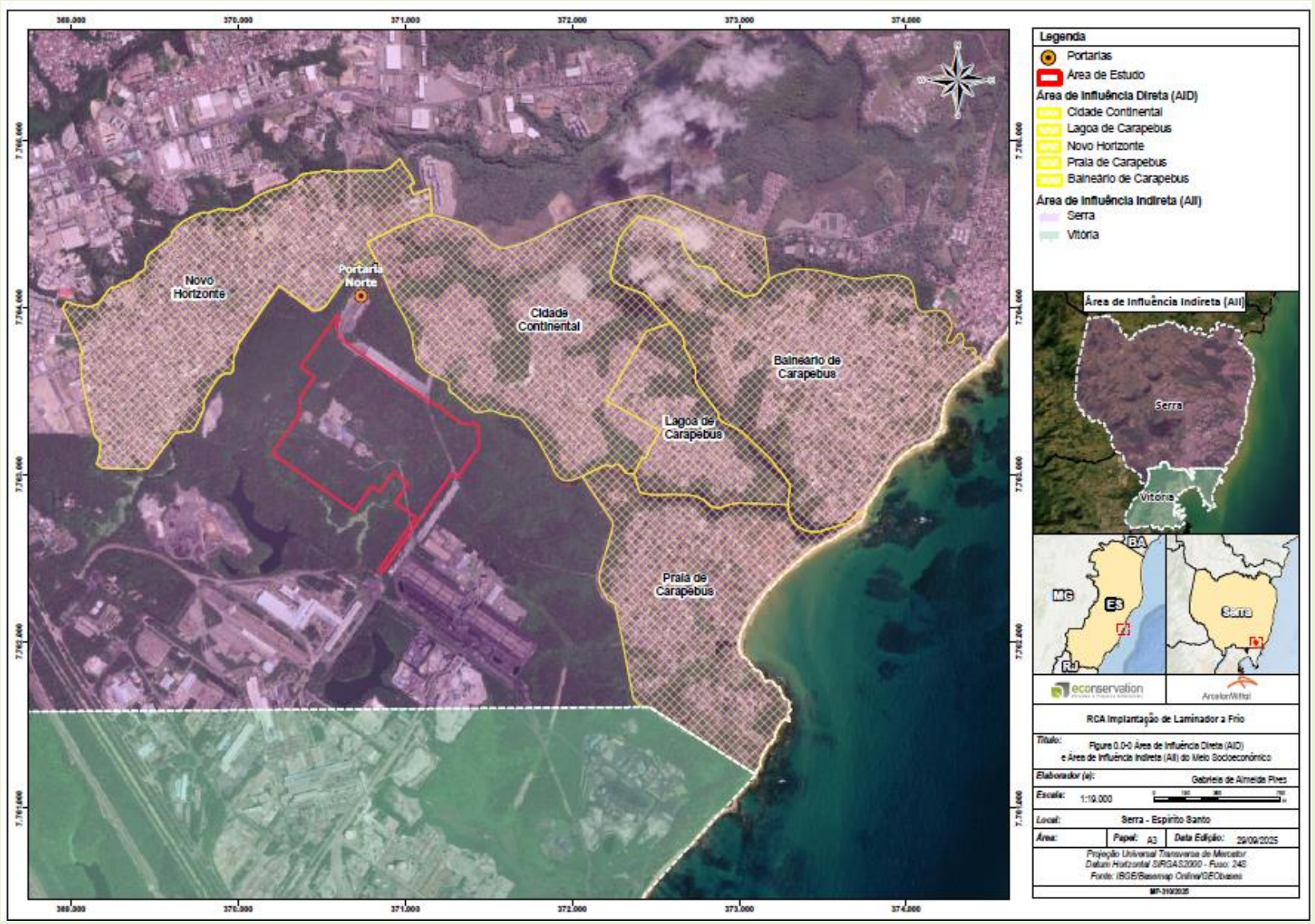


Figura 3.6.4-1: AID do Meio socioeconômico para a Rodovia de 3ª Via Ligação Serra x Vitória.

4. Meio Físico

4.1 DIAGNOSTICO AMBIENTAL MEIO FÍSICO

A região onde se encontra instalado o complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, na porção costeira central do estado do Espírito Santo, em que se prevê a instalação da nova *Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio (LTF)* é bastante conhecida em relação aos atributos do meio físico, existindo uma extensa base de dados. Assim, o presente relatório reúne informações sobre os principais atributos do meio físico, considerando a geologia, geomorfologia, clima e meteorologia, qualidade do ar, qualidade da água e o ruído, estes considerados essenciais para o diagnóstico ambiental e para a tomada de decisões quanto à viabilidade e às condições do licenciamento.

No Anexo 10 estão dispostos os mapas que compões esse capítulo.

4.1.1 Geologia, Geomorfologia E Pedologia

4.1.1.1 Considerações Gerais

No âmbito do presente relatório procurou-se, para o tema geologia, a identificação das unidades litoestratigráficas que afloram na área, suas litologias e o estágio de preservação/decomposição das rochas.

Para a geomorfologia procurou-se a identificação dos domínios morfoestruturais e das unidades geomorfológicas existentes na área, bem como entender as principais características do relevo local e verificar se existem elementos topográficos marcantes nesse relevo da área.

Ainda na geomorfologia, buscou-se avaliar os aspectos morfodinâmicos da área, sobretudo aqueles relacionados às suscetibilidades ao desencadeamento de processos erosivos e ao

alagamento/encharcamento. Para os solos, procurou-se identificar os tipos de solos existentes na área de instalação da nova planta industrial, classificando-os com base nas tipologias do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), avaliando-se ainda a existência de eventuais restrições de uso de tais solos, tendo como referencial cartográfico o Mapa de Reconhecimento de Solos do Estado do Espírito Santo (INCAPER, 2016).

Cabe observar que na área de implantação do novo empreendimento da ArcelorMittal Tubarão se tem extensas áreas niveladas onde já não se observa o relevo natural, bem como a exposição de solos naturais, predominando, em alguns locais, áreas recobertas com outros materiais para formação de pátios para disposição de produtos acabados, como bobinas de aço, beneficiamento e armazenamento de outros insumos, não podendo mais tais áreas serem classificadas como solos naturais na sua porção superficial, mas sim como áreas recobertas por material de aterro e terraplanagem

Ainda em relação aos solos, foram realizadas diversas sondagens para coleta de amostras de solos, que foram encaminhadas ao Laboratório Tommasi Ambiental acreditado para análises laboratoriais conforme parâmetros listados na Resolução CONAMA 420/09. Tais análises permitiram a realização de uma avaliação de passivos ambientais em solos.

4.1.1.2 Áreas de Influência e Metodologia

Antes da apresentação da metodologia adotada, é oportuno abordar as Áreas de Influência consideradas para os 3 (três) temas tratados no presente diagnóstico – Geologia, Geomorfologia e Solos, observando-se que esses temas compartilham as mesmas áreas de influência (delimitações espaciais).

A Área Diretamente Afetada (ADA) do LTF corresponde ao polígono previsto para a instalação propriamente dita do empreendimento. Nesse espaço ocorrerão as obras de implantação, envolvendo terraplanagem, movimentação de solos e de sedimentos, e impermeabilização parcial dos solos. Também são esperadas alterações morfológicas no relevo, ainda que discretas, com destaque para o nivelamento da área e redução da suave declividade atualmente existente. Além disso, as centrais de resíduos perigosos e as estruturas de armazenamento temporário de resíduos estarão localizadas dentro da poligonal de instalação do empreendimento.

Como Área de Influência Direta (AID) do novo empreendimento para os temas em questão, está sendo considerado todo o interior do complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, como área de apoio para deposição de materiais a saber: resíduos passíveis de reciclagem que serão encaminhados para esse fim. Por exemplo, as sucatas metálicas poderão ser cortadas e encaminhadas ao pátio de sucatas na área interna da ArcelorMittal Tubarão, para posterior aproveitamento no processo produtivo. Nestes casos, a empresa contratada deverá realizar a remoção, separação, coleta seletiva e transporte de todos os materiais e resíduos recicláveis até os locais designados, dentro da ArcelorMittal Tubarão, autorizados para recebê-los.

Distribuídos ao longo desse espaço físico, encontram-se diversos setores de apoio que deverão atender à nova unidade, caracterizando a Área de Influência Direta (AID). Entre esses setores, destacam-se: restaurantes, corpo de bombeiros, gerências administrativas, central de energia,

unidade de dessalinização e armazenamento de água, centros de treinamento, além de e vias de circulação que darão acesso ao novo empreendimento. Adicionalmente, eventuais contaminações de águas subterrâneas na área da futura instalação poderão se espalhar por parte desse espaço físico considerado área de Influência Direta.

A metodologia adotada para o levantamento diagnóstico dos temas Geologia, Geomorfologia e Solos teve início com a realização de consultas às principais referências bibliográficas e fontes cartográficas relacionadas à área de estudo. Entre as fontes consultadas, destacam-se diversos estudos internos da ArcelorMittal Tubarão, como monitoramentos ambientais e documentações de licenciamentos de obras anteriores, além de mapa topográfico de detalhe que cobre as áreas ADA e AID.

Após seleção e análise dos dados e coletados em gabinete, complementados por levantamentos de campo, foi elaborado um relatório técnico contendo os principais aspectos inerentes aos temas geologia, geomorfologia e solos. No caso específico dos solos, foram realizadas sondagens e coletas para análises laboratoriais visando verificar a qualidade ambiental atual desses componentes.

4.1.1.3 Geologia

Na região onde se localiza o complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, que corresponde a Área de Influência Direta (AID) para o meio físico, afloram principalmente os sedimentos neógenos do Grupo Barreiras, que se distribuem por toda a área da empresa, estendendo-se para fora de seus limites. Alguns estudos mais recentes tratam esses sedimentos terciários e quaternários como Coberturas Cenozóicas.

Apresenta-se na **Figura 4.1.1.3-1**, a seguir, o mapa geológico do estado do Espírito Santo (CPRM, 2014) que mostra a ampla distribuição desses sedimentos no estado, identificando a posição do empreendimento em meio a essa unidade litoestratigráfica.

Além dos sedimentos do Grupo Barreiras, a Área de Influência Direta, na região do complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, apresenta ainda, de forma bastante localizada e não representáveis em mapas de grande escala, pequenas áreas com sedimentos quaternários recentes, inconsolidados, que se distribuem ao longo das baixadas, lagoas, canais de drenagem e areias costeiras ali existentes.

Na porção localizada ao sul do complexo siderúrgico, na região urbana de Vitória, bem como ao norte, no munícipio de Serra, tem-se, respectivamente, a ocorrência de afloramentos rochosos das litologias da Suíte Intrusiva Espírito Santo e do Complexo Paraíba do Sul, compostos principalmente por rochas graníticas e gnáissicas. Observa-se que correspondem a regiões mais distantes do empreendimento a ser instalado,

Conforme pode ser observado no mapa da **Figura 4.1.1.3-1,** a unidade litoestratigráfica do Grupo Barreiras encontra-se disposta ao longo de grande parte da região costeira do estado do Espírito Santo, distribuindo-se em uma extensa faixa norte-sul, e estende-se principalmente para a região norte do estado, onde se expande para o sul da Bahia e nordeste de Minas Gerais.

A unidade de Galvanização está projetada para ocupar integralmente a Área Diretamente Afetada (ADA), correspondente ao espaço físico previsto para sua instalação. Toda a infraestrutura será distribuída dentro desse polígono, caracterizando a ocupação total da ADA pelo empreendimento. Quanto à litologia, a unidade do Grupo Barreiras é constituída predominantemente por arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos a grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos.

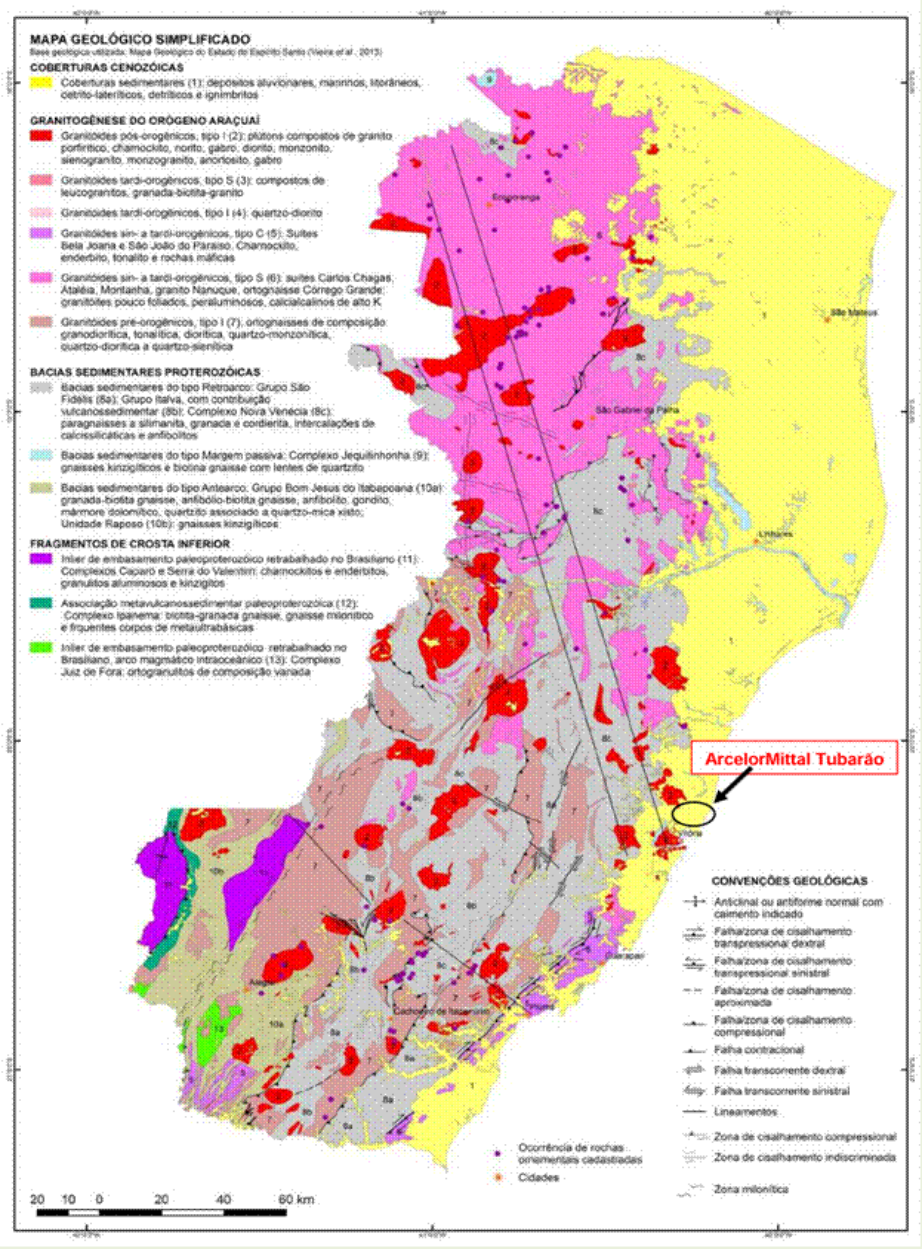


Figura 4.1.1.3-1: Mapa Geológico do Espírito Santo (CPRM, 2014)

O conjunto destas litologias do Grupo Barreiras caracteriza-se pela intensa presença de quartzo nos arenitos e caulinita nas porções mais argilosas, sendo estas derivadas da alteração de feldspatos (MME, 1983). Nos locais onde os sedimentos se apresentam menos alterados é possível observar uma grande quantidade de caulinitas esbranquiçadas em meio à massa dos sedimentos. Na ADA verifica-se que esses sedimentos se encontram bastante friáveis e decompostos

É bastante comum que os óxidos de ferro presentes nas porções média e superior da sequência de sedimentos se apresentem sob a forma de blocos ricos em ferro, de tamanhos variados, que normalmente se encontram formando bolsões em meio à massa de sedimentos ou solos, podendo também se encontrar soltos e espalhados em diversos pontos sobre o solo. Esses bolsões enriquecidos em ferro recebem a denominação de concreções lateríticas.

Tais concreções em meio aos sedimentos Barreiras são muito comuns na área da ArcelorMittal Tubarão, podendo ser observadas tanto em cortes ao longo das vias de circulação, como em perfis litológicos de poços de monitoramento de águas subterrâneas. No interior das antigas bacias de emergência da CASP, que foram escavadas a 8 (oito) metros de profundidade, esses sedimentos são muito bem visualizados.

Os vários autores que estudaram esta unidade são unânimes em afirmar que seu ambiente de sedimentação é continental. Silva Filho et alli (1974) estabeleceram que os sedimentos foram originados a partir de alternâncias climáticas.

Silva e Ferrari (1976) indicam a influência do clima tropical úmido na área fonte, admitindo que a rocha tenha sido totalmente intemperizada “in situ” para depois ser erodida e posteriormente depositada em planícies de inundação, ressaltando ainda a importância do ambiente lagunar na formação dos níveis argilosos.

Quanto aos sedimentos quaternários aluvionares que ocorrem a sul da ADA, ao longo do córrego Pelado, estes possuem origem fluvial continental e ocorrem preenchendo pequenos vales ou talvegues em meio à unidade mais antiga, representada pelo Grupo Barreiras, ocupando as partes topograficamente mais baixas do terreno. No âmbito da AID, ocorrem junto às drenagens e lagoas internas do complexo siderúrgico.

Tais sedimentos quaternários na área do complexo siderúrgico, incluídos principalmente na AID, constituem-se em depósitos de porte muito pequeno em termos de espessura de pacote sedimentar e de distribuição areal, podendo ser classificados como inexpressivos a nível regional. São formados principalmente por siltes e argilas escuras, ocorrendo ainda areias quartzosas médias a grosseiras.

Além disso, na faixa litorânea próxima à área de instalação do empreendimento ocorrem também sedimentos litorâneos ou praiais, constituídos de areias quartzosas com grãos de tamanhos variados e coloração esbranquiçada a amarelada.

4.1.1.4 Geomorfologia

Os municípios de Vitória e Serra, segundo classificação do Projeto de Levantamento de Recursos Naturais – Volume 32 - Folha Rio de Janeiro - Vitória (Ministério das Minas e Energia -1983), apresenta dois domínios morfoestruturais distintos, representados pelos Depósitos Sedimentares e pela Faixa de Dobramentos Remobilizados.

Esse último domínio não ocorre na Área de Influência Direta (AID), mas fora da AID através da unidade geomorfológica das Colinas e Maciços Costeiros, que são originados a partir de rochas do Embasamento Cristalino.

Nesta unidade das Colinas e Maciços Costeiros, as colinas refletem diferentes modelados de dissecação com áreas pouco expressivas, possuindo formas convexas e/ou convexo-côncavas, separadas por depressões com planícies aluviais. Os Maciços Costeiros apresentam blocos falhados e correspondem a feições elevadas que surgem de forma descontínua na unidade. Na região destacam-se o Maciço Mestre Álvaro na Serra e o Maciço Central na Ilha de Vitória.

O domínio morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares ocupa a totalidade da área do complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, que corresponde à Área de Influência Direta (AID). Esse domínio morfoestrutural se estende por uma ampla região no Estado do Espírito Santo, e, de modo geral, toda a parte centro-norte do estado que se enquadra nesse domínio é dividida em duas unidades geomorfológicas distintas - os Tabuleiros Costeiros e a Planície Costeira. Na área da ArcelorMittal Tubarão, e particularmente na área onde se prevê a instalação da nova planta de Galvanização, correspondente a Área Diretamente Afetada (ADA) tem-se a unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros.

Os Tabuleiros Costeiros representam um modelado de aplanamento com dissecação homogênea, decorrente de processos atuais e subatuais, resultando em feições de topos aplanados, levemente convexados e abaulados. Recebem essa denominação de Tabuleiros em decorrência de suas feições tabulares típicas, com extensos interflúvios de topo plano impressos nos sedimentos semi-consolidados do Grupo Barreiras, o que permitiu a geomorfogênese imprimir a esses sedimentos uma feição tabular típica. Essas feições podem ser mais bem observadas nas proximidades da orla marítima, onde é comum o aparecimento de falésias.

Esses Tabuleiros Costeiros apresentam um relevo que varia de plano à suave ondulado, levemente inclinado em direção ao litoral, com cotas variando de 10 metros, nas partes mais baixas, junto à Planície Costeira, a aproximadamente 100m de altitude na altura de seu contato com as elevações serranas do cristalino. Em média, o gradiente do relevo dos Tabuleiros Costeiros é da ordem de 1,2m/km, com declividade para o mar.

A região da AID encontra-se inserida em uma região dos Tabuleiros onde o relevo corresponde a uma superfície predominante plana, com caimentos laterais em direção às linhas de escoamento ou canais de escoamento de drenagens de pequeno porte, com altimetrias médias variando entre 14 e 30 metros, podendo atingir extremos de 3 e 35 metros de altitude.

A área proposta para instalação da planta de Galvanização, que corresponde a ADA, encontra-se na porção mais elevada desses Tabuleiros, próxima a região da portaria norte da empresa, onde são observadas altimetrias variando da ordem de 19 a 29 metros. De modo geral, esse terreno na ADA possui um leve caimento topográfico para sul e suas variações de sudoeste e sudeste, porém sem variações altimétricas expressivas, totalizando variações topográficas máximas da ordem de 10 metros. Da mesma forma, na área de instalação da planta não existem elementos topográficos representativos, como cristas, escarpas, linhas de cumeada, falésias e outras estruturas que pudessem representar qualquer movimentação mais marcante no relevo local.

Com relação aos aspectos morfodinâmicos atrelados aos Tabuleiros Costeiros na área de implantação da planta de Galvanização, cabe observar que embora possua um relevo predominantemente plano a suave ondulado, a área apresenta baixa suscetibilidade aos fenômenos de alagamento ou encharcamento. Contribui para tal condição o fato do terreno não apresentar áreas expressivamente rebaixadas internamente, mas sim declividades voltadas para as bordas sudoeste a sudeste, o que permite o escoamento das águas pluviais nesses sentidos. Somente no extremo norte da área foi observado um ponto mais rebaixado que recebe a drenagem da via de circulação que leva a portaria norte da empresa, a norte da área do empreendimento, possibilitando a ocorrência de áreas encharcadas ou com presença de alagamentos por águas pluviais.

Quanto aos processos erosivos na unidade dos Tabuleiros Costeiros na área de estudo, verifica-se uma baixa suscetibilidade a esse tipo de ocorrência, fruto de um relevo predominante suave ondulado a plano que domina a área. Contribui também para amenizar essa suscetibilidade, a presença de vegetação arbustiva e arbórea em toda a área, que de certa forma protege o solo contra a ação direta das águas pluviais.

Nesse sentido, cabe salientar que não foi constatada na totalidade da área a ocorrência de processos erosivos de cunho linear (ravinas e/ou voçoramentos), predominando, portanto, sobre tais formas de relevo a dinâmica erosiva laminar de baixa intensidade. Os pequenos desníveis topográficos observados, em associação a valores clinométricos (declividades) suaves, contribuem enormemente para a configuração de tal quadro morfodinâmico de relativa estabilidade.

Observa-se ainda que as características intrínsecas do relevo da área, com baixa variação hipsométrica, associado a valores clinométricos (declividades) essencialmente suaves, não proporciona dificuldades do ponto de vista geotécnico quanto ao uso e ocupação mais intensa deste modelado regional na região proposta para o empreendimento.

4.1.1.5 Solos

4.1.1.5.1 Tipologias de Solos

Na região onde se encontra o complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, que corresponde a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, ocorre de forma predominante a tipologia pedológica representada pela associação de Argissolos Amarelos (ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico e abrúptico) com os Latassolos Amarelos (LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico) (INCAPER, 2016), utilizando-se a denominação estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2018).

Nessa área do complexo siderúrgico da empresa pode ocorrer ainda a presença de Gleissolos e Neossolos Quarzarênicos, ainda que localizados de forma muito restrita no entorno de lagoas ou na faixa costeira junto ao mar, respectivamente.

Os Gleissolos são solos hidromórficos e localizam-se na AID na altura das acumulações de água nas partes mais baixas do complexo siderúrgico, como nas porções a sul da ADA, junto ao córrego Pelado e a lagoa 4. Estes são solos típicos de áreas rebaixadas, que normalmente ficam encharcadas na maior parte do ano, o que limita o seu uso. São solos escuros e muito ricos em matéria orgânica, característicos de áreas encharcadas ou periodicamente alagadas.

Também na AID, a leste da ADA, tem-se a presença dos solos Quartzarênicos representados pelas areias marinhas nas proximidades da linha de costa, que correspondem a solos pouco evoluídos ou em processo de formação, sendo medianamente profundos, e apresentam como característica marcante materiais compostos por areias.

Cabe registrar também a ocorrência na área do complexo siderúrgico de extensas áreas aterradas e impermeabilizadas para formação de pátios de minérios, pátios de carvão, além de unidades industriais de grande porte, que atualmente podem ser classificadas como áreas de aterro e não mais como solos naturais.

Os Argissolos Amarelos e os Latassolos Amarelos, predominantes na área de instalação do empreendimento, são solos originados principalmente de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares do Grupo Barreiras na região litorânea do Brasil, podendo, contudo, ser também desenvolvidos de rochas cristalinas ou sob influência destas rochas. Na região do empreendimento estes solos são classificados em terceira categoria como Distrocoesos, que correspondem a solos de baixa fertilidade natural e bastante coesos (INCAPER, 2016).

No ambiente dos Tabuleiros Costeiros podem ocorrer pequenas áreas com solos avermelhados (Latossolos e Argissolos), com teor de óxido de ferro mais elevado, sugerindo material de origem distinta, influenciado possivelmente por rochas do Pré-cambriano que embasam as rochas sedimentares do Grupo Barreiras.

Na área de instalação da planta de Galvanização, que corresponde a Área Diretamente Afetada (ADA), predominam os Argissolos Amarelos, que são solos que apresentam como característica principal um horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), tipicamente de coloração amarelada. Geralmente apresentam baixos teores de ferro, porém, com amplo predomínio do óxido de ferro goethita, dentre os minerais de ferro. São solos profundos e muito profundos com sequência de horizontes variada.

Os Argissolos são solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas ou horizontes, reconhecida em campo especialmente pelo aumento, por vezes abrupto, nos teores de argila em profundidade (INCAPER, 2016). A nível regional essa diferenciação de horizonte pode ser mais bem observada nos perfis dos cortes ao longo da Estrada de Ferro Vitória Minas, posicionada a poucos quilômetros do empreendimento.

Apresentam cor mais forte (amarelada, brunada ou avermelhada), maior coesão e maior plasticidade e pegajosidade em profundidade, devido ao maior teor de argila. A fertilidade dos Argissolos dependente principalmente de seu material de origem, sendo normalmente baixa.

Sua retenção de água é maior nos horizontes abaixo da superfície (subsuperficiais), que podem se constituir em um reservatório de água para as plantas (INCAPER, 2016).

Apresentam textura variando de arenosa/média até média/muito argilosa, com o horizonte superficial A do tipo moderado e proeminente. São solos com muito baixa a baixa fertilidade natural, forte a moderadamente ácidos e que podem apresentar horizontes coesos, que ao serem umedecidos, tornam-se friáveis. Podem apresentar concreções ferruginosas nos horizontes subsuperficiais, principalmente nos solos que ocorrem próximos às bordas dos Tabuleiros Costeiros.

Neste sentido, a acidez dos solos, representada pelo seu caráter álico, possui também como origem a alteração da caulinita, que corresponde a um argilo-mineral de alumínio hidratado, muito comum nos sedimentos do Grupo Barreiras (MME, 1983).

Existe uma grande diversidade e quantidade de textos técnicos que tratam dos solos dos tabuleiros, originários em grande parte dos sedimentos do Grupo Barreiras, mas em sua quase totalidade são direcionados ao melhor entendimento de sua química visando um maior aproveitamento agrícola dos mesmos, uma vez que estes solos em grande parte, com baixa fertilidade natural, ocorrem em áreas de relevos planos a suaves ondulados, favoráveis à mecanização para agricultura.

Devido às pequenas dimensões da ADA e o predomínio de um relevo suave ondulado na área, e ainda ao material de origem, a variação dos tipos de solos é pequena. Nesse contexto, na área em estudo percebe-se a maior ocorrência dos Argissolos Amarelos, que podem localmente estar associados aos Latossolos Amarelos, nas áreas mais elevadas do terreno.

Conforme já abordado anteriormente, no contexto geomorfológico-pedológico os terrenos da ADA foram avaliados como de baixa suscetibilidade ao desencadeamento de processos erosivos.

4.1.1.5.2 Investigação da Qualidade dos Solos

Na Área Diretamente Afetada (ADA) foram realizados trabalhos voltados à avaliação da qualidade ambiental dos solos, cujos resultados foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 420/09. Essa resolução define critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

O principal objetivo dessa avaliação foi verificar a qualidade ambiental dos solos, conforme escopo analítico estabelecido pela Resolução CONAMA 420/09, visando à proteção dos trabalhadores que atuarão na implantação da nova unidade da ArcelorMittal Tubarão. Considerando que haverá movimentação de solos na área em questão, existe a possibilidade de exposição a materiais (solos) eventualmente contaminados.

Nesse sentido, os trabalhos envolveram atividades de campo para reconhecimento da área e proposição de uma malha de sondagens com trado manual para coleta de amostras de solos.

Inicialmente foi elaborado um plano de investigação onde constaram os quantitativos e os posicionamentos dos pontos de sondagem, bem como definidas as profundidades para a coleta de amostras de solos, além de contatos com o Laboratório Tommasi que foi o responsável pelo fornecimento da frascaria e realização das análises laboratoriais.

Anteriormente aos serviços de sondagens para coleta de amostras de solos, foi confirmada a inexistência de impedimentos em subsuperfície, tais como tubulações enterradas de drenagem, de eletricidade, de gás ou de qualquer outra interferência potencial na área objeto de avaliação.

Ainda nessa etapa anterior ao início das sondagens verificou-se em quais pontos seria necessária a utilização de retroescavadeira para a limpeza do material disposto na superfície do solo, notadamente de agregados siderúrgicos, os quais não são passíveis de serem rompidos com trado manual ou mecânico.

Após a definição da malha foram efetivamente iniciados os serviços de campo com os ajustes da malha de sondagem e o piqueteamento dos pontos a serem sondados, e posteriormente, com a realização das sondagens e coleta de amostras de solos. A etapa de sondagens e amostragens em campo ocorreu no período de 05 a 16 de maio de 2025.

Ao término de cada dia de sondagem as amostras coletadas eram encaminhadas ao laboratório Tommasi Ambiental, devidamente preservadas em gelo, e acompanhadas das respectivas cadeias de custódia.

A premissa inicial para definição da quantidade de sondagens ambientais e amostragens de solos na área prevista para implantação da unidade de Galvanização foi a de se avaliar os solos naturais da área, tanto daqueles que se encontravam em áreas nas quais não ocorreram intervenções no passado, bem como dos solos que se encontravam sob camadas de agregados siderúrgicos, sobre as quais outras atividades antrópicas já haviam ocorrido ao longo dos últimos anos.

Dentre os locais nos quais se têm histórico de uso e ocupação pretérita foram avaliados os locais onde se encontra o pátio BQ3 de Armazenamento de Bobinas, que operou no período de 2011 a 2018, o Pátio P1/P2 (utilizado para resíduos Classe 2A) e uma área anexa, mais antiga que o P1/P2, localizada na porção sul da área na qual foi disposto temporariamente pó do EP, que consiste no pó gerado no precipitador eletrostático (EP) da sinterização (material Classe 2A) e um ponto anexo ao local onde se tem um depósito de materiais e entulhos de vegetação, além de um local onde foram construídas instalações para as empreiteiras que atuaram na fase inicial de construção da usina no período de 1978 a 1983 e que recebeu o nome de Vila Operária.

Segundo informações da própria ArcelorMittal Tubarão, a área passou por processo de terraplanagem e nivelamento, porém sem o recebimento de materiais de empréstimo externo, tendo sido nivelada somente com materiais terrosos do local. Também segundo o histórico da área, nunca foram dispostos no local capacitores, transformadores, bombonas plásticas e tambores usados, bem como nunca existiram instalações com tancagens enterradas e separadores água-óleo nessa área. Da mesma forma não existe ocorrência de acidentes ou vazamentos de produtos oleosos ou perigosos na em avaliação.

Além desses locais citados anteriormente, foram também avaliados outros pontos dispersos na região de mata reflorestada e que não tiveram o mesmo nível de antropização das áreas anteriores, encontrando-se os solos desses locais sem nenhuma cobertura por materiais ou resíduos de qualquer natureza, tratando-se de solos menos antropizados, apenas com um nível maior de compactação.

Dessa forma obteve-se uma malha com pontos bem representativos da área, de forma a se obter um panorama da influência ou não dos materiais que se encontram, ou que já estiveram dispostos nessas áreas, sobre os solos naturais posicionados abaixo da superfície.

Para definição do espaçamento e posicionamento final das sondagens (malha de sondagens), tomou-se imagens aéreas do Google Earth, atuais e pretéritas, que cobrem a área de implantação e considerou-se uma distribuição das sondagens cobrindo os principais pontos de interesse histórico da área. Em seguida procedeu-se a inspeção de campo, quando foi concluído pelo número total de 9 sondagens e seus respectivos posicionamentos.

Quanto à seleção do número de amostras e suas profundidades, foi previamente estabelecido na metodologia que em cada sondagem a ser realizada seriam coletadas 2 (duas) amostras de solo, sendo uma no nível superior dos solos, em posição situada em 0,10m e 0,25m de profundidade, e a segunda amostra mais profunda, posicionada entre 1,10m e 1,25m de profundidade no mesmo perfil de sondagem.

Foi também previamente estabelecido que a porção superficial dos solos, posicionada entre 0,0m e 0,10m de profundidade, seria raspada com enxada e descartada, uma vez que corresponde a uma porção com maior probabilidade de não representar o perfil natural do solo, onde se tem mais matéria orgânica e eventuais partes de solos de outras áreas que possam ter sida arrastadas por chuvas ou veículos e máquinas que transitaram na área.

Considerando-se as 9 (nove) sondagens realizadas, com 2 (duas) amostras em cada sondagem, ao término das sondagens e amostragens foram coletadas 18 (dezoito) amostras de solo. O **Anexo 4.I** apresenta as cadeias de custódia das amostras de solos das entregas no laboratório.

Ressalta-se que o plano de investigação elaborado para a avaliação da área foi seguido conforme inicialmente proposto, apresentando-se na sequência a descrição dos serviços realizados referentes as sondagens e coletas de amostras de solos. A **Tabela 4.1.1.5.2-1**, a seguir, indica as coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000) das 9 (nove) sondagens realizadas na área de instalação da nova unidade na ArcelorMittal Tubarão para a coleta de solos, utilizando-se as terminologias adotadas para identificação das mesmas no presente relatório.

Tabela 4.1.1.5.2-1: Coordenadas UTM para as sondagens visando amostragem de solos.

SONDAGEM A TRADO	COORDENADAS UTM (DATUM SIRGAS 2000)	
NST-01	7.763.565	370.509
NST-02	7.763.475	370.974
NST-03	7.763.192	371.270
NST-04	7.763.389	370.577
NST-05	7.763.136	370.753
NST-06	7.763.161	370.962
NST-07	7.763.135	370.406
NST-08	7.763.018	370.631
NST-09	7.763.357	370.495

A **Figura 4.1.1.5.2-1**, a seguir, apresenta um mapa ilustrando o posicionamento das 9 (nove) sondagens realizadas para a coleta de amostras de solos na área do futuro empreendimento. Em seguida descrevem-se os procedimentos utilizados nas sondagens e coletas de amostras de solos.

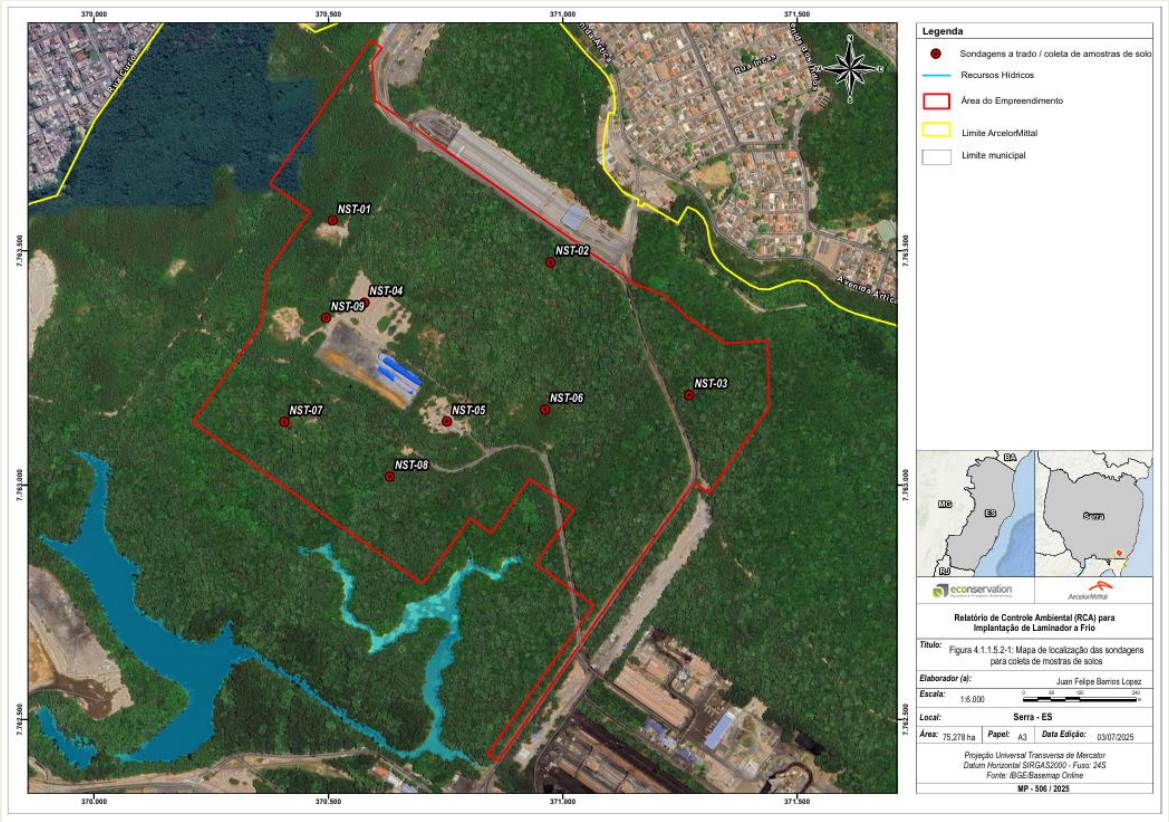


Figura 4.1.1.5.2-1: Mapa demonstrando pontos de sondagem de solos.

Conforme dito anteriormente, foi necessária a utilização de retroescavadeira em 3 (três) pontos da área de trabalho visando romper camadas de agregados siderúrgicos (NST-04, NST-05 e NST-06), tanto em antigas camadas posicionadas em locais de suporte para obras de instalação da usina, como em camadas de pátios mais recentes, localizadas no pátio P1/P2 e no pátio de armazenamento de bobinas.

A **Figura 4.1.1.5.2-2**, abaixo, ilustra as atividades da retroescavadeira limpando a superfície do terreno em locais onde havia camadas de agregados siderúrgicos impedindo a sondagem diretamente a partir da superfície. A retroescavadeira utilizada foi fornecida e operada por empresa contratada da ArcelorMittal Tubarão e a retirada do material ocorreu até que fosse exposta a camada de solo natural posicionada sob a cobertura de agregados siderúrgicos.



Figura 4.1.1.5.2-2: Imagens mostrando retroescavadeira realizando a raspagem de agregados siderúrgicos na superfície do terreno para permitir a sondagem com trado manual e coletas de amostras de solos.

A **Figura 4.1.1.5.2-3,** a seguir, ilustra as atividades de perfuração na área em avaliação, onde se pode observar a utilização de trado manual nas sondagens, que foram realizadas com diâmetro de 4 polegadas. No piso do local de sondagem foi utilizada uma lona plástica visando proteger o interior da sondagem, de forma a se evitar a queda de partículas de solo superficial no interior do furo.



Figura 4.1.1.5.2-3: Imagens mostrando as atividades de sondagem a trado manual com o piso protegido por plástico para proteção do furo.

Na sequência a **Figura 4.1.1.5.2-4** ilustra a retirada de amostras de solos e armazenamento em sacolas plásticas para a descrição litológica da amostra após a realização de cada sondagem.





Figura 4.1.1.5.2-4: Imagens mostrando a separação de amostras de solos para descrição litológica após a finalização de cada sondagem.

Quanto a coleta das amostras de solos para encaminhamento ao laboratório Tommasi Ambiental, a **Figura 4.1.1.5.2-5** mostra a limpeza e higienização do trado de amostragem, que se procedia imediatamente antes de realizar a amostragem propriamente dita. O equipamento era lavado com água desmineralizada e detergente neutro, secado com papel toalha e higienizado com água deionizada antes de descer ao furo para a coleta da amostra, eliminando-se o risco de contaminação da amostra a ser coletada.





Figura 4.1.1.5.2-5 e: Imagens mostrando a limpeza e higienização do trado de amostragem antes de sua introdução na sondagem para coleta da amostra.

Após a retirada do trado do fundo da sondagem, contendo a amostra de solo, esta era imediatamente transferida para o frasco de amostragem previamente identificado pelo laboratório responsável. Em seguida, o frasco era lacrado com sua respectiva tampa embalado em sacaria plástica e acondicionado em embalagem térmica refrigerada, onde permanecia até o final do dia. Ao término das atividades, todas as amostrar eram entregues ao laboratório para realização das análises previstas. A **Figura 4.1.1.5.2-6** ilustra as amostras sendo dispostas em frascaria fornecida pelo laboratório.



Figura 4.1.1.5.2-6: Imagens mostrando a frascaria fornecida pelo laboratório recebendo as amostras de solos.

Depois de coletadas e devidamente identificadas, as amostras de solos foram reservadas em embalagens térmicas devidamente refrigeradas com gelo até o momento de sua entrega no laboratório responsável pelas análises laboratoriais. A **Figura 4.1.1.5.2-7** ilustra essas amostras no interior da caixa térmica.



Figura 4.1.1.5.2-7 : Imagens mostrando a frascaria já com as amostras de solos preservadas em gelo para entrega em laboratório.

Ao final de cada sondagem, com todas as amostras coletadas, selecionadas e devidamente preservadas para envio ao laboratório, procedia-se à descrição macroscópica das amostras de solo. Essa etapa visava caracterizar visualmente os materiais coletados, complementando o diagnóstico técnico. A **Tabela 4.1.1.5.2-2**, apresentada a seguir, resume as sondagens realizadas indicando a presença ou ausência de material de cobertura e sua respectiva espessura, além de identificar as posições das amostras ao longo do perfil e as profundidades finais de cada sondagem.

Tabela 4.1.1.5.2-2: Tipo de material e espessura da cobertura, posições das amostras no perfil e as profundidades finais de cada sondagem.

SONDAGEM	ESPESSURA DA COBERTURA	MATERIAL DA COBERTURA	POSIÇÃO E DESCRIÇÃO DA AMOSTRA A	POSIÇÃO E DESCRIÇÃO DA AMOSTRA B	PROFUND. FINAL DA SONDAGEM
NST-01	Sem cobertura antrópica	Folhas e raízes	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,10 a 1,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,25m
NST-02	Sem cobertura antrópica	Folhas e raízes	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média	1,10 a 1,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria grossa a média	1,25m
NST-03	Sem cobertura antrópica	Folhas e raízes	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,10 a 1,25 m Solo de cor amarelada com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,25m
NST-04	Cobertura antrópica até 0.68m	Camada de escória (agregado siderúrgico) superficial, seguida por solo compactado e misturado com escória. Necessário o uso de retroescavadeira	0,10 a 0,25 m Solo de cor amarelo-marrom com textura argilo arenosa de granulometria média	1,10 a 1,25 m Solo de cor amarelo-marrom com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,25m
NST-05	Cobertura antrópica até 1,05m	Agregado siderúrgico compactado até 0,40 m. Abaixo, mistura de agregado, sedimentos diversos e raízes até 1,05 m. Necessário o uso de retroescavadeira	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média	1,10 a 1,25 m Solo de cor amarela com textura argilo arenosa de granulometria fina	1,25m
NST-06	Cobertura antrópica até 0,20m	Agregado siderúrgico misturado com solo de coloração marrom. Necessário o uso de retroescavadeira	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria grossa a média	1,10 a 1,25 m Solo de cor amarela com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,25m
NST-07	0,06m	Pó de Balão na superfície e em seguida misturado com material argiloso amarelo - marrom	0,10 a 0,25 m Solo de cor amarelo-marrom com textura argilo arenosa de granulometria fina	1,10 a 1,25 m Solo de cor amarela com textura argilo arenosa de granulometria média	1,25m
NST-08	Sem cobertura antrópica	Folhas e raízes	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria grossa a média	1,10 a 1,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,25m
NST-09	Sem cobertura antrópica	Folhas e raízes	0,10 a 0,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média a fina	1,10 a 1,25 m Solo de cor marrom com textura argilo arenosa de granulometria média	1,25m

4.1.1.5.3 Resultados Analíticos da Qualidade dos Solos

O escopo analítico aplicado nas análises laboratoriais das amostras de solos foi bastante abrangente, utilizando-se toda a relação de parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 420/09. Neste sentido, para o levantamento da qualidade dos solos da área de implantação da Galvanização foi estabelecido o escopo analítico a seguir, ressaltando que este escopo se aplicou de forma linear a todas as amostras:

- Metais
- VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis)
- HPAs (Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos)
- Fenóis Clorados
- Fenóis Não Clorados
- Pesticidas Organoclorados
- Bifenilas Poli Cloradas (PCBs)

Neste item apresentam-se as tabelas com os resultados analíticos das amostras de solos analisadas pelo Laboratório Tommasi Ambiental, o qual é acreditado pela NBR ISO/IEC 17025 pelo INMETRO. Essa norma estabelece requisitos para a competência técnica de laboratórios, incluindo controle rigoroso dos procedimentos e a rastreabilidade dos resultados. Os laudos analíticos estão disponíveis no **Anexo 4.I** deste relatório.

Após a coleta e preservação adequada, as amostras de solos foram encaminhadas ao Laboratório Tommasi Ambiental, sem ocorrência de intercorrências durante o transporte ou recepção. A abertura da matriz das amostras de solos foi realizada pela metodologia USEPA 3051. Todos os métodos utilizados nas análises de solos encontram-se no relatório analítico. Métodos específicos são reportados com metodologias individuais. Em algumas situações um método é utilizado para mais de um composto/elemento químico, sendo estes métodos adotados por grupamentos químicos. Os laudos de solos indicam a metodologia de análise utilizada para cada parâmetro. Cabe ainda observar que os resultados de solo são em kg seco de solo, sendo todos os ensaios realizados com base seca.

As curvas de calibração bem como o certificado do material de referência utilizado na validação dos metais encontram-se disponíveis no laboratório, assim como os certificados de materiais de referência utilizados rotineiramente nas análises de metais para solo, água e sedimentos. Quanto à incerteza de medições, estas são expressas em percentual ou em unidade de massa. Nos resultados onde a concentração é menor que o Limite de Quantificação não se aplica a incerteza de medição.

A **Tabela 4.1.1.5.3-1 a Tabela 4.1.1.5.3-5,** a seguir, apresentam os resultados laboratoriais das amostras de solos e na sequência, após as tabelas, são discutidos os resultados obtidos.

Tabela 4.1.1.5.3-1: Resultados de Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (HPAs) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Continua)

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM										PADRÃO CONAMA 420	
	NST-01		NST-02		NST-03		NST-04		NST-05		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Benzo(a)antraceno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,025	65
Benzo(a)pireno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,052	3,5
Dibenzo(a,h)antraceno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,08	1,3
Fenantreno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	3,3	95
Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,031	130
Naftaleno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,12	90

Tabela 4.1.1.5.3-1: Resultados de Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (HPAs) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Conclusão).

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM								PADRÃO CONAMA 420	
	NST-06		NST-07		NST-08		NST-09		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Benzo(a)antraceno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,025	65
Benzo(a)pireno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,052	3,5
Dibenzo(a,h)antraceno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,08	1,3
Fenantreno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	3,3	95
Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,031	130
Naftaleno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,12	90

Tabela 4.1.1.5.3-2: Resultados de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua)

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM										PADRÃO CONAMA 420	
	NST-01		NST-02		NST-03		NST-04		NST-05		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
1,1,1-Tricloroetano	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	25
1,1-Dicloroetano	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	25
1,2,3-Triclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,01	35
1,2,4-Triclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,011	40
1,2-Diclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,73	400
1,2-Dicloroetano	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,075	0,5
1,4-Diclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,39	150
Benzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,03	0,15
Cloreto de Metileno (Diclorometano)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,018	15
Cloreto de Vinila	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,003	0,008
Clorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,41	120
Clorofórmio	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	1,75	8,5
Estireno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,2	80
Etilbenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	6,2	95
Tetracloreto de Carbono	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,17	1,3
Tetracloroeteno (Tetracloroetileno)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,054	13
Tolueno	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	0,14	75
1,1,2-Tricloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,0078	22
Xilenos (o-Xileno + m-Xileno + p-Xileno)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,13	70
1,1-Dicloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	8
cis-1,2-Dicloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	4
trans-1,2-Dicloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	11

Tabela 4.1.1.5.3-2: Resultados de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Conclusão).

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM								PADRÃO CONAMA 420	
	NST-06		NST-07		NST-08		NST-09		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B		
1,1,1-Tricloroetano	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	25
1,1-Dicloroetano	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	25
1,2,3-Triclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,01	35
1,2,4-Triclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,011	40
1,2-Diclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,73	400
1,2-Dicloroetano	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,075	0,5
1,4-Diclorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,39	150
Benzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,03	0,15
Cloreto de Metileno (Diclorometano)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,018	15
Cloreto de Vinila	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,003	0,008
Clorobenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,41	120
Clorofórmio	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	1,75	8,5
Estireno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,2	80
Etilbenzeno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	6,2	95
Tetracloreto de Carbono	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,17	1,3
Tetracloroeteno (Tetracloroetileno)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,054	13
Tolueno	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	< 0,003030	0,14	75
1,1,2-Tricloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,0078	22
Xilenos (o-Xileno + m-Xileno + p-Xileno)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,13	70
1,1-Dicloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	8
cis-1,2-Dicloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	4
trans-1,2-Dicloroeteno	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	-	11

Tabela 4.1.1.5.3-3: Resultados de Fenois Clorados para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua)

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM										PADRÃO CONAMA 420	
	NST-01		NST-02		NST-03		NST-04		NST-05		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Cresóis (o-Cresol + m-Cresol + p-Cresol)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,16	19
2,3,4,5-Tetraclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,092	50
2,3,4,6-Tetraclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,011	7,5
2,4-Diclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,031	6
2-Clorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,055	2
3,4-Diclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,051	6
2,4,6-Triclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	1,5	20
Pentaclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,16	3

Tabela 4.1.1.5.3-3: Resultados de Fenois Clorados para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Conclusão).

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM								PADRÃO CONAMA 420	
	ST-06		PEP-ST-07		PEP-ST-08		PEP-ST-09		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Cresóis (o-Cresol + m-Cresol + p-Cresol)	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,16	19
2,3,4,5-Tetraclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,092	50
2,3,4,6-Tetraclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,011	7,5
2,4-Diclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,031	6
2-Clorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,055	2
3,4-Diclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,051	6
2,4,6-Triclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	1,5	20
Pentaclorofenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,16	3

Tabela 4.1.1.5.3-4: Resultados de Fenóis não Clorados, Pesticidas Organoclorados e PCBs (Bifenilas Poli-Cloradas) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua)

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM										PADRÃO CONAMA 420	
	NST-01		NST-02		NST-03		NST-04		NST-05		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Fenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,2	15
Di(2-etilhexil) ftalato	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,6	10
Aldrin	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,015	0,03
beta-BHC (beta-HCH)	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	0,011	5
Dimetilftalato	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,25	3
Dieldrin	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	0,043	1,3
Endrin	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,001	2,5
Lindano (gama-HCH)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,001	1,5
4,4'-DDD (p,p'-DDD)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,013	7
4,4'-DDE (p,p'-DDE)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,021	3
4,4'-DDT (p,p'-DDT)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,01	5
Hexaclorobenzeno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,003	1
Bifenilas Policloradas Totais (PCB)	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	0,0003	0,12

Tabela 4.1.1.5.3-4: Resultados de Fenóis não Clorados, Pesticidas Organoclorados e PCBs (Bifenilas Poli-Cloradas) para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Conclusão).

PARÂMETRO(MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM								PADRÃO CONAMA 420	
	ST-06		PEP-ST-07		PEP-ST-08		PEP-ST-09		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Fenol	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	< 0,003000	0,2	15
Di(2-etilhexil) ftalato	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,6	10
Aldrin	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,015	0,03
beta-BHC (beta-HCH)	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	< 0,000290	0,011	5
Dimetilftalato	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,25	3
Dieldrin	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	< 0,000260	0,043	1,3
Endrin	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,001	2,5
Lindano (gama-HCH)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,001	1,5
4,4'-DDD (p,p'-DDD)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,013	7
4,4'-DDE (p,p'-DDE)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,021	3
4,4'-DDT (p,p'-DDT)	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,01	5
Hexaclorobenzeno	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	< 0,000300	0,003	1
Bifenilas Policloradas Totais (PCB)	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	< 0,000303	0,0003	0,12

Tabela 4.1.1.5.3-5: Resultados de Metais para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09. (Continua)

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM										PADRÃO CONAMA 420	
	NST-01		NST-02		NST-03		NST-04		NST-05		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Antimônio Total	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	2	25
Arsênio Total	2,06	<0,002	<0,002	<0,002	3,46	7,15	3,47	2,85	6,39	7,46	15	150
Bário Total	27,5	28,1	7,65	12,8	13,9	24,8	13,9	22,3	26,1	19,9	150	750
Cádmio Total	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0 010	< 0 010	1,3	20
Chumbo Total	23,4	23,6	11,8	20,4	12,4	22,6	12,6	18,9	23,3	17,0	72	900
Cobalto Total	1,03	1,21	< 0,010	< 0,010	< 0,010	1,15	< 0,010	< 0,010	< 0 010	< 0 010	25	90
Cobre Total	1,51	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	1,06	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	60	600
Cromo Total	14,8	14,4	3,35	10,1	13,9	24,9	13,1	21,4	21,6	21,5	75	400
Mercúrio Total	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,5	70
Molibdênio Total	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	1,01	1,33	1,38	30	120
Níquel Total	5,06	4,87	< 0,010	3,76	2,00	3,71	1,44	2,05	3,51	1,88	30	130
Prata Total	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0,010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	2	100
Vanádio Total	18,8	20,6	3,02	5,03	34,8	52,4	40,7	47,8	43,8	46,1	-	1000
Zinco Total	7,56	7,31	26,8	4,18	3,06	4,15	1,99	2,44	4,62	2,75	300	2000
Aluminio	27000	25900	3840	21600	13400	27300	12300	18300	25200	16700	-	-
Manganês	18,7	17,1	3,17	4,79	20,2	13,6	13,7	13,0	17,9	31,8	-	-
Ferro	5350	5440	541	571	9050	14300	10200	13900	13600	15800	-	-
Ph	5,810	5,870	4,880	4,810	5,290	5,220	5,040	4,820	5,950	6,450	-	-

Tabela 4.1.1.5.3-5: Resultados de Metais para as amostras de solos das sondagens NST-01 a NST-09 (Conclusão).

PARÂMETRO (MG/KG)	PONTOS DE AMOSTRAGEM								PADRÃO CONAMA 420	
	NST-06		NST-07		NST-08		NST-09		Prevenção (mg/kg)	Investigação Industrial (mg/kg)
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Antimônio Total	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	< 0,152	2	25
Arsênio Total	2,72	<0,002	8,83	4,45	5,78	8,25	< 0,002	< 0,002	15	150
Bário Total	10,4	11,6	20,5	24,8	10,2	29,0	2,07	10,4	150	750
Cádmio Total	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	1,3	20
Chumbo Total	14,8	20,5	16,7	20,0	9,40	23,4	11,0	12,4	72	900
Cobalto Total	< 0,010	1,01	1,08	1,10	<0,010	1,29	< 0,010	< 0,010	25	90
Cobre Total	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	60	600
Cromo Total	14,6	21,3	19,0	23,5	13,2	20,8	10,0	11,1	75	400
Mercúrio Total	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,5	70
Molibdênio Total	< 0,015	< 0,015	1,40	1,13	1,05	<0,015	<0,015	<0,015	30	120
Níquel Total	2,25	3,61	1,81	2,61	1,37	4,10	2,14	2,60	30	130
Prata Total	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	< 0 010	2	100
Vanádio Total	40,0	44,5	43,7	49,0	32,0	44,3	26,8	28,2	-	1000
Zinco Total	4,18	3,78	2,53	3,24	1,77	5,17	2,60	3,28	300	2000
Aluminio	15700	25200	15500	19600	9580	24600	12000	13300	-	-
Manganês	9,30	9,22	18,2	21,3	17,9	21,8	6,84	13,6	-	-
Ferro	5890	6290	12400	14100	9360	10400	1670	3270	-	-
pH	7,13	5,150	5,660	5,050	5,090	5,080	6,680	6,660		

4.1.1.5.4 Discussão da Qualidade dos Solos da Área de Implantação

Na presente caracterização adotou-se como referência de comparação para os solos coletados na área de implantação da futura unidade de Galvanização, na ArcelorMittal Tubarão, os valores estabelecidos na Resolução CONAMA 420/09, considerando-se o perfil de área industrial da referida legislação e utilizando-se os valores de Prevenção (VP) e de Investigação (VI), conforme apresentados nas tabelas de resultados de solos no item anterior. Apresenta-se a seguir a interpretação e discussão dos resultados obtidos para os parâmetros analisados, considerando-se os diferentes grupos de parâmetros químicos.

Em relação aos compostos de **Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (HPAs)**, conforme os resultados analíticos apresentados anteriormente na **Tabela 4.1.1.5.3-1**, a totalidade dos resultados para os 6 (seis) compostos de Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos analisados nas 18 (dezoito) amostras de solos coletadas na área prevista para instalação da unidade de Galvanização apresentou concentrações abaixo dos limites de quantificação, portanto abaixo dos Valores de Prevenção (VP) e dos Valores de Investigação (VI) estabelecidos na Resolução CONAMA 420/09. Observa-se que os limites de quantificação são inferiores aos Valores de Prevenção (VP) da referida resolução.

Da mesma forma que os compostos de HPAs citados anteriormente, todos as 18 (dezoito) amostras de solos também apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação adotados para os 22 (vinte e dois) **Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)** analisados, conforme consta na **Tabela 4.1.1.5.3-2**, já apresentada anteriormente. Assim, a totalidade dos resultados se mostrou abaixo dos Valores de Prevenção (VP) e dos Valores de Investigação (VI) estabelecidos na Resolução CONAMA 420/09. Observa-se que os limites de quantificação são inferiores aos Valores de Prevenção (VP) da referida resolução.

Situação idêntica às duas anteriores (HPAs e VOCs), também foi observada para **Fenóis Clorados** (**Tabela 4.1.1.5.3-3**) e **Fenóis Não Clorados, Pesticidas e PCBs** (**Tabela 4.1.1.5.3-4**), já apresentadas anteriormente. Nessas duas tabelas podem ser observados que todos os resultados das 18 (dezoito) amostras de solos indicaram concentrações abaixo dos limites de quantificação para todos os 8 (oito) compostos de Fenóis Clorados e todos os 13 (treze) compostos de Fenóis Não Clorados, Pesticidas e PCBs. Tal situação indica que a totalidade dos resultados se mostrou abaixo dos Valores de Prevenção (VP) e dos Valores de Investigação (VI) estabelecidos na Resolução CONAMA 420/09. Observa-se que esses limites de quantificação adotados são inferiores aos Valores de Prevenção (VP) da referida resolução

Quanto aos **Metais Totais, c**onforme os resultados apresentados anteriormente na **Tabela 4.1.1.5.3-5**, todas as amostras de solos apresentaram concentrações com resultados abaixo de seus respectivos Valores de Prevenção (VP) e Valores de Investigação (VI) estabelecidos pela Resolução CONAMA 420/09 para os metais totais, observando-se ainda que todas as 18 (dezoito) amostras de solos analisadas apresentaram concentrações abaixo dos respectivos limites de quantificação para os metais antimônio, cádmio, mercúrio e prata.

Os metais alumínio, ferro e manganês não apresentam valores ou padrões de referência em solos, tanto na Resolução CONAMA 420/09, como em padrões internacionais, a exemplo do Padrão Holandês. Tal observação é válida tanto para Valores de Prevenção (VP) como Valores de Intervenção (VI), não sendo possível traçar comentários sobre as concentrações encontradas nos solos locais. Todavia, sua ausência em legislações de referência se deve ao fato de serem esses os três principais metais formadores dos solos e normalmente possuírem valores mais elevados.

Diante dos resultados laboratoriais, pode-se afirmar em relação aos solos, que as concentrações obtidas não indicaram a presença de Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (HPAs), Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs), Bifenilas Poli-Cloradas (PCBs), Fenóis Clorados e não Clorados, e Metais acima de seus respectivos Valores de Prevenção (VP) e Valores de Investigação (VI) estabelecidos pela Resolução CONAMA 420/09, ocorrendo para a maioria dos parâmetros analisados concentrações abaixo de seus limites de quantificação (LQ).

Segundo a própria Resolução CONAMA 420/09, o Valor de Investigação (VI) é a concentração de determinada substância acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado. Nesse sentido, como todas as concentrações, de todos os parâmetros e compostos analisados, em todas as amostras, se apresentaram abaixo dos Valores de Investigação (VI), pode-se afirmar que não existe risco de exposição a tais parâmetros na área avaliada, bem como afirmar que não se verifica a contaminação dos solos na área de implantação da futura unidade de Galvanização.

Da mesma forma, como não ocorreram concentrações acima dos Valores de Prevenção (VP) para quaisquer parâmetros ou compostos analisados, para todas as amostras, ainda conforme a própria Resolução CONAMA 420/09, não se aplica a necessidade de identificação de fontes potenciais e avaliação da ocorrência natural de substâncias específicas, não se aplicando também a necessidade de controle de fontes de contaminação e o monitoramento da qualidade do solo.

Considerando o baixo histórico de uso da área avaliada, predominantemente e esporadicamente apenas como área de suporte, onde não se teve praticamente nenhum uso industrial de forma mais intensiva, os resultados obtidos em solos são compatíveis com os resultados esperados, uma vez que as áreas analisadas tiveram baixas intervenções e nenhum uso de substâncias químicas perigosas ou que pudessem causar poluição do solo.

Assim, também com base nos resultados de solos, é possível dizer que a área não apresenta risco para a exposição de trabalhadores aos solos locais durante a fase de construção, uma vez que eles não se encontram contaminados.

Por fim, para efeito de classificação dos solos à luz da Resolução CONAMA 420/09, como a presente avaliação em Fase Confirmatória não encontrou nenhum parâmetro ou composto em solos com resultado acima dos Valores de Prevenção (VP) e Investigação (VI), os solos da área em avaliação, correspondente a área prevista para implantação da unidade de Galvanização, **não se enquadram como solos Classe 3 ou Classe 4**, por não apresentar, respectivamente, nenhum resultado maior que os Valores de Prevenção e menor que o Valor de Investigação (Classe 3) e maiores que os Valores de Investigação (Classe 4).

Assim, **trata-se de solos Classe 1 ou Classe 2**, não sendo, contudo, possível se estabelecer precisamente em qual das duas classes pertencem tais solos, uma vez que para tal deveriam ser conhecidos os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) para alguns parâmetros inorgânicos, uma vez que para os parâmetros orgânicos, segundo a própria Resolução CONAMA 420/09, não se aplicam Valores de Referência de Qualidade.

Para os parâmetros inorgânicos, que correspondem aos metais, a própria Resolução CONAMA 420/09 indica que o *"Valor de Referência de Qualidade deve ser definido pelo Estado"*, uma vez que podem variar bastante até mesmo dentro de um estado. Todavia, para o estado do Espírito Santo ainda não se tem os Valores de Referência de Qualidade definidos de maneira formal, impedindo a classificação com precisão entre Classes 1 e 2. Apresentam-se a seguir as definições de solos Classe 1 e 2 a partir da Resolução Conama 420/09:

- Classe 1: Solos que apresentam concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao VRQ.
- Classe 2: Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior do que o VRQ e menor ou igual ao VP;

O Artigo 20º dessa mesma Resolução indica que após a classificação do solo deverão ser observados os seguintes procedimentos de prevenção e controle da qualidade do solo:

- Classe 1: não requer ações.
- Classe 2: poderá requerer uma avaliação do órgão ambiental, incluindo a verificação da possibilidade de ocorrência natural da substância ou da existência de fontes de poluição, com indicativos de ações preventivas de controle, quando couber, não envolvendo necessariamente investigação.

Assim, encerra-se aqui a Fase Confirmatória de investigação de passivos ambientais em solos na área prevista para instalação da unidade de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão, que, com base na própria definição da Resolução CONAMA 420/09, consiste na etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos Valores de Investigação (VI), não se recomendando futura Fase de Detalhamento.

4.1.2 Qualidade Do Ar

4.1.2.1 Considerações Gerais

O diagnóstico e a modelagem da qualidade do ar tiveram como principal objetivo avaliar os impactos potenciais das emissões atmosféricas associadas à implantação e operação do (LTF) da ArcelorMittal Tubarão (AMT) sobre a qualidade do ar na região de influência do empreendimento.

Esse processo envolveu:

- Identificação e quantificação das fontes emissoras de poluentes atmosféricos (existentes e futuras);
- Simulação da dispersão dos poluentes na atmosfera utilizando modelos matemáticos reconhecidos (como o AERMOD), com base em dados meteorológicos locais e inventários de emissões;
- Comparação dos resultados modelados com os padrões legais de qualidade do ar vigentes, definidos por legislações federais (CONAMA) e estaduais (Decreto ES), considerando sempre o limite mais restritivo;

Com isso, o estudo permitiu subsidiar o processo de licenciamento ambiental, garantir o cumprimento da legislação vigente e apoiar a tomada de decisão técnica e ambiental, assegurando que a operação da nova unidade não comprometa a saúde da população nem o meio ambiente.

O estudo avalia os impactos das emissões atmosféricas da nova unidade considerando dois cenários:

1. Cenário 1: Contribuição isolada das fontes da nova planta (LTF).
2. Cenário 2: Contribuição conjunta das fontes da LTF com as demais fontes da AMT.

Foram avaliados os seguintes poluentes atmosféricos:

- Partículas Totais em Suspensão (PTS)
- MP10 (material particulado inalável < 10 µm)
- MP2,5 (material particulado inalável < 2,5 µm)
- SO_2, NO_2, CO, HCl e Hidrocarbonetos Totais (HCT)

As taxas de emissão foram baseadas no Inventário de Emissões da AMT (Ano Base: 2024) e em dados técnicos reconhecidos (IEMA, AP-42 da USEPA). Para a modelagem de dispersão foi utilizado o modelo AERMOD (versão 24142/2024), reconhecido pela USEPA, com dados meteorológicos do Aeroporto de Vitória e modelagem do período de 2022 a 2024.

As simulações foram conduzidas em modo conservador, sem considerar processos de remoção ou transformação dos poluentes, resultando em estimativas superiores aos valores reais esperados.

O relatório deverá ser analisado integralmente, considerando o contexto, metodologia e premissas adotadas. Todas as figuras são de autoria da equipe técnica responsável. O relatório completo está apresentado conforme **Anexo 4.II PROJETO_AMT_EDA_LTF_2025,** assim como os estudos de modelagem e dados de entrada do modelo conforme **Anexo 4.III**

A seguir é apresentado um resumo do diagnóstico do qualidade do ar.

4.1.2.2 Legislação Ambiental Aplicável

A implantação e operação da Laminação de Tiras a Frio (LTF) da ArcelorMittal Tubarão (AMT) seguirá a legislação ambiental vigente nas esferas federal, estadual e municipal, com ênfase nos padrões de qualidade do ar.

Legislação Federal

A Resolução CONAMA nº 506/2024 define os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (PNQA), em substituição à Resolução nº 491/2018. Adota um sistema escalonado (PI-1 a PI-4) até atingir o Padrão Final (PF), baseado nas diretrizes da OMS.

Atualmente, está em vigor o Padrão Intermediário 2 (PI-2).

A norma também estabelece critérios para episódios críticos de poluição do ar (Atenção, Alerta e Emergência), com base nas concentrações de PM10, PM2,5, SO_2, NO_2, CO e O_3.

Legislação Estadual – Espírito Santo

O Decreto Estadual nº 6.076-R/2025 atualiza os padrões estaduais e alinha-se à CONAMA 506/2024, incluindo metas intermediárias para PM10 e PM2,5, e valores específicos para partículas totais em suspensão (PTS). Também está vigente o Padrão Intermediário 2 (PI-2).

Aplicação no Estudo

Para a avaliação das concentrações de poluentes modeladas, serão considerados os limites estabelecidos tanto pela legislação federal quanto pela estadual, adotando-se sempre o valor mais restritivo entre eles.

4.1.2.3 Levantamento das fontes de emissões

Para identificação das fontes de emissões, três métodos foram aplicados, a saber:

- Medição Contínua

Monitores contínuos instalados nas chaminés de processo produtivo e de sistemas de controle ambiental (Filtros de Manga e Precipitadores Eletrostáticos). Estas fontes são monitoradas continuamente em regime de 24 horas por dia durante 365 dias do ano.

- Medição manual (isocinética)

Medições periodicamente medições manuais (isocinéticas) nas fontes que possuem restrições técnicas para a instalação dos analisadores de material particulado.

- Medição por Cálculo

São aquelas fontes que são monitoradas por método de cálculo por não possuírem dutos ou chaminés associadas às mesmas que possibilitem um monitoramento contínuo ou manual.

4.1.2.4 Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade do Ar

Para avaliar a qualidade do ar na região de Vitória e municípios vizinhos à ArcelorMittal Tubarão (AMT), foram consideradas as máximas concentrações registradas entre 2022 e 2024, com base no Relatório da Qualidade do Ar na Grande Vitória, elaborado pelo IEMA.

A análise utiliza dados da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (EMQAr), composta por 10 estações. A análise dos dados indica que, em geral, as concentrações de poluentes estão abaixo dos limites legais vigentes. No entanto, ocorreram ultrapassagens pontuais:

- PM10 na estação EMQAr 1 – Laranjeiras, com pico de 150,60 µg/m³, excedendo o limite de 120 µg/m³ (PI-1);
- Ozônio (O_3) na estação EMQAr 6 – Ibes, com média de 8 horas de 143 µg/m³, acima do limite de 140 µg/m³ (PI-1).

Esses resultados evidenciam a necessidade de atenção às emissões de material particulado e ao ozônio, especialmente nas áreas afetadas.

A avaliação completa dos impactos das emissões da ArcelorMittal Tubarão (novo projeto) sobre a rede de monitoramento da qualidade, foi analisada e está apresentada no **Anexo 4.II PROJETO_AMT_EDA_LTF_2025.**

4.1.2.4.1 Metodologia – Modelo de dispersão de Poluentes

Neste relatório é utilizado o sistema de modelagem AERMOD para determinar as concentrações dos poluentes atmosféricos na qualidade do ar no entorno da AMT para o período de três anos ininterruptos, de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024.

Desenvolvido pela USEPA, a sigla AERMOD é a combinação dos nomes American Meteorological Society (AMS) e U.S. Environmental Protection Agency Regulatory Model (USEPA, 2019c, 2019d, 2019a, 2019b, 2020). Ele está disponível para download no sítio https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models#aermod (acessado em julho de 2025).

Para aplicação odo modelo são necessários os seguintes dados de entrada:

Para sua aplicação, são necessários:

- **Dados de emissão** (taxas, temperatura, velocidade dos gases);
- **Características das fontes** (localização, altura de chaminés, edificações próximas);
- **Dados meteorológicos horários** (vento, temperatura, pressão, radiação, umidade, etc.);
- **Informações dos receptores** (localização e altitude dos pontos de avaliação);
- **Parâmetros de configuração do modelo**.

A **topografia da área de estudo**, com resolução de 30 metros, foi incorporada ao modelo com base em dados altimétricos gratuitos do portal **SRTM**.

Todas essas informações então detalhadamente descritas no **Anexo 4.II PROJETO_AMT_EDA_LTF_2025 e Anexo 4.III**

4.1.2.4.2 Resultados do Diagnóstico e prognóstico Ambiental

As simulações das concentrações de poluentes atmosféricos foram realizadas com base em premissas conservadoras, considerando o pior cenário possível de dispersão com todas as fontes emissoras operando simultaneamente em plena carga e sob condições meteorológicas desfavoráveis. Não foram incluídos mecanismos de remoção atmosférica (como deposição seca/úmida ou reações químicas), o que acentua o viés conservador. Além disso, o uso de um modelo em regime permanente, que pressupõe vento constante, pode superestimar as concentrações em áreas mais distantes das fontes.

Devido à limitação do modelo AERMOD em curtas distâncias, foram consideradas apenas as concentrações fora da propriedade da AMT. As áreas internas não foram avaliadas, por estarem sujeitas a normas de saúde ocupacional, priorizando-se a análise das zonas sensíveis no entorno.

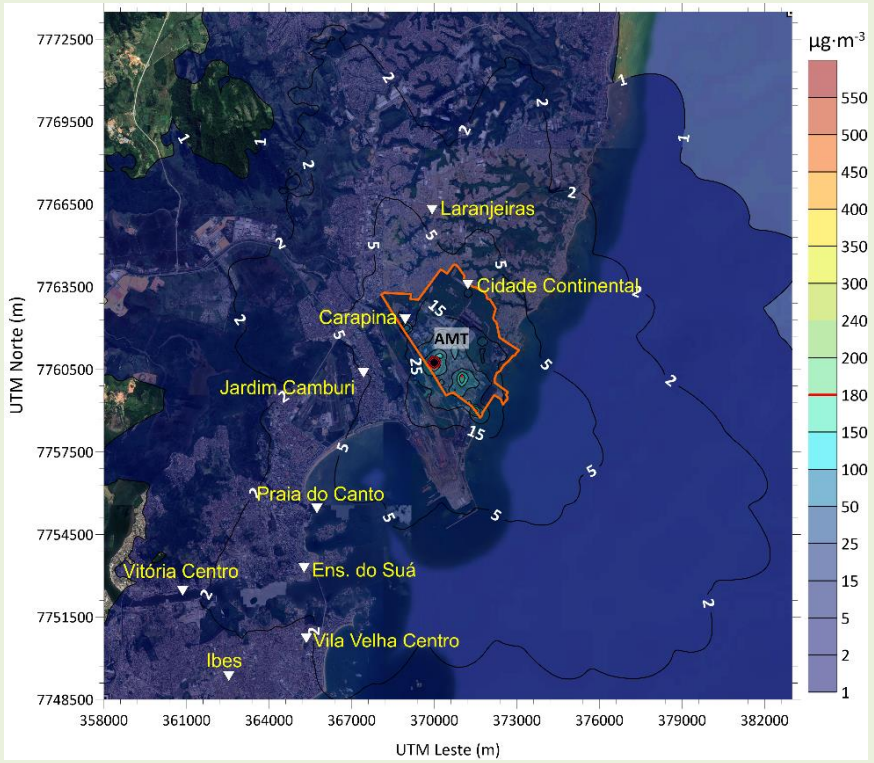
4.1.2.4.2.1 Partículas Totais em Suspensão

4.1.2.4.2.1.1 Máxima média de 24 horas

Em ambos os cenários, as concentrações de PTS na Região da Grande Vitória ficaram abaixo dos limites legais. No cenário 1, com emissões apenas da LTF, concluiu-se que a nova unidade não terá contribuição significativa para os níveis de PTS na região. No Cenário 2 (sinergia), as concentrações de PTS na RGV ficaram abaixo de 75 µg/m³, indicando que a combinação das emissões atuais com as da LTF não deverá violar os padrões de qualidade do ar.



Máxima Média de 24 horas – Cenário 1

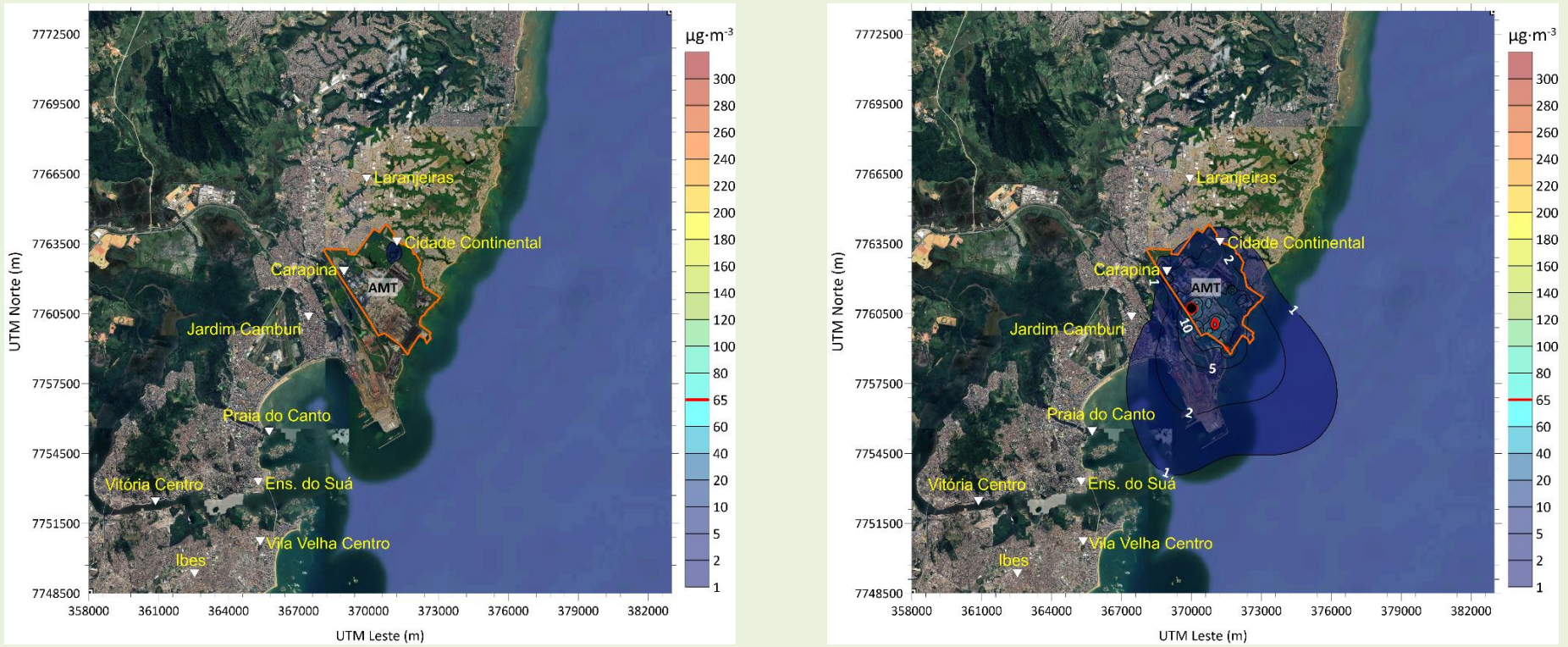


Máxima Média de 24 horas– Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.1.1-1: a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de PTS. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

4.1.2.4.2.1.2 Média anual

Na média anual, o impacto do cenário 1 foi pequeno, com concentrações abaixo de 1 µg/m³ e restritas à área industrial. No cenário 2 (sinergia), as concentrações fora da área industrial ficaram abaixo dos limites legais de 65 µg/m³ (Decreto Estadual) e 80 µg/m³ (CONAMA).



(A) Média Anual – Cenário 1

(B) Média Anual – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.1.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PTS. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

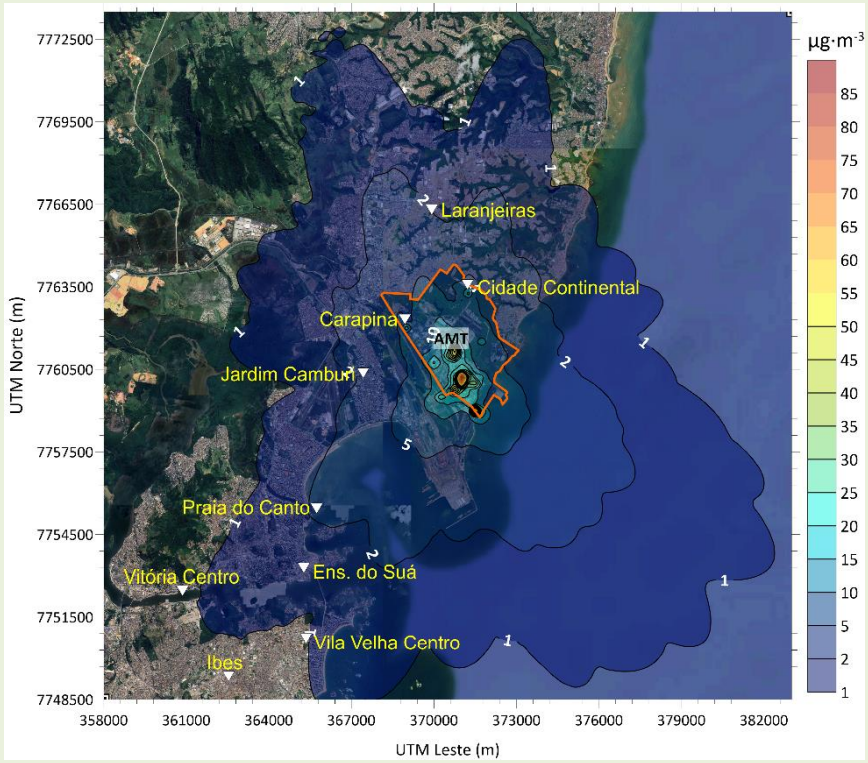
4.1.2.4.2.2 Material Particulado menor do que 10 micrometros (MP10 ou PM10) Material Particulado menor do que 10 micrometros (MP10 ou PM10)

4.1.2.4.2.2.1 Máxima média de 24 horas

A **Figura 4.1.2.4.2.2.1-1 (A) e (B)** apresenta as isolinhas de concentração de PM_{10} (média máxima de 24h) para os Cenários 1 e 2. Os resultados refletem o pior cenário, com todas as emissões da AMT operando continuamente entre janeiro de 2022 e dezembro de 2024. Em ambos os cenários, as concentrações de PM_{10} na Região da Grande Vitória ficaram abaixo do limite de 100 µg/m³ (média de 24h), conforme o Decreto nº 6.076-R/2025 e a Resolução CONAMA 506/2024 (padrão intermediário 2 vigente a partir de Janeiro de 2025).



Máxima Média de 24 horas – Cenário 1



Máxima Média de 24 horas – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.2.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de PM10. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

4.1.2.4.2.2.2 Média anual

As concentrações anuais de PM_{10} ficaram abaixo do limite de 35 µg/m³ fora da área industrial, indicando impacto ambiental pequeno. O cenário 1 teve baixa contribuição, e o cenário 2 apresentou valores inferiores a 10 µg/m³. Assim, não se esperam violações dos padrões de qualidade do ar de longo prazo com a operação da AMT.



(A) Média Anual – Cenário 1



(B) Média Anual – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.2.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PM10. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

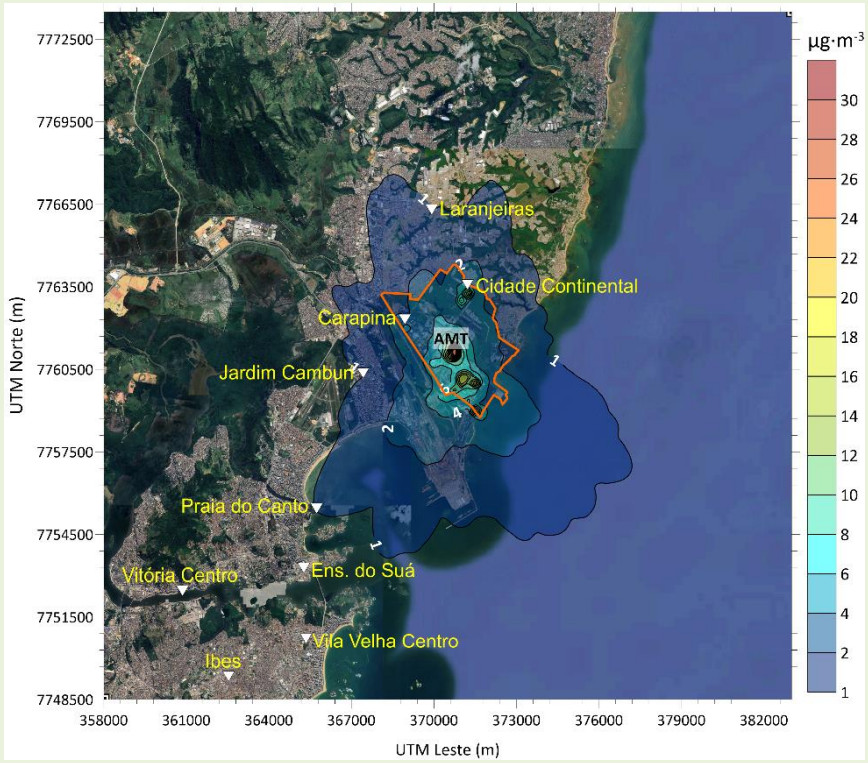
4.1.2.4.2.3 Material particulado menor do que 2,5 micrometros (MP2,5 ou PM2,5).

4.1.2.4.2.3.1 Máxima média de 24 horas

Em todos os cenários, as concentrações de $PM_{2,5}$ na Região da Grande Vitória ficaram abaixo do limite de 50 µg/m³ (média de 24h), conforme o Decreto nº 6.076-R/2025 e a Resolução CONAMA 506/2024 (padrão intermediário 2 vigente a partir de 2025) **(Figura 4.1.2.4.2.3.1-1).**



Máxima Média de 24 horas – Cenário 1



Máxima Média de 24 horas – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.3.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de PM2.5. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

4.1.2.4.2.3.2 Média anual

A **Figura 4.1.2.4.2.3.2-1** apresenta as isolinhas de concentração anual de $PM_{2,5}$ para os Cenários 1 e 2, considerando o pior cenário com operação contínua da AMT entre 2022 e 2024. Os resultados indicam impacto ambiental pequeno, com concentrações fora da área industrial abaixo do limite de 17 µg/m³ (PI2). O cenário 1 teve baixa contribuição e o cenário 2 apresentou valores inferiores a 5 µg/m³, não sendo esperadas violações aos padrões de qualidade do ar de longo prazo.



(A) Média Anual – Cenário 1



(B) Média Anual – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.3.2-1: a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PM2,5. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

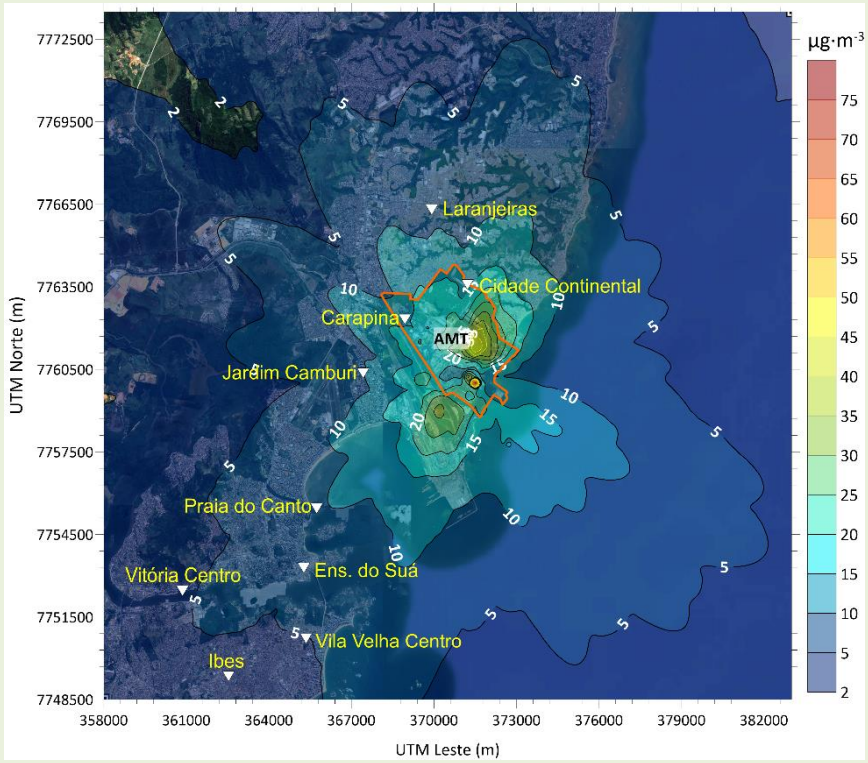
4.1.2.4.2.4 Dióxido de Enxofre (SO2)

4.1.2.4.2.4.1 Máxima média de 24 horas

Em ambos os cenários, as concentrações de SO_2 na Região da Grande Vitória ficaram abaixo do limite de 50 µg/m³ (média de 24h), conforme o Padrão Intermediário 2 do Decreto nº 6.076-R/2025 e da Resolução CONAMA 506/2024. No cenário 1, as emissões da LTF geraram concentrações apenas dentro da área industrial, indicando baixo impacto na RGV. No cenário 2, a sinergia das fontes também não resultou em violação dos padrões de qualidade do ar.



Máxima Média de 24 horas – Cenário 1



Máxima Média de 24 horas – Cenário 2

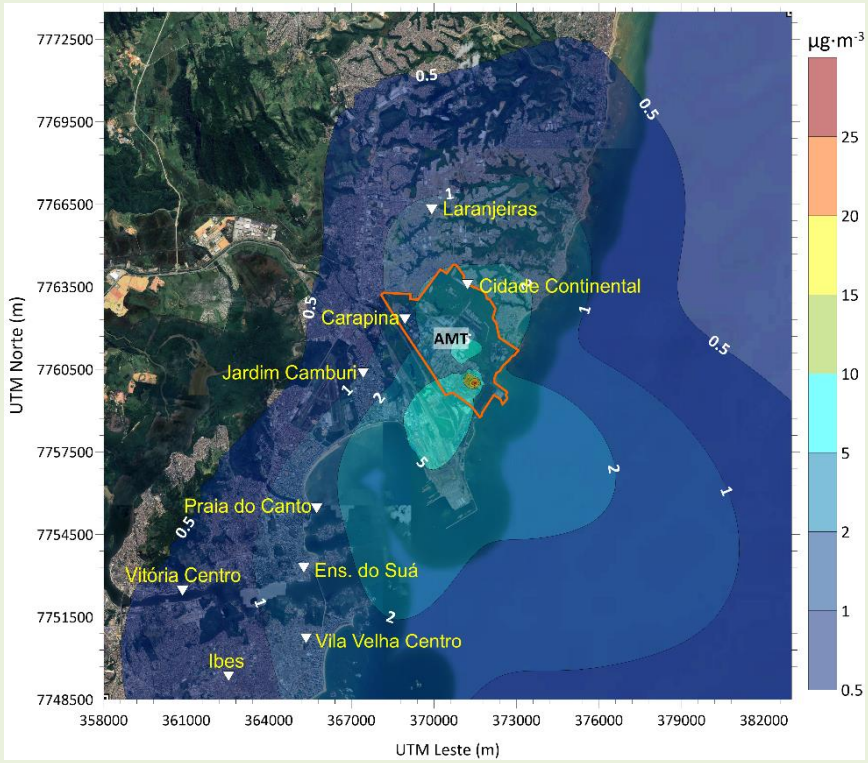
Figura 4.1.2.4.2.4.1-1 : (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) Cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de SO2. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

4.1.2.4.2.4.2 Média anual

As concentrações anuais de SO_2 ficaram abaixo do limite de 30 µg/m³ (PI2), indicando impacto ambiental pequeno fora da área industrial. Os resultados foram similares aos de curto prazo, mostrando que as emissões da LTF não alteram significativamente as médias anuais na situação atual.



(A) Média Anual – Cenário 1



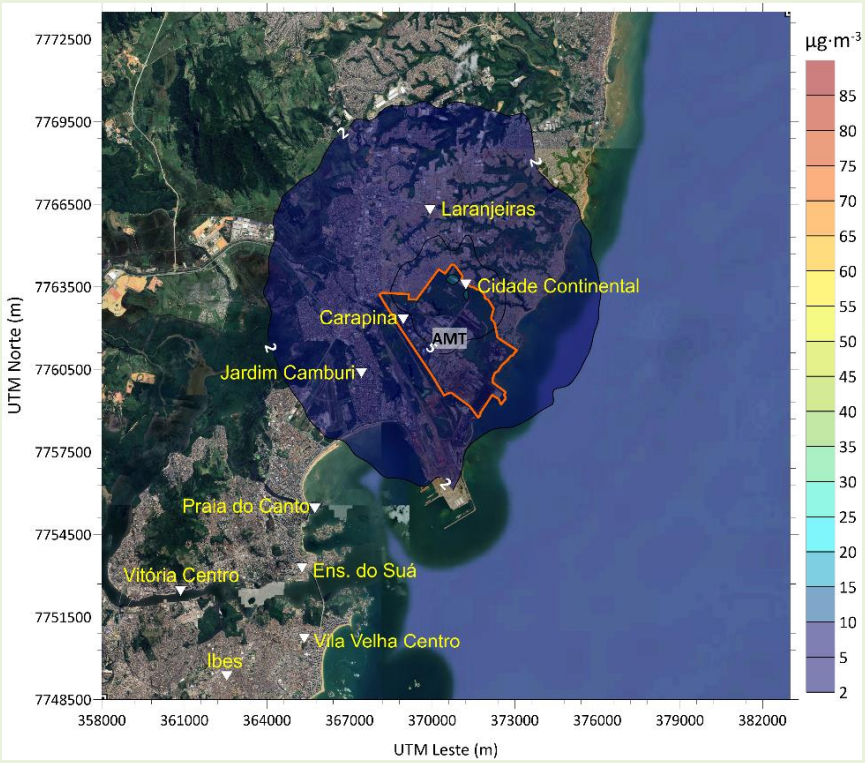
(B) Média Anual – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.4.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de SO2. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

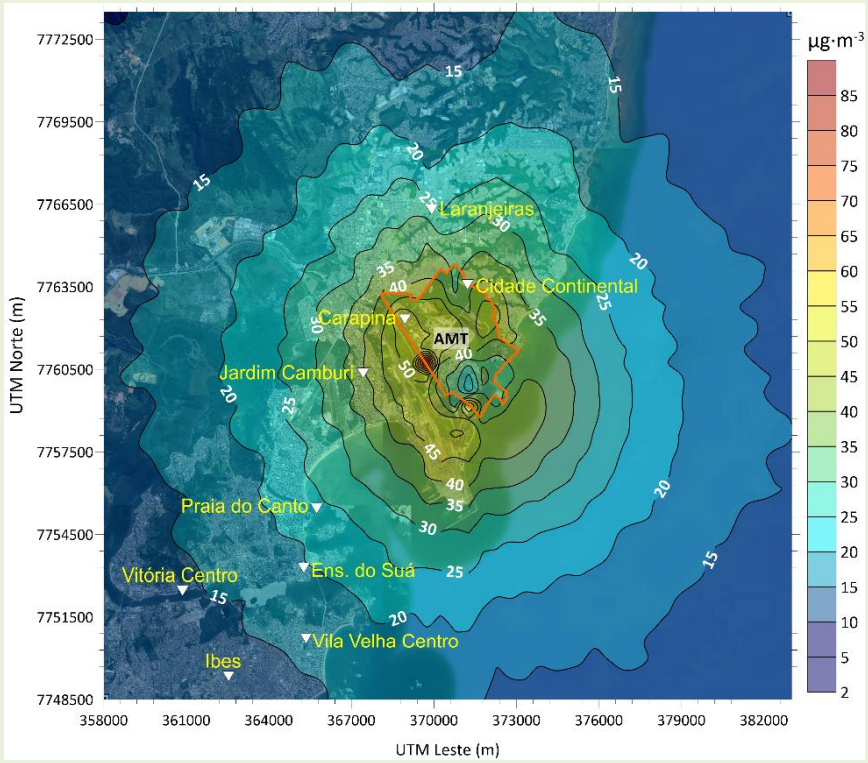
4.1.2.4.2.5 Dióxido de Nitrogênio (NO2)

4.1.2.4.2.5.1 Máxima média de 1 hora

Os resultados consideraram que todas as emissões da AMT operaram ininterruptamente no período de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024, sendo aqui exposto a situação do pior cenário.Os resultados modelados nos dois cenários de emissões mostram que as concentrações de NO2 sobre a Região da Grande Vitória estão todas abaixo do limite de 240 µg/m³ (Padrão Intermediário 2) para a máxima média de 1 hora determinado pelo Decreto Estadual nº 6.076-R/25 e CONAMA 506/2024.



Máxima Média de 1 hora – Cenário 1

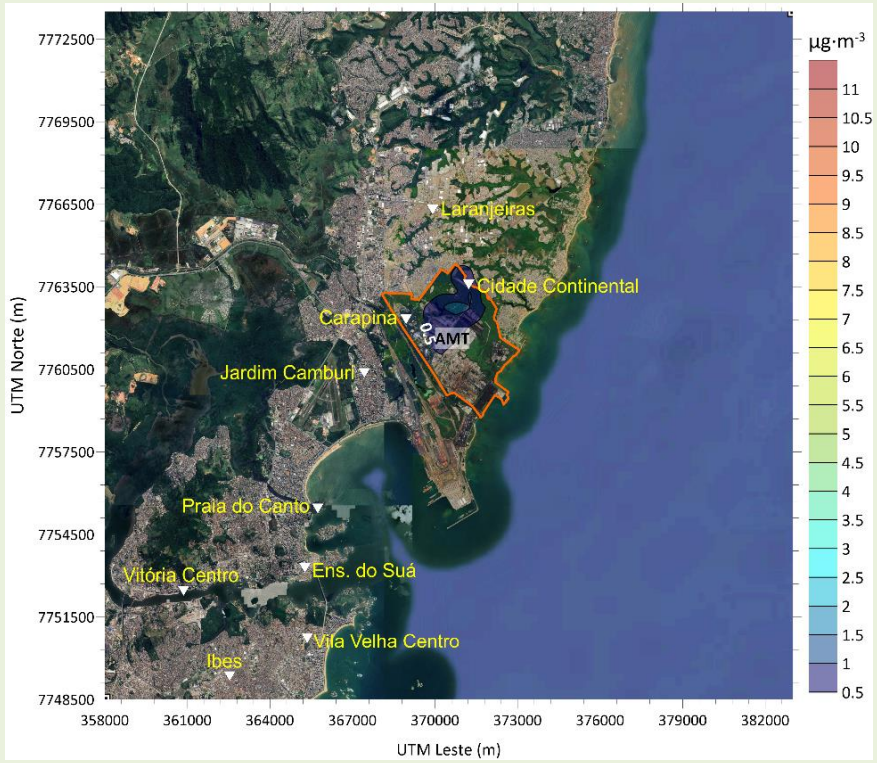


Máxima Média de 1 hora – Cenário 2

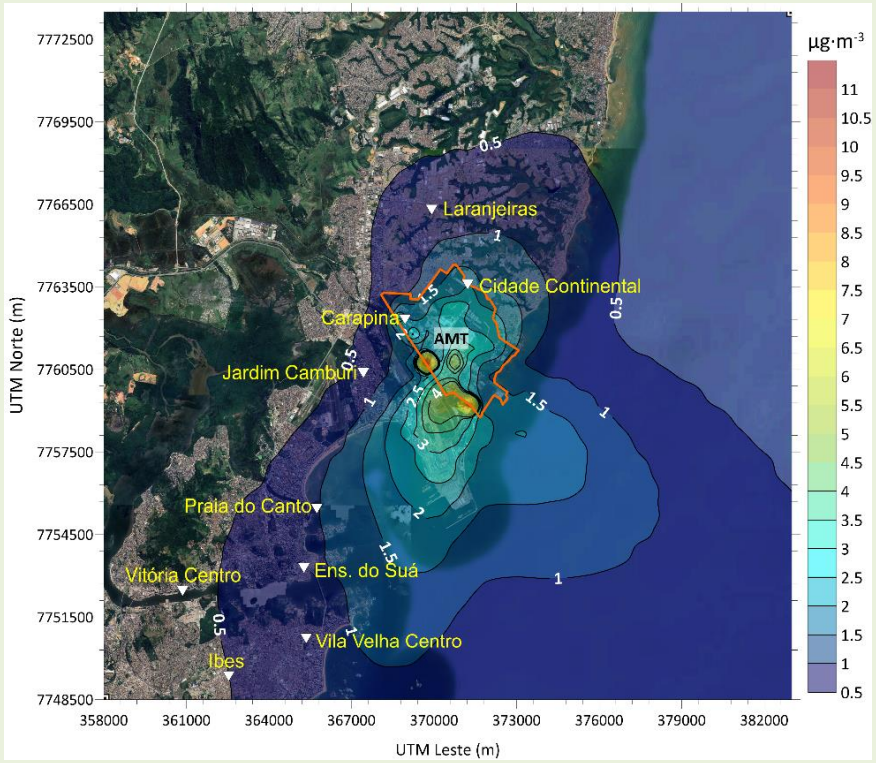
Figura 4.1.2.4.2.5.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 1 hora de NO2. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

4.1.2.4.2.5.2 Média anual

Com base no pior cenário (operações contínuas de 2022 a 2024), as concentrações anuais de NO_2 ficaram abaixo do limite de 50 µg/m³ fora da área industrial, indicando baixo impacto ambiental. No cenário de sinergia, a máxima foi de 11 µg/m³ dentro da área industrial, confirmando que toda a Região da Grande Vitória permaneceu abaixo desse valor, com impacto mínimo das emissões da LTF nas médias de longo prazo.



(A) Média Anual – Cenário 1



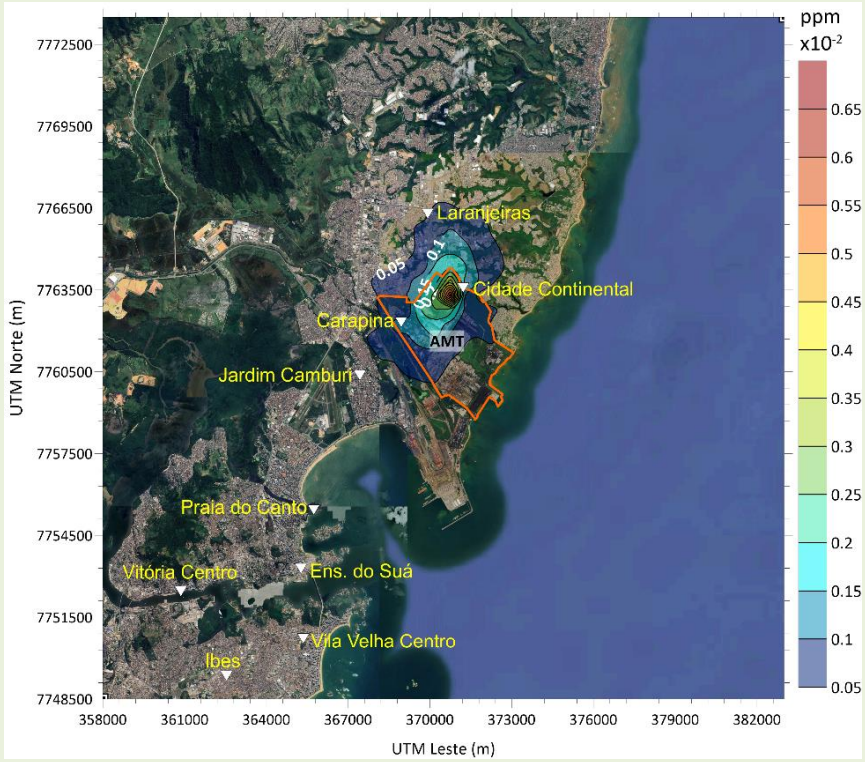
(B) Média Anual – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.5.2-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de PM10. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

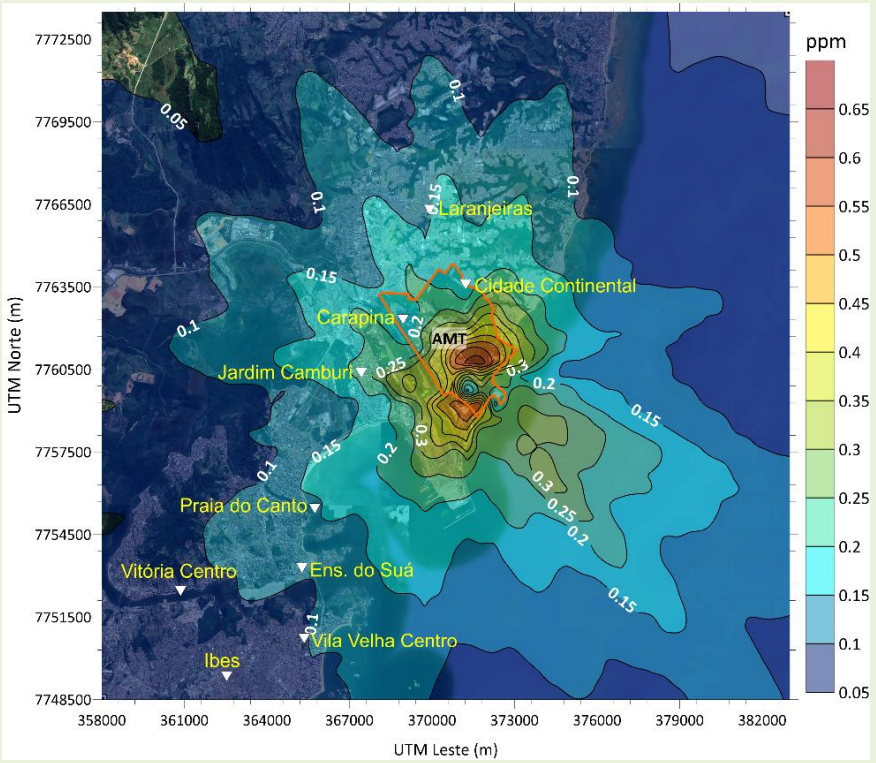
4.1.2.4.2.6 Monóxido de carbono (CO).

4.1.2.4.2.6.1 Máxima média móvel de 8 horas

Em ambos os cenários, as concentrações de CO na Região da Grande Vitória ficaram muito abaixo do limite de 9 ppm (média móvel de 8h), conforme o Decreto nº 6.076-R/2025 e a Resolução CONAMA 506/2024. No cenário 1, as emissões da LTF resultaram em concentrações de até 0,0067 ppm. No cenário 2 (sinergia), a máxima foi de 0,63 ppm, dentro da área industrial, indicando que as emissões de CO não contribuem significativamente para a poluição na região e não violam os padrões de qualidade do ar.



Máxima Média de 24 horas – Cenário 1



Máxima Média de 24 horas – Cenário 2

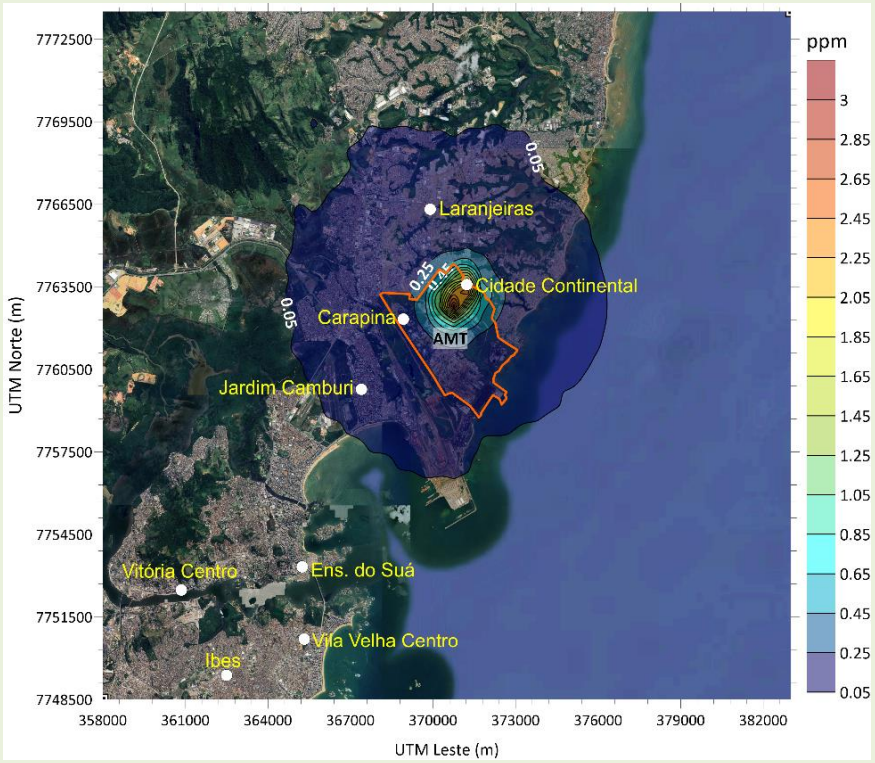
Figura 4.1.2.4.2.6.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF e (b) cenário 2 – Sinergia. Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média móvel de 8 horas de CO. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km.

4.1.2.4.2.7 Ácido clorídrico (HCl)

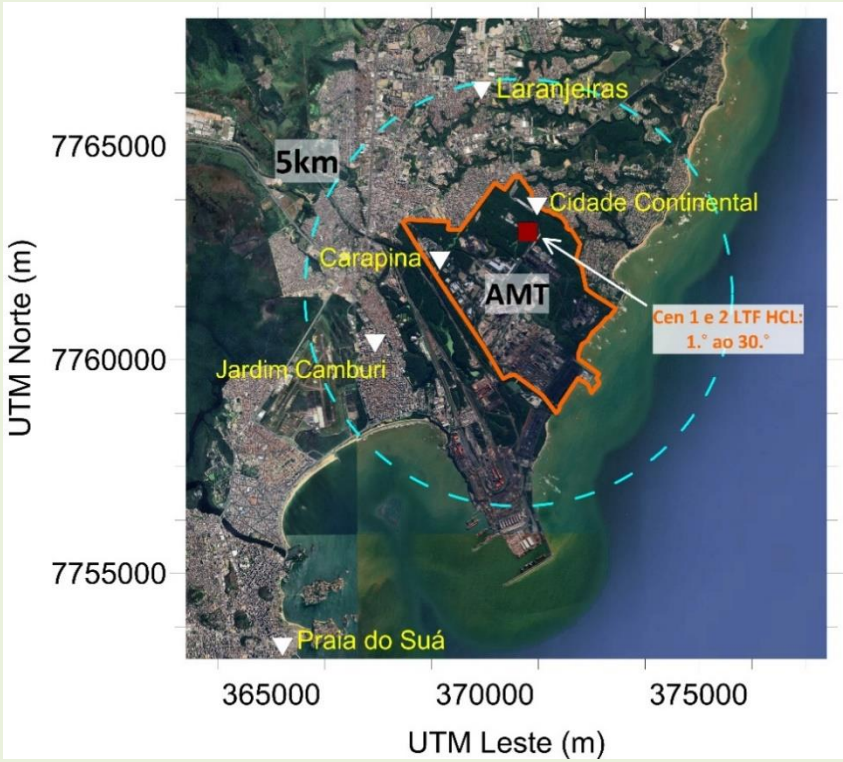
4.1.2.4.2.7.1 Máxima média de 1 hora e 24 horas

Embora o HCl não esteja listado como poluente regulamentado no Decreto Estadual nº 6.076-R/2025 ou na Resolução CONAMA 506/2024, foi avaliado por ser emitido exclusivamente pela operação da LTF. Considerou-se apenas um cenário (cenário 1), correspondente à operação contínua da LTF entre 2022 e 2024, representando toda a contribuição da AMT. Para análise, adotou-se o limite mais restritivo identificado na literatura: 1 ppm (equivalente a 1490 µg/m³), conforme diretrizes do NIOSH para exposição de curto prazo.

Para a média de curto prazo, as concentrações de HCl ficaram muito abaixo do limite de 1 ppm (1490 µg/m³), com valores máximos de 0,25 µg/m³ (1 hora) e 0,05 µg/m³ (24 horas) nas áreas habitadas, indicando impacto insignificante à qualidade do ar (**Figura 4.1.2.4.2.7.1-1 e Figura 4.1.2.4.2.7.1-2**)

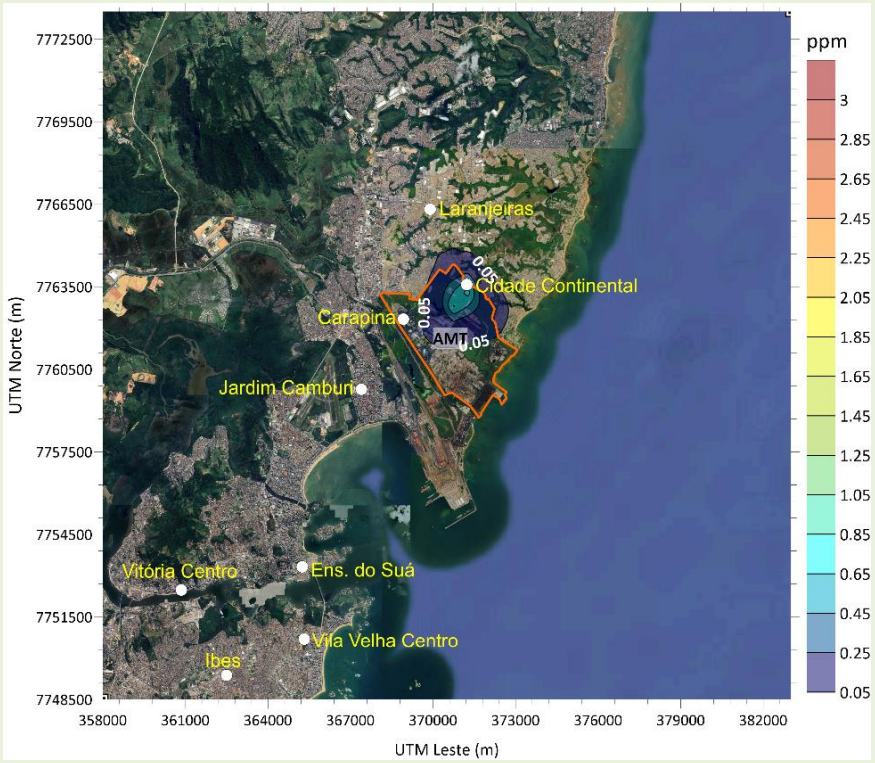


Máxima Média de 1 hora – Cenário 1 e 2

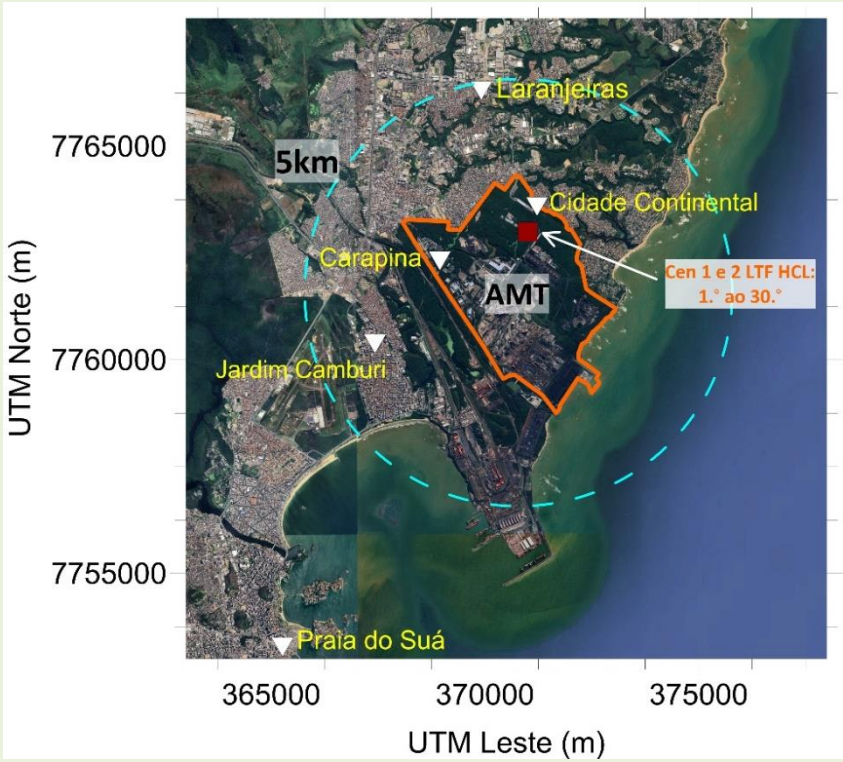


Pontos de máxima concentração

Figura 4.1.2.4.2.7.1-1: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de HCL. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) .Pontos de máxima concentração de curto período de HCL Datum WGS 84



Máxima Média de 24 horas – Cenário 1



Pontos de máxima concentração

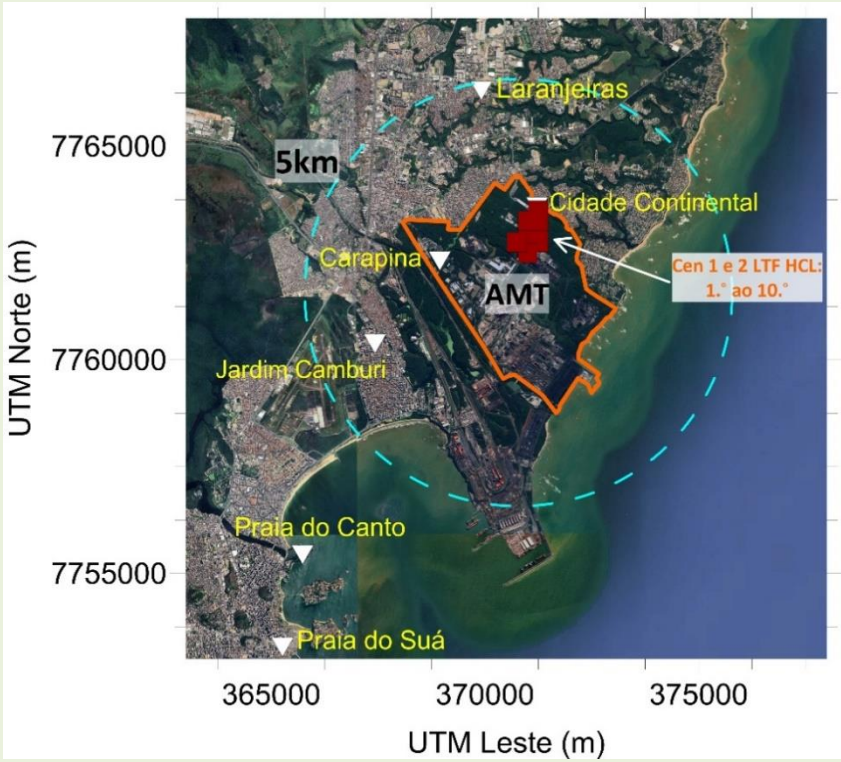
Figura 4.1.2.4.2.7.1-2: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de HCL. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) .Pontos de máxima concentração de curto período de HCL Datum WGS 84

4.1.2.4.2.7.2 Média anual

A **Figura 4.1.2.4.2.7.2-1** mostra as isolinhas de concentração anual de HCl para o cenário combinado da AMT, considerando o pior caso (operações contínuas de 2022 a 2024). Os resultados indicaram concentrações anuais ainda menores que as de curto prazo, com valores muito baixos nas áreas habitadas, reforçando o baixo impacto ambiental do HCl.



(A) Média Anual – Cenário 1



(B) Média Anual – Cenário 2

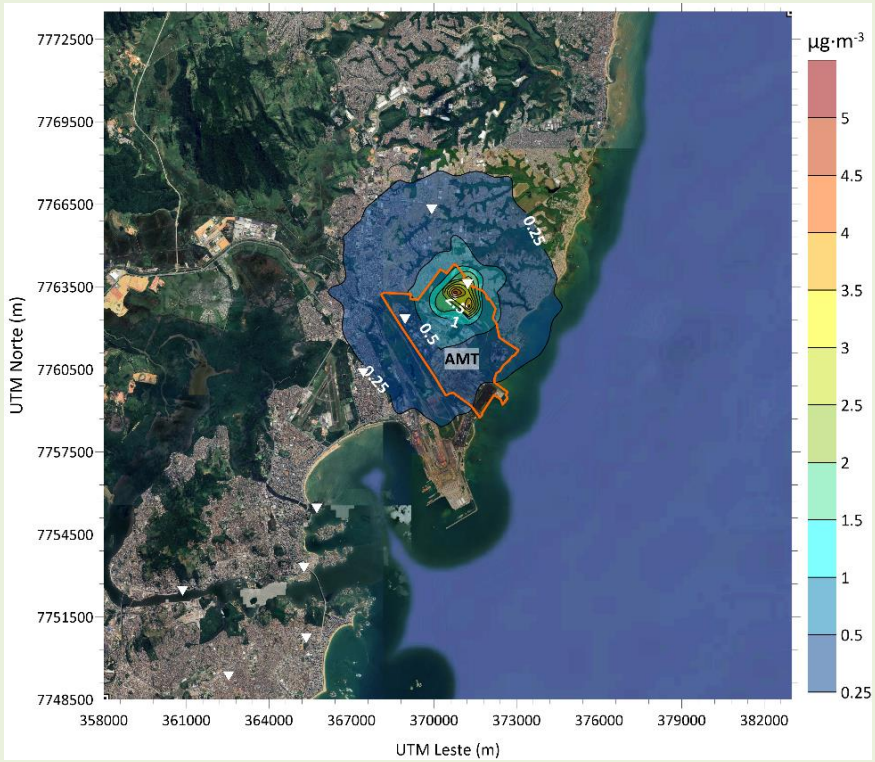
Figura 4.1.2.4.2.7.2-1: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de HCL. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) .Pontos de máxima concentração de curto período de HCL Datum WGS 84.

4.1.2.4.2.8 Hidrocarboneto Total (HCT)

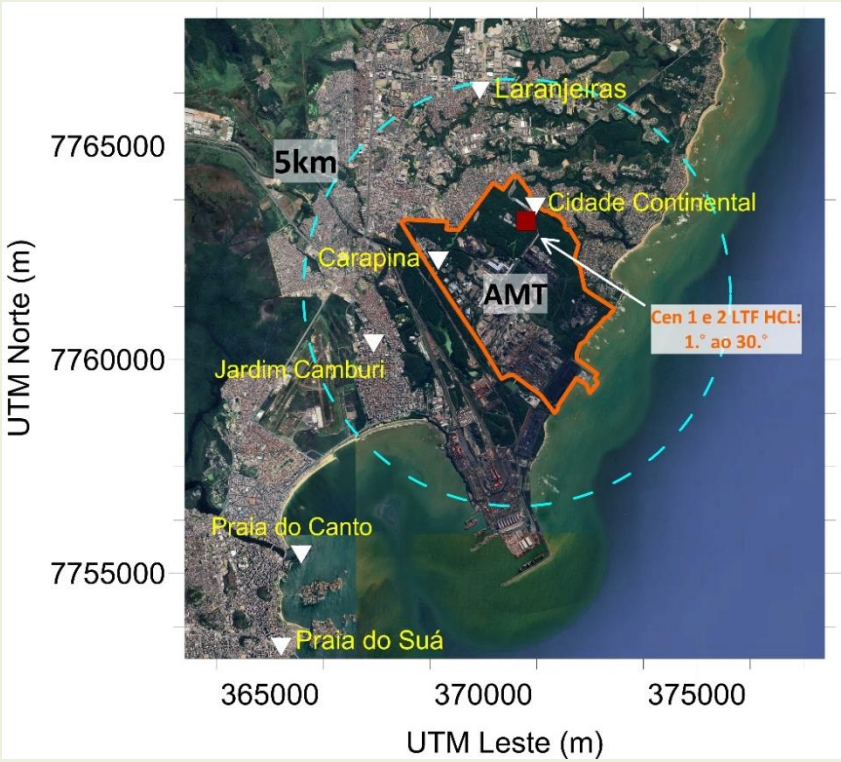
4.1.2.4.2.8.1 Máxima média de 1 hora e 24 horas

O HCT (Substâncias Gasosas Orgânicas expressas como Carbono Total) não é regulamentado pelo Decreto Estadual nº 6.076-R/2025 nem pela CONAMA 506/2024, e não possui padrões de média de curto ou longo prazo. No entanto, foi avaliado por ser emitido exclusivamente pela LTF. Considerou-se apenas um cenário (cenário 1), com operação contínua da LTF de 2022 a 2024, representando o pior caso. O HCT abrange todos os hidrocarbonetos, do metano aos compostos mais complexos, e sua análise visa estimar a contribuição total da LTF às emissões orgânicas da AMT.

Apesar de o HCT não possuir limite de concentração específico por sua natureza química diversa, foi modelado por ser emitido exclusivamente pela LTF. A análise considerou o pior cenário (operação contínua entre 2022 e 2024) e avaliou médias de 1h, 24h e anual. Os resultados de curto prazo mostraram concentrações muito baixas nas áreas habitadas: inferiores a 0,5 µg/m³ (1h) e 0,2 µg/m³ (24h) (**Figura 4.1.2.4.2.8.1-1)**, valores muito abaixo do limite mais restritivo de 41 µg/m³ estabelecido para o benzeno — um dos hidrocarbonetos mais tóxicos. Assim, conclui-se que as emissões de HCT da LTF têm impacto insignificante na qualidade do ar.



Máxima Média de 1 hora – Cenário 1 e 2

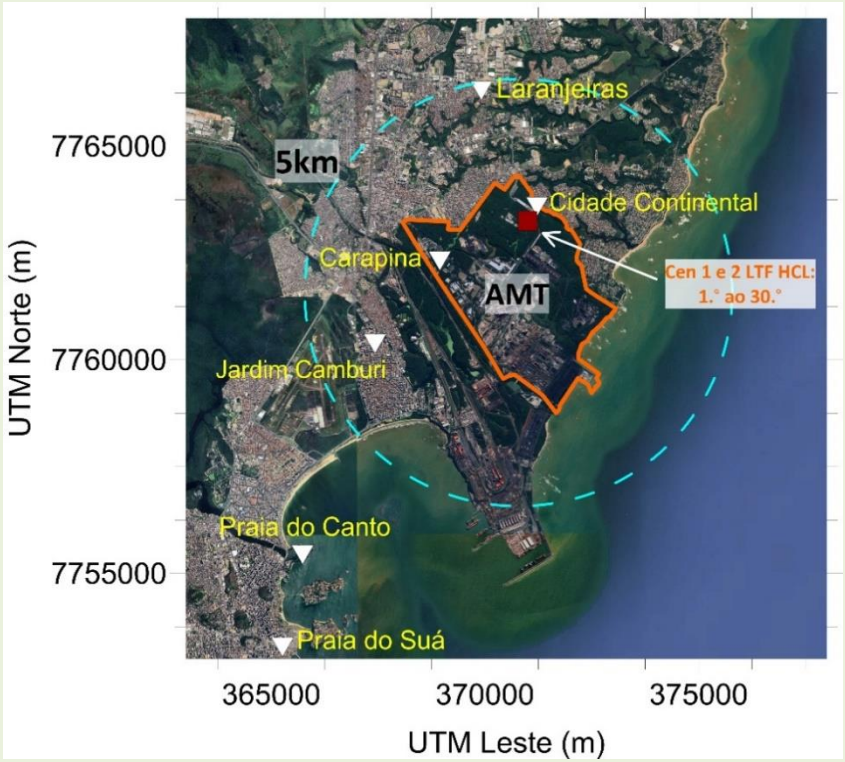


Pontos de máxima concentração

Figura 4.1.2.4.2.8.1-1: (a) Cenário 1 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 1 hora de HCT. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b)Pontos de máxima concentração de curto período de HCT Datum WGS 84



(A)Máxima Média de 24 horas – Cenário 1



(B)Pontos de máxima concentração

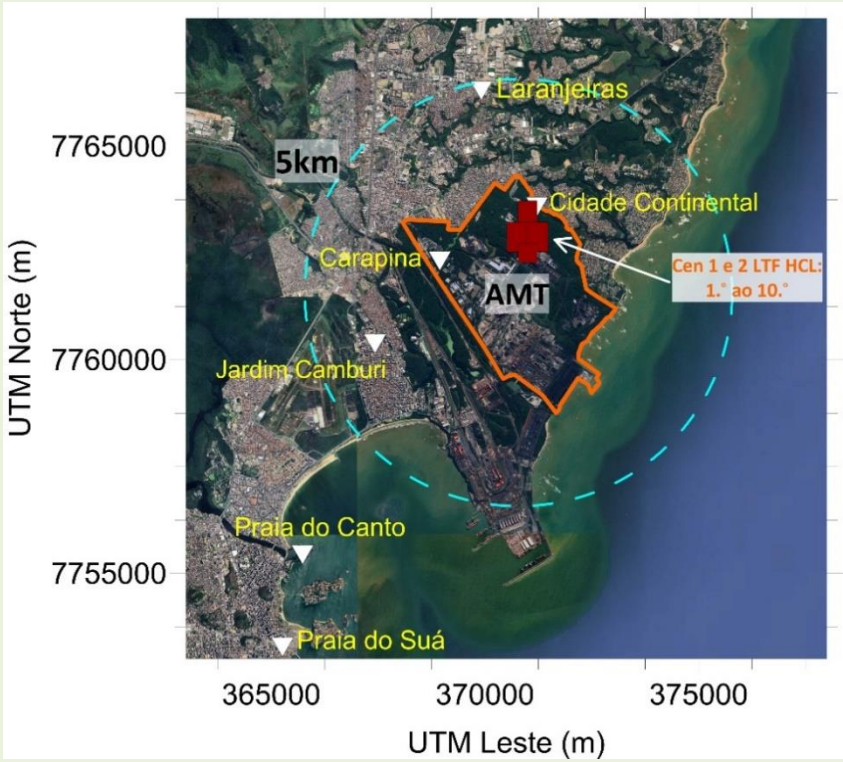
Figura 4.1.2.4.2.8.1-2: (a) Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média de 24 horas de HCT. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) Pontos de máxima concentração de curto período de HCT Datum WGS 84

4.1.2.4.2.8.2 Média anual

As concentrações anuais de HCT foram ainda menores que as de curto prazo, com valores muito baixos nas áreas habitadas e cerca de 0,25 µg/m³ na área industrial, indicando impacto pequeno. Nas estações da rede de monitoramento da EMQAr, todas as concentrações ficaram abaixo de 0,129 µg/m³, sendo este o valor máximo registrado na estação Cidade Continental.



(A) Média Anual – Cenário 1



(B) Média Anual – Cenário 2

Figura 4.1.2.4.2.8.2-1: (a) Cenário 1 e 2 – Emissões LTF - Isolinhas da estimativa de máxima concentração da média anual de HCT. Período de simulação de 01 de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2024. A região em laranja representa a área industrial da AMT. Domínio computacional de 25 km × 25 km. (b) Pontos de máxima concentração de curto período de HCT Datum WGS 84..

4.1.2.5 Conclusões

Este Estudo de Dispersão Atmosférica teve como objetivo avaliar o impacto na qualidade do ar nas concentrações de partículas totais em suspensão (PTS); material particulado inalável menor do que 10 micrometros (MP_{10} ou PM_{10}); material particulado inalável menor do que 2,5 micrometros ($MP_{2,5}$ ou $PM_{2,5}$); dióxido de enxofre (SO_2); dióxido de nitrogênio (NO_2); monóxido de carbono (CO), ácido clorídrico (HCl); Substâncias Gasosas Orgânicas expressas como Carbono Total (HCT), causado pelas emissões atuais da AMT referente a atualização do inventário de fontes de emissões do ano de 2024 e no cenário futuro onde será instalado uma Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio na ArcelorMittal Tubarão, resumidamente de Laminação de Tiras a Frio (LTF).

Foram analisados dois cenários de dispersão, sendo eles:

- Cenário 1: Contribuição de todas as fontes do novo empreendimento sobre a qualidade do ar da região;
- Cenário 2: Contribuição total das fontes do novo empreendimento em sinergia com as demais fontes da ArcelorMittal Tubarão, com base no inventário mais atualizado.

Diante aos resultados de cada cenário e a comparação entre eles, chegou-se as seguintes conclusões:

a) A união dos dados meteorológicos medidos nas estações do aeroporto de Vitória com os dados da estação do INMET A612 junto com o preenchimento dos dados faltantes com dados modelados do WRF permitiu ter 100% de horas válidas para modelagem com o AERMOD;

b) A validação da modelagem com WRF mostrou que o modelo conseguiu representar as condições reais do domínio de modelagem;

c) Os cenários 1 e 2 não violaram os padrões da qualidade do ar para PTS, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_2, NO_2 e CO da legislação estadual e federal, Decreto Estadual nº 6.076-R/25 e da CONAMA 506/2024 fora dos limites industriais;

d) As maiores concentrações que ficaram acima dos limites da legislação foram encontradas dentro da área industrial, porém essas concentrações não são de caráter ambiental. Adicionalmente, esses pontos receptores bem próximos as fontes tendem a superestimar as concentrações, portanto devem ser analisados com cautela.

As concentrações simuladas no cenário 1, com apenas as emissões do LTF alcançaram concentrações baixas, causando um impacto pequeno na qualidade do ar sobre a RGV e estações de monitoramento da qualidade do ar; O cenário 2, que compreende todas as emissões do ano base de 2024 mais as emissões do LTF, que representará o cenário da condição futura mostraram que para todos os poluentes não houve violações dos padrões de qualidade do ar para o período analisado, indicando que a implantação e operação da LTF não causará aumento significativo nas concentrações de poluentes.

4.1.3 Ruído

4.1.3.1 Considerações Gerais

O presente estudo tem como objetivo apresentar o diagnóstico do ambiente sonoro atual na área de influência direta, bem como a simulação da propagação do ruído associado à futura operação da unidade de laminação a frio e da linha de galvanização de bobinas de aço da ArcelorMittal Tubarão, localizada no município de Serra/ES.

O diagnóstico e a modelagem de ruídos em zonas próximas a indústrias têm como objetivo compreender, prever e controlar os impactos sonoros dessas atividades sobre o ambiente e a população do entorno.

Esse processo envolveu:

- Identificação e quantificação das fontes emissoras de ruído através da caracterização do som residual;
- Identificação e quantificação das fontes emissoras de ruído para a caracterização do som atual da região;
- Identificação das fontes sonoras do novo empreendimento, LTF, e
- A comparação dos níveis de emissão do novo empreendimento e o som atual.

"Dessa forma, o estudo contribuiu para subsidiar o processo de licenciamento ambiental, assegurar o cumprimento da legislação vigente e apoiar a tomada de decisões técnicas e ambientais, garantindo que a operação da nova unidade ocorra sem comprometer a saúde da população nem causar impactos negativos ao meio ambiente."

O relatório deverá ser analisado integralmente, considerando o contexto, metodologia e premissas adotadas. Todas as figuras são de autoria da equipe técnica responsável. O relatório completo está apresentado conforme **Anexo 4.IV_TEC-8646-6950-R0 _Ruído_LTF_AMT_2025.** A seguir é apresentado um resumo do diagnóstico elaborado para o tema ruídos.

4.1.3.2 Legislação Ambiental Aplicável

A implantação e operação da Laminação de Tiras a Frio (LTF) da ArcelorMittal Tubarão (AMT) seguirá a legislação ambiental vigente nas esferas federal, estadual e municipal, com ênfase nos padrões de emissões de ruído, a saber:

- RESOLUÇÃO 01/90 DO CONAMA: Resolução nº 01 de 08 de março de 1990 – Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.
- NBR 10.151:2019/ER1:2020: Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.151:2019/Er1:2020 – Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE SERRA/ES

- LEI Nº 4.800: Lei Municipal nº 4.800, de 27 de abril de 2018, que alterou a Lei Municipal nº 2.199/1999 e dispõe sobre o Código Municipal de Meio Ambiente;
- LEI Nº 5.668/22: Lei Municipal nº 5.668, de 19 de dezembro de 2022, que regulamenta a cobrança de taxas municipais no âmbito das secretarias municipais de desenvolvimento urbano e de meio ambiente ou aquelas que venham a substituí-las;
- LEI COMPLEMENTAR Nº 05: Lei Complementar nº 05, de 16 de março de 2023, que dispõe sobre o Plano Diretor Municipal Sustentável do município de Serra/ES.

NORMAS DE SIMULAÇÃO

- ISO 9613-2:2024: International Organization for Standardization. ISO 9613-2:2024 – Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2: Engineering method for the prediction of sound pressure levels outdoors. Switzerland, 2024 (Organização Internacional de Normalização. ISO 9613-2:2024 – Acústica — Atenuação do som durante a propagação ao ar livre. Parte 2: Método de engenharia para a previsão dos níveis de pressão sonora ao ar livre, Suíça, 2024).

4.1.3.3 Levantamento das fontes de emissões

O levantamento das fontes sonoras considerou:

a) Para o cenário atual de ruído na área de influência do novo empreendimento, foram realizadas medições de ruído ambiental em pontos estrategicamente selecionados.

b) Foi considerada também as emissões sonoras da ArcelorMittal Tubarão em sua condição operacional atual, ou seja, antes da instalação do novo empreendimento.

c) Assim, a análise da situação existente considera como ruído atual o ruído gerado pela planta atual da ArcelorMittal Tubarão, ruído do trânsito, residências, fauna, vento e demais atividades presentes na área de influência, determinado a partir das medições de campo.

d) Para as fontes sonoras do novo empreendimento destacam-se a listagem a seguir:

- Galpão da Decapagem: Tesoura de borda, seção de entrada da decapagem e portões de entrada e saída;
- Galpão da Laminação: Laminador, equipamentos auxiliares e portões de entrada e saída;
- Galpão da Galvanização: exaustor do sistema de exaustão de fumos do laminador, forno da galvanização, navalha, equipamentos auxiliares e portões de entrada e saída;
- Galpão Linha de Inspeção: equipamentos da linha de inspeção e portões de entrada e saída;
- Galpão da URA: equipamento de separação e precipitação de particulados e portões de entrada e saída;
- Torre de resfriamento e bombas;
- Transformadores da subestação elétrica;
- Equipamentos do sistema de tratamento de efluentes;

- Sistema de exaustão externo; e
- Demais equipamentos auxiliares.

4.1.3.4 Metodologia – Modelo de dispersão de Poluentes

O **SoundPLAN** é um software de modelagem acústica utilizado para simular a dispersão de ruídos no ambiente. A metodologia aplicada segue normas técnicas, como a **ISO 9613-2**, permitindo prever os níveis de pressão sonora gerados por fontes industriais e sua propagação no entorno. Com base em dados topográficos, edificações, características das fontes sonoras e condições meteorológicas, o modelo permite avaliar cenários atuais e futuros, subsidiando o planejamento de medidas de controle e mitigação de ruído.

Todos os elementos da modelagem necessários para gerar o modelo de propagação sonora estão descritos no **Anexo 4.IV_TEC-8646-6950-R0 _Ruído_LTF_AMT_2025 e Anexo 4.V.**

4.1.3.5 Resultados do Diagnóstico e prognóstico Ambiental

Aqui é apresentado um resumo dos principais resultados. Todo o detalhamento dos estudos e resultados estão descritos no **Anexo 4.IV_TEC-8646-6950-R0 _Ruído_LTF_AMT_2025** e os mapas resultado das modelagens dispostos no **Anexo 4.V.**

4.1.3.5.1 Som Residual

Para a caracterização do som residual na Área de Influência Direta (AID) do novo empreendimento, foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora em pontos estratégicos da região no período diurno e noturno.

Foram realizadas medições de ruído ambiental associadas ao tráfego nas principais vias próximas ao empreendimento (P1 a P11) (**Figura 4.1.3.5.1-1)**, com interpolação dos dados para estimar os níveis sonoros em outras avenidas de alto fluxo. Medições adicionais (P12 a P19) foram feitas nas comunidades do entorno para captar o ruído de fundo, incluindo fontes naturais e urbanas. O nível estatístico **L90** foi utilizado como referência do som residual, resultando em **47 dB(A) no período diurno** e **46 dB(A) no noturno**. Pontos mais afastados (P16, P18 e P19) (**Figura 4.1.3.5.1-1)** foram classificados como pertencentes à Área de Influência Indireta, por não estarem sujeitos a impactos diretos do novo empreendimento.



Figura 4.1.3.5.1-1: Indicação dos pontos de medição na área de interesse para o novo empreendimento(Imagem extraída do Google Earth).

Com base nos dados obtidos das medições foi elaborada a modelagem acústica do som residual diurno da área de estudo, com uso do software SoundPLAN noise conforme **Figura 4.1.3.5.1-2** para o período diurno e **Figura 4.1.3.5.1-3** para o período noturno.

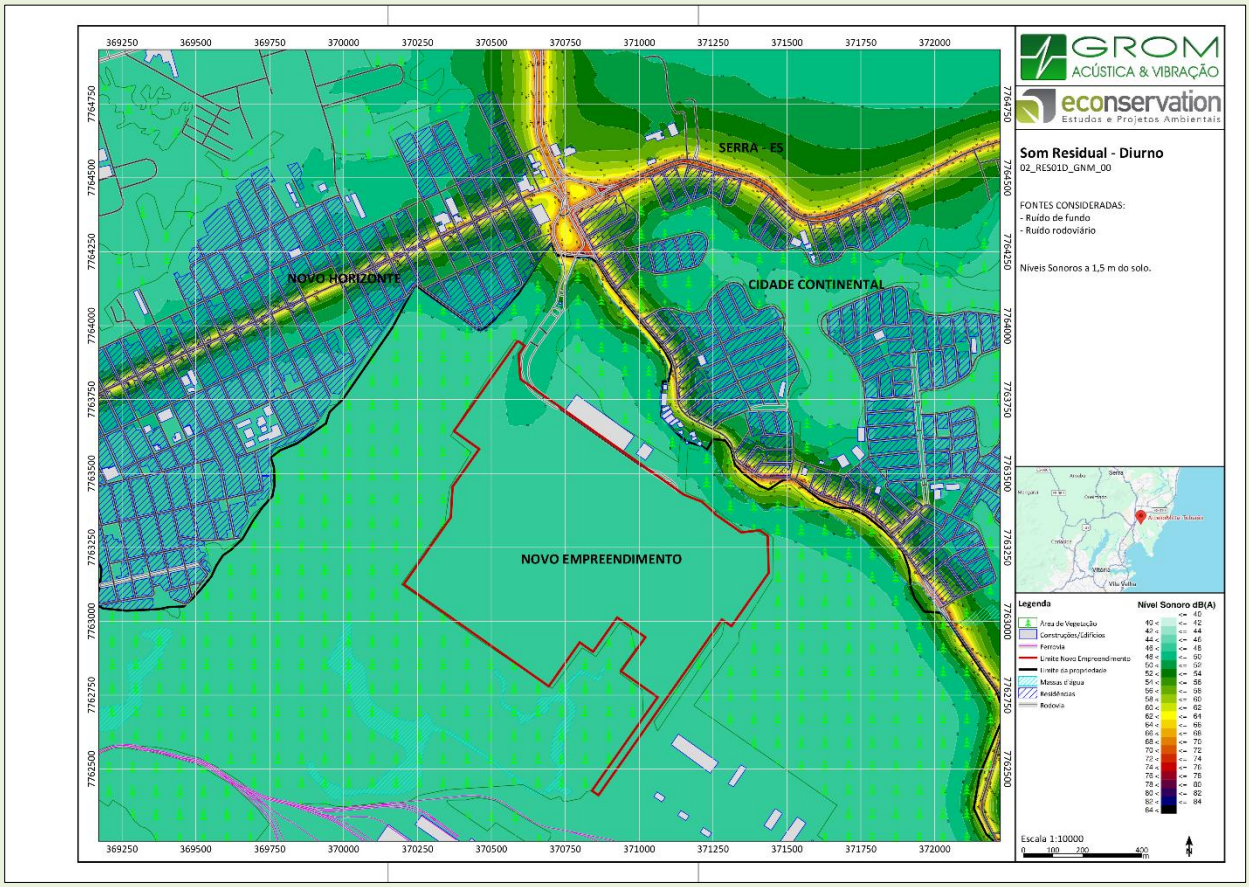


Figura 4.1.3.5.1-2: Mapa do som residual – Período Diurno.

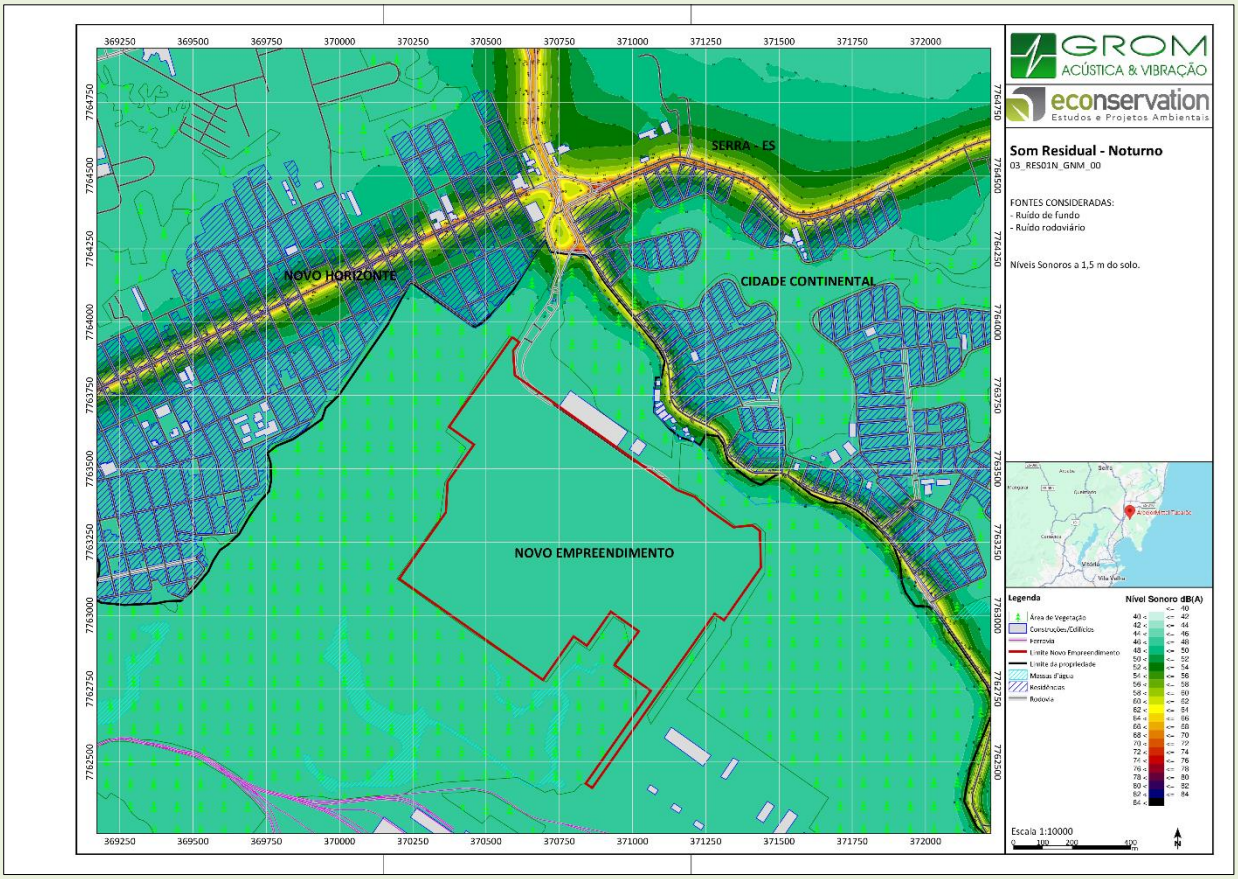


Figura 4.1.3.5.1-3: Mapa do som residual – Período Noturno.

4.1.3.5.2 Som Atual da Região

A caracterização da situação atual considerou a combinação do ruído de fundo ambiental (tráfego, atividades residenciais, fauna e outras fontes) com o ruído gerado pela operação da planta industrial da ArcelorMittal Tubarão existente. Para representar este último, foi realizada uma simulação acústica com o software **SoundPLAN Noise**, baseada em estudo da **Ambipar Response (fevereiro de 2024)**, apresentado ao **IEMA** no Plano de Controle Ambiental (PCA) para licenciamento do forno panela. O modelo foi calibrado com dados complementares como topografia, edificações e cinturão verde, garantindo coerência metodológica com o estudo de referência. O resultado apresenta o cenário acústico atual nos períodos diurno **(Figura 4.1.3.5.2-1)** e noturno (**Figura 4.1.3.5.2-2)**.

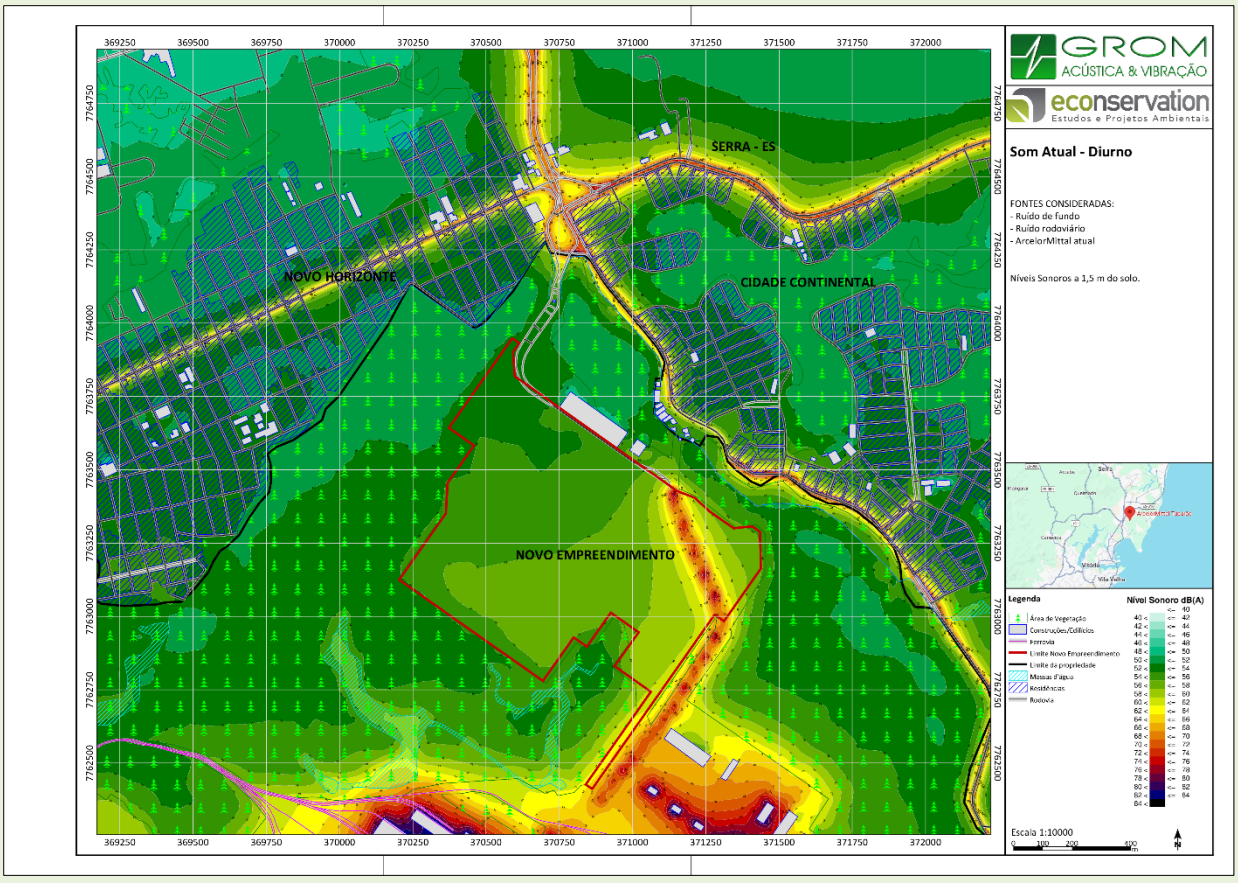


Figura 4.1.3.5.2-1: Mapa acústico da situação atual – Período Diurno.

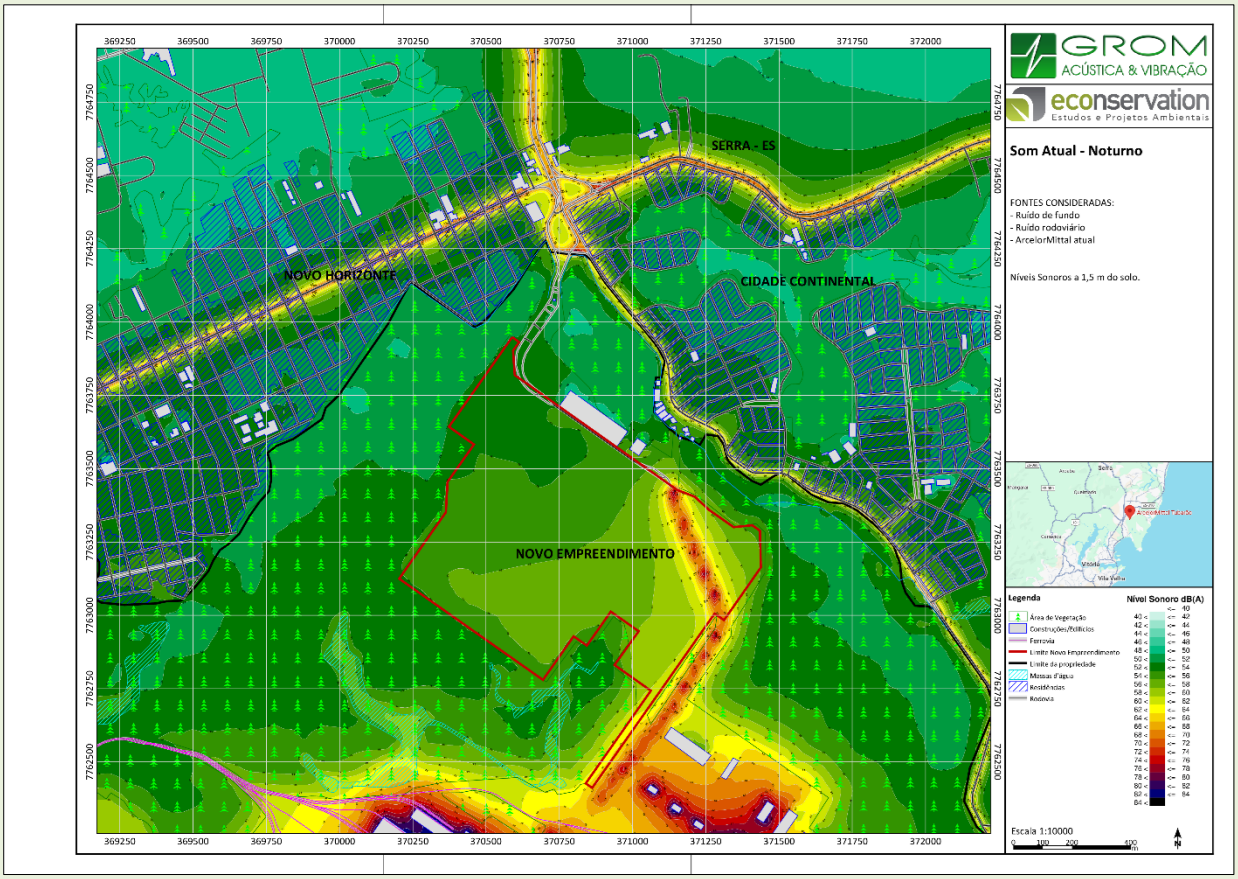


Figura 4.1.3.5.2-2: Mapa acústico da situação atual – Período Noturno.

4.1.3.5.3 Modelagem Novo Empreendimento

A calibração do modelo acústico foi feita por meio da comparação entre os níveis de pressão sonora medidos ArcelorMittal Vega (Planta similar ao novo empreendimento em licenciamento) e os valores simulados em pontos equivalentes da futura planta de laminação de Tubarão. A comparação foi considerada válida, pois as medições foram realizadas próximas às fontes emissoras, com mínima influência de fontes externas.

Foi elaborado um Mapa de Conflito do novo empreendimento da ArcelorMittal Tubarão (**Figura 4.1.3.5.3-1**), que identifica graficamente as áreas onde os níveis sonoros do novo empreendimento podem ultrapassar os limites legais. Adicionalmente, foram incluídos onze pontos de controle externos, localizados em receptores críticos da zona residencial próxima ao empreendimento (**Figura 4.1.3.5.3-2).**

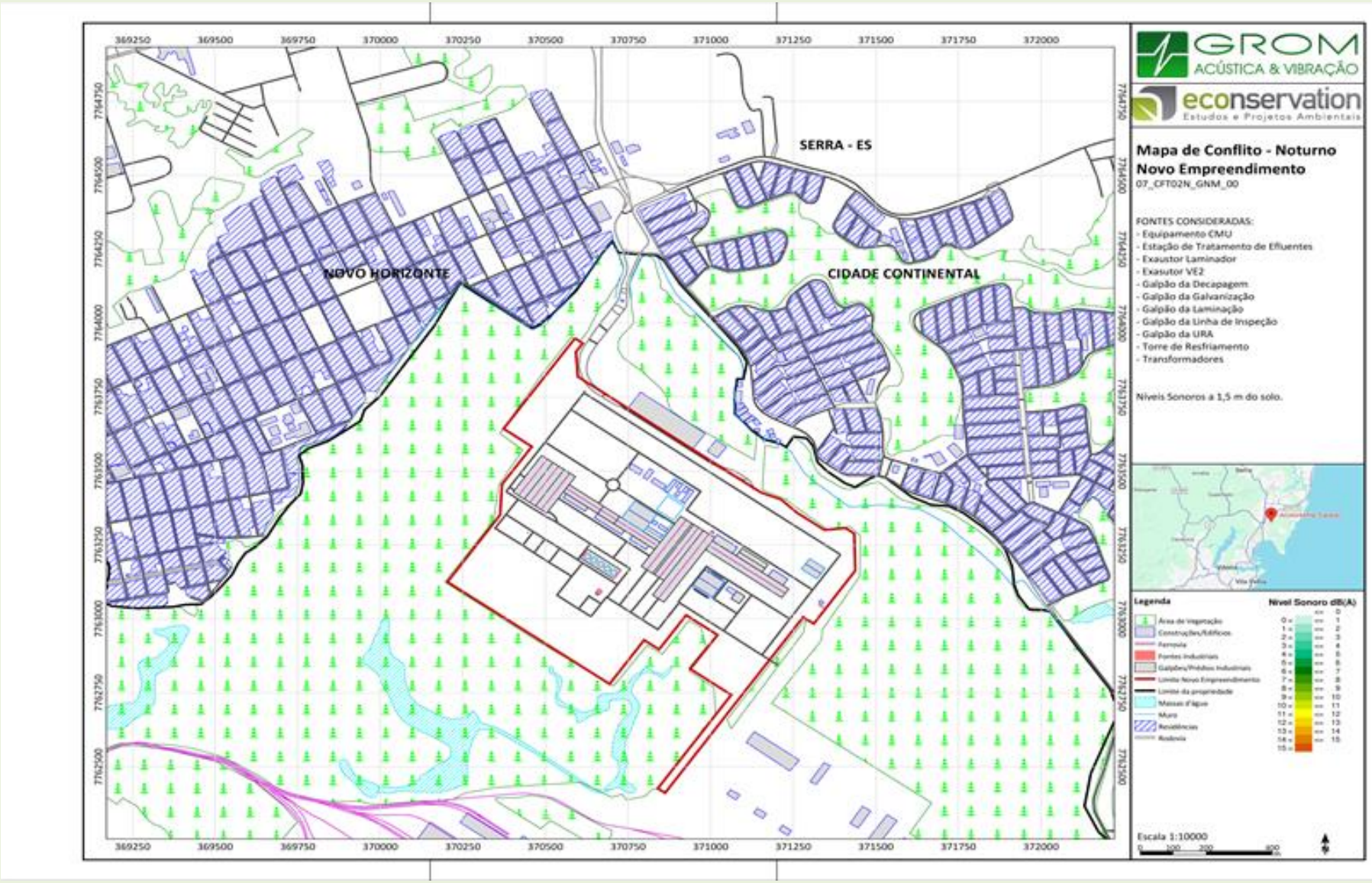


Figura 4.1.3.5.3-1: Mapa de Conflito.

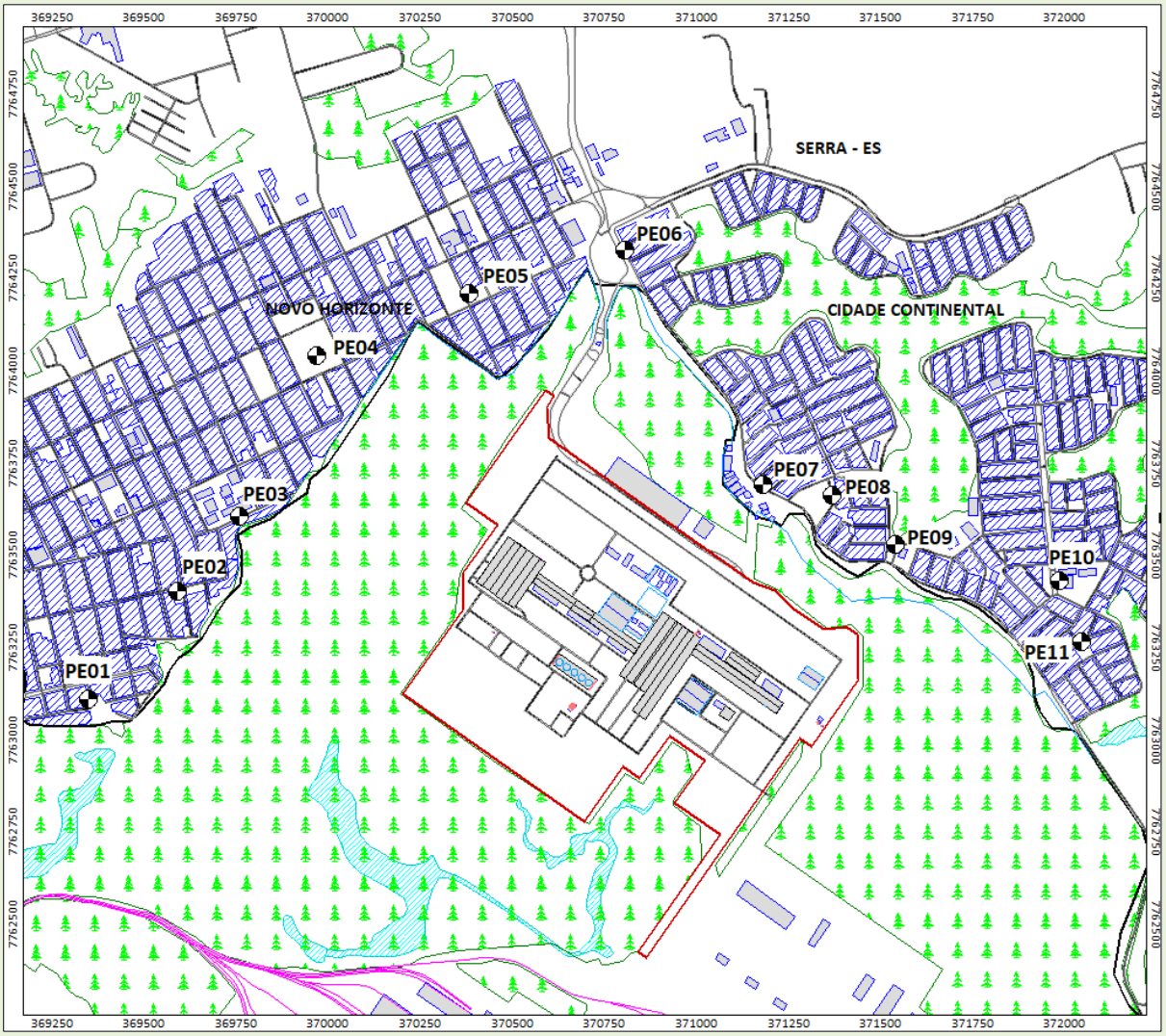


Figura 4.1.3.5.3-2: Pontos de controle externos no entorno do empreendimento.

A **Tabela 4.1.3.5.3-1** apresenta os resultados simulados nos pontos de controle, considerando o som atual global (empresa + residual + rodovias + residências) no período noturno, a operação do novo empreendimento isoladamente e a operação conjunta (som atual + novo empreendimento).

Tabela 4.1.3.5.3-1: Resultado do NPS simulado para o som residual e operação da usina atual

PTO.	*NPS (DB(A)) SIMULADO*			
	Som Atual	*Novo Empreendimento*	*Som Atual + Novo Empreendimento*	*Diferença*
PE01	**54,7**	**42,5**	**55,0**	**-0,3**
PE02	**53,9**	**43,6**	**54,3**	**-0,4**
PE03	**53,8**	**41,3**	**54,0**	**-0,2**
PE04	**53,5**	**44,9**	**54,1**	**-0,6**
PE05	**53,4**	**45,5**	**54,1**	**-0,7**
PE06	**67,0**	**45,2**	**67,0**	**0,0**
PE07	**60,8**	**48,1**	**61,0**	**-0,2**
PE08	**54,1**	**48,6**	**55,2**	**-1,1**
PE09	**53,8**	**48,3**	**54,9**	**-1,1**
PE10	**55,2**	**46,2**	**55,7**	**-0,5**
PE11	**53,5**	**42,6**	**53,8**	**-0,3**

A coluna “Diferença” evidencia que o incremento de ruído decorrente da introdução do novo empreendimento é desprezível em todos os pontos de controle avaliados. Assim, os níveis de ruído projetados para a operação futura da ArcelorMittal Tubarão permanecem da mesma ordem de grandeza dos níveis de ruído medidos atualmente.

A análise dos mapas acústicos gerados, especialmente o mapa de operação do novo empreendimento (**Figura 4.1.3.5.3-3**) e o mapa de conflito, e dos resultados nos pontos de controle simulados demonstra que a operação da nova unidade não ultrapassará os limites ambientais definidos para a área do entorno.

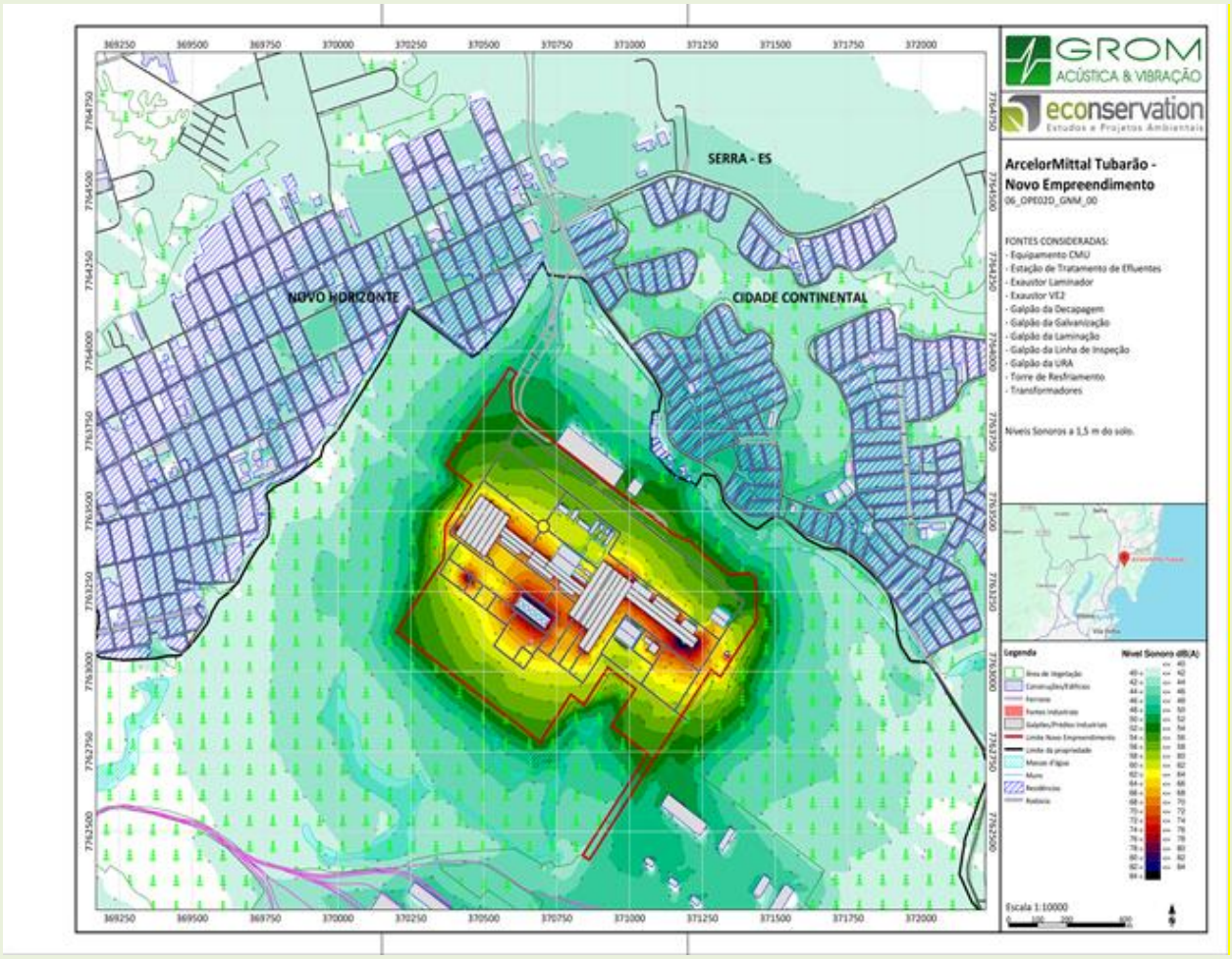


Figura 4.1.3.5.3-3: Mapa de operação do novo empreendimento.

4.1.3.6 Conclusão

A análise dos mapas acústicos gerados, especialmente o mapa de operação do novo empreendimento e o mapa de conflito, e dos resultados nos pontos de controle simulados demonstra que a operação da nova unidade não ultrapassará os limites ambientais definidos para a área do entorno. Os níveis de ruído projetados permanecem abaixo de 50 dB(A) no período noturno além do limite da propriedade da ArcelorMittal Tubarão.

A avaliação do *layout* de instalação do novo empreendimento evidencia alguns fatores que contribuem para a manutenção dos níveis de ruído dentro dos limites ambientais. Destacam-se:

- O posicionamento dos principais galpões industriais, localizados predominantemente na porção central e sul do terreno, funcionando também como barreiras físicas para outras fontes sonoras relevantes, como a Torre de Resfriamento e o Galpão da URA;
- As distâncias entre as principais fontes de ruído e os receptores críticos, que são da ordem de 400 metros em direção norte e 500 metros em direção oeste;
- A presença do cinturão verde no entorno da unidade, que atua como faixa de atenuação natural, promovendo redução de até 4 dB(A), sobretudo na porção oeste da propriedade;
- Portanto, não se identificam, no momento, a necessidade de medidas de mitigação específicas para o novo empreendimento.

4.1.4 Recursos Hídricos

O presente diagnóstico dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos faz-se importante para o entendimento da atual disponibilidade e qualidade das águas presentes nas áreas de influência do empreendimento, e, também na previsão de potenciais impactos quanto a sua implantação e operação, visando garantir a sustentabilidade do empreendimento em licenciamento. Uma análise detalhada da disponibilidade e qualidade desses recursos é fundamental para a escolha do local ideal para a instalação do novo empreendimento, objetivando assim a prevenção e/ou mitigação quanto a impactos ambientais negativos.

A avaliação nos aspectos hidrográficos, hidrológicos e os usos múltiplos das águas superficiais levou em consideração a Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte (RHLCN), conforme estabelecido pela AGERH (2020). A Área de Influência Direta (AID), foi definida com base nos limites geográficos das sub-bacias hidrográficas dos córregos Pelado e Carapebus, inseridas na RHLCN. Essa delimitação abrange os corpos hídricos que poderão ser diretamente afetados pelos impactos decorrentes das fases de instalação e operação do empreendimento.
Os mapas que fazem referência a temática dos Recursos Hídricos estão dispostos no Anexo 10.

4.1.4.1 Recursos Hídricos Superficiais

4.1.4.1.1 Objetivos

O presente item tem como objetivos apresentar os resultados para a caraterização dos recursos hídricos superficiais das áreas de influência definidas para o empreendimento em análise, considerando suas bacias e sub-bacias hidrográficas, especificamente no que se segue:

- Caracterização dos recursos hídricos superficiais que de alguma forma poderão sofrer impactos decorrentes da nova instalação e operação da nova planta;
- Regime hidrológico local em termos de disponibilidade hídrica superficial;
- Susceptibilidade à contaminação.

Assim, a seguir são apresentados os aspectos metodológicos, dados e informações utilizadas no presente diagnóstico.

4.1.4.1.2 Aspectos Metodológicos, Dados e Informações Utilizados

A elaboração do presente relatório obedeceu às seguintes etapas metodológicas a seguir:

- Definição da Área de Influência Indireta (AII)(quando couber), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento para os recursos hídricos superficiais, conforme Resolução CONAMA nº 001/86, levando-se em conta as características do empreendimento, o terreno onde será instalado, bem como os aspectos hidrográficos, hidrológicos e da qualidade dos recursos hídricos superficiais presentes nos mesmos;
- Levantamentos bibliográficos, de dados e de informações relevante e recentes em relação aos recursos hídricos superficiais na AID e ADA do empreendimento;
- Compilação, análise e consolidação de dados e informações de fontes secundárias e primárias;
- Realização de visita técnica de campo a AID e ADA do empreendimento; e,
- Elaboração e consolidação do presente relatório técnico.

Assim, o presente relatório foi elaborado por meio do uso de dados e informações diversas sobre os recursos hídricos superficiais na AID e ADA do empreendimento, utilizando-se para tal de fontes secundárias (AID) e primárias (AID e ADA).

Como fonte de dados e informações secundárias destaca-se o Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte desenvolvido pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) e Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) publicado em janeiro de 2020. Já como fonte primária, tem-se como referencial o Relatório Anual de 2024 do Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão, referente ao atendimento à Condicionante nº 11, item a, da Licença de Operação LO GCA/SAIA nº 282/2008, emitida pelo IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos para as atividades da companhia ArcelorMittal Tubarão.

4.1.4.1.3 Definição das Áreas de Influência

A definição das áreas de influência é importante para a avaliação de impacto ambiental (EIA) de empreendimentos, permitindo identificar e analisar os possíveis impactos e propor medidas de mitigação e compensação. A Resolução CONAMA nº 01/1986 estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental, incluindo a definição das áreas de influência.

Para elaboração do presente relatório, foi considerado que não existe Área de Influência Indireta (AII) por não se esperar efeitos indiretos do empreendimento nos recursos hídricos e a Área de Estudo (AE) considerou a Região Hidrográfica **Litoral** Centro-Norte (RHLCN), definida pela AGERH (2020), conforme ilustra a **Figura 4.1.4.1.3-1**, no que tange os seus aspectos hidrográficos, hidrológicos e dos usos múltiplos das águas superficiais, abarcando impactos potencialmente indiretos sobre eles, frente ao empreendimento em análise.

A definição da Área de Influência Direta (AID), considera os limites geográficos das sub-bacias hidrográficas do córrego Pelado e Carapebus, contidas na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte, com destaque para cursos d'água em questão (**Figura 4.1.4.1.3-2**), que podem sofrer influência direta dos impactos potencialmente advindos das atividades de instalação e operação do empreendimento em licenciamento.

Já a Área Diretamente Afetada (ADA), se refere aos terrenos que potencialmente sofrerão impactos diretos e imediatos da atividade de implantação e operação do futuro empreendimento. Cabe destacar que na ADA não ocorrem corpos hídricos e/ou curso d'água superficiais perenes ou intermitentes (**Figura 4.1.4.1.3-3**).

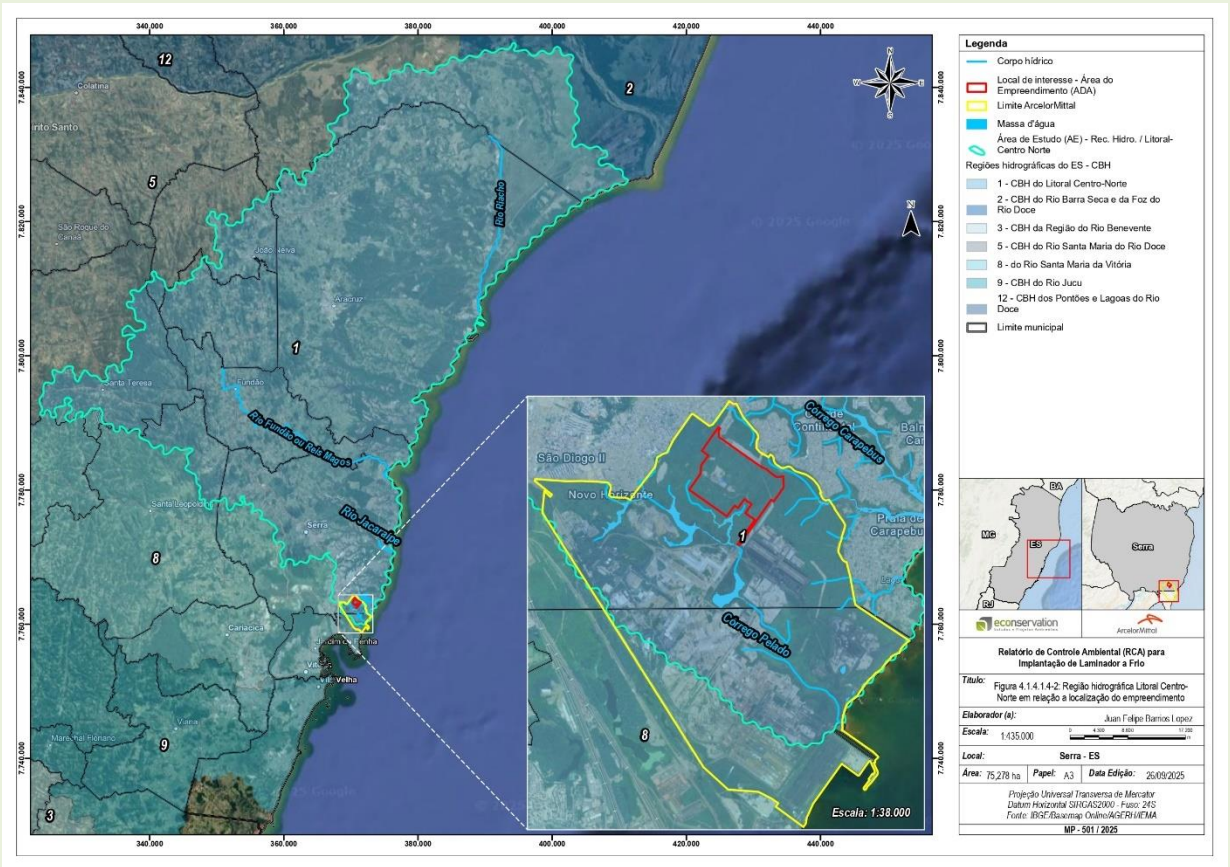


Figura 4.1.4.1.3-1: Espacialização dos limites da AE do empreendimento e sua localização em relação a AID e ADA.

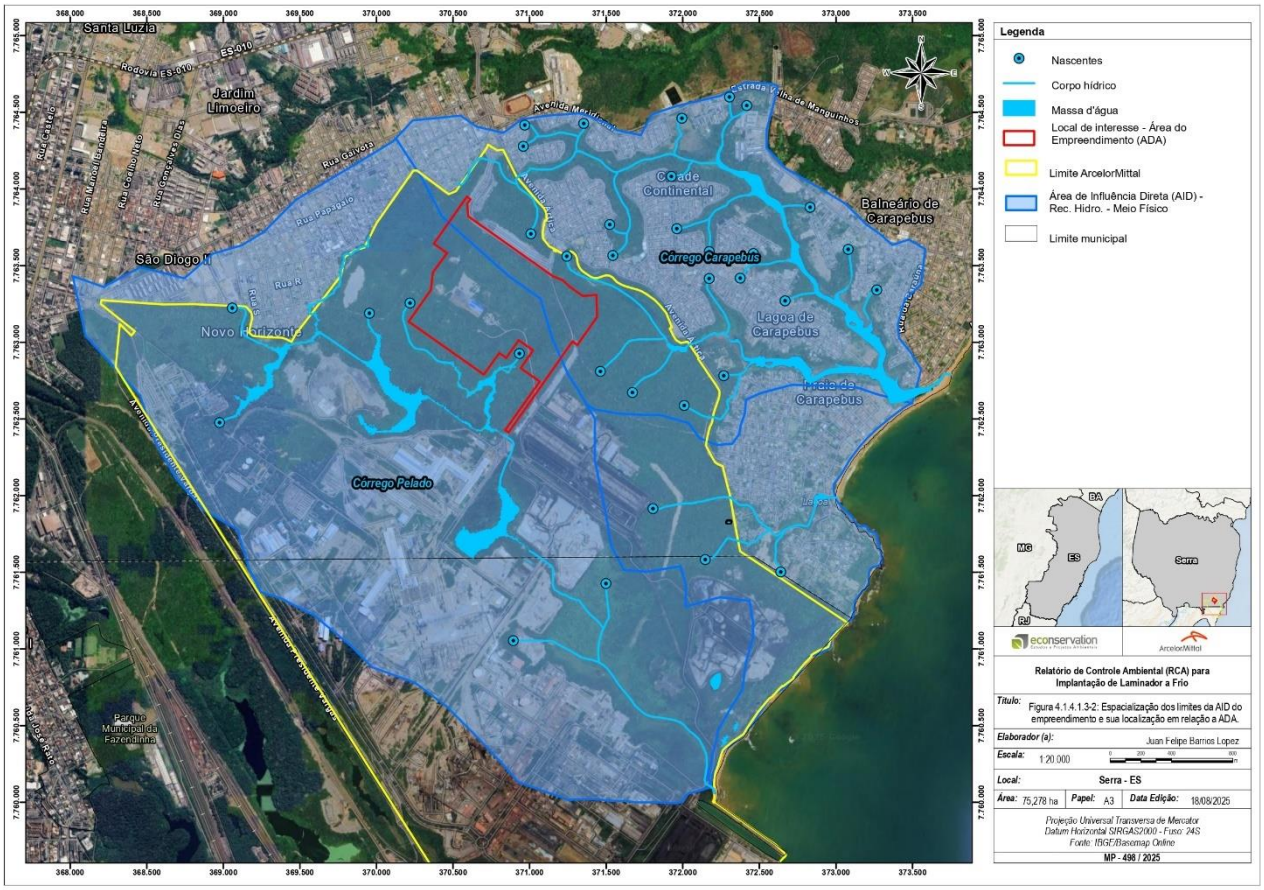


Figura 4.1.4.1.3-2: Espacialização dos limites da AID do empreendimento e sua localização em relação a ADA.

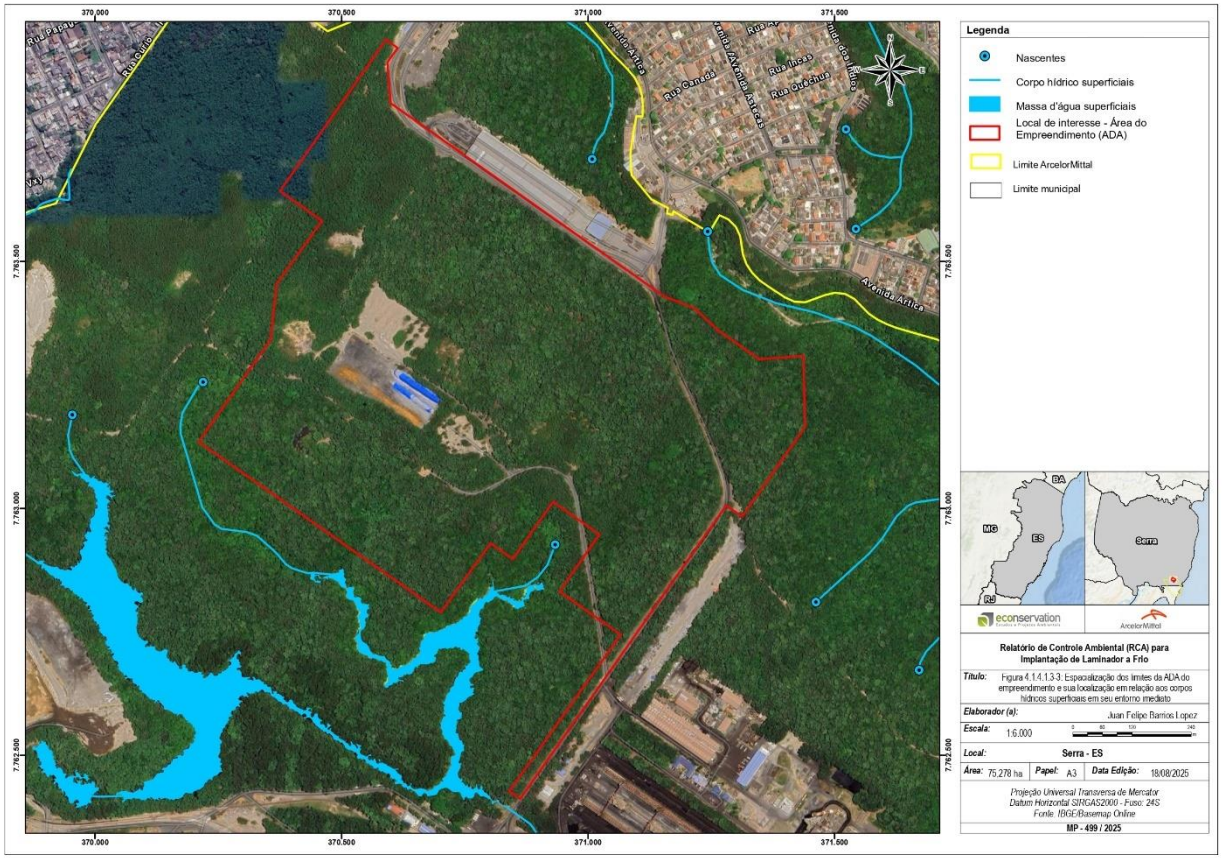


Figura 4.1.4.1.3-3: Espacialização dos limites da ADA do empreendimento e sua localização em relação aos corpos hídricos superficiais em seu entorno imediato.

4.1.4.1.4 Rede Hidrográfica Existente Frente à Regionalização Estadual de Bacias Hidrográficas

A área do empreendimento está localiza na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte, segundo divisão do Estado do Espírito Santo em regiões hidrográficas, indicada pela AGERH (2020), conforme ilustra a **Figura 4.1.4.1.4-1** a seguir.

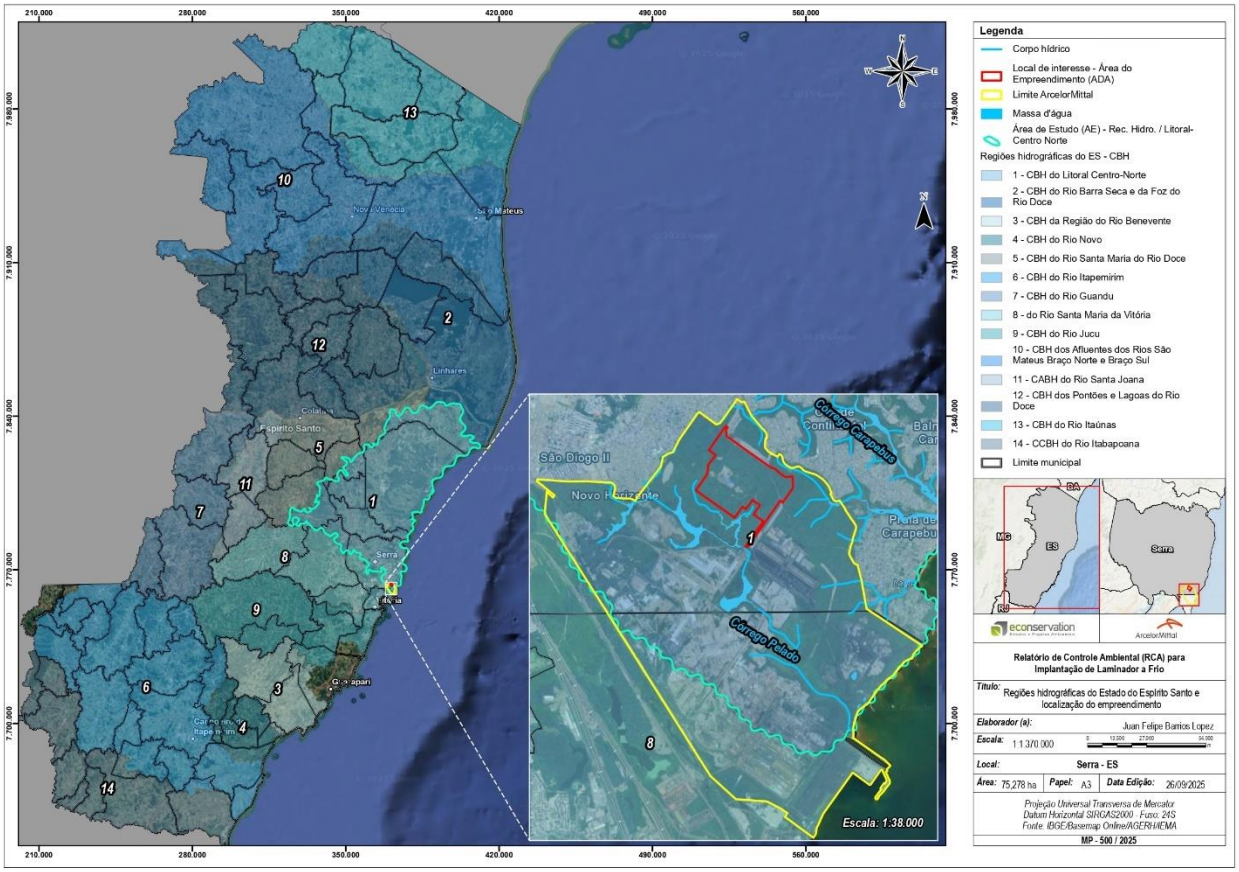


Figura 4.1.4.1.4-1: Regiões hidrográficas do Estado do Espírito Santo e localização do empreendimento. Fonte: AGHER (2020).

A **Figura 4.1.4.1.4-1** mostra a divisão do Estado do Espírito Santo em regiões hidrográficas e a localização do empreendimento em relação as regiões. Cabe destacar que tal regionalização definida pela AGERH apresentada no Plano de Bacia Hidrográfica – Litoral Centro-Norte (2020) é adotada oficialmente pelo Estado do Espírito Santo para fins de gestão de recursos hídricos associados a AID e AE do presente empreendimento.

A Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte está inserida na porção central do estado do Espírito Santo e na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Delimita-se ao sul com a Bacia Hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória, ao norte e oeste com a Região Hidrográfica do rio Doce e ao leste com o Oceano Atlântico. Possui área de aproximadamente 3.110 km² e abrange na totalidade os municípios de Aracruz e Fundão e, em grande percentual, os municípios de Ibiraçu e Serra, além de João Neiva, Santa Teresa, Santa Leopoldina, Linhares e Vitória. A população estimada para a RHLCN no ano de 2019 foi de 586.697 habitantes (AGERH, 2020).

Os principais rios da RHLCN são: Reis Magos/Fundão, com sua bacia hidrográfica abrangendo uma área total de 700 km²; Piraquê-Açu, com área de drenagem de 378,6 km², que, em uma distância aproximada de 4,5 km do local da desembocadura do seu estuário se encontra com o rio Piraquê-Mirim, que possui área de drenagem de 69,4 km² (BARROSO et al., 2012; LEITE, 2012; RODRIGUES, 2015); Riacho, que possui uma área de drenagem de 2.136 km²; e Jacaraípe, que possui 4,4 km de extensão até sua foz após receber as águas dos Córregos Juara e Córrego Jacuném, dentre outros cursos hídricos menores, se encontrando na totalidade dentro do município de Serra. Destaca-se a importância destes entre a totalidade dos rios presentes na RHLCN, pois em suas imediações estão dispostos usos conflitantes e diversos envolvendo atividades industriais, agrícolas, esgotamento doméstico, abastecimento público, entre outros. O rio Laranjeiras e o córrego Barra do Sahy, apesar de possuírem menor extensão, também são corpos hídricos importantes para a RHLCN, em razão da ocupação urbana existente no entorno (AGERH, 2020).

Na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte (Área de Estudo) destaca-se como corpos hídricos superficiais o rio Jacaraípe, Reis Magos e Riacho, conforme ilustra a **Figura 4.1.4.1.4-2** a seguir.

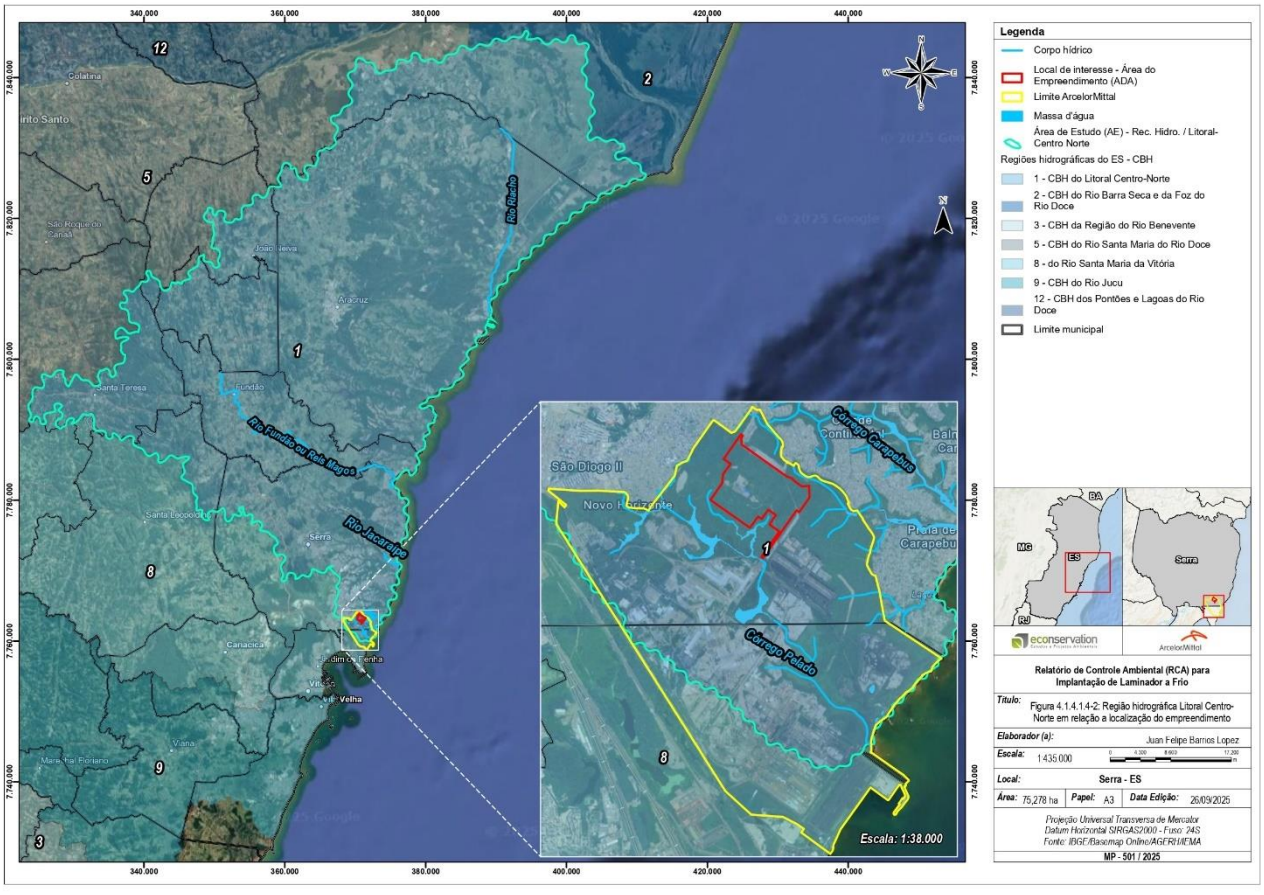


Figura 4.1.4.1.4-2: Região hidrográfica Litoral Centro-Norte em relação a localização do empreendimento. Fonte: AGHER (2020).

As fozes dos respectivos rios se localizam nos municípios de Serra, Fundão e Aracruz, respectivamente, todos desaguando no Oceano Atlântico (**Figura 4.1.4.1.4-2**).

4.1.4.1.5 Regime Hidrológico Local em Termos de Disponibilidade Hídrica Superficial

O estado do Espírito Santo encontra-se na zona climática Tropical Central, com clima predominantemente quente e úmido, sem uma estação fria definida. Segundo a classificação de Köppen, a maior parte do estado possui clima tropical úmido (Am), com temperaturas médias acima de 18°C. Nesse contexto, a RHLCN possui clima tropical, com inverno seco, e estações chuvosa (novembro a abril) e seca (maio a outubro) bem definidas. Na RHLC (AE) destaca-se o predomínio do clima quente (temperaturas médias acima de 18°C em todos os meses), além da ocorrência do clima subquente (temperaturas médias entre 15°C e 18°C em pelo menos um mês) e mesotérmico brando (temperaturas médias entre 10°C e 15°C) presentes na porção sudoeste da região (AGERH, 2020), em específico nos terrenos da AID e ADA do empreendimento.

Em relação à umidade, observa-se a predominância de clima úmido com um a dois meses secos na Região Hidrográfica (AGERH, 2020). Entretanto, cabe destacar que predomina na AID e ADA do empreendimento o clima super-úmido com subseca.

A precipitação média anual sobre a Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte oscila de 900 mm/ano a 1.800 mm/ano, com valor médio de aproximadamente 1.350 mm/ano), superior à média da precipitação anual do Espírito Santo (1.219 mm/ano). Registra-se que para a AID e ADA do empreendimento os valores de precipitação variam entre 900 mm/ano a 1.350 mm/ano (AGERH, 2020).

A **Figura 4.1.4.1.5-1** e a **Figura 4.1.4.1.5-2** apresentam, respectivamente, as relações entre os totais mensais precipitados e evapotranspirados na Região Hidrográfica, obtidos a partir dos dados de precipitação e evapotranspiração de referência (ETo) disponibilizados em Xavier et al. (2015).

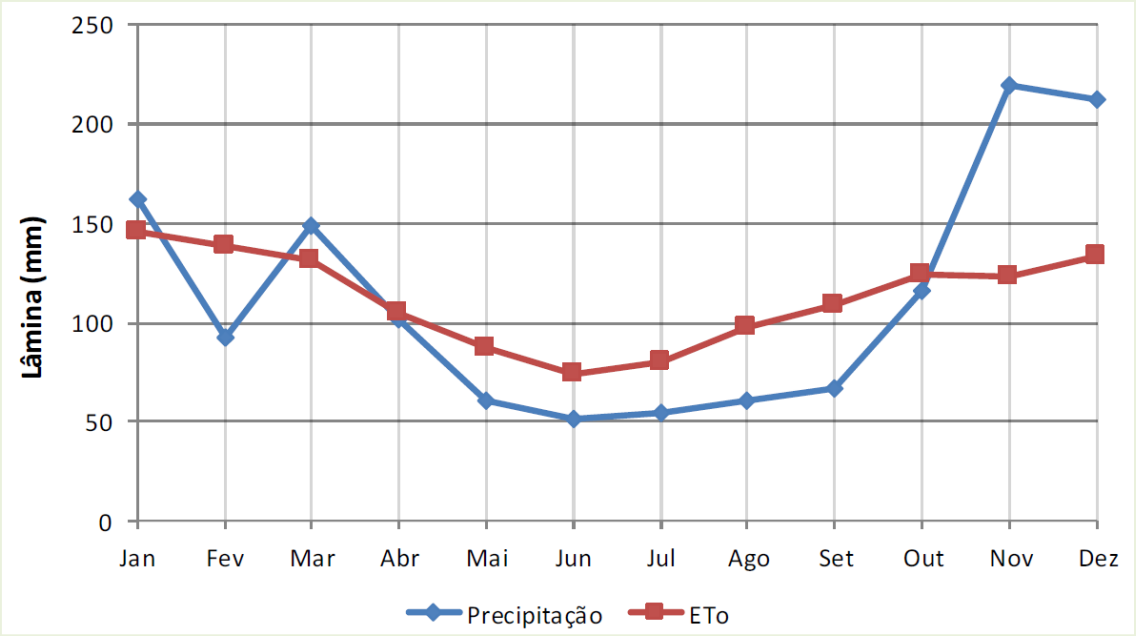


Figura 4.1.4.1.5-1: Lâmina média mensal de precipitação e de evapotranspiração de referência da Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte (AE). Fonte: (AGERH, 2020).

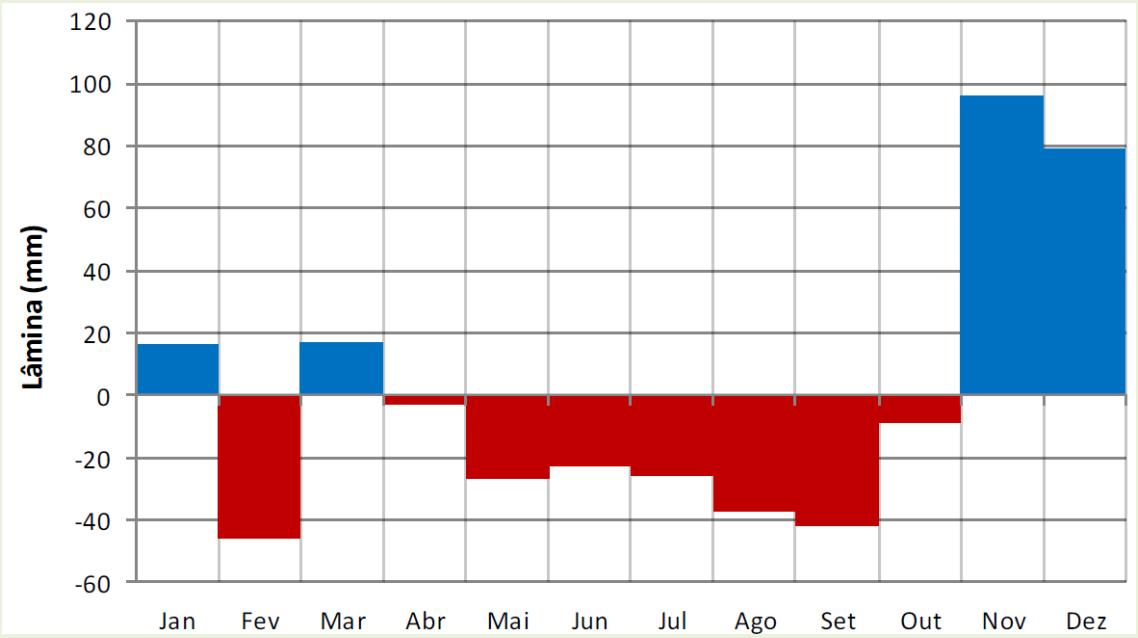


Figura 4.1.4.1.5-2: Balanço hídrico resultante da diferença entre a lâmina média mensal precipitada e evapotranspirada na Região Hidrográfica Litoral Centro-Norte (AE). Fonte: (AGERH, 2020).

Na **Figura 4.1.4.1.5-1** é possível notar a demarcação dos períodos chuvoso (novembro a abril) e seco (maio a outubro), e que os valores de evapotranspiração acompanham esse comportamento, com as maiores lâminas d'água ocorrendo, de forma geral, durante o período chuvoso, e as menores durante a estiagem. Já na **Figura 4.1.4.1.5-2** observa-se variação do balanço hídrico ao longo dos meses, com a ocorrência de déficits, majoritariamente, no período seco, e a ocorrência de excesso hídrico no período chuvoso. Destaca-se o mês de fevereiro, que apesar de pertencer ao período chuvoso, apresenta significativo déficit hídrico. A partir de uma perspectiva anual, o balanço hídrico da Região Hidrográfica (Área de Estudo) possui um baixo déficit, com os valores de evapotranspiração de referência superando, em média, apenas 1 mm/ano os valores de precipitação (AGERH, 2020).

Com relação as vazões estimadas para os córregos do Pelado e Carapebus, de acordo com os cálculos de regionalização de vazão Q_{90}, elaborados pela AGERH (2016), os referidos corpos hídricos apresentam, respectivamente, 8,53 m^3/s e 8,45 m^3/s.

4.1.4.1.6 Padrões de Drenagem Natural e Artificial

Os procedimentos de levantamento espacialização e análise dos padrões de drenagem natural e artificial potencialmente presentes na ADA, AID e AE do empreendimento, foram elaborados a partir dos dados da base de dados vetoriais georreferenciados das bacias hidrográficas (Ottobacias de Nível 5 e 7), rede hidrográfica e massa d'água do Estado do Espírito Santo, ambos disponibilizados pela AGERH (2018) por meio do portal do GEOBASES. Assim, com objetivo de entender a real disposição dos corpos hídricos indicados na referida base de dados, foram realizadas campanhas de campo de reconhecimento na ADA e trechos da AID empreendimento e em suas proximidades, sendo elas realizadas durante o mês de maio e início de junho de 2025.

4.1.4.1.6.1 Caracterização dos recursos hídricos superficiais na AID do empreendimento

De acordo com a subdivisão hidrográfica estabelecida pela AGERH (2018), a área do empreendimento abarca trechos dos territórios de duas sub-bacias hidrográficas, sendo elas, as bacias dos córregos Pelado e Carapebus, conforme indica a **Figura 4.1.4.1.6.1-1** a seguir.

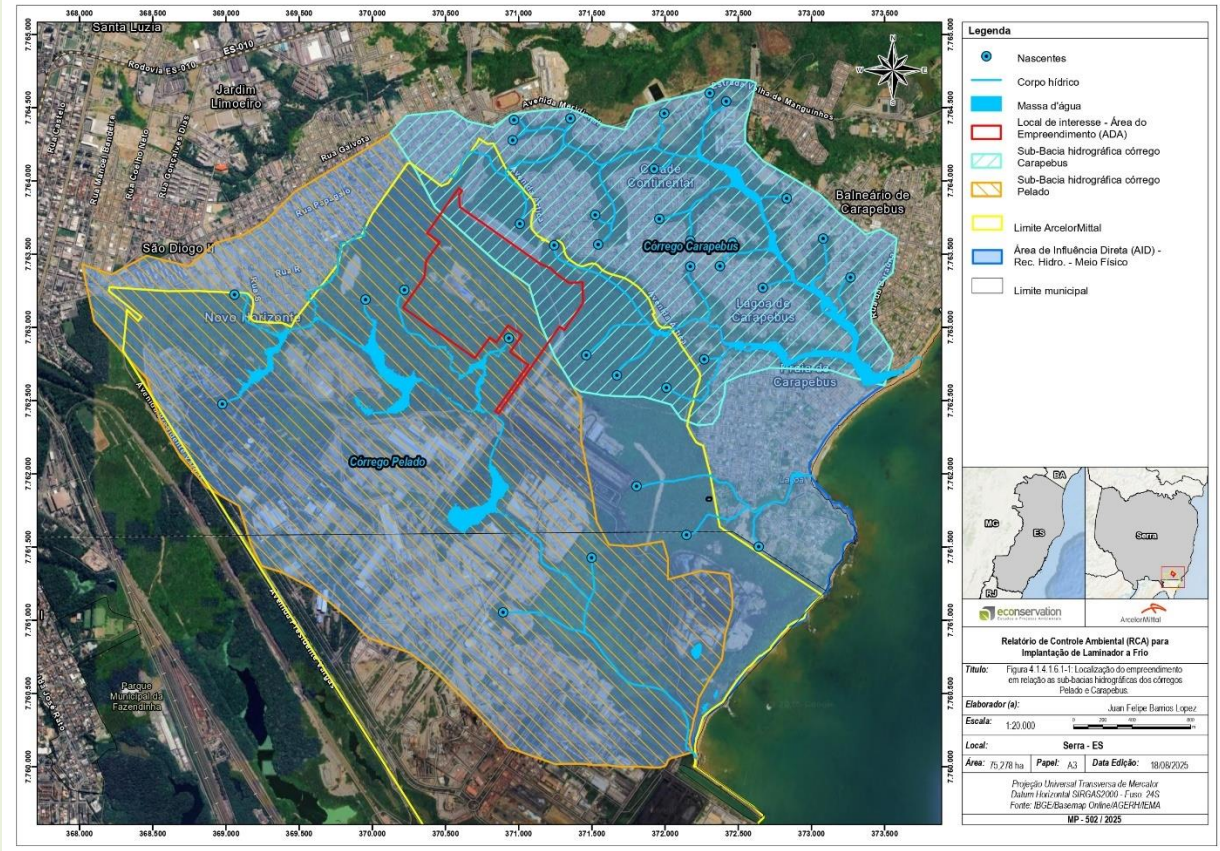


Figura 4.1.4.1.6.1-1: Localização do empreendimento em relação as sub-bacias hidrográficas do córrego Pelado e Carapebus. Fonte: AGERH (2018).

A sub-bacia do córrego Pelado apresenta cerca de 9,42 km^2 de extensão, sendo aproximadamente 66,57% da área AID. Os terrenos dessa sub-bacia se encontram contidos em grande parte dentro dos limites territoriais da ArcelorMittal Tubarão, onde se encontram os seus principais cursos d'água e lagoas, que drenam suas águas em direção ao Oceano Atlântico, situada a aproximadamente 2,6 km ao sul da área do futuro empreendimento.

O corpo hídrico lagunar 05 situa-se no setor sudoeste da AID, distando desta cerca de 34 m da ADA do empreendimento (**Figura 4.1.4.1.6.1-2**), apresentando uma área de aproximadamente 1,67 ha (AGERH, 2018), sendo afluente da margem esquerda o córrego Pelado.



Figura 4.1.4.1.6.1-2: Lagoa 05 na AID do empreendimento. Fonte: Econservation (2024).

Já a sub-bacia do córrego Carapebus, abrange aproximadamente 4,73 km^2, correspondente a cerca de 33,43% da área total da AID. Cabe destacar que os trechos a montante da sub-bacia do córrego Carapebus atualmente apresentam usos do solo diversos, com destaque para atividades industriais, residenciais, comerciais, e de preservação ambiental, com destaque para a lagoa de Carapebus, utilizada como balneário.

O balneário de Carapebus se destaca por estar inserido em uma Área de Proteção Ambiental (APA), na qual se encontra a Lagoa de Carapebus, separada da praia por uma faixa de areia. É um local de desova de tartarugas marinhas e da prática de surfe, e com alguma infraestrutura voltada ao turismo, contando apenas com a presença de pequenas pousadas e restaurantes.

A rede hidrográfica de ambas as sub-bacias se apresenta essencialmente dendríticas, acompanhando as condicionantes geológicas/geomorfológicas regionais, associadas a presença de litologias e solos derivados do Grupo Barreiras. Nas áreas urbanizadas e industriais ocorrem trechos retilinizados e até mesmo artificias, derivados de intervenções pretéritas em alguns desses cursos hídricos e em terrenos de acumulação natural de águas pluviais.

4.1.4.1.6.2 Caracterização dos recursos hídricos superficiais na ADA do empreendimento

A **Figura 4.1.4.1.6.2-1** situa a ADA do empreendimento frente a rede hidrográfica e demais recursos hídricos presentes no entorno da área do empreendimento.

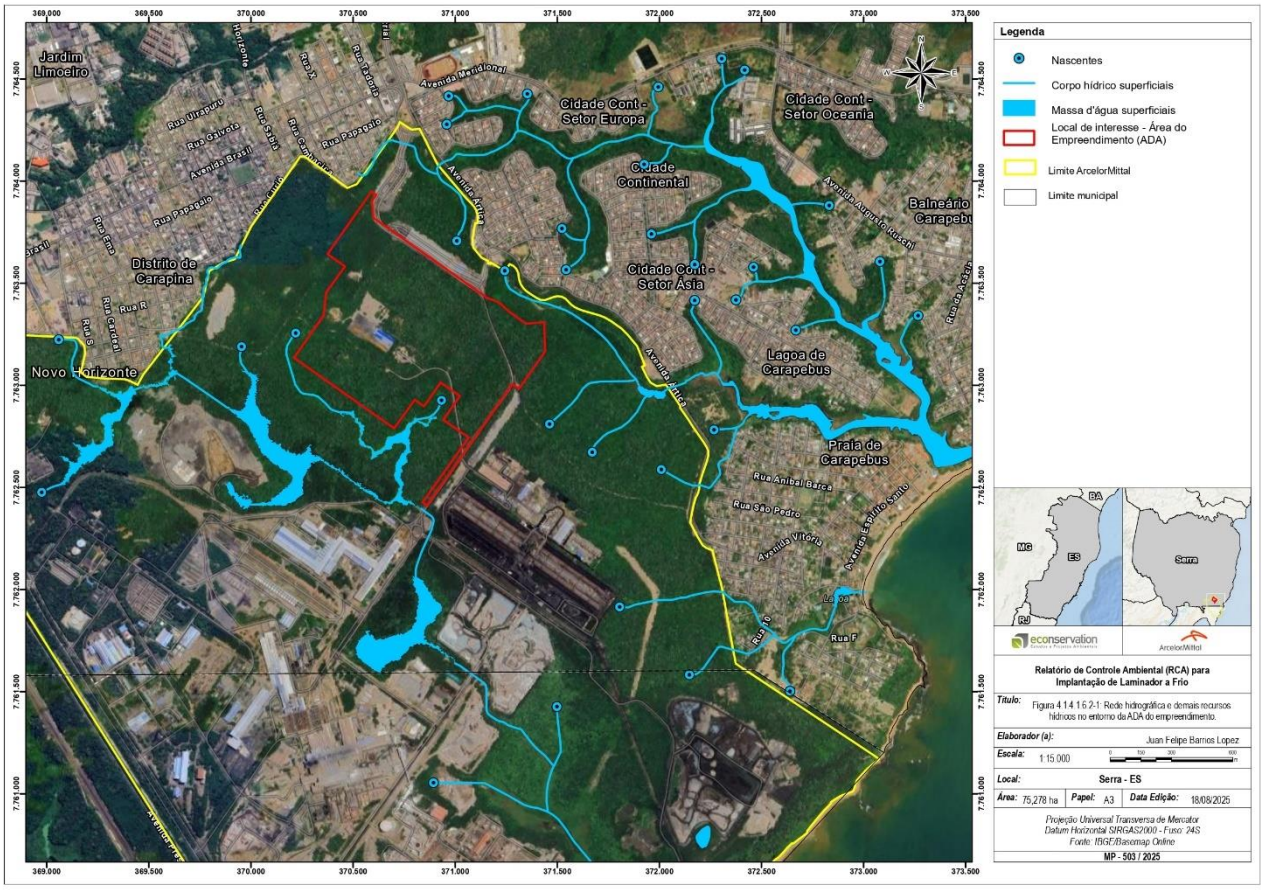


Figura 4.1.4.1.6.2-1: Rede hidrográfica e demais recursos hídricos no entorno da ADA do empreendimento.



Figura 4.1.4.1.6.2-2: Trecho de curso d'água de caráter efêmero na ADA do empreendimento. Fonte: Autores (2025).

Cabe destacar que durante as campanhas de verificação não foi registrada a presença de corpos hídricos na ADA do empreendimento. As campanhas foram realizadas nas duas últimas semanas de maio e início de junho de 2025, período no qual foram registrados consideráveis volumes pluviométricos para a região do empreendimento para essa época do ano, totalizando nesse período cerca de 50 mm acumulados para o município de Vitória/ES, conforme dados do CEMADEM (2025).

Assim como na AID, a rede hidrográfica de ambas as sub-bacias se apresenta com redes de drenagem essencialmente dendríticas, condicionadas aos aspetos geológicos/geomorfológicos regionais, em específico a ocorrência de rochas e solos derivados do Grupo Barreiras. Cabe destacar que na área do empreendimento há presença de curso d'água artificial, conforme apresentado na **Figura 4.1.4.1.6.2-1** e ilustrado na **Figura 4.1.4.1.6.2-3** a seguir, derivados de intervenções pretéritas no terreno, atualmente compondo o sistema de drenagem pluvial da área operacional da ArcelorMittal, neste caso, drenagem pluvial do telhado do galpão de armazenamento de bobinas.



Figura 4.1.4.1.6.2-3: Escoamento artificial presente na ADA do empreendimento, referente a parte do sistema de drenagem pluvial da ArcelorMittal . Fonte: Autores (2025).

4.1.4.1.7 Qualidade da Água Superficial na AID

Para avaliação da qualidade das águas superficiais na AID do empreendimento, foi considerado como fonte de dados os resultados constantes no RT-ECV-081/25 apresentado pela Econservation ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), referente ao monitoramento anual realizado no ano de 2024, visando o cumprimento da Condicionante nº 11 da LO GCA/SAIA nº 282/2008 emitida pelo citado órgão licenciador. Já as vazões estimadas para os córregos do Pelado e Carapebus, foram extraídas dos cálculos de regionalização de vazão Q_{90}, elaborados pela AGERH (2016).

O referido RT apresenta os resultados de monitoramento das características físico-químicas da água e do sedimento de seis lagoas presentes na área da ArcelorMittal Tubarão, conforme ilustra a **Figura 4.1.4.1.7-1** a seguir.

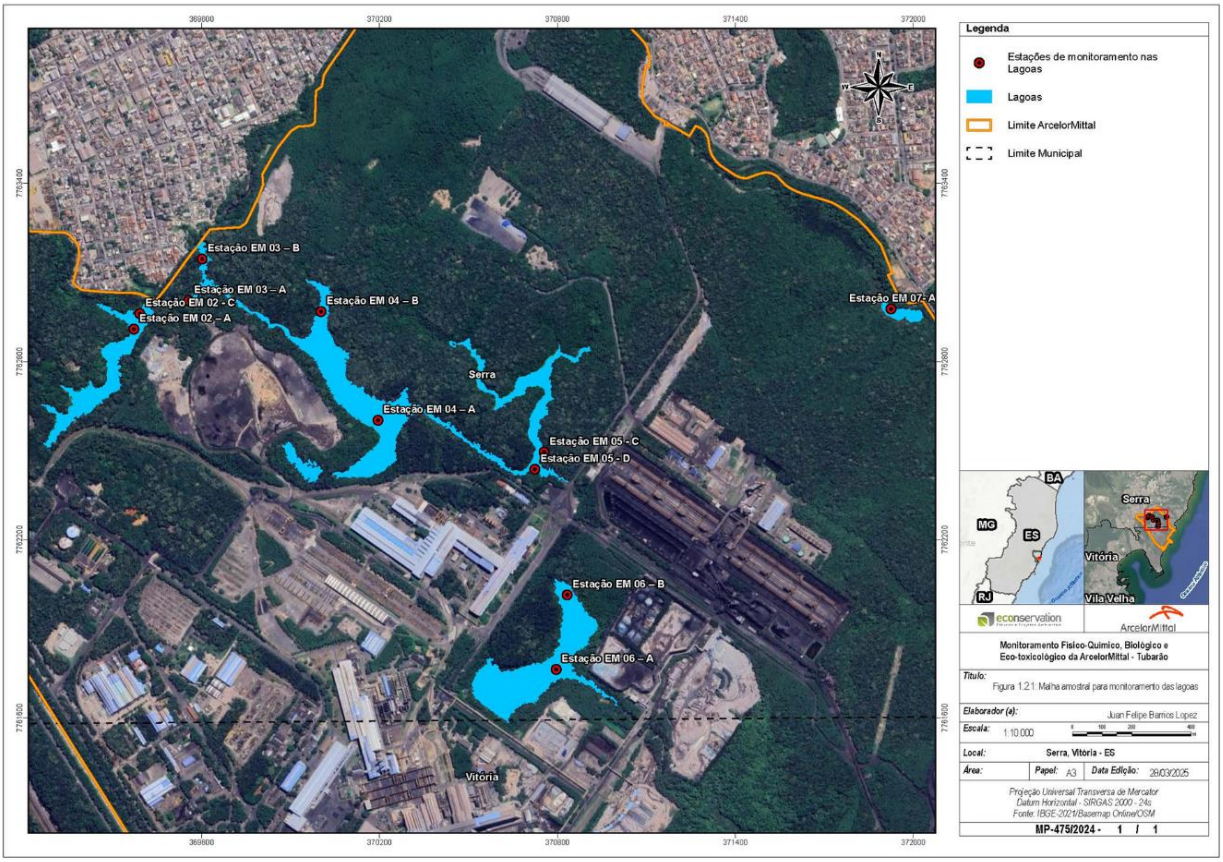


Figura 4.1.4.1.7-1: Mapa de identificação das Estações Amostrais – Campanhas realizadas em 2024. Fonte: Econservation (2025).

A **Tabela 4.1.4.1.7-1** disposta a seguir apresenta a identificação das lagoas monitoradas no referido programa, bem como a sua localização geográfica.

Tabela 4.1.4.1.7-1: Identificação das lagoas monitoradas e número de pontos previsto em cada lagoa durante a realização dos estudos.

LAGOAS	ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO	COMPARTIMENTO DAS LAGOAS	LATITUDE	LONGITUDE
Lagoa 02	Estação EM 02A	Região Limnética	369372	7762909
	Estação EM 02B (C)*	Região Litorânea	369397	7762960
Lagoa 03	Estação EM 03A	Região Limnética	369557	7763005
	Estação EM 03B	Região Litorânea	369602	7763145
Lagoa 04	Estação EM 04A	Região Limnética	370195	7762602
	Estação EM 04B	Região Litorânea	370003	7762968
Lagoa 05	Estação EM 05A (C)*	Região Litorânea	370735	7762488
	Estação EM 05B (D)*	Região Limnética	370729	7762436
Lagoa 06	Estação EM 06A	Região Limnética	370796	7761763
	Estação EM 06B	Região Litorânea	370833	7762014
Lagoa 07	Estação EM 07	Região Limnética	371925	7762977

*** As estações foram deslocadas da coordenada original devido à impossibilidade de acesso, causada pelo crescimento excessivo de macrófitas nas lagoas. A nova letra que integra o nome do ponto de amostragem está indicada entre parênteses, e esta nova nomenclatura será utilizada no relatório.**

Fonte: Econservation (2025).

Para avaliação da qualidade da água superficial da AID, foram considerados os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas, além da obtenção de índices de qualidade da água alcançados para todas as lagoas estudas no RT ECV-081/25.

- **Obtenção dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos**

As amostragens de água foram realizadas com auxílio de uma garrafa de *Van Dorn* (**Figura 4.1.4.1.7-2**), na superfície e fundo das estações amostrais com profundidades superiores a 1,0 metro, enquanto nas estações localizadas nas regiões menos profundas (<1,0 metro), as coletas foram realizadas apenas na subsuperfície.



Figura 4.1.4.1.7-2: Amostragem de água com auxílio da Garrafa de Van Dorn na campanha de Outono/24. Fonte: Econservation (2025).

Cabe mencionar que as coletas nas Lagoas 02 e 05 foram dificultadas pela grande quantidade de macrófitas. Nas imagens apresentadas a seguir é possível verificar a densidade da vegetação presente na superfície das lagoas. As imagens a seguir referentes a **Figura 4.1.4.1.7-3, Figura 4.1.4.1.7-4, Figura 4.1.4.1.7-5, Figura 4.1.4.1.7-6, Figura 4.1.4.1.7-7** e **Figura 4.1.4.1.7-8,** demonstram alguns dos registros de campo e condições das amostras coletadas para as campanhas de monitoramento de água nas lagoas da ArcelorMittal Tubarão, com destaque para as Lagoas 02, 03 e 05.



Figura 4.1.4.1.7-3: Lagoa 02 – Visão geral com presença de macrófitas. Fonte: Econservation (2025).



Figura 4.1.4.1.7-4: Lagoa 02 – Amostragem de água. Fonte: Econservation (2025).



Figura 4.1.4.1.7-5: Lagoa 03 – Visão geral da lagoa. Fonte: Econservation (2025).



Figura 4.1.4.1.7-6: Lagoa 03 – Medição de transparência. Fonte: Econservation (2025).



Figura 4.1.4.1.7-7: Lagoa 05 – Acesso principal. Fonte: Econservation (2025).



Figura 4.1.4.1.7-8: Lagoa 05 – Amostragem de água. Fonte: Econservation (2025).

Vale destacar que as amostragens realizadas nas lagoas consideradas, ocorreram sem intercorrências que pudessem prejudicar a qualidade amostral ou os resultados das análises. Todas as metodologias e cronograma foram realizados com sucesso.

Além das análises físico-químicas realizadas em laboratório, também foram efetuadas análises de temperatura, pH, salinidade, condutividade e oxigênio dissolvido (OD) *in situ*, utilizando as sondas multiparâmetros portátil QUANTA ou AKSO, e um medidor de pH Hanna, previamente calibradas, com limites de quantificação abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas doces, Classe 2 (**Tabela 4.1.4.1.7-2**). Em cada ponto, a transparência foi medida com auxílio do disco de *Secchi* e a profundidade medida utilizando-se bastão limnimétrico (ECONSERVATION, 2025).

Tabela 4.1.4.1.7-2: Variáveis medidas in situ na água, métodos utilizados para as análises de campo e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas doces, Classe 2.

PARÂMETROS	MÉTODOS	RESOLUÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 PARA ÁGUAS DOCES, CLASSE 2
Temperatura	Sonda multiparâmetro	0,1° C	-
Oxigênio Dissolvido (OD)		0,1 mg/L	≥ 5,0 mg/L
Saturação de Oxigênio Dissolvido		0,1%	-
Salinidade		0,1 ups	-
Condutividade		0,1 mS/cm	-
pH		0,01	6,0 a 9,0
Transparência	Disco de *Secchi*	0,1 m	-
Profundidade	Bastão Limnimétrico	0,1 m	-

Fonte: Econservation (2025).

Após a realização das coletas de campo, as amostras foram mantidas em temperatura de 4 °C e encaminhadas para os laboratórios acreditados onde foram realizadas as análises químicas e emissão dos laudos. Os resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005, para água doce, Classe 2 (BRASIL, 2005) (**Tabela 4.1.4.1.7-3**).

Tabela 4.1.4.1.7-3: Parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de água, limites de quantificação (LQ) e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução Conama n.º 357/2005 para águas doces, Classe 2. (Continua).

PARÂMETROS	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 PARA ÁGUAS DOCES, CLASSE 2	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (FAIXA)	MÉTODO
Alumínio Dissolvido	0,1 mg/L	0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Arsênio Total	0,01 mg/L	0,0005 - 0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Bário Total	0,7 mg/L	0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Cádmio Total	0,001 mg/L	0,0005 mg/L	EPA 6020 B /200.8
Chumbo Total	0,01 mg/L	0,0005 - 0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Cianeto Livre	0,005 mg/L	0,001 mg/L	ASTM D 7237-15a
Cianeto Total	-	0,001 mg/L	ASTM D 7511-12 (2017) e1
Parâmetros	Resolução Conama Nº 357/2005 Para Águas Doces, Classe 2	Limite De Quantificação (Faixa)	Método
Cloreto Total	250 mg/L	0,5 - 5 mg/L	EPA 300.0:1993, 300.1:199; POP PA 032
Cobre Dissolvido	0,009 mg/L	0,00025 - 0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Coliformes Termotolerantes	1000 NMP/100mL	10 - 24200 NMP/100mL	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 9223 B
Coliformes Totais	---	10 - 24200 NMP/100mL	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 9223 B
Cor Aparente	---	5 - 15 mg Pt/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 – Método 2120 B
Cor Verdadeira	75 mg Pt/L	5 - 10 mg Pt/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2120 C
Cromo Hexavalente	---	0,01 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3500Cr B
Demanda Bioquímica de Oxigênio	5 mg/L	2,1 - 2,51 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 5210 B
Demanda Química de Oxigênio	---	5 - 40 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 5220 D
Ferro Dissolvido	0,3 mg/L	0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Fluoreto Total	1,4 mg/L	0,05 - 0,5 mg/L	EPA 300.0:1993, 300.1:199; POP PA 032
Fósforo Total	0,03 mg/L; Ambiente Lêntico	0,01 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Índice de Fenóis	0,003 mg/L	0,001 mg/L	ISO 14402: 1999
Manganês Total	0,1 mg/L	0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Mercúrio Total	0,0002 mg/L	0,0001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B

Tabela 4.1.4.1.7-3: Parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de água, limites de quantificação (LQ) e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução Conama n.º 357/2005 para águas doces, Classe 2. (Conclusão).

PARÂMETROS	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 PARA ÁGUAS DOCES, CLASSE 2	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (FAIXA)	MÉTODO
Níquel Total	0,025 mg/L	0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B
Nitrato	10 mg/L	0,09 - 0,1mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 4500 NO3- F
Nitrito	1 mg/L	0,01 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 4500 NO2- B
Nitrogênio Amoniacal	3,7 mg/L N, para pH <7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH < 8 1,0 mg/L N, para 8 < pH < 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5	0,1 mg/L	ISO 11732: 2005
Óleos e Graxas Totais	---	5 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 5520 B
Sólidos Dissolvidos Totais	500 mg/L	5 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 C e E
Sólidos Sedimentáveis	---	0,3 - 25 mL/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2540 F
Sólidos Suspensos Totais	---	5 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Métodos 2540 D e E
Surfactantes	0,5 mg/L	0,2 mg/L	POP PA 023
Turbidez	100 UNT	0,1 UNT	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 2130 B
Zinco Total	0,18 mg/L	0,001 mg/L	SMWW, 23ª Edição, 2017 - Método 3125 B

Fonte: Econservation (2025).

- **Cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA)**

O Indice de Qualidade de Água - IQA é um índice originalmente desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) americana (DERISIO, 1992) e que foi adaptado pela CETESB em 1977 (ZAGATTO *et al.*, 1993).

Além da comparação dos resultados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA N.º 357/2005, foi calculado o Índice de Qualidade de Água – IQA para as lagoas monitoradas.

Este índice é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (05 dias, 20 ºC), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez, considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização delas para abastecimento público (ECONSERVATION, 2025). A seguinte fórmula é utilizada para esse fim:

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Onde: **IQA =** Índice de Qualidade de Água, um número entre 0 e 100; **qi =** Qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida; e **wi =** Peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Onde:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

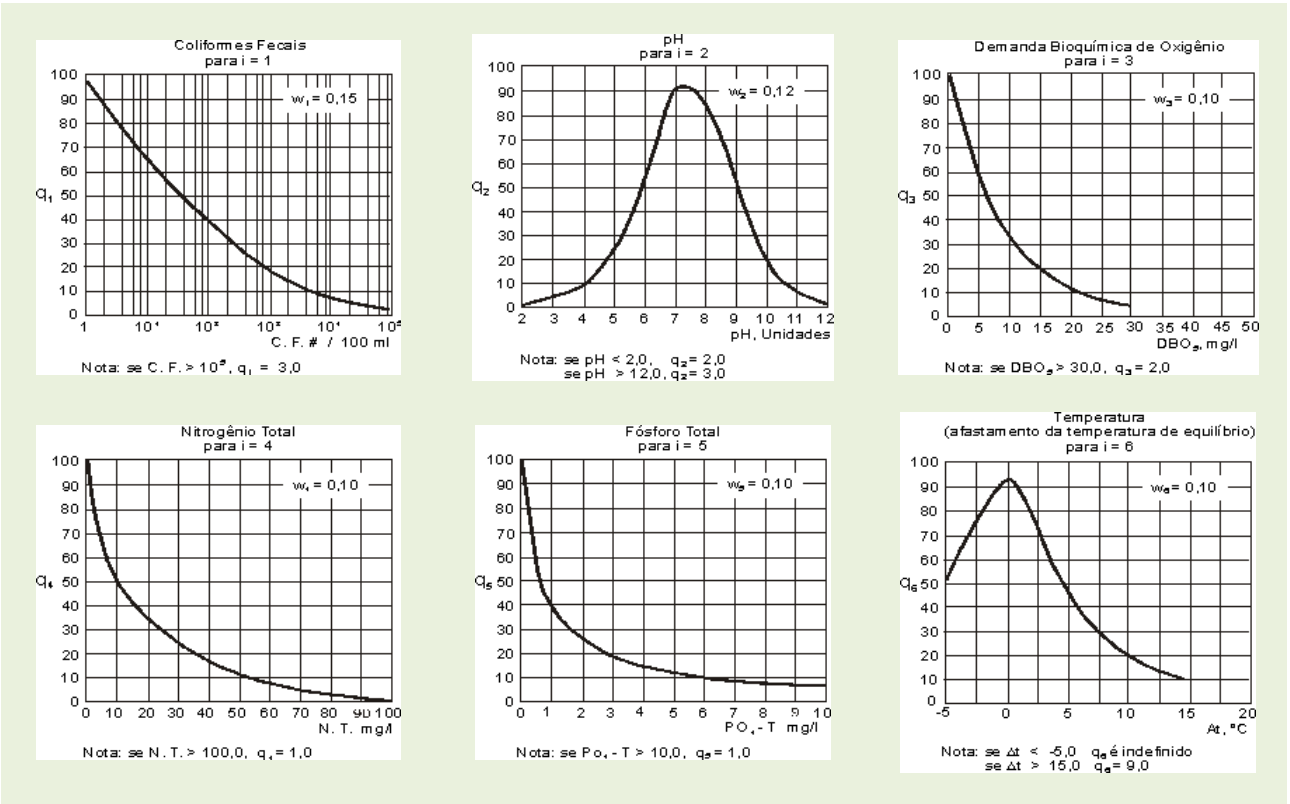
Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA encontram-se na **Tabela 4.1.4.1.7-4** com seus respectivos pesos (relevância do parâmetro em relação à composição do índice) relacionados.

Tabela 4.1.4.1.7-4: Parâmetros utilizados no cálculo do IQA.

PARÂMETRO	PESO
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO_5	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
RESÍDUO TOTAL	**0,08**

Fonte: Econservation (2025).

As curvas de qualidade de água dos parâmetros utilizados no IQA são apresentadas na **Figura 4.1.4.1.7-9.**



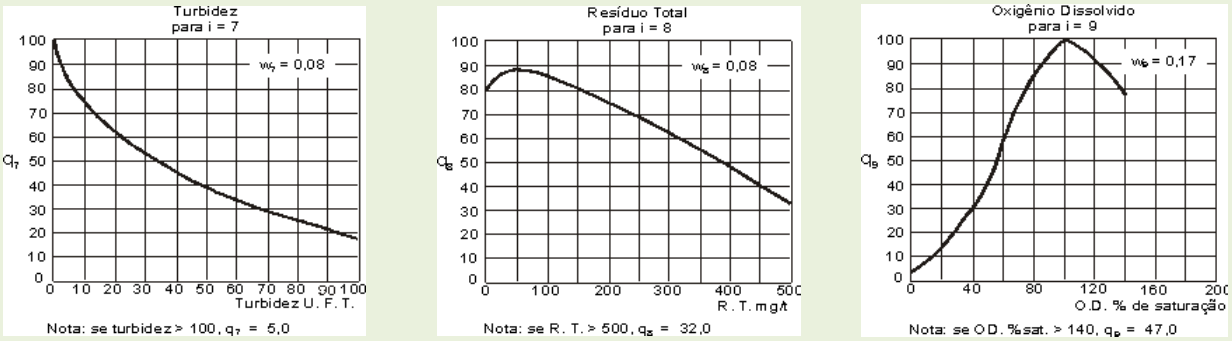


Figura 4.1.4.1.7-9: Curvas de qualidade de água dos parâmetros utilizados no IQA. Fonte: Econservation (2025).

A classificação da qualidade da água relacionada com os valores de IQA foi realizada conforme apresentado na **Tabela 4.1.4.1.7-5.**

Tabela 4.1.4.1.7-5: Qualidade da água relacionada com os valores de IQA.

PONDERAÇÃO	CATEGORIA DE QUALIDADE
79 <IQA ≤ 100	Ótima
51 <IQA ≤ 79	Boa
36 <IQA ≤ 51	Regular
19 <IQA ≤ 36	Ruim
IQA ≤ 19	Péssima

Fonte: PORTAL DA QUALIDADE DAS ÀGUAS. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/indicadores- indice-aguas.aspx. (ECONSERVATION, 2025).

4.1.4.1.7.1 Qualidade da Água Superficial na AID

Neste item são apresentados de modo resumido os resultados dos parâmetros analisados em laboratório, referente ao ano de 2024 e da série histórica, além dos limites preconizados na Resolução CONAMA Nº 357/2005 para água doce classe 2. Vale destacar que os parâmetros cádmio total, cromo hexavalente e mercúrio total apresentaram resultados abaixo dos limites de quantificação, em toda malha amostral ao longo de todo o monitoramento de 2024, sendo desta forma, não são abordados no presente relatório.

Os resultados das análises dos parâmetros das lagoas estudadas no ano de 2024, encontram-se no relatório RT ECV 081-24, referente ao monitoramento anual realizado no ano de 2024, visando o cumprimento da Condicionante nº 11 da LO GCA/SAIA nº 282/2008 emitida pelo citado órgão licenciador.

- **Parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos**

Os parâmetros físico-químicos da água variam ao longo do tempo e entre as lagoas por dois fatores principais, quais sejam, a sazonalidade e lançamento de esgoto sanitário proveniente dos bairros vizinhos à ArcelorMittal Tubarão. A sazonalidade está relacionada ao clima da região, quente e chuvoso durante a primavera e verão e menos quente e seco no outono e inverno, causando alterações em parâmetros como a temperatura, pH e condutividade (ECONSERVATION, 2025).

A **Figura 4.1.4.1.7.1-1 a Figura 4.1.4.1.7.1-8** dispostas a seguir apresentam em síntese os resultados do monitoramento anual dos parâmetros medidos in situ

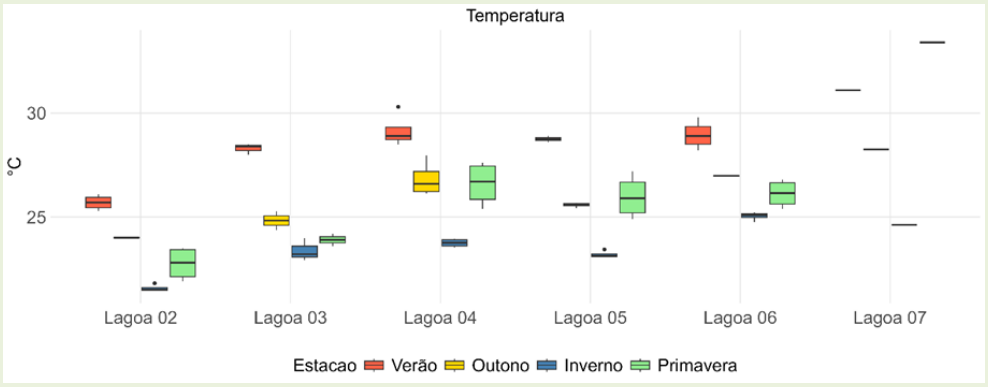


Figura 4.1.4.1.7.1-1: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) de Temperatura (°C) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

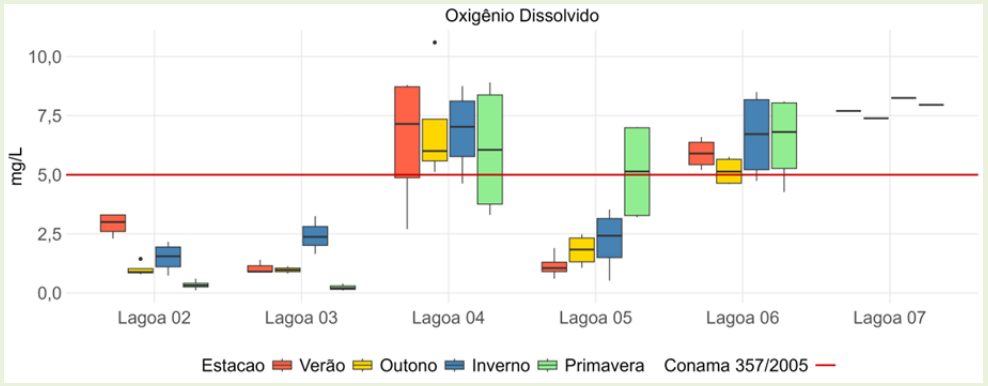


Figura 4.1.4.1.7.1-2: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Oxigênio dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano. Fonte: Econservation (2025).

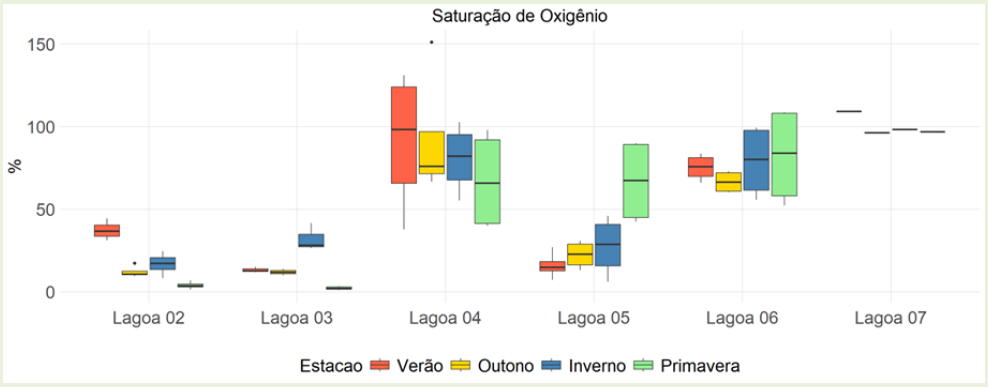


Figura 4.1.4.1.7.1-3: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Saturação de Oxigênio (%) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

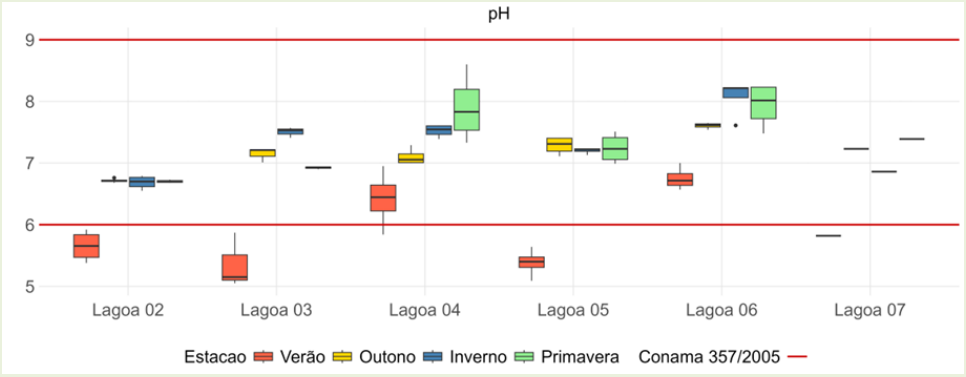


Figura 4.1.4.1.7.1-4: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) de pH nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

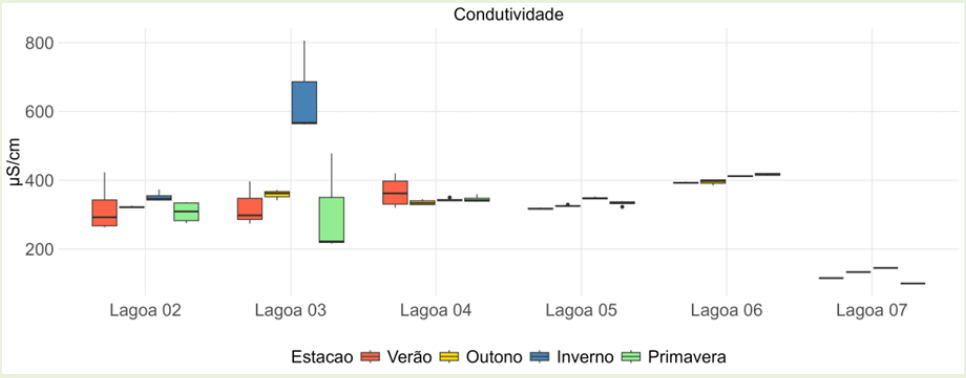


Figura 4.1.4.1.7.1-5: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Condutividade (mS/cm) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

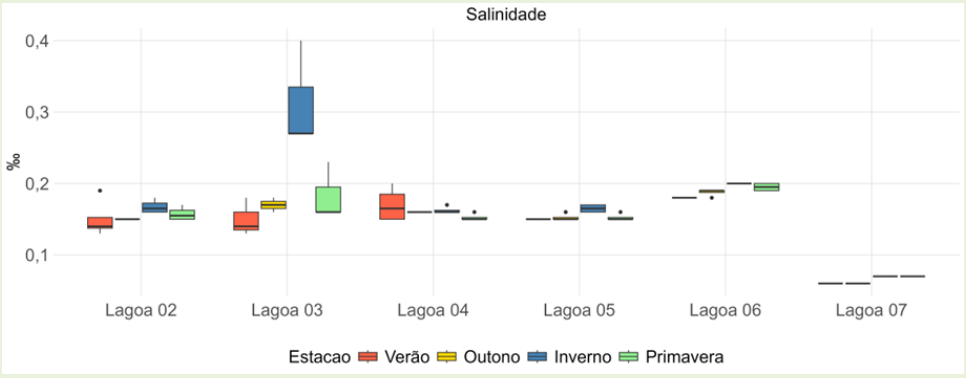


Figura 4.1.4.1.7.1-6: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Salinidade (‰) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

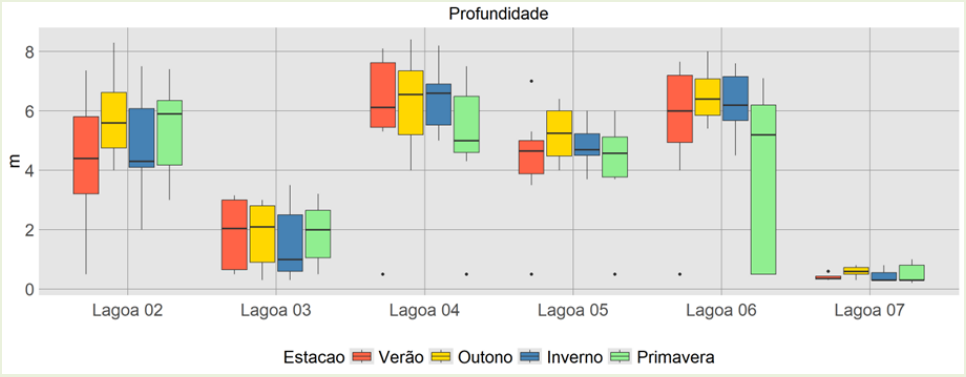


Figura 4.1.4.1.7.1-7: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) da Profundidade (m) das lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024.Fonte: Econservtion (2025).

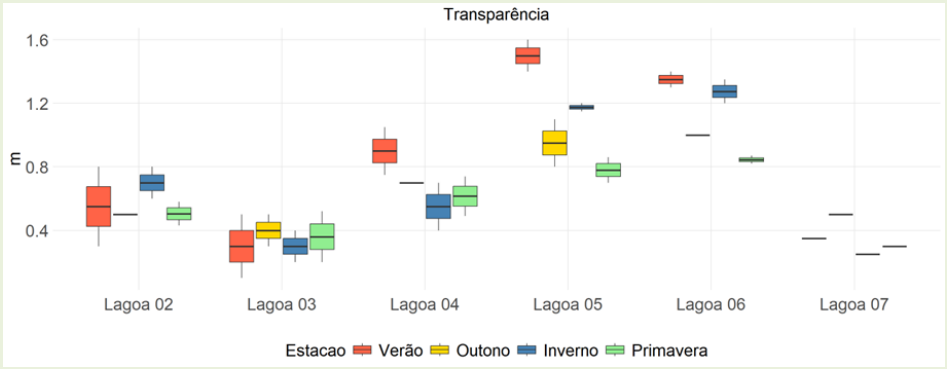


Figura 4.1.4.1.7.1-8: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Transparência (m) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

Já a **Figura 4.1.4.1.7.1-9 a Figura 4.1.4.1.7.1-36** apresentam de modo sintético os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos mensurados em laboratório para o monitoramento anual realizado nas lagoas da AMT.

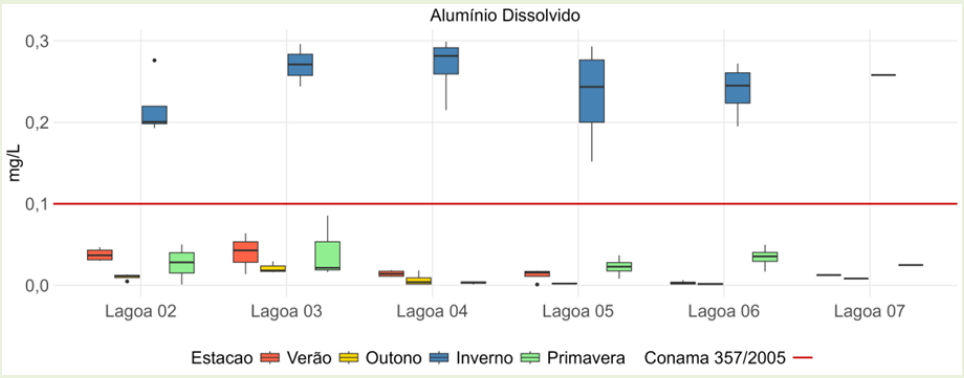


Figura 4.1.4.1.7.1-9: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Alumínio dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte Econservation (2025).

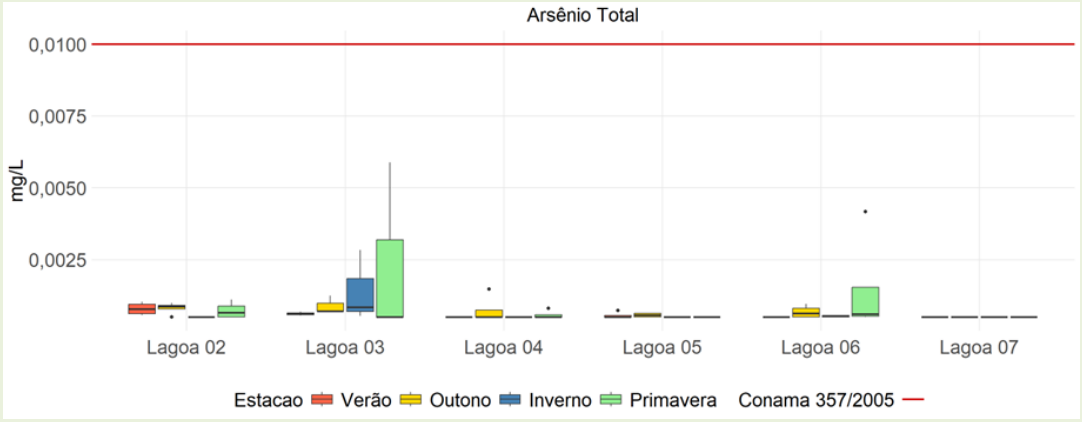


Figura 4.1.4.1.7.1-10: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Arsênio total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

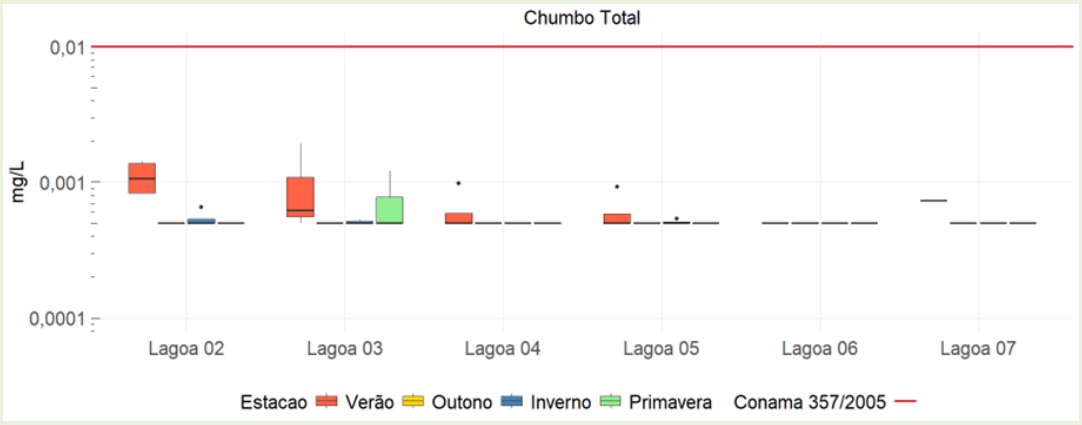


Figura 4.1.4.1.7.1-11: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Chumbo total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

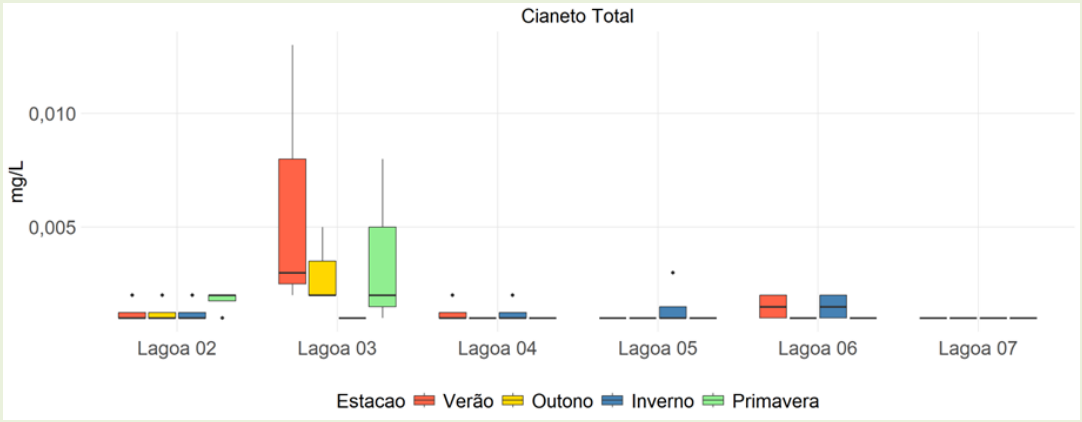


Figura 4.1.4.1.7.1-12: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cianeto total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

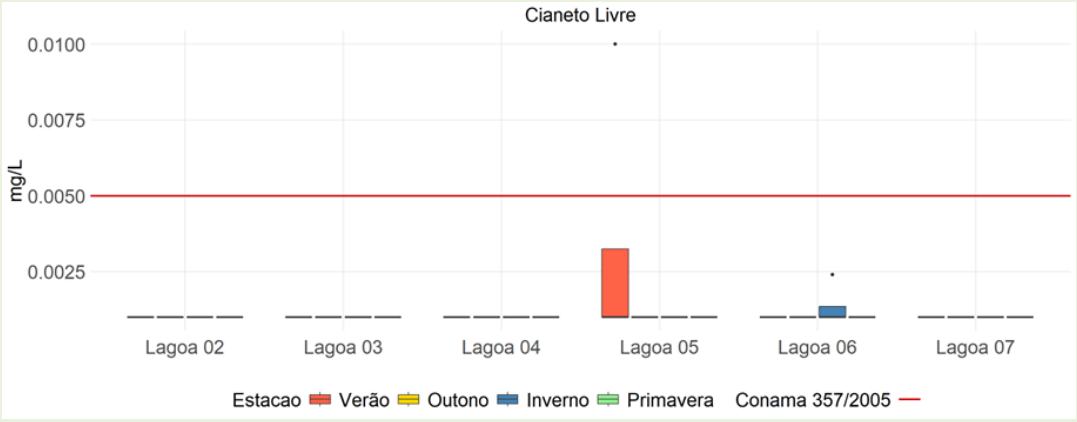


Figura 4.1.4.1.7.1-13: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cianeto livre (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

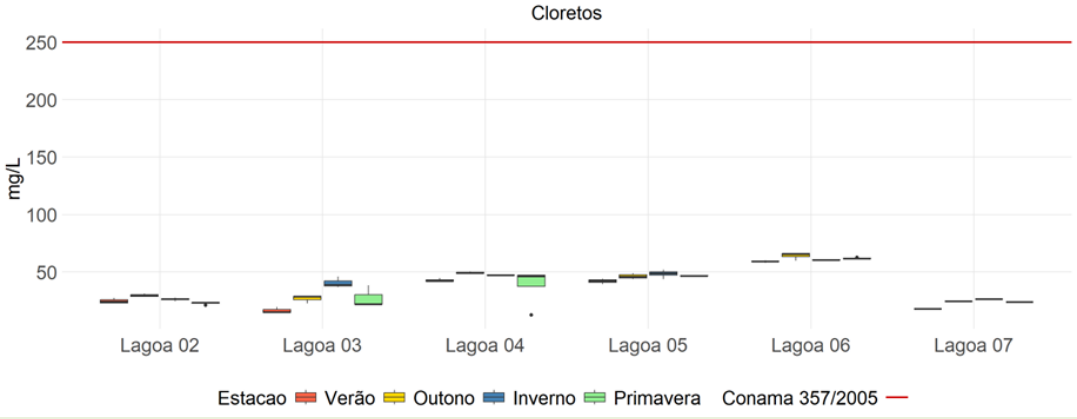


Figura 4.1.4.1.7.1-14: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cloretos (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

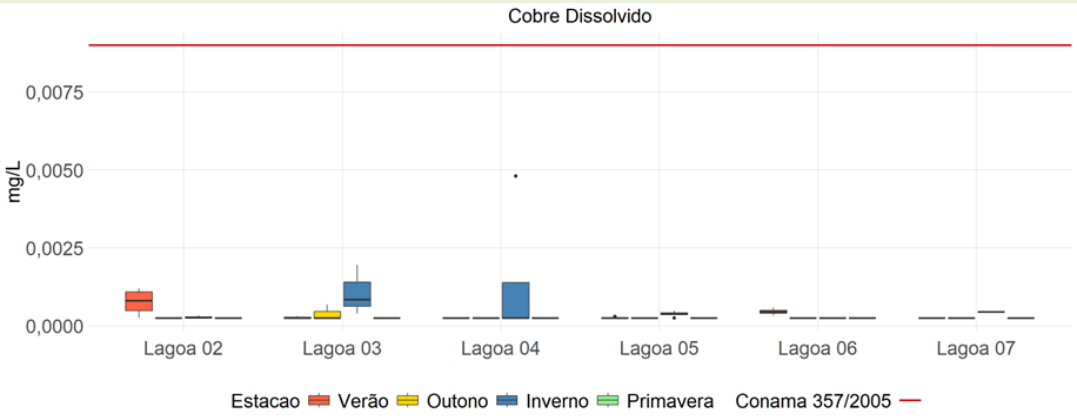


Figura 4.1.4.1.7.1-15: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cobre dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

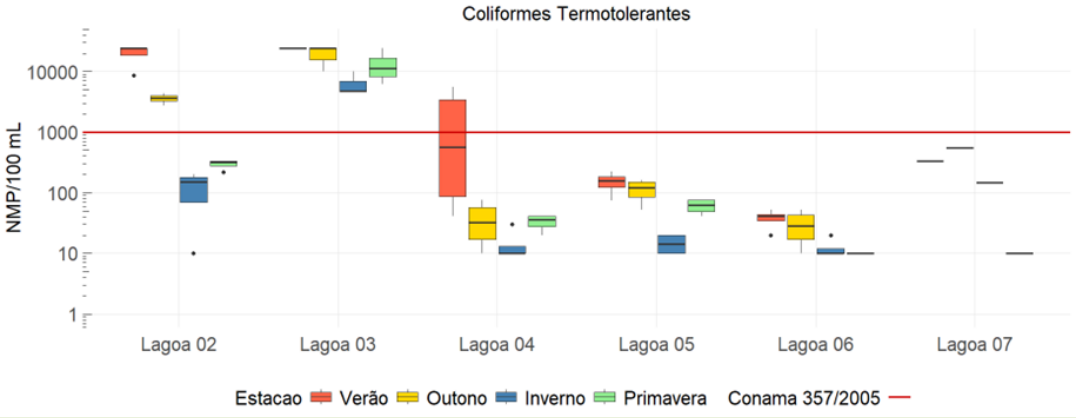


Figura 4.1.4.1.7.1-16: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Coliformes totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

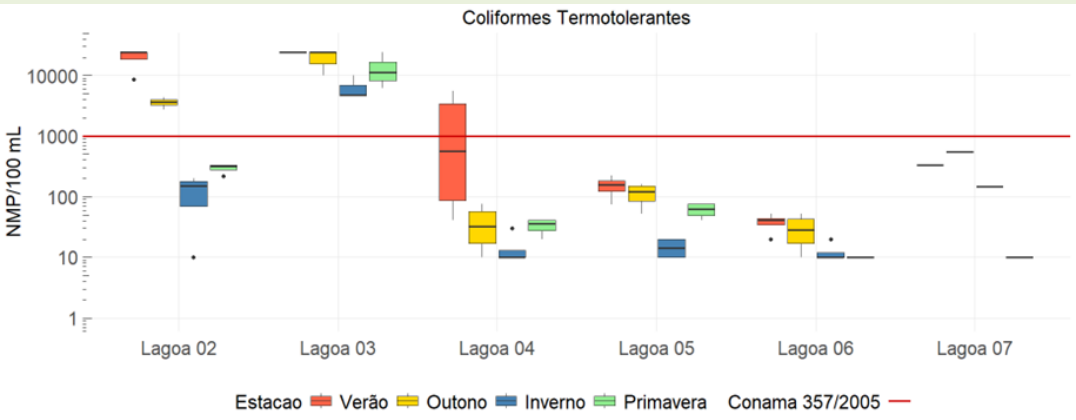


Figura 4.1.4.1.7.1-17 Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Coliformes termotolerantes (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Escala logarítmica de base 10. Fonte: Econservation (2025).

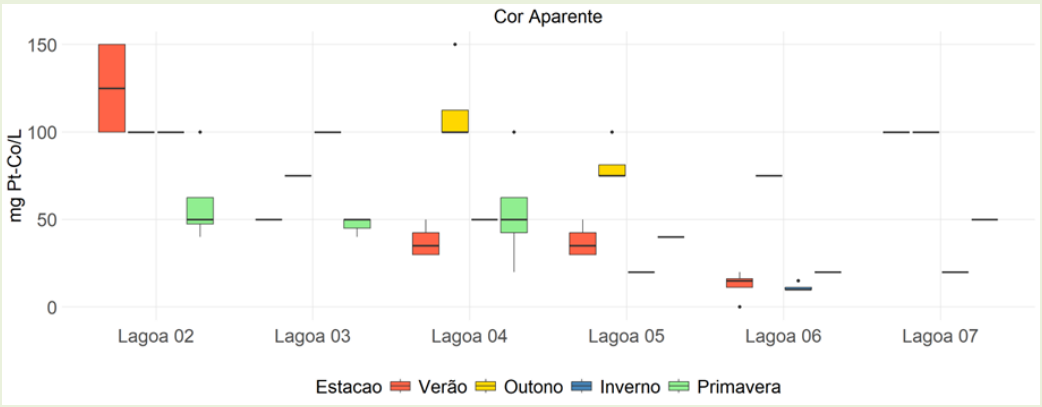


Figura 4.1.4.1.7.1-18: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cor aparente (UC Pt-Co) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

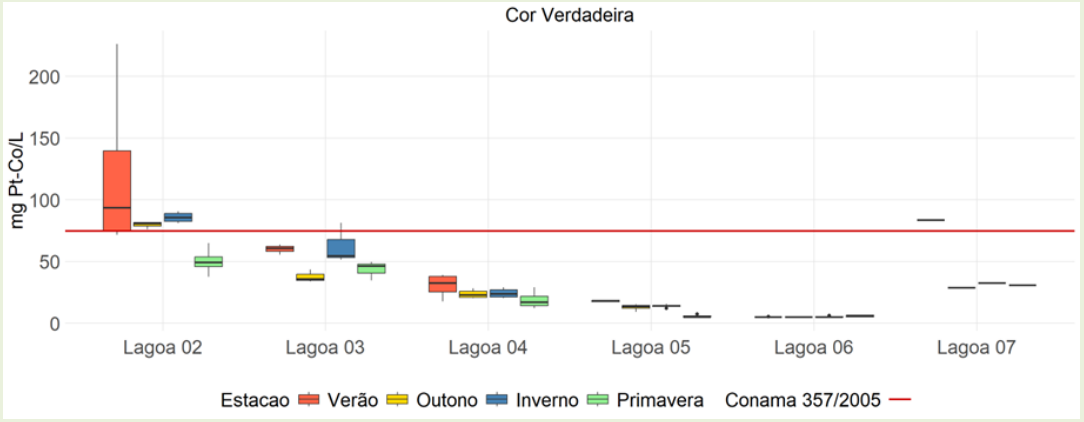


Figura 4.1.4.1.7.1-19: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Cor verdadeira (UC Pt-Co) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

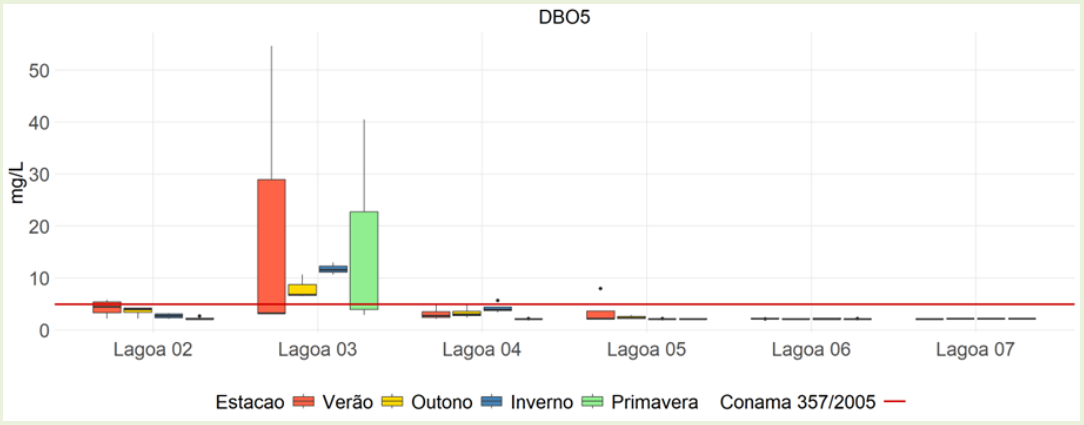


Figura 4.1.4.1.7.1-20: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de DBO (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

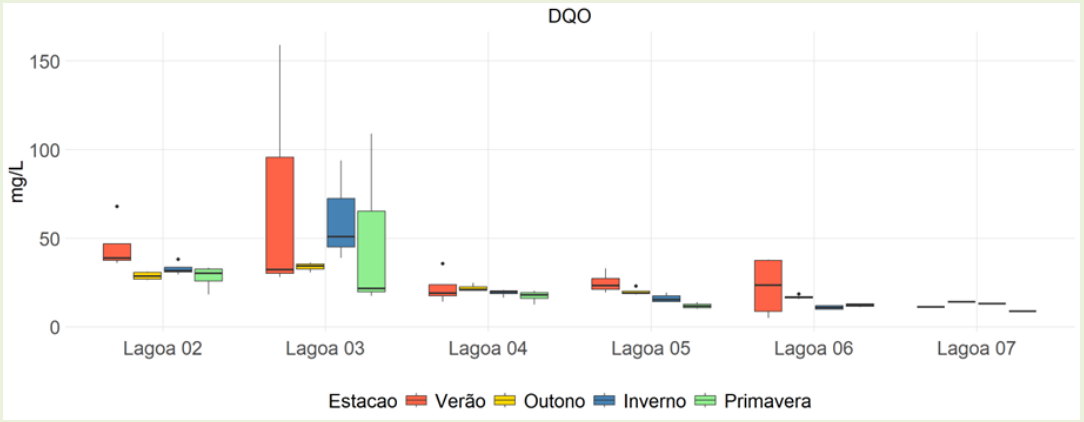


Figura 4.1.4.1.7.1-21: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de DQO (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservtion (2025).

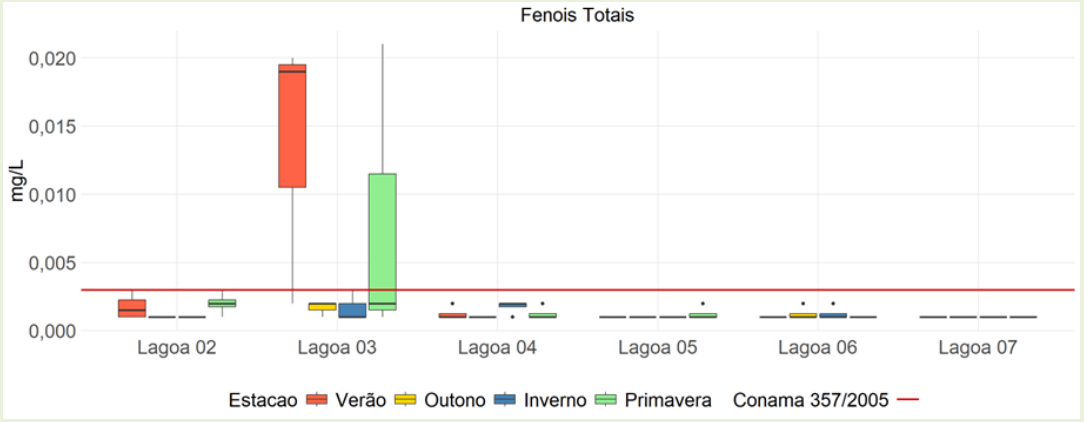


Figura 4.1.4.1.7.1-22: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Fenóis totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

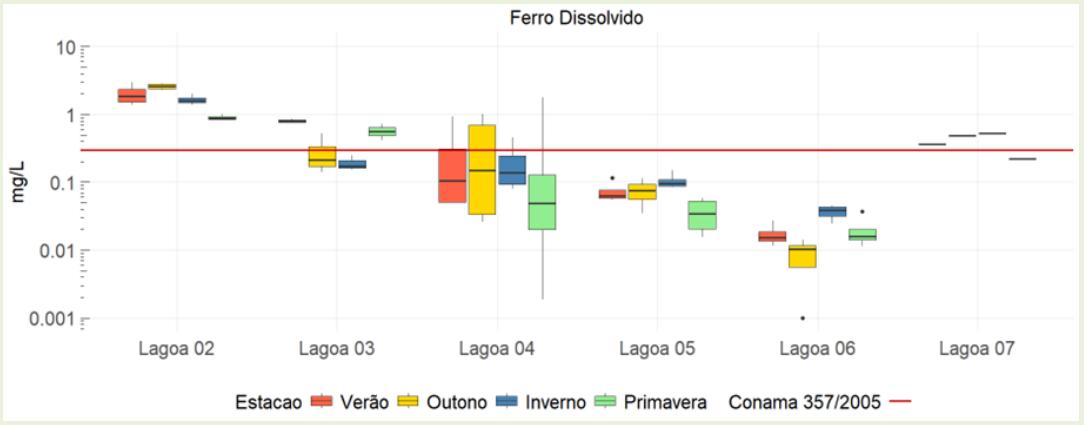


Figura 4.1.4.1.7.1-23: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Ferro dissolvido (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

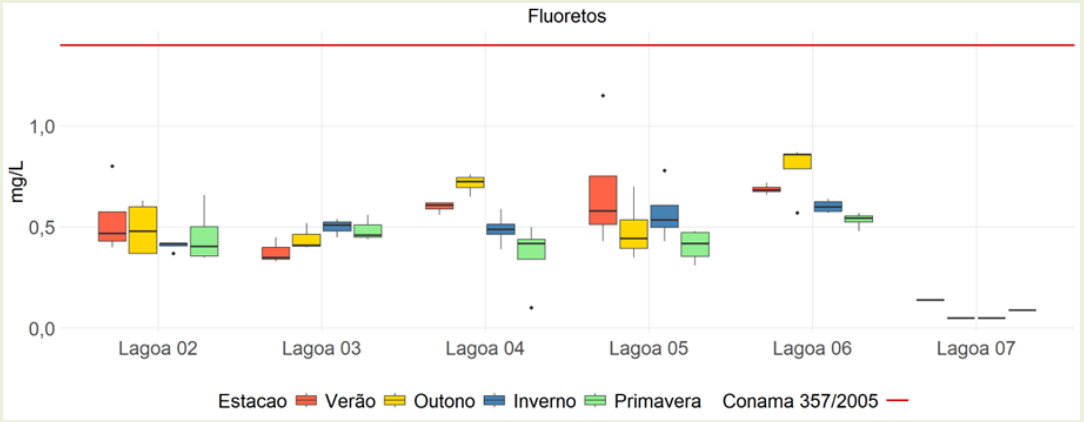


Figura 4.1.4.1.7.1-24: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Fluoreto total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

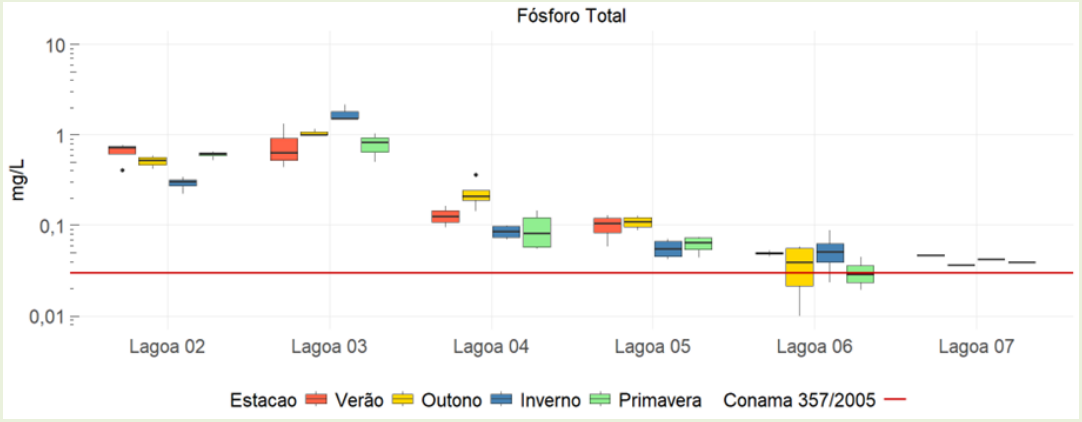


Figura 4.1.4.1.7.1-25: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Fósforo total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

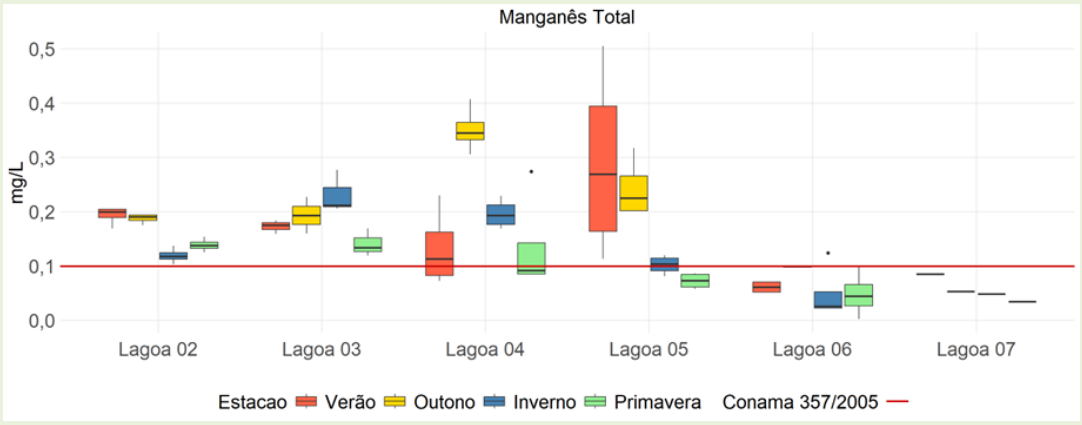


Figura 4.1.4.1.7.1-26: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Manganês total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Ecosnservation (2025).

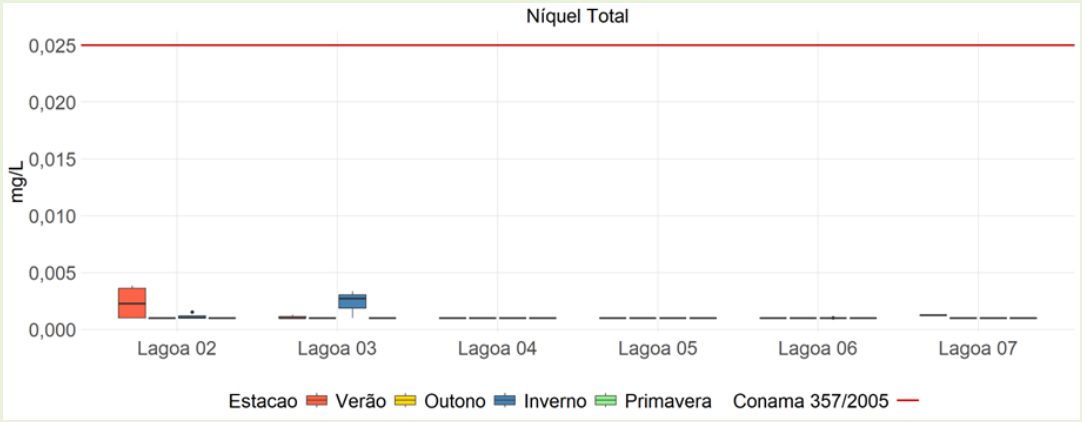


Figura 4.1.4.1.7.1-27: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Níquel total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

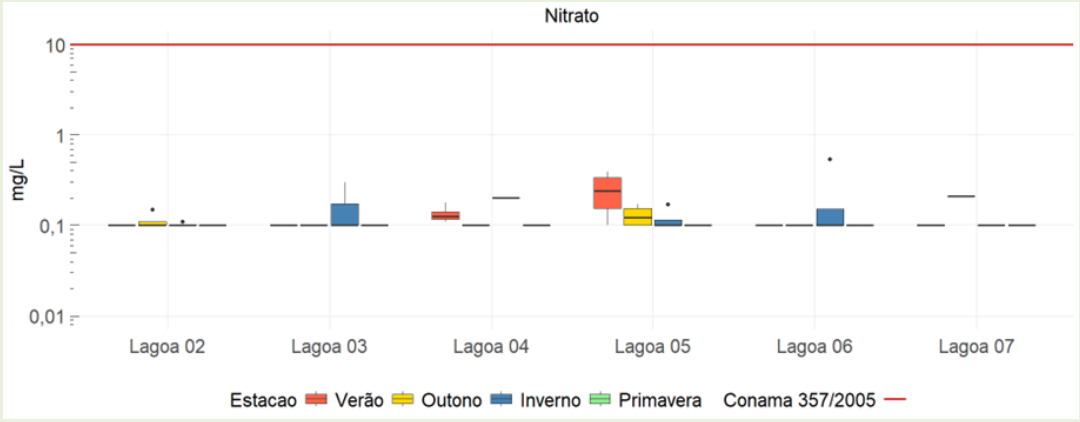


Figura 4.1.4.1.7.1-28: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Nitrato (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

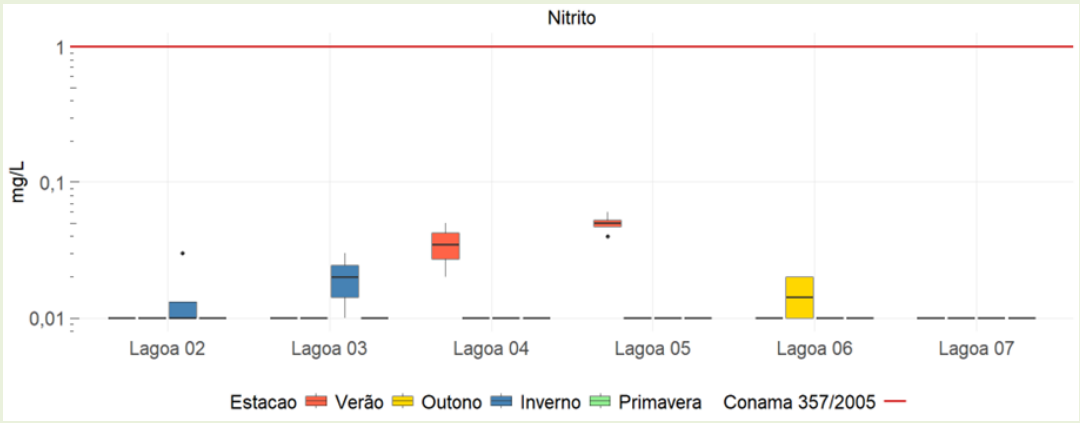


Figura 4.1.4.1.7.1-29: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Nitrito (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

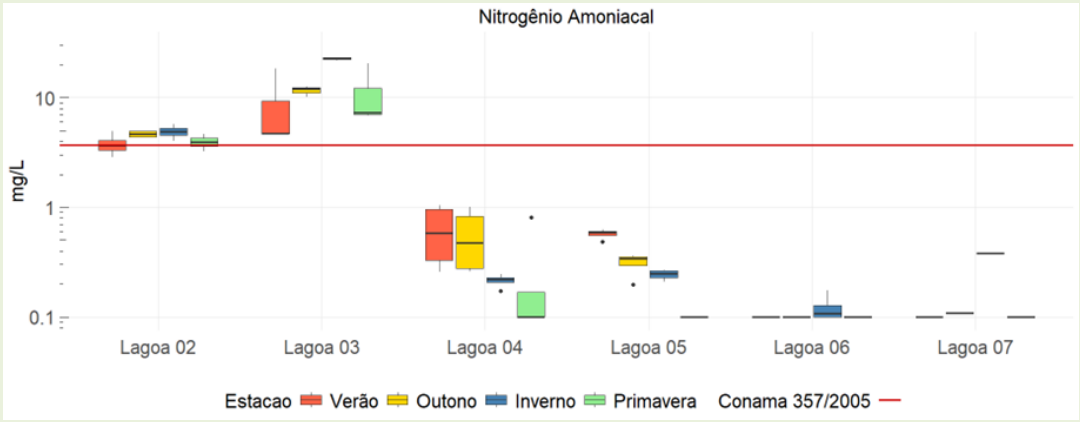


Figura 4.1.4.1.7.1-30: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Nitrogênio amoniacal (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

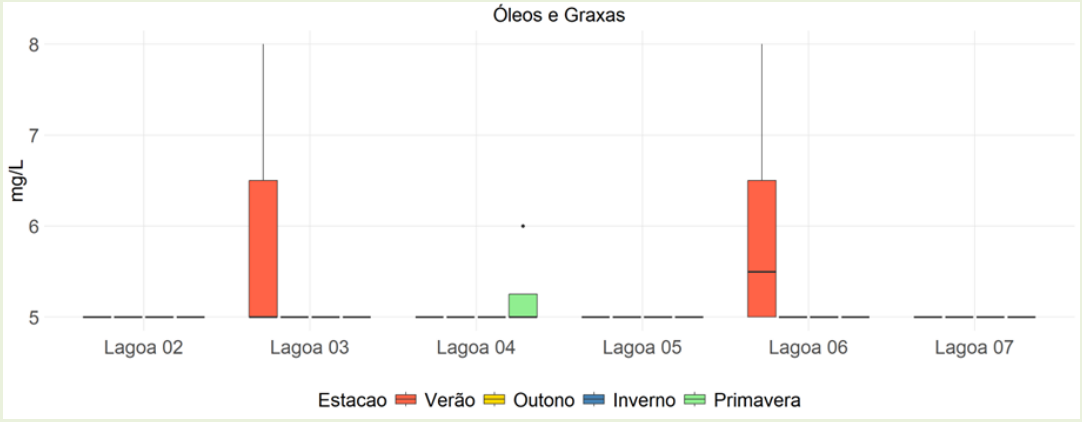


Figura 4.1.4.1.7.1-31: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Óleos e graxas (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

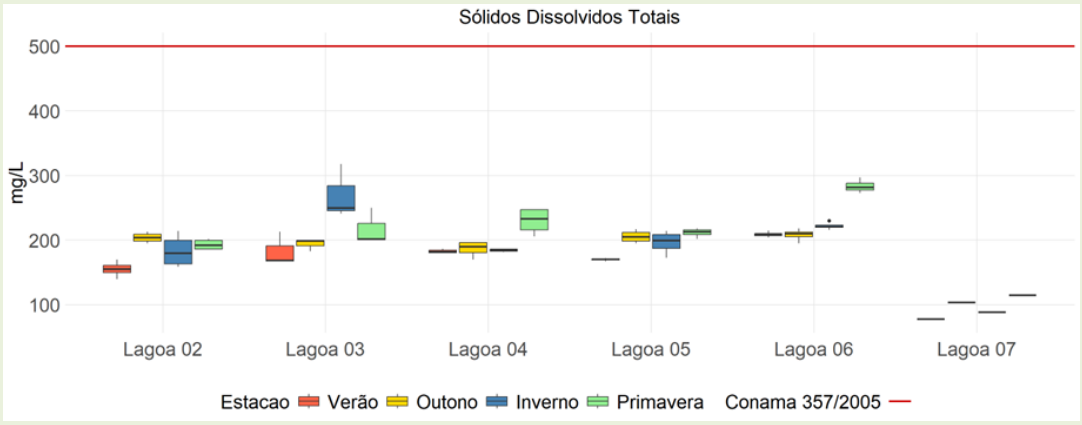


Figura 4.1.4.1.7.1-32: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Sólidos dissolvidos totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

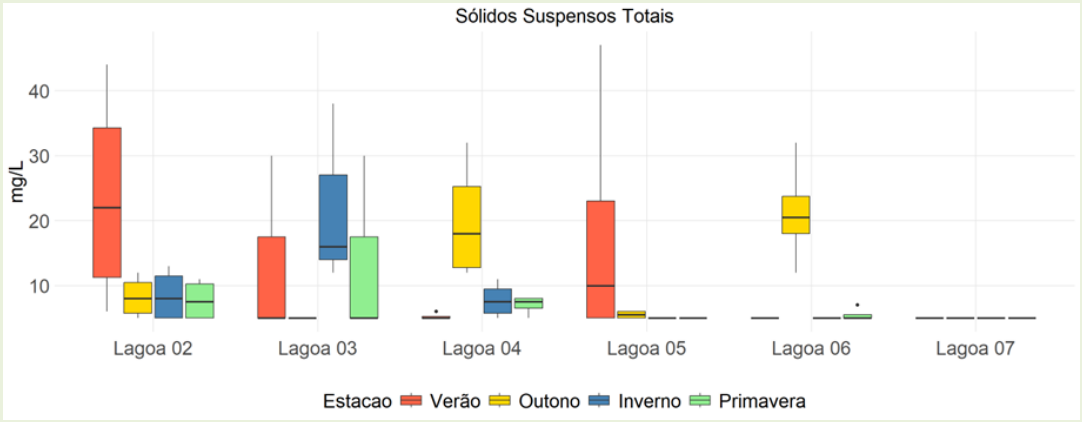


Figura 4.1.4.1.7.1-33: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Sólidos suspensos totais (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

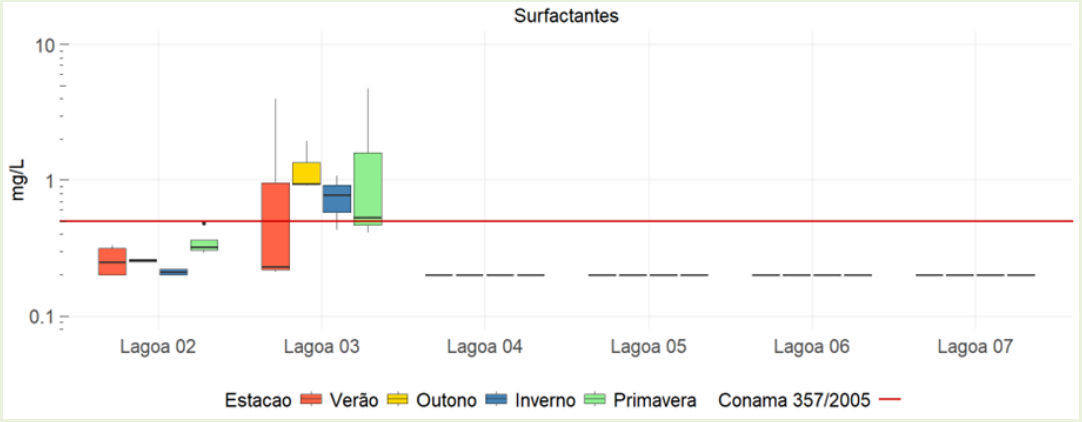


Figura 4.1.4.1.7.1-34: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Surfactantes (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025),

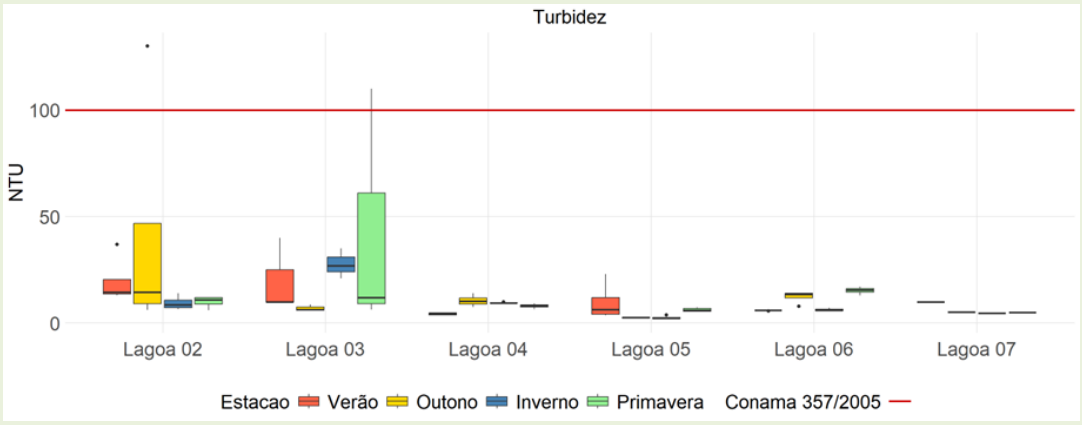


Figura 4.1.4.1.7.1-35: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Turbidez (NTU) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024.

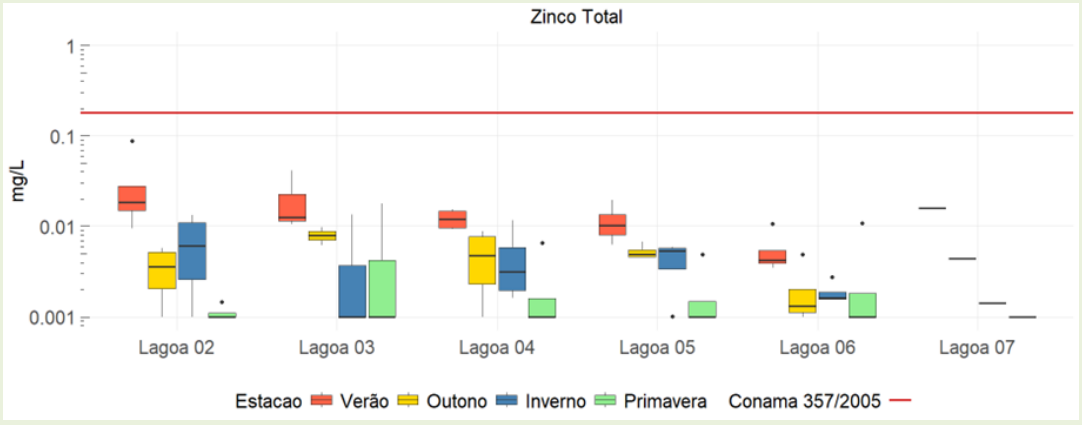


Figura 4.1.4.1.7.1-36: Mediana (—), quartis ( ), amplitude não discrepante (I) e outlier (•) das concentrações de Zinco total (mg/L) nas lagoas monitoradas ao longo das estações do ano de 2024. Fonte: Econservation (2025).

O esgoto sanitário lançado pela ocupação urbana situada a montante da área da ArcelorMittal Tubarão, principalmente, nas lagoas 02 e 03 promove a depleção de OD, do pH, a maior concentração de coliformes, de DBO e DQO, de nutrientes como fósforo e nitrogênio amoniacal, de sólidos em suspensão e turbidez, além de metais como alumínio, ferro e manganês. Em todos esses casos, percebe-se uma tendência de depuração e diluição da concentração dos parâmetros à medida que a água flui a jusante da lagoa 03 (ECONSERVATION, 2025). Concentrações gradativamente menores são observadas nas lagoas 04, 05 e 06.

Os principais parâmetros da água que ultrapassaram os respectivos valores máximos permitidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2 foram os listados abaixo, e em sua maioria são correlacionados com os lançamentos de esgotos sanitários dos bairros do entorno da empresa:

- oxigênio dissolvido (Lagoas 02, 03, 04, 05 e 06);
- coliformes termotolerantes (Lagoas 02, 03 e 04);
- cor verdadeira (principalmente na Lagoa 02);
- DBO (principalmente na Lagoa 03);
- ferro dissolvido (principalmente nas Lagoas 02, 03, 04 e 07);
- fósforo total e manganês total (principalmente nas lagoas 02 e 03).

Historicamente as lagoas 02 e 03 também apresentam maiores concentrações desses parâmetros, no entanto, em alguns casos há uma diminuição da concentração ao longo do tempo. É o caso da concentração de alumínio, chumbo, cobre, coliformes termotolerantes, DQO e sólidos dissolvidos e totais (ECONSERVATION, 2025).

Com relação a mudanças nas medições dos parâmetros físico-químicos mensurados nas amostras da Lagoa 05, toma destaque a variação dos valores de oxigênio dissolvido (OD) ao longo do ano (**Figura 4.1.4.1.7.1-2**), sendo maiores no inverno, e menores no verão. Isso se dá em função da concentração de macrófitas, que pode gerar redução desse parâmetro, uma vez que limita a interface superfície de água e atmosfera, influencia na cinética de aeração e a diminuição de luz na água causando diminuição da fotossíntese. Esta lagoa merece maior atenção e detalhamento no presente relatório por se tratar da lagoa mais próxima (limítrofe) ao local de implantação do empreendimento.

Cabe destacar que o valor de profundidade da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-7)** também variou ao longo do ano, apresentando sua maior profundidade (6,5m) no outono e menor (3,7m) na primavera. Os valores de transparência também apresentaram valor bem discrepantes em relação as estações do ano, com destaque para o verão (1,6m) e 1,1m) na primavera.

Os resultados da análise de alumínio dissolvido na Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-9)**, indicaram no verão um valor <0,001mg/L. Já no inverno, esse valor foi para 0,15 mg/L, não ocorrendo variação significativa na primavera. Assim, ressalta-se que o resultado observado no inverno está acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para água doce classe 2 (0,1 mg/L). Considerando que resultados elevados foram obtidos em toda a malha amostral no inverno/2024, demonstrando comportamento atípico quando comparado ao histórico, não se descarta

contaminação cruzada das amostras ou erro analítico. Ressalta-se que nas campanhas de verão, outono e primavera, todos os resultados estavam em conformidade legal (ECONSERVATION, 2025).

Para a campanha de verão/24, as concentrações foram maiores nas amostras superficiais do que nas amostras de fundo em todas as estações. Apesar de apresentar valores de pH abaixo de 6 (**Figura 4.1.4.1.7.1-4)**, a maior parte deles está bastante próximo ao limite inferior estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005. Ressalta-se ainda que, de forma geral, os menores valores de pH ocorreram nas mesmas estações em que se observaram os menores valores de Oxigênio Dissolvido (ECONSERVATION, 2025).

Os valores de Condutividade e Salinidade para a Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-5)** se apresentaram dentro da normalidade ao longo de 2024, sem variações significativas no período.

Os resultados para os valores de Alumínio Dissolvido (**Figura 4.1.4.1.7.1-9)** se mostram normais e abaixo do valor máximo permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para água doce classe 2 (0,1 mg/L), com exceção das amostras de inverno de todas as Lagoas, que apresentaram valores acima desse estipulado. Considerando que resultados elevados foram obtidos em toda a malha amostral no inverno/2024, demonstrando comportamento atípico quando comparado ao histórico, não se descarta contaminação cruzada das amostras ou erro analítico. Ressalta-se que nas campanhas de verão, outono e primavera, todos os resultados obtidos foram enquadrados (ECONSERVATION, 2025).

Os valores de Arsênio Total para a Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-10)** se mostraram ao longo do ano bem abaixo do valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2. O mesmo ocorre para os valores de Bário Total, Chumbo Total, Cianeto Total e Cianeto Livre, Cloretos e Cobre Dissolvido.

Cabe destacar que os valores das análises de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (*Escherichia coli*) para a Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-16 e Figura 4.1.4.1.7.1-17)**, não revelam variações expressivas nos valores entre as estações do ano, estando os valores dentro do imite máximo permitido pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces classe 2 é de 1.000 NMP/100 mL. O mesmo pode ser considerado para os parâmetros Cor Verdadeira (**Figura 4.1.4.1.7.1-19)**, Demanda Bioquímica de Oxigênio (**Figura 4.1.4.1.7.1-20)** e Demanda Química de Oxigênio (**Figura 4.1.4.1.7.1-21)**, visto que apresentam variações ao longo do ano, porém, em valores pouco significativos, mantendo-se os dois primeiros, abaixo dos valores estabelecidos pela CONAMA Nº 357/2005 para água doce Classe 2.

Os valores de Cor Aparente da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-18)** apresentaram alteração apenas no verão e outono. Já os valores de Cor Real (**Figura 4.1.4.1.7.1-19)** não apresentaram variações significativas ao longo do ano de 2024, sendo que os valores ficaram bem abaixo do valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2.

Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio das amostras da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-20)** apresentaram valores pouco significativas no decorrer do ano de monitoramento, não ultrapassando o valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2. Situação similar ocorreu com o parâmetro Demanda Química de Oxigênio (**Figura 4.1.4.1.7.1-21)**, apresentando valor significativo apenas período de verão e inverno.

Também não foram registrados valores e variações sazonais relevantes de Fenóis Totais **(Figura 4.1.4.1.7.1-22)** e Ferro Dissolvido (**Figura 4.1.4.1.7.1-23)** nas amostras de água da Lagoa 05 ao longo do monitoramento, sendo que os valores detectados também se apresentam abaixo dos limites máximos estabelecidos pela CONAMA Nº 357/2005 para água doce Classe 2.

Os valores de Fluoreto Total para a Lagoa 05 no verão foi de 1,15 mg/L (**Figura 4.1.4.1.7.1-24**), variando para 0,78 mg/L no inverno, denotando uma redução significativa entre as estações. Porém, todos os valores encontrados nas amostras coletadas no ano de 2024 se mostraram em conformidade com o limite preconizado pela CONAMA Nº 357/2005, que estabelece 1,4 mg/L como limite máximo permitido para águas doces, Classe 2.

Os valores de Fósforo Total para a Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-25**) se apresentaram acima do máximo permitido pela CONAMA Nº 357/2005 (0,03 mg/L) para água Doce Classe II, o que ocorreu para todas as amostras das Lagoas 02, 03, 04 e 07 e a maioria das amostras da Lagoa 06, não sendo assim um cenário exclusivo para a Lagoa 05, pois ocorreu inclusive na lagoa 07 que é isolada das demais lagoas.

Os valores de Manganês Total para a Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-26**) mantiveram-se acima do máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2 que é 0,1 mg/L, especificamente no verão, outono e inverno, para a maioria dos pontos amostrados. Vale destacar que da mesma forma que o ferro, o manganês ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea da região. Estudos relacionados à geologia onde está localizada a ArcelorMittal Tubarão indicam a presença do elemento manganês nas águas subterrâneas, em decorrência da presença de sedimentos da Formação Barreiras com elevado nível desses metais nos sedimentos e solos locais, sobretudo nas concreções limoníticas disseminadas em meio à massa de solos e sedimentos na região de Tubarão (ECONSERVATION, 2025).

Não foram quantificados valores de Níquel Total nas amostras da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-27**) ao longo do ano de 2024.

A análise dos resultados de Nitrato (**Figura 4.1.4.1.7.1-28**) revela que a maioria das amostras se mantiveram abaixo do limite de quantificação do método, de 0,1 mg/L, e todas elas se mantiveram abaixo do limite máximo permitido de 10 mg/L, determinado pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2. Já a análise dos resultados de Nitrito (**Figura 4.1.4.1.7.1-29)** revela que a maioria das amostras se manteve abaixo do limite de quantificação de 0,1 mg/L no ano de 2024. Entre aquelas que foram quantificáveis, a concentração máxima foi de 0,06 mg/L registrado no verão na Lagoa 05. Nenhuma amostra ficou com concentração acima de 1 mg/L, valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2.

Com relação aos valores de Nitrogênio Amoniacal na Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-30)**, destacam-se as amostras analisadas referente ao verão, outono e primavera, porém, sempre abaixo do valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005. A presença desse composto nas águas éocasionada pelo lançamento de esgoto doméstico da comunidade vizinha a empresa.

A presença de Óleos e Graxas nas águas da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-31)** foi realizada conforme estabelece a resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2, que determina a inspeção visual desses compostos. Dessa forma foram observadas concentrações visualmente percebíveis na Lagoa 05 durante o outono, podendo estar relacionado a decomposição de matéria orgânica e lançamentos de esgotos da comunidade circunvizinha, cabe destacar que os resultados analíticos, para essa lagoa, demostraram concentrações abaixo do limite de quantificação.

A Turbidez para as amostras da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-35**) apresentou no verão valor de 3,6 NTU, 2,4 NTU no outono e 1,9 NTU no inverno, porém não ultrapassando o valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces classe 2 de 100 mg/L.

Os valores para Sólidos Dissolvidos Totais nas amostras da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-32**) não se apresentaram relevantes ao longo do ano de monitoramento. Já os Sólidos Suspensos Totais (**Figura 4.1.4.1.7.1-33)**, as maiores concentrações foram observadas durante o verão, na Lagoa 05 (47 mg/L). Vale ressaltar que esse parâmetro não possui limite legal na resolução CONAMA Nº 357/05.

O Zinco Total (**Figura 4.1.4.1.7.1-36)** apresentou valores para todas as amostras da Lagoa 05 abaixo do valor máximo permitido pela resolução CONAMA Nº 357/2005, de 0,18 mg/L.

Não foram quantificados valores de Surfactantes nas amostras da Lagoa 05 (**Figura 4.1.4.1.7.1-34**) ao longo do ano de 2024.

- **Índices de Qualidade da Água**

A **Figura 4.1.4.1.7.1-37** e **Figura 4.1.4.1.7.1-38** apresentam a classificação das lagoas nas campanhas de 2024 e série histórica, conforme os valores obtidos do Índice de Qualidade da Água (IQA), calculado segundo recomendações da CETESB (2002).

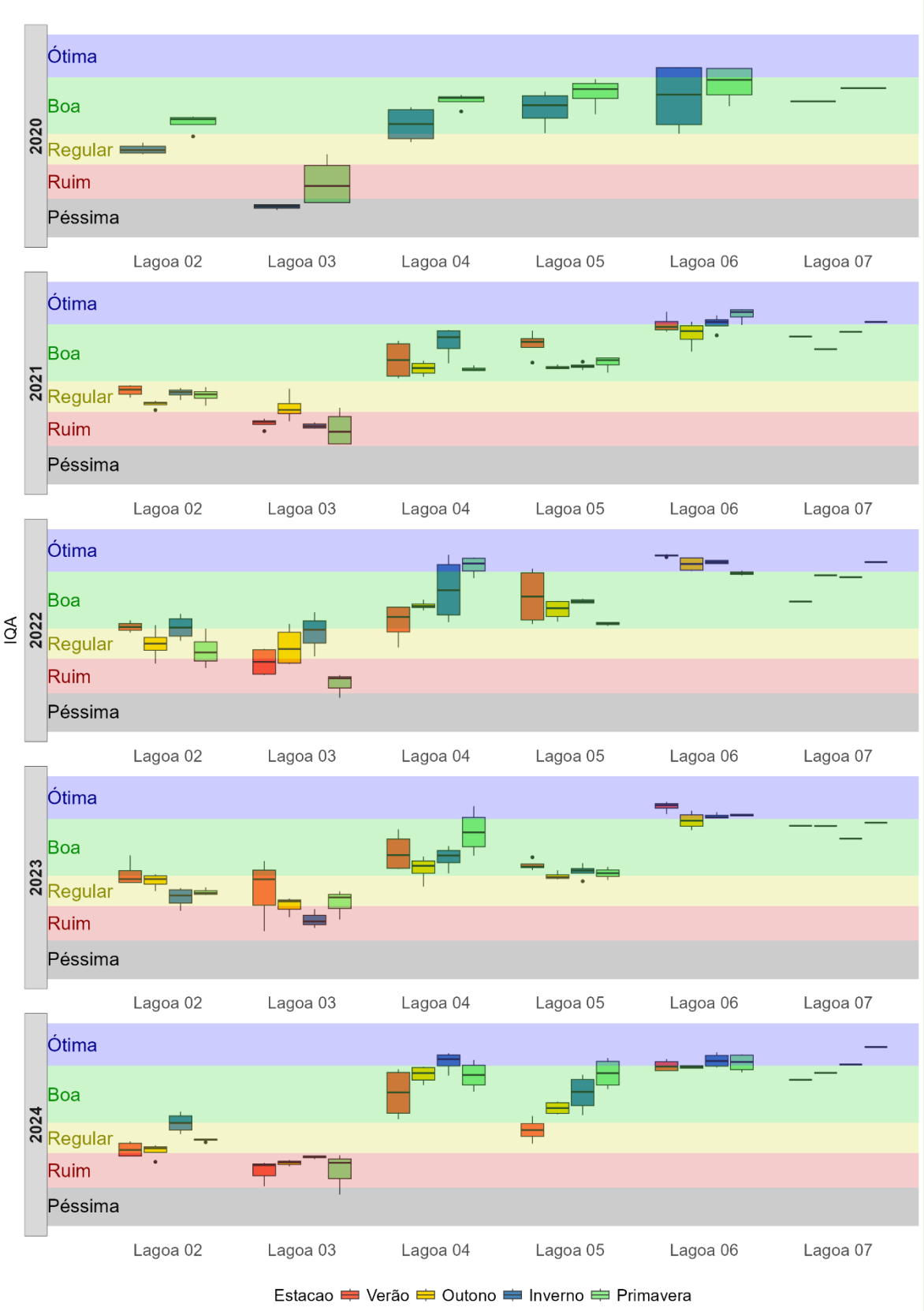


Figura 4.1.4.1.7.1-37: Índice de Qualidade da Água das lagoas por estação, entre 2020 e 2024. Fonte: Econservation (2025).

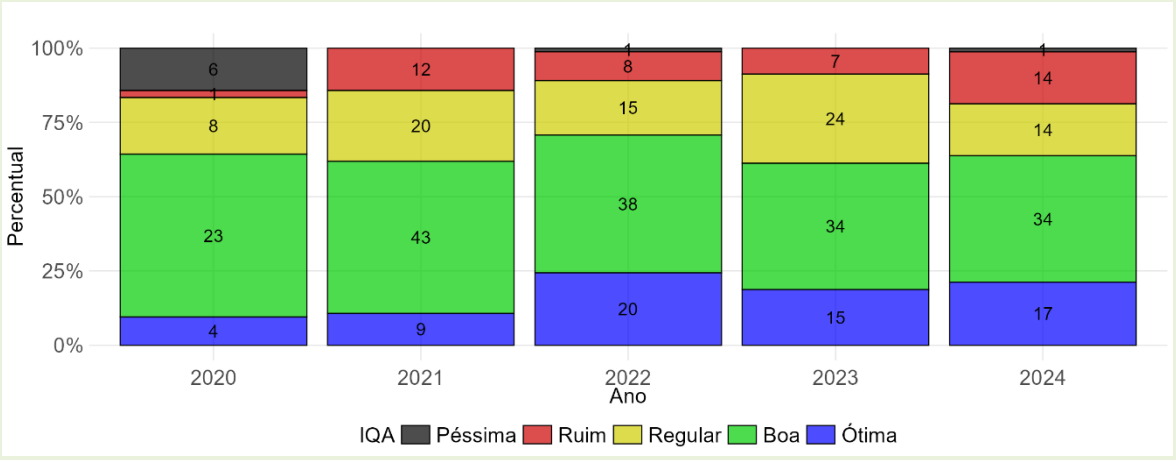


Figura 4.1.4.1.7.1-38: Índice de Qualidade da Água das amostras em cada ano de monitoramento (2020 a 2024). Fonte: Econservation (2025).

Em relação aos índices de qualidade de água, todos eles apresentaram uma tendência de melhora da qualidade de água a partir das Lagoas 02 e 03 em direção à jusante, com variação ao longo das estações do ano, mas sem variação com a série histórica (**Figura 4.1.4.1.7.1-37**).

Nota-se também a melhora da qualidade da água ao longo da série histórica entre 2020 a 2024, onde é possível observar uma estabilidade na qualidade das águas das lagoas. O ano de 2022 teve a maior quantidade de amostras com qualidade entre boa e ótimo (73% das amostras). Em todos os anos houve uma porcentagem alta (por volta de 65 a 73%) de pontos classificados como qualidade ótima e boa. A maior quantidade de amostras consideradas com qualidade ruim foi no ano de 2024, correspondendo a uma porcentagem aproximada de 20%, devido aos resultados da Lagoa 03, e a maior quantidade de péssima foi identificada no ano de 2020 (**Figura 4.1.4.1.7.1-38**). De forma geral, há uma estabilização nos resultados do índice de qualidade de água das lagoas. Assim como a melhoria da qualidade da água, de bom para ótimo a partir do inverno de 2024, em função da menor concentração de coliformes termotolerantes e de nitrogênio total. A qualidade da água das outras lagoas tem se mantido relativamente constante (ECONSERVATION, 2025).

Os resultados de IQA refletem a influência dos efluentes sanitários dos bairros vizinhos, lançados de forma contínua e irregular. Vale ressaltar que as lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão são interligadas naturalmente, exceto a lagoa 07, diminuindo a qualidade da água das lagoas à jusante das lagoas 02 e 03 e funcionando como um sistema natural de depuração e diluição do esgoto (ECONSERVATION, 2025).

Os resultados de IQA para as estações da Lagoa 05 entre os anos de 2020 e 2023 indicaram de modo constante uma Boa qualidade da água. Já em relação ao ano de 2024, observa-se que o Índice de Qualidade da Água para a Lagoa 05 variou entre regular, boa e ótima (**Figura 4.1.4.1.7.1-37**). Essas variações são observadas, principalmente em resposta à variabilidade da concentração de nitrogênio, de fósforo de sólidos em suspensão e do pH.

4.1.4.1.8 Susceptibilidade à Contaminação da Água Superficial na AID.

A presente avaliação de susceptibilidade a contaminação de água superficial na AID do empreendimento, tomou como referência metodológica o índice de susceptibilidade WRASTIC (NEMD/DWB, 2000) desenvolvido para a United States Environmental Protection Agency (US-EPA) pela American Water Works Association (AWWA). Este índice consiste numa metodologia que permite a avaliação da susceptibilidade de contaminação das águas de superfície numa bacia hidrográfica, qualquer que seja o cenário hidrogeológico e de acordo com as principais características e usos do solo da bacia em análise (Lobo e Ferreira et. all, 2006).

A avaliação empírica da suscetibilidade à contaminação dos corpos hídricos situados na microbacia do empreendimento observa os seguintes aspectos:

- Proximidade dos corpos hídricos em relação a área do empreendimento;
- Uso predominante do solo no entorno dos corpos hídricos; e,
- Posição topográfica dos corpos hídricos em relação a área do empreendimento.

Portanto, a determinação dos resultados de suscetibilidade a contaminação dos corpos hídricos superficiais abordados nesse relatório será dado pela soma dos pesos indicados para cada um dos 3 fatores acima elencados.

- *Distância do Corpo Hídricos em Relação ao Empreendimento*

Neste item leva-se em consideração a relação potencialmente existente entre a proximidade física do corpo hídrico avaliado com a área do futuro empreendimento, tomando-se como relação causal que quanto maior a proximidade do corpo hídrico com a área do empreendimento, maior é o potencial de contaminação do primeiro pelo segundo. Assim, o cenário inverso, condiz que quanto mais distante o corpo hídrico estiver o empreendimento menor será o potencial ou suscetibilidade a contaminação do primeiro. Os valores em metros indicados na Tabela de parâmetros (menor que 30m, entre 30m e 100m e acima de 100m) vai de encontro ao que preconiza a legislação ambiental vigente, em específico, o que determina o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/12) em seu Art. 4º, em relação as áreas denominadas de Áreas de Proteção Permanentes (APPs) de Recursos Hídricos.

- *Uso do Solo Predominante no Entorno do Corpo Hídrico*

O uso do solo exerce fator relevante em relação a potencial contaminação de corpos hídricos superficiais por diversos fatores, principalmente, em função do porte da cobertura vegetal no entorno do corpo hídricos (margens), podendo ela ser nativa, alterada, plantada, ou mesmo, inexistente. Essas características exercem papel relevante no que tange a contenção física do escoamento superficial difuso das águas pluviais em direção aos corpos hídricos superficiais próximos ao empreendimento. Assim, a ausência de vegetação no entorno de corpos hídricos superficiais denota um cenário mais crítico ou potencialmente mais favorável a contaminação do corpo hídrico superficial. Já a presença de cobertura vegetal de porte herbáceo e/ou arbustivo indicaria um cenário tido como intermediário em relação a potencial contaminação, e a vegetação de porte arbóreo nativa ou plantada denota uma maior proteção dos corpos hídricos superficial a potencial contaminação de suas águas.

Tais aspetos também vão de encontro com o que preconiza a legislação ambiental vigente, em específico a Lei Federal nº 12.651/12 que trata das áreas de APPs no entorno de corpos hídricos superficiais e demais ambientes sensíveis.

- *Posição Topográfica do Corpo Hídrico em Relação ao Empreendimento*

A posição topográfica dos corpos hídricos avaliada em relação ao empreendimento se faz relevante em função do aspecto hidrográfico e hidrológico de cada corpo hídrico analisado, visto que a definição de sua posição denota certo grau de suscetibilidade a contaminação das águas. Em suma, corpos hídricos situados topograficamente a montante da área do empreendimento, em tese apresentariam baixo ou nulo potencial a contaminação pelas suas atividades. Corpos hídricos alinhados topograficamente ou lateralmente próximos a área do empreendimento, denotaria um maior potencial a contaminação pelas atividades a serem desenvolvidas em comparação aos corpos hídricos situados a montante. Já os corpos hídricos topograficamente situados a jusante da área do empreendimento, seriam potencialmente mais afetados ou mais suscetíveis a contaminação pelas atividades do empreendimento.

Cabe destacar que na AID do empreendimento ocorrem corpos hídricos potencialmente suscetíveis a contaminação de suas águas pelas atividades de implantação e operação do empreendimento, em específico, as 6 lagoas próximas a área do empreendimento, denominadas no presente estudo de: Lagoa 02, Lagoa 03, Lagoa 04, Lagoa 05, Lagoa 06 e Lagoa 07, conforme ilustra a **Figura 4.1.4.1.8-1** a seguir.

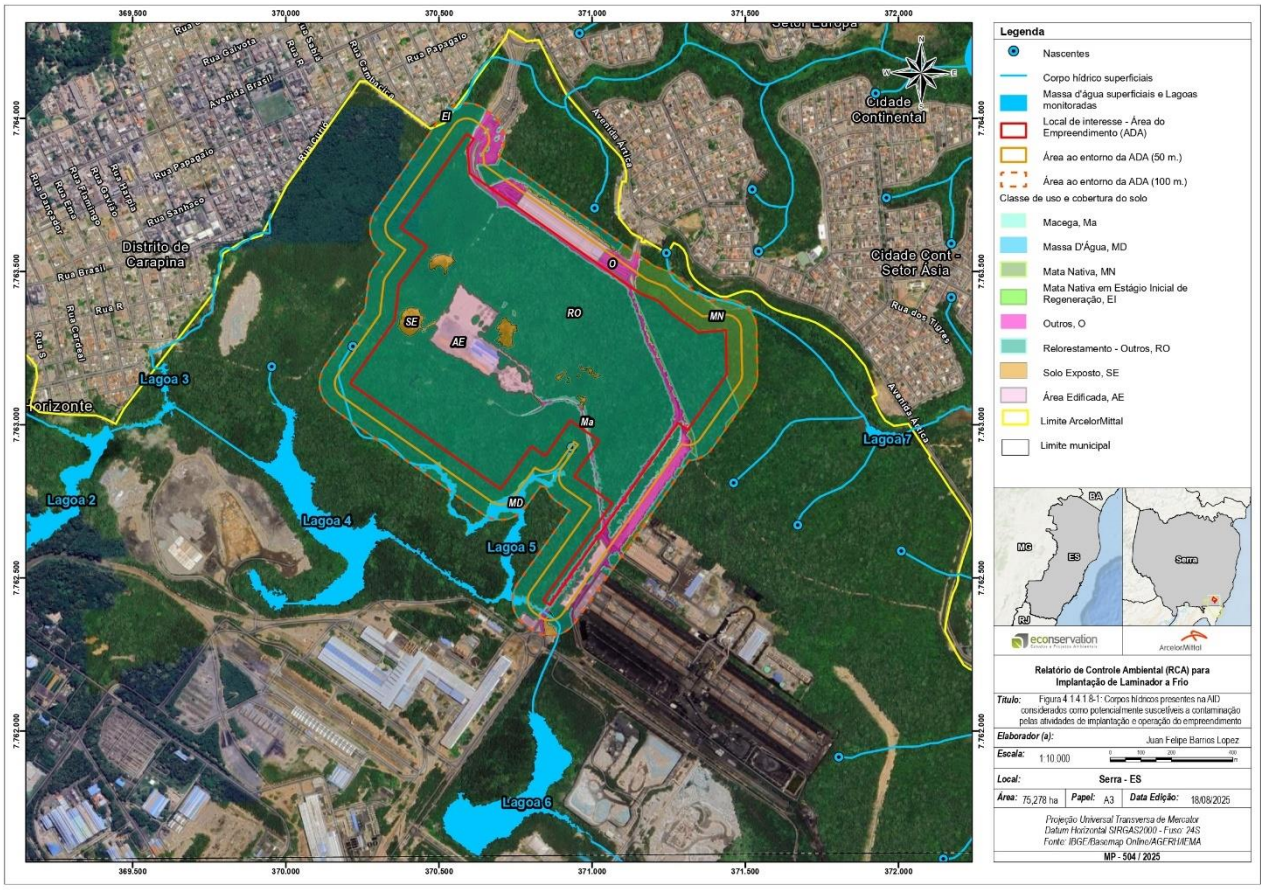


Figura 4.1.4.1.8-1: Corpos hídricos presentes na AID considerados como potencialmente suscetíveis a contaminação pelas atividades de implantação e operação do empreendimento.

Para a definição de níveis de suscetibilidade a contaminação desses corpos hídricos foi estabelecida a relação de atributos físicos e ambientais dos mesmos, bem como de pesos relativos a cada condição dos parâmetros atribuídos aos corpos hídricos superficiais, conforme estabelecido na **Tabela 4.1.4.1.8-1** a seguir. Dessa relação foram somados os pesos atribuídos a seus respectivos parâmetros, o que proporcionou uma classificação do potencial de contaminação das águas superficiais em relação as atividades do futuro empreendimento como: Baixo, Médio e Alto Potencial a Contaminação.

Assim, foram realizadas análises de suscetibilidade potencial individualizadas para os 6 corpos hídricos considerados, sendo elas apresentadas a seguir na **Tabela 4.1.4.1.8-2**.

Tabela 4.1.4.1.8-1: Parâmetros físicos/ambientais, condições, pesos e níveis de suscetibilidade a contaminação de corpos hídricos na AID do empreendimento.

PARÂMETRO FÍSICO/AMBIENTAL	CONDIÇÃO DO PARÂMETRO	PESO DO PARÂMETRO	RESULTADO	SUSCETIBILIDADE POTENCIAL A CONTAMINAÇÃO
Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Entre 0-50m	5	Maior que 10	Alta
Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Solo Exposto e/ou Edificado	5		
Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Jusante da área do empreendimento	5		
Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Entre 50-100m	3	De 10 a 6	Média
Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Herbácea/Arbustiva	3		
Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Alinhada à área do empreendimento	3		
Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Acima de 100 m	1	Menor que 6	Baixa
Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Montante da área do empreendimento	1		

Fonte: Adaptado de NEMD/DWB (2000).

Tabela 4.1.4.1.8-2: Níveis de suscetibilidade a contaminação de corpos hídricos superficiais na AID do empreendimento.

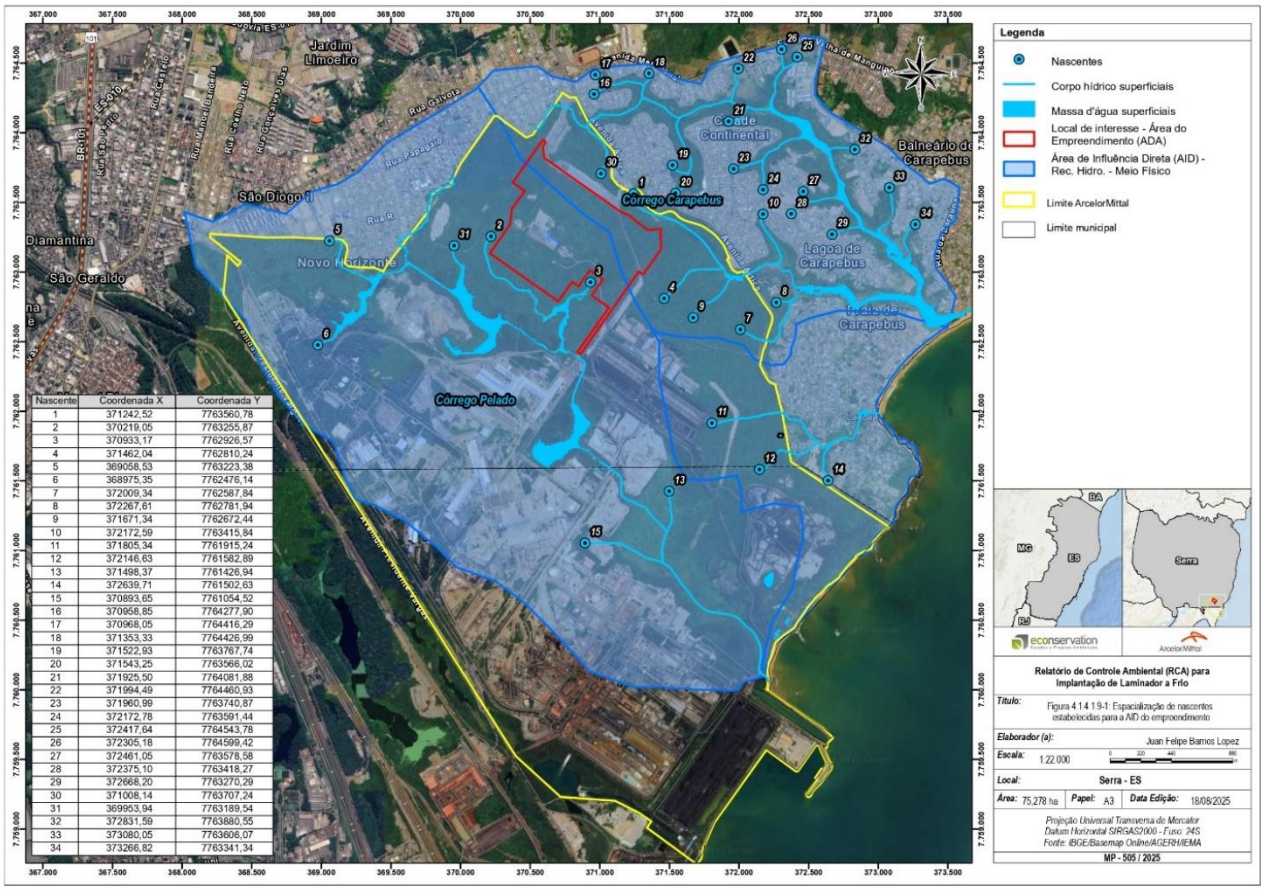
CORPO HÍDRICO AVALIADO	PARÂMETRO FÍSICO/AMBIENTAL	CONDIÇÃO DO PARÂMETRO	PESO DO PARÂMETRO	RESULTADO	SUSCETIBILIDADE POTENCIAL A CONTAMINAÇÃO
Lagoa 02	Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Maior que 100m	1	3	Baixa
	Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
	Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Montante da área do empreendimento	1		
Lagoa 03	Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Acima de 100 m	1	3	Baixa
	Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
	Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Montante da área do empreendimento	1		
Lagoa 04	Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Acima de 100 m	1	5	Baixa
	Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
	Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Alinhada à área do empreendimento	3		
Lagoa 05	Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Entre 0-50m	5	9	Média
	Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
	Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Alinhada à área do empreendimento	3		
Lagoa 06	Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Maior que 100m	1	7	Média
	Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
	Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Jusante da área do empreendimento	5		
Lagoa 07	Distância do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Maior que 100m	1	7	Média
	Uso do solo predominante no entorno do corpo hídrico	Cobertura Vegetal Arbórea	1		
	Posição topográfica do corpo hídrico em relação ao empreendimento	Jusante da área do empreendimento	5		

Fonte: Adaptado de NEMD/DWB (2000).

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 4.1.4.1.8-2**, as Lagoas 02, 03 e 04 apresentam baixa suscetibilidade potencial a contaminação. As Lagoas 05, 06 e 07 denotam média suscetibilidade potencial a contaminação pelas atividades do empreendimento, com destaque para a Lagoa 05 (Peso 9).

4.1.4.1.9 Mapeamento das Nascentes e Vazão das Mesmas Situadas Dentro da Área de Influência Direta do Empreendimento

De acordo com os resultados apresentados no **item 4.1.4.1.6.1** deste relatório (Caracterização dos recursos hídricos superficiais na AID do empreendimento), em complementação as informações vetoriais de recursos hídricos georreferenciados disponibilizados pela AGERH (2018)/GEOBASES, confrontada pelos dados e informações coletados em visitas de campo realizadas na ADA e trechos da AID do empreendimento nos meses de maio e junho de 2025, foram estabelecidas para a AID do empreendimento a presença de 33 (trinte e três) nascentes ao todo, sendo 8 (oito) na bacia do córrego Pelado e 25 (vinte e cinco) no córrego Carapebus, conforme espacialização apresentada na **Figura 4.1.4.1.9-1** a seguir.



Nascente	Coordenada X	Coordenada Y
1	371242,52	7763560,78
2	370219,05	7763255,87
3	370933,17	7762926,57
4	371462,04	7762810,24
5	369058,53	7763223,38
6	368975,35	7762476,14
7	372009,34	7762587,84
8	372267,61	7762781,94
9	371671,34	7762672,44
10	372172,59	7763415,84
11	371805,34	7761915,24
12	372146,63	7761582,89
13	371498,37	7761426,94
14	372639,71	7761502,63
15	370893,65	7761054,52
16	370958,85	7764277,90
17	370968,05	7764416,29
18	371353,33	7764426,99
19	371522,93	7763767,74
20	371543,25	7763566,02
21	371925,50	7764081,88
22	371994,49	7764460,93
23	371960,99	7763740,87
24	372172,78	7763591,44
25	372417,64	7764543,78
26	372305,18	7764599,42
27	372461,05	7763578,58
28	372375,10	7763418,27
29	372668,20	7763270,29
30	371008,14	7763707,24
31	369953,94	7763189,54
32	372831,59	7763880,55
33	373080,05	7763606,07
34	373266,82	7763341,34

Figura 4.1.4.1.9-1: Espacialização de nascentes estabelecidas para a AID do empreendimento.

Vale destacar que inexistem dados oficiais de vazão das nascestes presentes na AID do empreendimento, visto que tais corpos hídricos não apresentam vazão significativa mensurável ao longo de todo o ano, o que impossibilita tecnicamente a mensuração delas. Cabe também ressaltar a inexistência de nascentes na ADA do empreendimento. Algumas delas ocorrem nas proximidades da ADA, em específico na sub-bacia do Córrego do Pelado, sendo a mais próxima distante de cerca de 52 m a sudoeste da ADA.

Além de não ser possível observar e registrar em campo a vazão das nascentes presentes na AID do empreendimento, cabe destacar que nos pontos de localização dessas, foram observadas a presença de formas de relevo deprimidas a suavemente inclinadas e umidade do solo, o que denota potencial perenidade para as mesmas.

4.1.4.2 Recursos Hídricos Subterrâneos

4.1.4.2.1 Introdução e Metodologia

A ArcelorMittal Tubarão possui implantada em seu complexo siderúrgico nos municípios de Vitória e Serra, Espírito Santo, uma rede de poços de monitoramento de águas subterrâneas, cujo início de instalação remonta ao ano de 2003, portanto há mais de duas décadas atrás.

Esse monitoramento atualmente é realizado em atendimento a Condicionante 34 da Licença de Operação LO 282/2008 do IEMA, que trata especificamente das águas subterrâneas do aquífero raso na área de atuação da empresa, porém, anteriormente a essa licença, o mesmo monitoramento já ocorria em atendimento a Condicionante 20 da Licença de Operação LO 011/2002 e posteriormente em atendimento a Condicionante 15 da Licença de Instalação LISL 104/2004, referente a instalação da Fase 7,5 MM de toneladas.

Historicamente, a rede de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas iniciou sua operação no ano 2006 com 8 poços. Em 2009, houve modificação dessa rede, que passou a operar com 19 poços de monitoramento e um escopo mais amplo em termos de parâmetros analisados. Posteriormente, no ano de 2016, 5 novos poços de monitoramento foram adicionados a rede de monitoramento, totalizando os atuais 24 poços de monitoramento da rede atual.

Ao longo do período de operação da rede já ocorreu a substituição de alguns poços de monitoramento por novos poços, que substituíram os antigos por necessidade de implantação de novas instalações industriais ou por necessidade de melhor adequação da relação montante/jusante de algumas unidades industriais, melhorando o controle ambiental das águas subterrâneas da instalação.

Assim, a rede de monitoramento da empresa é dinâmica, tendo sido inicialmente proposta pela empresa e aceita pelo Órgão Ambiental (IEMA) no ano de 2003, posteriormente ajustada sob recomendação do IEMA quando da implantação da Fase 7,5 Milhões de Toneladas no ano de 2007 e finalmente, também sob indicação do IEMA, ampliada em 2016, em atendimento ao início de operação das novas bacias da CASP.

Desde o início do monitoramento sua periodicidade é trimestral, com elaboração de relatórios semestrais e anuais conforme condicionante ambiental, sendo esses mantidos arquivados na unidade, conforme ofício IEMA 1077/2020.

Atualmente os 24 poços da rede de monitoramento contemplam as seguintes áreas ou unidades internas da empresa: CASP (antigas e novas bacias de emergência), Pátios de Carvão, Pátios de Minérios, Coqueria Heat Recovery, Tancagem de Naftaleno e Alcatrão, Posto de Combustíveis, Alto Forno 03, Aciaria e Calcinação. Essas áreas correspondem àquelas nas quais se tem a maior movimentação de insumos, matérias primas e resíduos, e por isso representam as áreas com maior potencial de contaminação em face dos tipos de atividades desenvolvidas.

Além desses 24 poços de monitoramento pertencentes à rede de monitoramento, a empresa possui outros poços de monitoramento de águas subterrâneas distribuídos por todo o complexo siderúrgico, como na região das antigas bacias de emergência da CASP, e poços instalados para avaliação de possíveis passivos ambientais quando da instalação das diversas *wind fences*. Dessa forma, com base nos diversos equipamentos de controle da qualidade das águas subterrâneas, é possível afirmar que a empresa possui atualmente um elevado conhecimento de seus recursos hídricos subterrâneos relacionados ao lençol freático.

Para a área específica de instalação da planta de Galvanização, a empresa possui 5 poços de monitoramento instalados no interior da mesma ou muito próximo de seus limites.

Dois desses poços de monitoramento foram instalados pela empresa ANB no ano de 2022, que recebem a denominação de PM-120 e PM-112, quando foi realizado um extenso levantamento geoquímico em toda a região da ArcelorMittal Tubarão buscando-se verificar a influência dos solos e sedimentos locais como fontes de metais para as águas subterrâneas.

Outros 2 (dois) poços de monitoramento nessa área foram instalados também em 2022 pela empresa Multi Ambiental, quando a empresa possuía um grande contrato para instalação de poços de monitoramento para avaliação de passivos ambientais em diversas áreas de instalação de *wind fences*. Como na oportunidade a empresa já tinha interesse no aproveitamento da área onde se propõe o atual empreendimento, resolveu instalar também 2 (dois) poços de monitoramento em pontos a montante e jusante do local onde no passado foi utilizado por empreiteiras como apoio para a implantação da própria usina.

O quinto poço de monitoramento, denominado PM-23, foi instalado pela empresa Multi Ambiental no ano de 2009 e pertence a rede de monitoramento de águas subterrâneas da ArcelorMittal Tubarão desde sua implantação, sendo monitorado trimestralmente pela empresa. Além dos poços de monitoramento das águas subterrâneas do lençol freático raso, a ArcelorMittal Tubarão possui ainda 8 (oito) poços tubulares profundos para produção de água subterrânea para uso interno na empresa, sendo 3 (três) desses poços já não mais operantes e apenas um desses (Poço PT-08) localizado no interior da área prevista para instalação do empreendimento.

Todos os poços tubulares profundos da ArcelorMittal Tubarão encontram-se cadastrados no sistema de registro de poços de águas subterrâneas da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), independentemente de se encontrarem operantes ou não, constando inclusive essa situação de operacionalidade para cada poço.

Dessa forma, a empresa explota **águas** subterrâneas de aquíferos profundos, possivelmente semiconfinados, através desses poços tubulares profundos. Da mesma forma que para o aquífero freático raso, a ArcelorMittal Tubarão também realiza o monitoramento da qualidade das águas desse aquífero profundo, porém voltados para os parâmetros de potabilidade. Nesse sentido, a empresa apresenta um conhecimento bastante amplo do comportamento e da qualidade ambiental de seus aquíferos raso e profundo em sua área física de atuação.

Assim, com a base de dados existentes, a metodologia utilizada no presente diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos se baseou em dados primários pré-existentes disponibilizados pela ArcelorMittal Tubarão, além de dados recentes de qualidade de águas subterrâneas obtidos diretamente para esse diagnóstico, associado ainda a experiência da equipe executora em trabalhos com aquíferos rasos na unidade geológica do Grupo Barreiras em diversos locais no estado do Espírito Santo, inclusive na própria ArcelorMittal Tubarão. Cabe também observar que o presente diagnóstico, conforme estabelecido no Termo de Referência, encontra-se voltado para o aquífero freático raso por ser este o recurso que se apresenta mais vulnerável e suscetível a sofrer os efeitos adversos das atividades antrópicas desenvolvidas na superfície do terreno.

4.1.4.2.2 Tipos de Aquíferos na Área do Empreendimento

A água subterrânea pode ocorrer em rochas de todas as idades, em maior ou menor quantidade, desde as mais antigas até as mais recentes. Estas últimas, classificadas no Terciário e Quaternário, de modo geral, são aquíferos melhores que as primeiras, fruto da redução da porosidade e permeabilidade por que passaram as rochas mais antigas, uma vez que já foram comprimidas e cimentadas.

A água subterrânea se acumula e circula nos espaços intersticiais das rochas, constituindo assim as reservas de águas do subsolo. A principal origem para a formação desses mananciais é a precipitação pluviométrica, através da infiltração direta ou diferencial, fazendo com que, na moderna abordagem do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, a hidrogeologia não mais se preocupe somente com as águas subterrâneas, mas também a relaciona com o ciclo hidrológico.

A água subterrânea, de modo geral, pode se encontrar em aquíferos classificados como confinados, semi-confinados ou aquíferos livres. Com relação aos aquíferos confinados em rochas sedimentares, as rochas mais recentes se constituem, de modo geral, em melhores sistemas de aquíferos, principalmente em função da reduzida cimentação e compactação a que foram submetidas, permitindo a rocha uma maior porosidade e permeabilidade. Para se enquadrar como aquífero confinado, estas rochas sedimentares devem apresentar camadas de base e topo impermeáveis, confinando a água no interior do aquífero. Tal condição não é relatada na região de Tubarão, bem como não é comum na região dos sedimentos do Grupo Barreiras, unidade predominante na região onde se encontra o complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão.

Considerados em conjunto, os arenitos, dentre as diversas rochas sedimentares, são os melhores aquíferos, desde que se apresentem pouco cimentados. Além de sua extensa distribuição, geralmente apresentam boas características de armazenamento e transmissibilidade. Os aquíferos confinados e semi-confinados, explorados por meio de poços tubulares profundos, apresentam vantagens em relação às captações superficiais, pois em geral são menos passíveis de contaminação, necessitando, na maioria dos casos, de simples desinfecção para atender as exigências de potabilidade.

Além disso, os poços profundos geram vazão superior, capaz de atender áreas urbanas, atividades industriais ou grandes projetos na área rural. A capacidade de produção destes poços é função basicamente da geologia local e das áreas de recarga.

O aquífero livre geralmente situa-se mais próximo à superfície, encontrando-se as águas nos poros deste aquífero sob pressão atmosférica, como se estivesse ao ar livre. Nessas condições, o aquífero é comumente chamado de lençol freático ou aquífero livre, não apresentando condições artesianas de confinamento. Este aquífero livre é abastecido principalmente pelas águas pluviais.

Com relação à contaminação, as águas freáticas são mais passíveis de serem contaminadas ou poluídas, devido à proximidade dessas águas com a superfície, onde o uso do solo superficial poderá alterar a qualidade dessas águas.

A região onde se encontra a ArcelorMittal Tubarão e suas adjacências insere-se no contexto geológico da porção terrestre da Bacia do Espírito Santo, localmente representada em superfície por sedimentos do Grupo Barreiras e pequena área por sedimentos inconsolidados do Quaternário. Essas litologias recobrem o embasamento cristalino pré-Cambriano constituído por charnockitos, gnaisses e metassedimentos do Complexo Paraíba do Sul.

Em sondagens realizadas para implantação de poços tubulares profundos na região do Complexo Siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão observou-se que o aquífero nessa região tem como predominantes as litologias do Grupo Barreiras, que se apresenta na região com espessuras de sedimentos variando entre 112 m e 176 m. Este pacote sedimentar é caracterizado por sucessivas intercalações de camadas de arenitos e argilitos, conforme observado em perfis litológicos das sondagens para instalação dos poços profundos, conduzidos pela empresa Poço Fundo.

Camadas de natureza arenítica ocorrem sob espessuras que variam entre os 16-20 m a 24-46 m, chegando a 76 m e sob profundidades superiores a 100-150 m, enquanto os pacotes de argilitos apresentam espessuras entre 4-8 m e 20-34 m, ocorrendo tanto a profundidades rasas, entre 0-20 m e 16-50 m, como em maiores profundidades, entre 60 – 150 m a até 176 m, em contato com o gnaisse. Essa inter digitação das camadas indica ser possível a presença de aquífero semi-confinado.

O sistema aquífero local, poroso, é caracterizado por domínios hidrogeológicos distintos, diferenciados entre si pelas profundidades, que levam à existência de diferentes condições de pressão hidrostática a que se encontra submetido, levando, consequentemente a diferenciações entre os aquíferos rasos e profundos.

Ressalta-se que a prioridade no presente diagnóstico foi abordar principalmente o sistema de aquíferos freáticos rasos, com suas principais características, uma vez que são estes os que se apresentam com maior potencial para serem influenciados pelas unidades industriais existentes e pela implantação e operação da futura unidade industrial de Galvanização.

Descrevem-se a seguir estes sistemas de aquíferos e suas principais características, que foram divididos em aquíferos profundo e raso, observando-se que, do ponto de vista da hidrogeologia, ambos correspondem ao sistema aquífero Grupo Barreiras.

- Aquífero Profundo

Corresponde ao aquífero com profundidades superiores a 20 metros, poroso, do tipo "multicamadas", predominantemente semi-confinado, profundo, com ocorrência de lentes areníticas até os 100-174 metros da superfície onde se encontra o embasamento gnáissico. Na ArcelorMittal Tubarão esse aquífero profundo é atualmente explotado por 4 (quatro) poços tubulares profundos.

Através dos dados constantes nos relatórios de perfuração dos poços tubulares profundos na região da ArcelorMittal Tubarão, foi possível verificar que a profundidade dos sedimentos do Grupo Barreiras naquela região atinge até 170 metros, quando ocorre o contato com a rocha gnáissica.

Este contato pode ser confirmado no perfil da sondagem do poço tubular profundo PT-02, cuja perfuração atingiu 220 metros de profundidade, uma vez que o Poço PT-08, localizado no interior da área prevista para o empreendimento, se limitou a profundidade de 123 metros. O Poço PT-02 encontra-se junto ao galpão de condicionamento de placas a cerca de 1000 metros da área do empreendimento.

O poço tubular profundo PT-08 possui diâmetro de 20,3cm e profundidade de 123 metros, encontrando-se totalmente revestido com PVC geomecânico, tanto os tubos cegos como os filtros. Sua vazão de produção de água a partir do aquífero profundo, conforme cadastro na AGERH, é 6,94 litros/segundo, o que corresponde a 22,6 m^3/hora. Seu teste de produção indicou vazão ideal de 25 m^3/h, conforme relatório de perfuração.

A **Figura 4.1.4.2.2-1** apresenta o perfil litológico do poço PT-08, onde podem ser verificados os sedimentos do aquífero profundo na área.

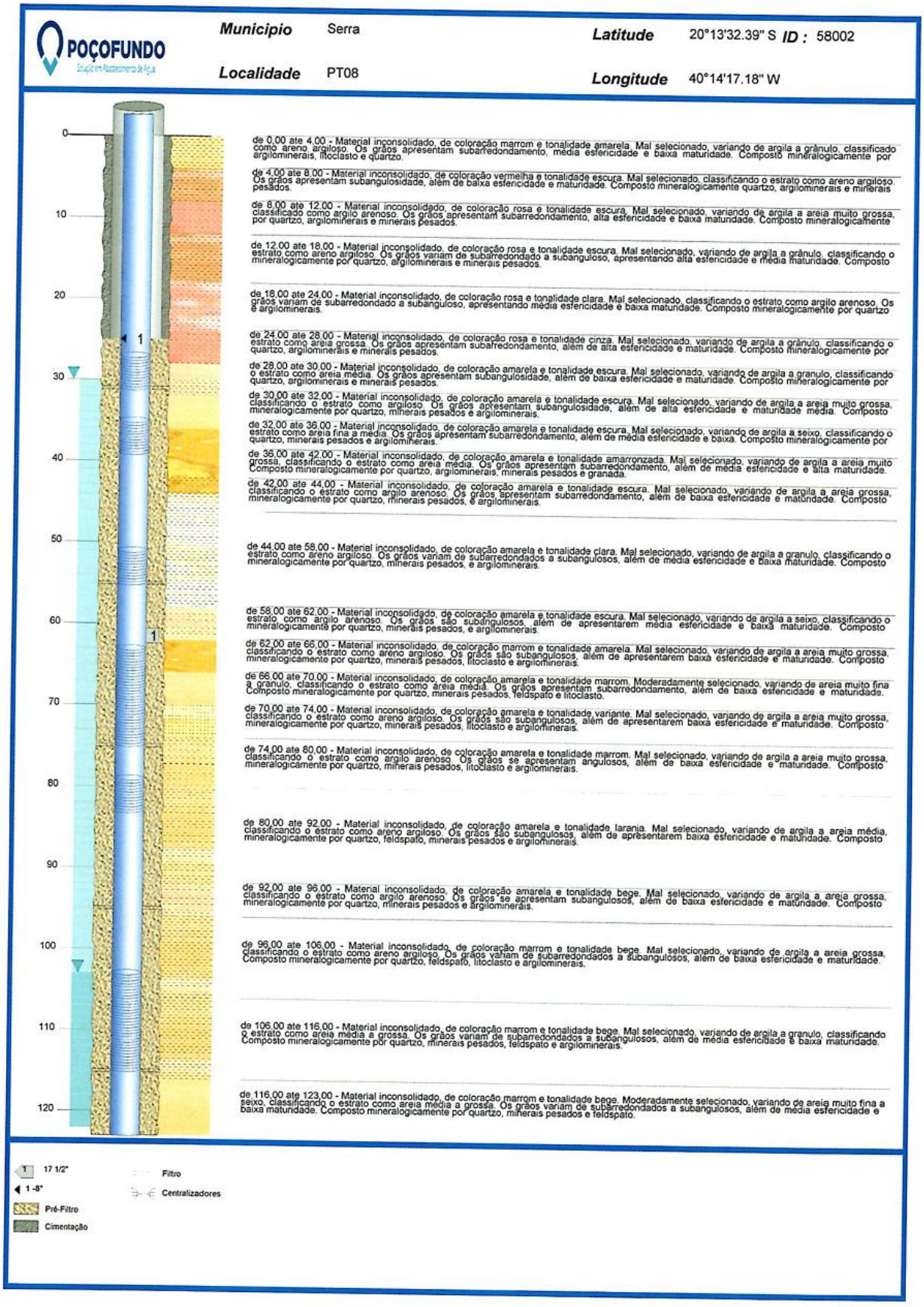


Figura 4.1.4.2.2-1: Perfil litológico e de implantação do Poço Tubular PT-08.

O início de produção dos poços tubulares profundos da ArcelorMittal Tubarão deu-se entre 2015 e 2016, sendo o início de operação do PT-08 em dezembro de 2016, tendo sido o mesmo perfurado e instalado pela empresa Poço Fundo Perfurações Ltda. A água resultante desse poço é destinada a consumo humano e industrial na própria ArcelorMittal Tubarão, conforme consta no cadastro da AGERH, sendo tais águas analisadas para os padrões legais de potabilidade com frequência de análise mensal.

Segundo avaliação do Mapa Hidrogeológico do Brasil (DNPM, 1983), as rochas do Grupo Barreiras, embora apresentem origem sedimentar, não se classificam com grandes potencialidades no que se refere a recursos hídricos subterrâneos, principalmente em função da heterogeneidade de seus sedimentos, comportando-se, na maior parte das vezes, como um aquífero livre ou semi-confinado. Sua capacidade de produção é bastante variável em decorrência das circunstâncias dimensionais e geográficas, sendo médio o seu potencial hídrico subterrâneo, podendo apenas localmente ser classificado como muito bom.

Ainda segundo esta fonte, a capacidade de produção do sistema de aquífero representado pelo Grupo Barreiras é bastante variável, encontrando-se a produtividade deste aquífero avaliada entre média a fraca, apresentando importância hidrogeológica relativa média.

- Aquífero Raso

O aquífero raso do Grupo Barreiras na região ocupada pelo complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão pode ocorrer desde a superfície do terreno, nos locais com lençol muito raso, até uma profundidade da ordem de 20 metros, nos locais topograficamente mais elevados, ocorrendo sempre sob pressão atmosférica, sem condições de confinamento.

Este sistema compreende o domínio das águas subterrâneas da zona aquífera de circulação rasa, diretamente influenciada pelos aportes de infiltração de águas pluviais por filtragem vertical descendente a partir da superfície do terreno, ou a partir de contribuições de massas de água existentes na região, como lagoas ou cursos de água. Pode ainda, muito localmente, corresponder a um aquífero semi-confinado associado aos extratos porosos de horizontes lito-estratigráficos areníticos mais rasos, sob interconexão hidráulica.

Este aquífero raso ocorre em toda a região ocupada pela ArcelorMittal Tubarão, cujos níveis de água podem apresentar profundidades variando de poucos centímetros de profundidade nas porções mais baixas, em meio às areias quaternárias próximas a linha de costa, ou junto às lagoas, até profundidades em torno de 16 a 18 metros nos pontos mais elevados dos Tabuleiros Costeiros, como em algumas partes na região da CASP.

Na área específica de implantação da nova unidade industrial da ArcelorMittal Tubarão as sondagens realizadas para instalação de poços de monitoramento indicaram profundidades do nível de água do aquífero raso nos poços PM-01 e PM-02 com 10,09 metros e 10,64 metros, respectivamente. Essas medições ocorreram em abril de 2022, no final do período de chuvas, quando o nível do aquífero raso encontra-se mais elevado (menos profundo), indicando que a profundidade média do aquífero nesse local situa-se mais abaixo das profundidades encontradas no período das medições realizadas. No PM-120, também no interior da área, a profundidade do nível de água foi de 12,81 metros em medição de março de 2022.

Quanto aos 2 (dois) poços posicionados muito próximos ao limite da área de implantação do empreendimento, suas profundidades de nível de água indicaram 5,17 metros para o PM-112, em março de 2022, e de 13,00 metros para o PM-23, em medição realizada em novembro de 2024 pelo Laboratório Tommasi durante a coleta de amostra para o monitoramento da rede da ArcelorMittal.

A unidade aquífera do Grupo Barreiras, independentemente de sua porção mais rasa ou mais profunda, corresponde a um pacote sedimentar composto principalmente por uma sequência de arenitos e argilitos, por vezes com significativas e abruptas mudanças laterais e/ou verticais. Uma das principais diferenças litológicas ao longo do pacote sedimentar refere-se à presença de concreções lateríticas na porção superior do Grupo Barreiras, onde se encontra o aquífero raso, sendo mais rara sua ocorrência na porção basal, onde podem ocorrer conglomerados.

Este aquífero consiste num pacote de rochas formado por intercalações de níveis areno-argilosos a arenosos com níveis argilosos a argilo-siltosos. Esta característica textural determina um aquífero no qual o fluxo de água subterrânea pode se encontrar parcialmente confinado dentro de determinados compartimentos sedimentares mais porosos, sendo efetivamente selado por uma camada adjacente menos permeável. Esta quebra na transmissividade pode levar a existência de aquíferos semi-confinados locais que ficam contidos no interior de um aquífero livre regional. Assim, as litologias formadoras deste aquífero se caracterizam pela grande heterogeneidade dos sedimentos, ora mais arenosos, ora mais argilosos, fazendo com que ocorra uma variação muito grande do potencial aquífero de cada região considerada.

A superfície deste lençol freático raso não é estacionária, movendo-se periodicamente para cima e para baixo, elevando-se quando a zona de saturação recebe mais água de infiltração vertical e rebaixando-se nos períodos de estiagem, quando a água armazenada previamente flui para os canais de drenagem e outros pontos de descarga de água subterrânea. Em períodos de maiores pluviometrias na região da ArcelorMittal Tubarão é comum variações de até 4 metros nos níveis de água desse lençol freático raso, tendo ocorrido, em situações extremas, oscilação positiva de até 7 metros em um extenso e intenso período chuvoso.

Este aquífero freático raso é abastecido principalmente pelas águas pluviais, possuindo como principal enxutório na área da ArcelorMittal Tubarão as lagoas internas e o oceano atlântico na estação mais seca. No período chuvoso as próprias lagoas contribuem para a recarga desse aquífero, além das águas pluviais.

Quanto ao potencial hidrogeológico, de modo geral, os aquíferos freáticos, apesar de algumas vezes possuírem volumes significativos, não permitem uma captação condizente com as necessidades de abastecimento de grandes populações ou mesmo o abastecimento industrial de médio a grande porte, à exceção de aquíferos muito especiais localizados em áreas aluvionares de grandes rios que se mostram capazes de abastecer cidades com mais de 200.000 habitantes.

Localmente, na região do complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, o Grupo Barreiras pertence à Província Hidrogeológica Costeira. Cabe observar que a empresa em seu complexo na região de Tubarão, não explota qualquer volume de águas subterrâneas do aquífero raso.

Quanto à permeabilidade natural dos solos não saturados (posicionados acima do lençol freático) nessa área de implantação do novo empreendimento, no ano de 2015, quando a empresa buscava autorização junto ao IEMA para uso do pátio P1/P2 como área para disposição de materiais, coprodutos e resíduos, a ArcelorMittal Tubarão contratou estudos nesses pátios de estocagem visando a determinação das condutividades hidráulicas (coeficientes de permeabilidade) dos solos naturais da área. Os testes de permeabilidade contemplaram terreno com solo natural sem compactação ou pouco compactado e terreno com solo natural compactado.

Para os materiais representados por solos sem compactação e solos compactados foi adotado o Método de Rebaixamento conforme estabelecido no Boletim N.° 04/1996 da ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Ensaios de Permeabilidade em Solos – Orientações para sua execução no campo – 3ª Edição. Os ensaios de permeabilidade em solos são realizados em geologia de engenharia e hidrogeologia com a finalidade de se determinar os coeficientes hidráulicos (permeabilidade) dos solos, que é considerado um dos parâmetros físicos mais importantes para a análise da mobilidade e velocidade de percolação de uma pluma de materiais líquidos em meio granular. A **Figuras 4.1.4.2.2-2**, a seguir, ilustram os ensaios de permeabilidade realizados diretamente em solos sem compactação e solos compactados.



Figuras 4.1.4.2.2-2: Imagens mostrando o desenvolvimento dos ensaios de permeabilidade com método de infiltração no pátio P1/P2 em solos compactados e sem compactação.

Os resultados dos 9 ensaios de permeabilidade em solos realizados in situ, sendo 2 em solos pouco compactados e 7 em solos muito compactados, indicaram que as permeabilidades obtidas variaram entre 1,2 x 10^{-5} e 4,6 x 10^{-5} m/s para os solos pouco compactados. Para os solos muito compactados, as permeabilidades obtidas variaram entre 4,6 x 10^{-6} e 1,6 x 10^{-7} m/s. Com base nos resultados obtidos de permeabilidade para solos, verifica-se que a permeabilidade dos solos compactados é menor que a permeabilidade dos solos não compactados, o que de certa forma era um resultado esperado, ou seja, quanto maior a compactação menor tende a ser a permeabilidade.

4.1.4.2.3 Vulnerabilidade do Aquífero Raso na Região do Empreendimento

O presente subitem contempla uma avaliação da vulnerabilidade à contaminação do aquífero freático raso na região onde se pretende implantar a nova planta de Laminação de Tiras a Frio e Galvanização da ArcelorMittal Tubarão. Na avaliação da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas, Foster (1987, apud Foster e Hirata, 1988), esclarece que a expressão "vulnerabilidade à contaminação do aquífero é usada para representar as características intrínsecas que determinam as suscetibilidades de um aquífero a ser adversamente afetado por uma carga contaminante". Os parâmetros empregados no estudo de vulnerabilidade são derivados do modelo "GOD", proposto por Foster (op.cit) para a avaliação da vulnerabilidade natural dos aquíferos. Este método faz parte dos títulos traduzidos e publicados pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, através do Instituto Geológico, resultante da série de Anais do Programa de Águas Subterrâneas da Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS.

A definição da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas de uma determinada área baseia-se em dados disponíveis ou passiveis de coleta, a partir do método "GOD", onde se tem os seguintes parâmetros:

- "G": *Groundwater hydraulic confinement* (tipo de confinamento da água subterrânea);
- "O": *Overlaying strata* (características litológicas até o nível da água em função da textura e do grau de consolidação);
- "D": *Depth to groundwater table* (profundidade do nível da água subterrânea a partir da superfície).

Assim, para obtenção da estimativa do índice de vulnerabilidade "GOD", devem ser desenvolvidas as seguintes etapas:

- Em relação ao "G": Identificar o grau de confinamento hidráulico do aquífero e atribuir-lhe um índice para este parâmetro, em uma escala que varia de 0,0 a 1,0;
- Em relação ao "O": Especificar as características do substrato que recobre a zona saturada do aquífero em termos de grau de consolidação ou grau de fissuração (a) e tipo de litologia com base no teor de argila (b), e assinalar um índice para este parâmetro em uma escala que varia de 0,4 a 1,0;
- Em relação ao "D": Estimar a distância ou profundidade ao nível de água (em aquíferos não confinados) ou profundidade do teto da camada do primeiro aquífero confinado e assinalar um índice a este parâmetro em uma escala de 0,6 a 1,0.

Na **Figura 4.1.4.2.3-1,** a seguir, apresenta-se o diagrama explicativo da metodologia "GOD" (Foster e Hirata, 1988), onde se encontram as opções de classificação para cada parâmetro considerado na metodologia.

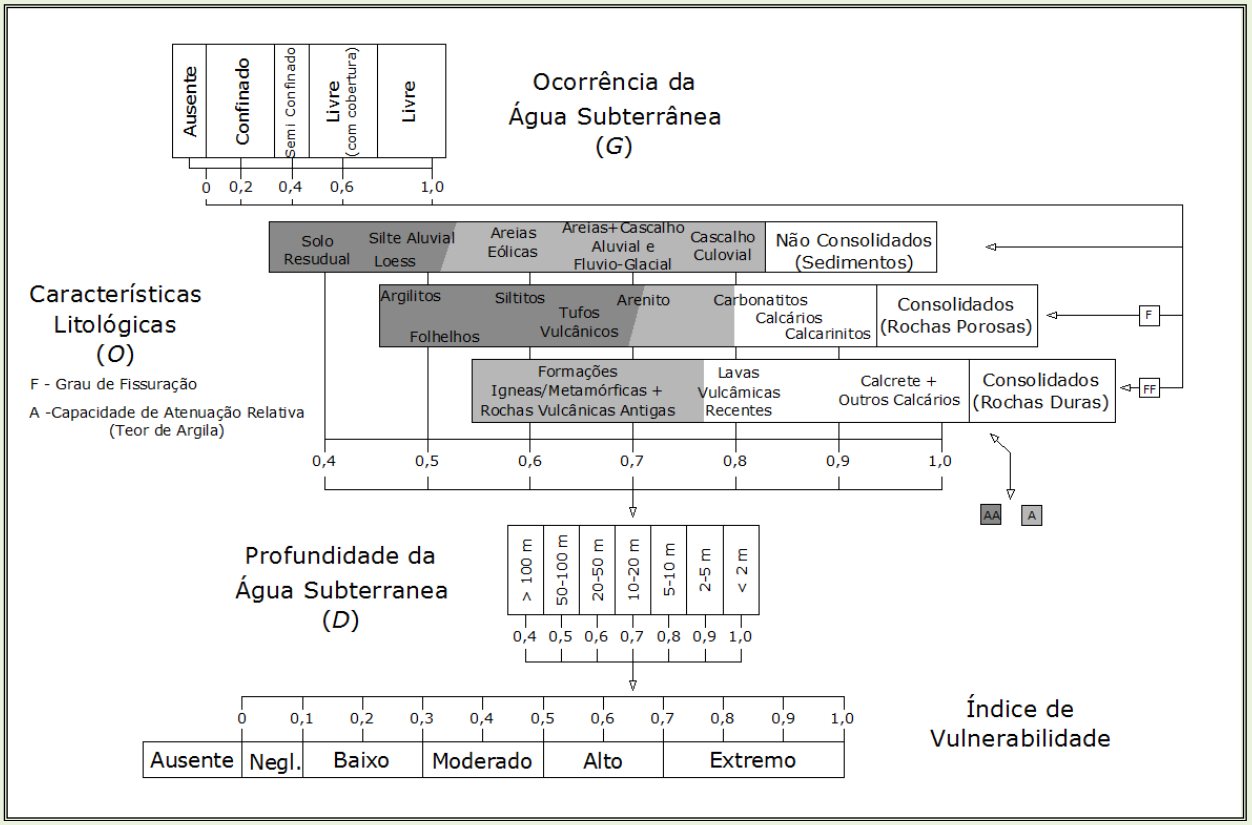


Figura 4.1.4.2.3-1: Diagrama explicativo da metodologia "GOD" (Fonte: Foster e Hirata, 1988).

Segundo a metodologia adotada, o índice final integrado de vulnerabilidade de aquíferos "GOD" será o produto dos índices obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (vulnerabilidade desprezível) até 1,0 (vulnerabilidade extrema). Desta forma, os valores adotados para cada classificação deverão ser multiplicados entre si para obtenção do valor final, que corresponderá a um nível de vulnerabilidade conforme o diagrama da figura apresentada anteriormente. Com base no Diagrama da Metodologia "GOD" foram identificadas as valorações relacionadas com as informações obtidas nos poços de monitoramento PM-01, PM-02 e PM-120, todos localizados no interior da área de implantação do empreendimento.

Com base nas informações dos perfis geológicos e construtivos desses 3 (três) poços foi obtido o parâmetro "D" da metodologia "GOD", que se refere a profundidade desde a superfície até o nível de água. A profundidade obtida para os poços PM-01, PM-02 e PM-120 foi de 10,090 m, 10,645 m e 12,810 m, respectivamente, permitindo indicar um índice para este parâmetro em uma escala de 0,6 a 1,0, conforme previsto na metodologia "GOD". Nesse caso adotou-se um valor médio entre as 3 (três) profundidades, equivalente a 11,181 m.

Da mesma forma, os perfis litológicos dos poços em questão também permitiram a obtenção das informações para o parâmetro "O" da metodologia "GOD", referente às características do substrato que recobre a zona saturada do aquífero em termos de grau de consolidação ou grau de fissuração e tipo de litologia, possibilitando assinalar, de forma conservadora, um índice para este parâmetro em uma escala que varia de 0,4 a 1,0. A **Figura 4.1.4.2.3-3 e Figura 4.1.4.2.3-4**, a seguir, apresentam os perfis litológicos dos 3 (três) poços na área de implantação do empreendimento da ArcelorMittal Tubarão.

Observa-se ainda que as características litológicas do material sobreposto a camada freática são compatíveis com os parâmetros médios considerados para os sedimentos do Grupo Barreiras já amplamente conhecidos em diversos perfis litológicos de poços de monitoramento na região onde se encontra a ArcelorMittal Tubarão.

Finalmente, para definição do parâmetro "G" da metodologia "GOD", que identifica o grau de confinamento hidráulico do aquífero, foi considerado o aquífero freático raso nessa posição como um aquífero livre, sem características de confinamento ou semi-confinamento, apenas com cobertura de solos ou sedimentos alterados, que permite atribuir-lhe um índice para este parâmetro em uma escala que varia de 0,0 a 1,0, conforme estabelecido na metodologia "GOD". Assim, foram estabelecidas as valorações para os parâmetros previstos na Metodologia GOD, que se encontram apresentados na **Tabela 4.1.4.2.3-1**, a seguir.

Tabela 4.1.4.2.3-1: Metodologia GOD para determinação da vulnerabilidade do aquífero freático raso.

PARÂMETRO DA METODOLOGIA "GOD" E SEU SIGNIFICADO		CARACTERÍSTICAS LOCAIS DOS PARÂMETROS "GOD"	VALORAÇÃO DO PARÂMETRO SEGUNDO A METODOLOGIA "GOD"
"G"	Grau de confinamento hidráulico	Para a área do empreendimento foi considerado um aquífero livre com cobertura	0,6
"O"	Características litológicas até o nível da água	Foram considerados de forma conservadora como arenitos de composição areno-argilosa	0,7
"D"	Profundidade do NA subterrâneo	Foi considerado o NA médio de 11, 181 m dos poços de monitoramento da área	0,7
Grau de Vulnerabilidade Aferido			0,294

Uma vez estabelecidos os valores para cada parâmetro, procedeu-se a multiplicação simples entre os três valores. O produto desta multiplicação corresponde ao Índice ou Grau de Vulnerabilidade do Aquífero, devendo este valor ser confrontado com aqueles pré-estabelecidos no diagrama da metodologia GOD, exposto a seguir.

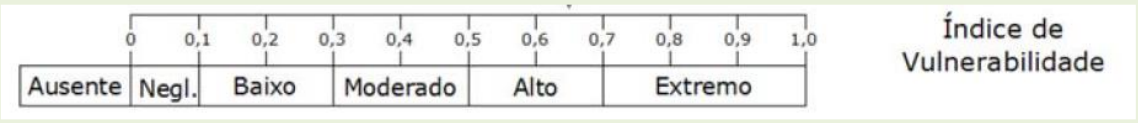


Figura 4.1.4.2.3-2: Indice de Vulnerabilidade do Aquífero conforme diagrama da metodologia GOD.

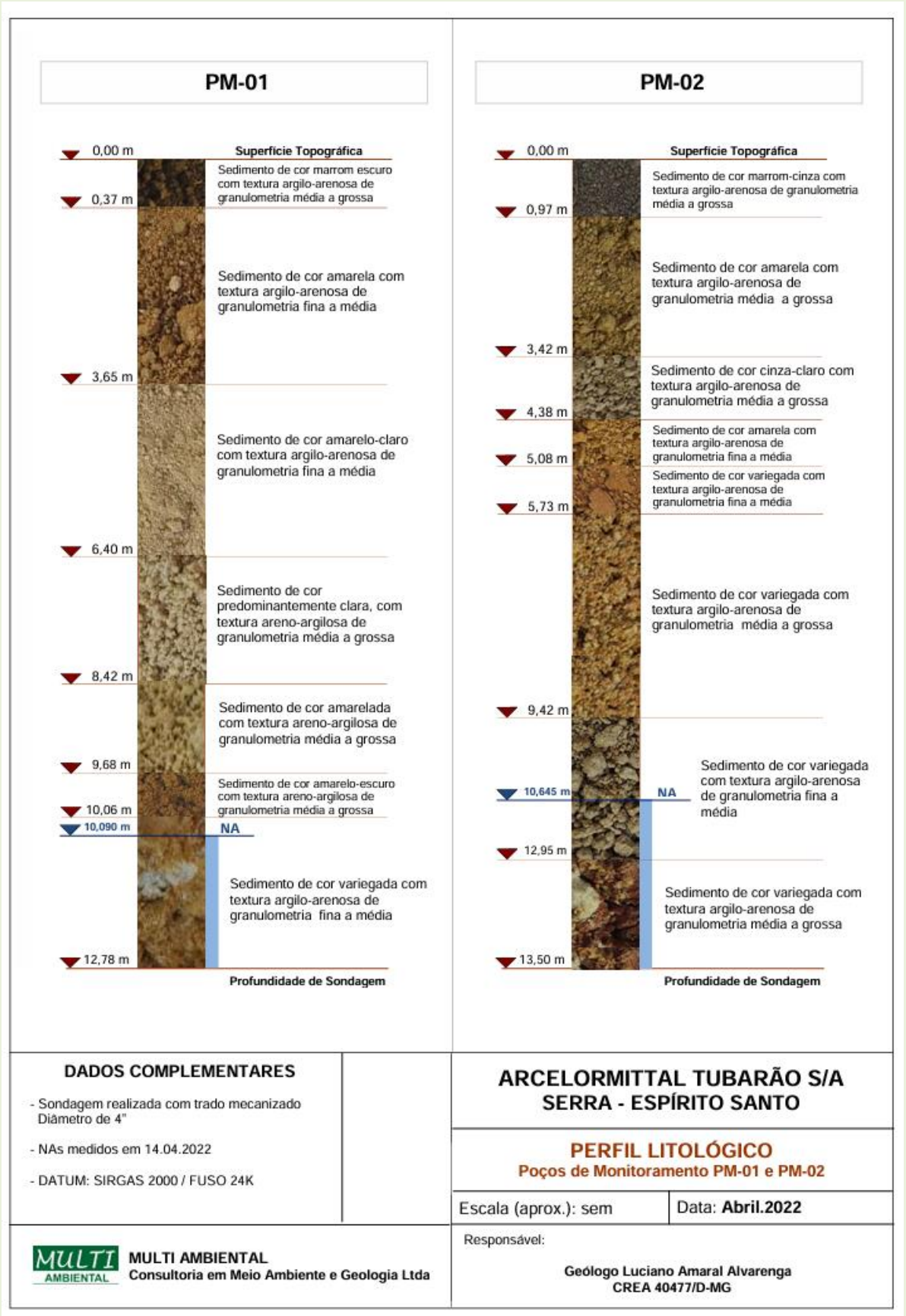


Figura 4.1.4.2.3-3: Perfis litológicos dos poços de monitoramento PM-01 e PM-02 na área do empreendimento

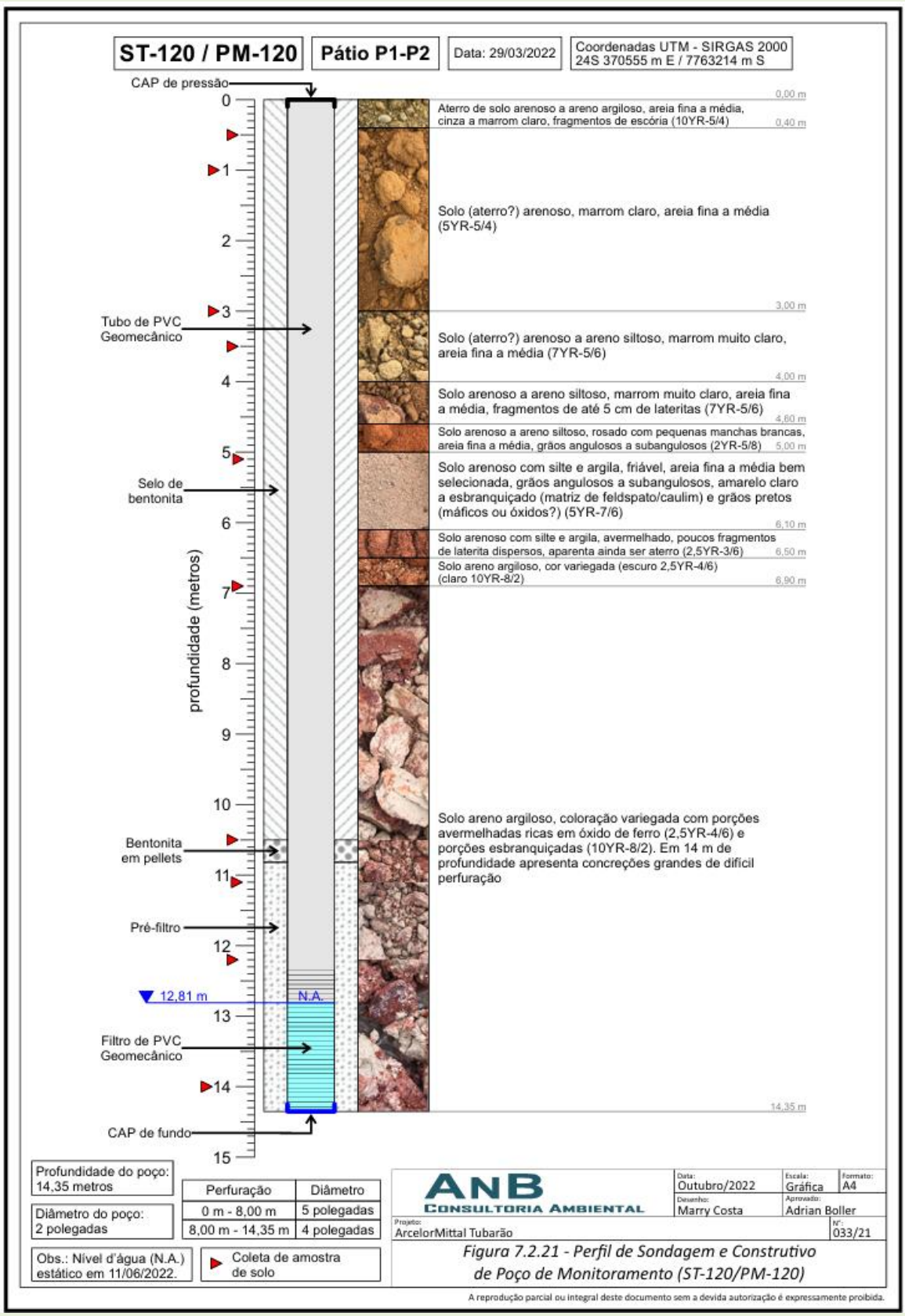


Figura 4.1.4.2.3-4: Perfil litológico do poço de monitoramento PM-120 na área do empreendimento.

No caso da área prevista para instalação da futura unidade de Galvanização, o produto das valorações individuais resultou no valor final de 0,294, que corresponde ao Índice de Vulnerabilidade obtido para a área, sendo o mesmo classificado como Baixo considerando-se a metodologia "GOD". Nesse sentido, a área em avaliação apresenta baixo índice de vulnerabilidade à contaminação.

4.1.4.2.4 Áreas de Recarga e Descarga do Aquífero e Mapa Potenciométrico na Região do Empreendimento

Conforme observado anteriormente, o aquífero freático raso apresenta oscilação de sua superfície superior com base em uma maior ou menor quantidade de água que se acumula em subsuperfície. Dá-se o nome de recarga do aquífero ao volume de água que é adicionado à sua reserva existente, e descarga do aquífero quando o mesmo perde parte de seu volume armazenado por motivos naturais, como descarga em lagoas ou cursos de água ou através de minas de água e nascentes. Tais condições demonstram o comportamento dinâmico dos aquíferos rasos.

No caso do aquífero raso do Grupo Barreiras presente na área de atuação da ArcelorMittal Tubarão, a dinâmica de circulação das águas subterrâneas do freático mostra um escoamento natural controlado por equipotenciais sob cargas hidráulicas concordantes com o relevo e morfologia do terreno, com pequenas variações pontuais, com descarga natural ocorrendo dos terrenos mais elevados para os terrenos mais baixos, tendo as lagoas e o mar como nível de base local, com Datum zero. Verifica-se assim um controle topográfico definindo a potenciometria na região. Neste contexto, são identificadas zonas aquíferas predominantes de recarga sob cargas hidráulicas mais elevadas, da ordem de 20 metros, associadas aos divisores hidrogeológicos, em geral coincidentes com sua respectiva micro-bacia hidrográfica, bem como zonas de descarga natural, identificadas pelas lagoas existentes na área interna e pelo oceano Atlântico a leste da área. No caso específico da área prevista para implantação do empreendimento, posicionada em terrenos próximos de topo de tabuleiro, com altimetrias da ordem de 20 a 26 metros, o local corresponde a uma zona de recarga do aquífero freático raso.

Quanto às fontes principais para a recarga do aquífero freático têm-se originalmente as águas pluviais, que se armazenam no manto de alteração (solos permeáveis e várzeas saturadas) e nas coberturas do terciário e quaternário, e em seguida se infiltram para os níveis inferiores até atingirem o lençol freático. Secundariamente, as lagoas presentes no complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão também atuam como áreas de recarga do aquífero freático, sobretudo nos períodos de estiagem, quando o nível freático do lençol tende a ser rebaixado.

Apresenta-se na **Figura 4.1.4.2.4-1**, a seguir, o Mapa Potenciométrico completo de toda a área da ArcelorMittal Tubarão, onde se inclui a nova unidade de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão. Esse Mapa Potenciométrico foi elaborado por ANB (2022) quando da realização de estudo geoquímico de detalhe na área da ArcelorMittal Tubarão procurando demonstrar a relação geoquímica existente entre os solos e as águas subterrâneas locais. A área de implantação na nova unidade da ArcelorMittal encontra-se identificada pelo polígono na cor vermelha.

No Mapa Potenciométrico as curvas potenciométrica, representadas no mapa na cor azul, indicam as potenciometrias com espaçamento de 1 metro, enquanto as setas azuis indicam as direções preferenciais dos fluxos subterrâneos.

A partir desse mapa pode-se verificar que as águas subterrâneas do aquífero raso na área de implantação do futuro empreendimento possuem suas direções preferenciais de fluxo concordantes com as direções preferenciais de toda a área onde se encontra a empresa, ou seja com direção predominante de noroeste (NW) para sudeste (SE).

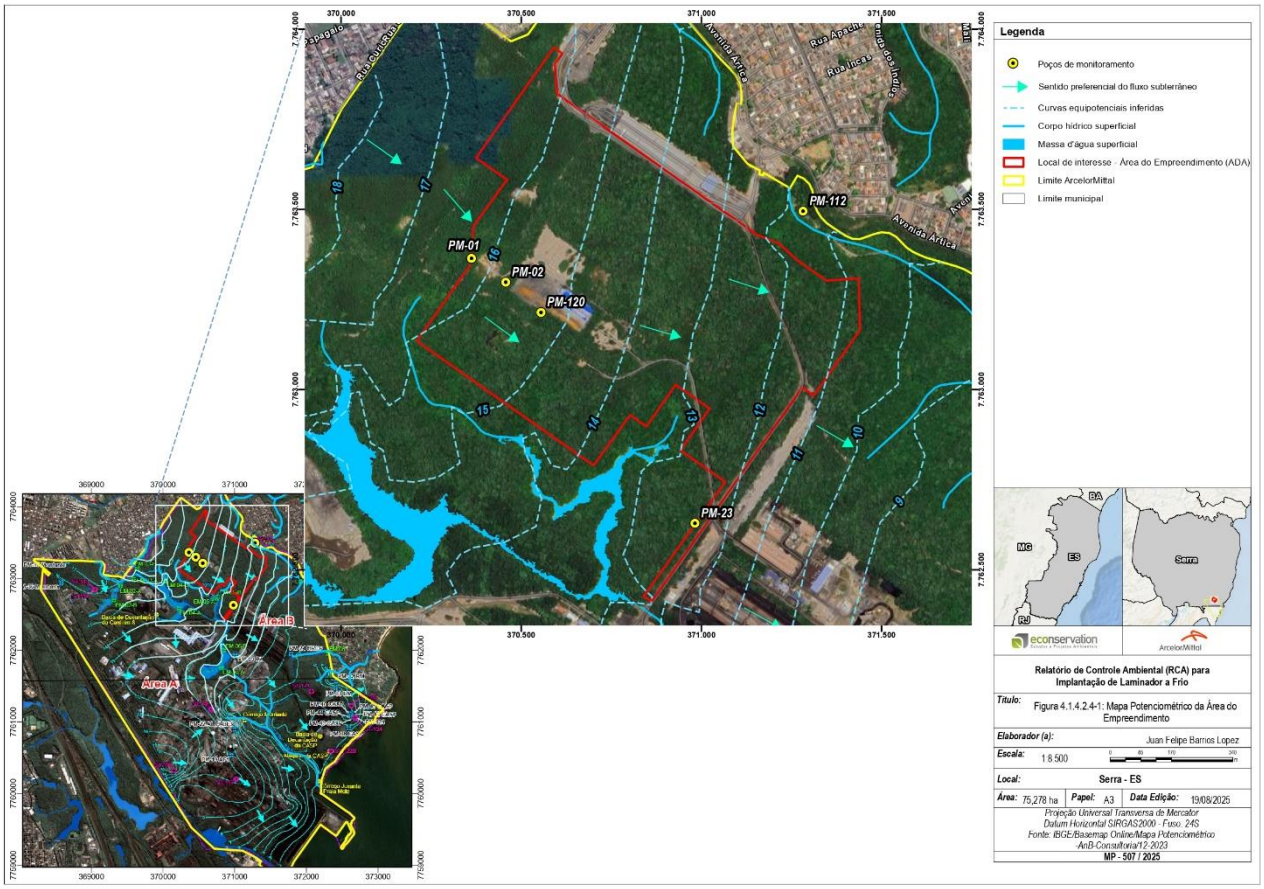


Figura 4.1.4.2.4-1: Mapa Potenciométrico da ArcelorMittal Tubarão e com destaque para a área do novo empreendimento.

Conforme também pode ser observado no mapa em questão, as águas subterrâneas em toda a região da ArcelorMittal Tubarão, e em particular na área objeto de avaliação, drenam a partir dos terrenos mais elevados posicionados a noroeste em direção aos terrenos mais rebaixados de sudeste, onde se encontra o oceano Atlântico, localizado a cerca de 3000 metros de distância do centro da área prevista para o futuro impedimento. Nesse mesmo sentido também se tem a queda de relevo, com menores altimetrias junto a linha de costa, mostrando serem as direções preferenciais dos fluxos subterrâneos concordantes com a queda do relevo.

4.1.4.2.5 Caracterização e Qualidade das Águas dos Aquíferos

Tanto o aquífero raso, como o aquífero profundo, em toda a região de Tubarão, está sob o domínio litológico da Formação Barreiras, em ambiente hidrogeoquímico de pH ácido, onde a maioria dos metais são solubilizados, seja na forma coloidal, seja na forma iônica, dissolvidos na água subterrânea, a exemplo dos metais ferro e manganês, comum na mineralogia dos sedimentos locais. Apresenta-se a seguir, de forma individual, a discussão da qualidade das águas subterrâneas dos dois tipos de aquíferos.

4.1.4.2.5.1 Qualidade das Águas do Aquífero Freático

Além do monitoramento trimestral das águas subterrâneas realizado em todo o complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, foi conduzida uma campanha pontual de amostragem com o objetivo de subsidiar o presente diagnóstico. Nessa campanha, foram coletadas amostras de águas subterrâneas em cinco poços existentes na área do empreendimento e em seu entorno imediato. Os laudos estão disponíveis para consulta no **Anexo 4.I** do presente relatório**.**

A **Tabela 4.1.4.2.5.1-1** apresenta as coordenadas UTM (Datum SIRGAS 2000) dos poços de monitoramento utilizados na caracterização da qualidade das águas subterrâneas. Já a **Figura 4.1.4.2.5.1-1** ilustra a a localização geográfica dos 5 (cinco) poços de monitoramento contemplados na avaliação da qualidade das águas do aquífero freático.

Tabela 4.1.4.2.5.1-1: Coordenadas UTM dos poços de monitoramento de águas subterrâneas.

POÇOS DE MONITORAMENTO	COORDENADAS UTM (DATUM SIRGAS 2000)	
PM-01	7.763.364	370.362
PM-02	7.763.298	370.457
PM-23	7.762.629	370.982
PM-112	7.763.495	371.282
PM-120	7.763.214	370.555

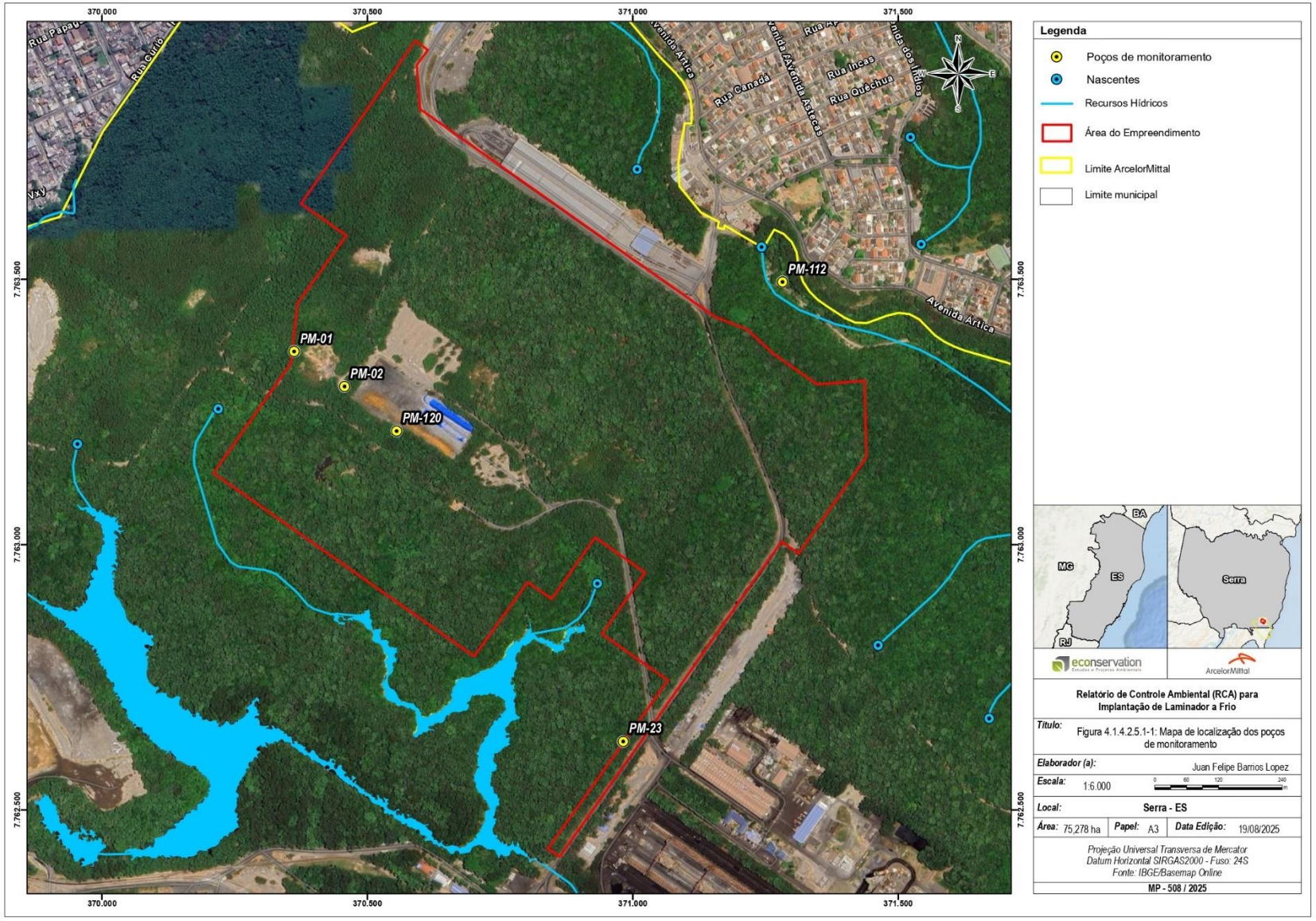


Figura 4.1.4.2.5.1-1 apresenta um mapa indicando a localização dos 5 (cinco) poços de monitoramento

A campanha de amostragem de águas subterrâneas foi realizada no dia 27 de maio de 2025, sob responsabilidade do Laboratório Tommasi Ambiental. Os resultados analíticos obtidos encontram-se apresentados na **Tabela 4.1.4.2.5.1-2 a Tabela 4.1.4.2.5.1-5**, a seguir. Na sequência, é apresentada uma discussão técnica sobre os resultados obtidos.

Tabela 4.1.4.2.5.1-2: Resultados analíticos para Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos (Compostos Semi-Voláteis - SVOCs) nas águas subterrâneas.

PARÂMETROS	PONTOS DE AMOSTRAGEM (µG/L)					PADRÃO RESOLUÇÕES CONAMA (µG/L)	
	PM-01	PM-02	PM-23	PM-120	PM-112	396/08	420/09
Acenafteno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
Acenaftileno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
Antraceno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
Benzo(a)antraceno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,05	1,75
Benzo(a)pireno	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	0,05	0,7
Benzo(b)fluoranteno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,05	
Benzo(g,h,i)perileno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
Benzo(k)fluoranteno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,05	
Criseno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,05	
Dibenzo(a,h)antraceno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,05	0,18
Fenantreno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	140
Fluoranteno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
Fluoreno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pireno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,05	0,17
Naftaleno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	140
Pireno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-
HPA Total	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	-	-

Tabela 4.1.4.2.5.1-3: Resultados analíticos para Compostos Orgânicos Voláteis - VOCs) nas águas subterrâneas. (Continua)

PARÂMETROS	PONTOS DE AMOSTRAGEM (µG/L)					PADRÃO RESOLUÇÕES CONAMA (µG/L)	
	PM-01	PM-02	PM-23	PM-120	PM-112	396/08	420/09
1,1,1-Tricloroetano	< 0,600	< 0,600	< 0,600	< 0,600	< 0,600	-	280
1,1,1,2-Tetracloroetano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,1,2,2-Tetracloroetano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,1,2-Tricloroetano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,1,2-Tricloroeteno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	70	70
1,1-Dicloroetano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	280
1,1-Dicloroeteno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	30	30
1,2-Dicloroeteno (cis + trans)	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	50	50 *a
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2,3-Triclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2,3-Tricloropropano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2,4-Triclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2,4-Trimetilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2-Dibromo-3-cloropropano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2-Diclorobenzeno	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	1000	1000
1,2-Dicloroetano	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	10	10
cis-1,2-Dicloroeteno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
trans-1,2-Dicloroeteno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,2-Dicloropropano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,3,5-Triclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,3,5-Trimetilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,3-Diclorobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,3-Dicloropropano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
cis-1,3-Dicloropropeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
trans-1,3-Dicloropropeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
1,4-Diclorobenzeno	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	< 0,0010	300	300
2,2-Dicloropropano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
2-Clorotolueno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
4-Clorotolueno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Benzeno	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	5	5
Bromobenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Bromoclorometano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	

Tabela 4.1.4.2.5.1-3: Resultados analíticos para Compostos Orgânicos Voláteis - VOCs) nas águas subterrâneas. (Conclusão)

PARÂMETROS	PONTOS DE AMOSTRAGEM (µG/L)					PADRÃO RESOLUÇÕES CONAMA (µG/L)	
	PM-01	PM-02	PM-23	PM-120	PM-112	396/08	420/09
Bromodiclorometano	< 0,36	< 0,36	< 0,36	< 0,36	< 0,36	-	
Bromofórmio	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	-	
Brometano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Cloreto de Metileno (Diclorometano)	< 0,28	< 0,28	< 0,28	< 0,28	< 0,28	20	20
Cloreto de Vinila	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	5	5
Clorobenzeno (Monoclorobenzeno)	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	-	700
Clorofórmio	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	< 0,58	200	200
Dibromoclorometano	< 0,42	< 0,42	< 0,42	< 0,42	< 0,42	-	
Dibromometano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Diclorodifluorometano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Dissulfeto de Carbono	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Estireno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	20	20
Etilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	200	300
Hexaclorobutadieno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Isopropilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
m-Xileno + p-Xileno	< 1,21	< 1,21	< 1,21	< 1,21	< 1,21	-	
n-Butilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
n-Propilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
o-Xileno	< 0,61	< 0,61	< 0,61	< 0,61	< 0,61	-	
p-Isopropiltolueno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
sec-Butilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
terc-Butilbenzeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Tetracloreto de Carbono	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	2	2
Tetracloroeteno (Tetracloroetileno)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	40	40
Tolueno	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	170	700
Triclorobenzenos (1,2,3 + 1,2,4)	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Triclorobenzenos (1,2,3 + 1,2,4 + 1,3,5)	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	20	20 *b
Triclorofluorometano	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
Xilenos (o-Xileno + m-Xileno + p-Xileno)	< 0,61	< 0,61	< 0,61	< 0,61	< 0,61	300	500
1,1-Dicloropropeno	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 0,60	-	
2-Hexanona	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 20	< 6,0		
4-Metil-2-pentanona	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 20	< 6,0		
Acetona	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 20	< 6,0		
Dicloroetenos (1,1 + 1,2-cis + 1,2-trans)	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 2	< 0,60		
Piridina	< 0,60	< 0,60	< 0,60	< 2	< 0,60		
Metiletilcetona (2-Butanona)	< 6,0	< 6,0	< 6,0	< 20	< 6,0		

(*a) Referente ao somatório de 1,2-dicloroetenos
(*b) Referente ao somatório dos triclorobenzenos

Tabela 4.1.4.2.5.1-4: Resultados analíticos para Fenóis Totais e pH nas águas subterrâneas.

PARÂMETROS	PONTOS DE AMOSTRAGEM (µG/L)					PADRÃO RESOLUÇÕES CONAMA (µG/L)	
	PM-01	PM-02	PM-23	PM-120	PM-112	396/08	420/09
Fenóis Totais	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	< 1,000	3,0	
pH	4,57	3,61	4,77	7,39	5,77		

Tabela 4.1.4.2.5.1-5: Resultados analíticos para Metais nas águas subterrâneas.

PARÂMETROS	PONTOS DE AMOSTRAGEM (µG/L)					PADRÃO RESOLUÇÕES CONAMA (µG/L)	
	PM-01	PM-02	PM-23	PM-120	PM-112	396/08	420/09
Ferro Total	39,2	12,2	**1100**	**325,5**	16,9	**300**	**2450**
Alumínio Total	36,9	17,8	**225,2**	**1040**	111,1	**200**	**3500**
Magnésio Total	3130	116	646	4090	187	-	-
Zinco Total	85,2	59,6	41,4	92,5	89,9	**5000**	**1050**
Cádmio Total	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	**5**	**5**
Cromo Total	< 3,00	< 3,00	< 3,00	< 3,00	< 3,00	**50**	**50**
Arsênio Total	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	**10**	**10**
Chumbo Total	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	**10**	**10**
Cobre Total	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,30	**2000**	**2000**
Sódio Total	9230	< 30	34100	31400	126000	**200000**	-
Mercúrio Total	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	**1**	**1**

➢ **Discussão dos Resultados da Qualidade das Águas do Lençol Freático**

Na presente discussão, adotou-se como referência de qualidade para as águas subterrâneas na área do futuro empreendimento e seu entorno imediato os valores estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 396/08 (considerando como uso preponderante o consumo humano) e CONAMA nº 420/09. É Importante ressaltar que, embora os resultados tenham sido confrontados com o padrão de "uso preponderante para consumo humano", as águas subterrâneas do aquífero freático não são utilizados pela empresa para qualquer finalidade. A escolha desse padrão como referência se justifica por ser mais restritivo em comparação aos demais usos previstos na Resolução CONAMA 396/08, permitindo uma avaliação mais conservadora da qualidade ambiental.

Com relação aos compostos de **HPAs (Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos)**, os resultados da **Tabela 4.1.4.2.5.1-2**, apresentada anteriormente, indicam que todas as concentrações, para os 5 (cinco) poços de monitoramento analisados, apresentaram-se abaixo dos limites de quantificação (LQ) para todos os 17 (dezessete) compostos analisados. Observa-se ainda que os limites de quantificação são inferiores aos valores estabelecidos como VMP (Valor Máximo Permitido) e VI (Valor de Investigação) das resoluções em referência.

Dessa forma, considerando-se esse conjunto de compostos HPAs, não ocorreram concentrações que tenham excedido os limites das Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09, encontrando-se as águas subterrâneas na região avaliada enquadradas nos limites e padrões nacionais utilizados na presente caraterização para os compostos de **HPAs (Hidrocarbonetos Poli-Aromáticos)**.

Em relação aos **Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)**, os resultados da **Tabela 4.1.4.2.5.1-3**, apresentada anteriormente, também indicam que todas as concentrações, para os 5 (cinco) poços de monitoramento analisados, apresentaram-se abaixo dos limites de quantificação (LQ) para todos os 70 (setenta) compostos orgânicos voláteis analisados. Observa-se ainda que os limites de quantificação adotados pelo laboratório são inferiores aos valores estabelecidos como VMP (Valor Máximo Permitido) e VI (Valor de Investigação) das resoluções em referência.

Assim, considerando-se esse conjunto de compostos VOCs, não ocorreram concentrações que tenham excedido os limites das Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09, encontrando-se as águas subterrâneas na região avaliada enquadradas nos limites e padrões nacionais utilizados na presente caraterização para os compostos de **Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)**.

Para o parâmetro **Fenóis Totais**, anteriormente à discussão de seus resultados na área em avaliação, cabe aqui registrar que, conforme definido na própria Resolução CONAMA 396/08, o limite de 3 µg/L estabelecido por esta Resolução é para fenóis que reagem com aminoantipirina, válido somente quando ocorre a cloração da água. Este valor máximo permitido para fenóis totais previne a formação de gosto e odor indesejável na água quando da sua cloração. Importante também registrar que a Resolução CONAMA 420/09, que trata do gerenciamento de áreas contaminadas, não apresenta limite definido para o parâmetro Fenóis Totais, e que padrões internacionais que apresentam limites para Fenóis Totais sem o foco na potabilidade das águas, mas sim no nível de contaminação das águas, a exemplo do Padrão Holandês, apresenta como Limite de Intervenção a concentração de 2000 µg/L em águas subterrâneas.

Isso posto, observa-se, com base nos resultados de Fenóis Totais apresentados na **Tabela 4.1.4.2.5.1-4**, que não ocorreu nenhuma concentração desse parâmetro acima do limite de quantificação de 1,0 µg/L, considerando-se os 5 (cinco) poços de monitoramento avaliados na área de implantação da nova unidade da ArcelorMittal Tubarão e lembrando ainda que o limite da Resolução CONAMA 396/08 é de 3,0 µg/L. Assim, todos os resultados de **Fenóis Totais** da região avaliada se mostraram com concentrações enquadradas no padrão referida resolução.

Em relação ao **pH** deve-se inicialmente registrar que as Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09 não apresentam padrão para esse parâmetro. Apenas a Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde recomenda que no sistema de distribuição de água potável o pH da água, após tratamento, seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

A região geológica do Grupo Barreiras, onde está instalado o complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, apresenta solos com elevados níveis de alumínio, o que lhes confere, em geral, um caráter álico. Essa característica dos solos influencia diretamente a qualidade das águas subterrâneas, que tendem a apresentar valores de pH abaixo de 7, resultando em um caráter ácido.

Tal situação predomina no âmbito dos poços da rede de monitoramento de ArcelorMittal Tubarão, repetindo-se também na área avaliada, conforme pode ser verificado na **Tabela 4.1.4.2.5.1-4**, onde o pH situou-se numa faixa entre 3,61 no PM-02 e 7,39 no PM-120, sendo nesse último poço a única ocorrência acima de 7,0. Os 3 (três) outros resultados apresentaram-se abaixo de pH 6,0. Tal situação também predomina em outras áreas no estado do Espírito Santo onde ocorrem sedimentos do Grupo Barreiras (Multi Ambiental, 2023 e 2024).

Em relação aos **Metais** em águas subterrâneas, anteriormente ao início da discussão individual dos resultados para os diversos parâmetros analisados, cabe uma breve discussão face ao fato da empresa já possuir uma série histórica de 20 anos de resultados analíticos para diversos parâmetros metálicos em variados locais de seu complexo siderúrgico. Nessa série histórica tem se observado a presença de alguns parâmetros metálicos nas águas subterrâneas, que, com frequência, têm se mostrado com concentrações acima dos VMP – Valores Máximos Permitidos e VI – Valores de Investigação das legislações nacionais (Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09, respectivamente). Dentre os metais que mais frequentemente se apresentam acima dos respectivos VMPs e VIs em águas subterrâneas tem-se alumínio e ferro, e em menor escala chumbo e manganês, e eventualmente cromo.

Conforme frequentemente abordado nos relatórios de monitoramento da rede de águas subterrâneas de anos anteriores, e, sobretudo no relatório que trata da presença de chumbo em águas subterrâneas (MULTI AMBIENTAL, 2014 – MLT RT 007-14), a presença dos metais nas águas subterrâneas já vinha sendo interpretada principalmente como uma condição natural, sem influência antropogênica identificada. Tal situação seria provocada pela expressiva presença de concreções lateríticas em meio à massa de solos e sedimentos geológicos da unidade estratigráfica denominada Grupo Barreiras, que possui ampla distribuição em toda a porção litorânea do estado do Espírito Santo. Estas concreções ferruginosas são significativamente mais ricas em diversos metais, inclusive chumbo, comparativamente aos solos posicionados acima e abaixo das mesmas ao longo do perfil. Estas análises encontram-se detalhadas no relatório MLT RT 007-14 (MULTI AMBIENTAL, 2014) já protocolado no IEMA.

Com relação às camadas de concreções lateríticas e de metais presentes nos solos desenvolvidos a partir de sedimentos do Grupo Barreiras no estado do Espírito Santo pode-se destacar os trabalhos desenvolvidos por Duarte et al. (2000), Melo et al. (2001; 2002) e Correa et al. (2008). Segundo diversos autores, os depósitos desta unidade estratigráfica se encontram bastante ferruginizados, apresentando cores que variam do vermelho ao alaranjado. Quanto mais intenso este processo de ferruginização, maior a presença de crostas ferruginosas ou concreções lateríticas, também chamadas de cangas limoníticas, ao longo de diversos afloramentos do Grupo Barreiras em toda a sua área de ocorrência. Tais concreções são amplamente observadas no interior do complexo industrial da ArcelorMittal Tubarão.

Estas concreções formaram-se em ambiente fluvial nas zonas de ascensão das águas subterrâneas de potencial redox reduzido, que atingem as regiões de bordos e leitos fluviais e lagos. O Fe^{+2} dessas águas, ao atingir esses ambientes mais superficiais precipita como Fe^{+3}, formando as concreções. Esse é um processo muito comum, e ocorre no horizonte da barreira geoquímica óxica (DUARTE et al., 2000; MELO et al., 2001).

Dentre os motivos que justificaram a busca pela fonte potencial desses metais em águas subterrâneas, particularmente o chumbo, cabe observar que a empresa não possui, dentre seus insumos e matérias primas, nenhum produto que possua o chumbo como componente representativo em sua composição, mas apenas como componente traço em alguns insumos, além de também não apresentar o uso de um mesmo produto que se encontre distribuído por todos os locais do Complexo Industrial onde já tenha sido verificada a presença de chumbo em águas subterrâneas. Ainda assim, alguns resultados para chumbo em águas subterrâneas têm se mostrado acima do Valor Máximo Permitido (VMP) da Resolução CONAMA 396/08 e Valor de Investigação (VI) da Resolução CONAMA 420/09 em vários poços de monitoramento.

Por outro lado, a presença de chumbo nas águas subterrâneas em concentrações superiores ao VMP e ao VI tem sido comum em outras áreas de ocorrência dos sedimentos do Grupo Barreiras no estado do Espírito Santo. Além das ocorrências observadas na área da ArcelorMittal Tubarão, também são verificadas ocorrências com concentrações semelhantes nas porções costeiras sul e norte do estado, conforme relatado em outros trabalhos de diversas outras consultorias (CEPEMAR, 2006; CEPEMAR, 2007; CTA, 2009; MULTI AMBIENTAL, 2013).

Ressalta-se ainda que as ocorrências de chumbo com concentrações acima do VMP e do VI na porção norte do estado do Espírito Santo não se relacionam com sites industriais ligados à atividade mínero-metalúrgica, o que em princípio também elimina a fonte de uma associação indiscriminada deste tipo de atividade com a presença de chumbo em águas subterrâneas. Esta disseminação por outras áreas no estado, sempre em associação aos sedimentos do Grupo Barreiras, contribui ainda mais para a suspeita de uma fonte natural para a presença de chumbo, não ligada às atividades antropogênicas.

Outro aspecto significativo como suporte à possível fonte natural de metais para as águas subterrâneas surgiu quando da instalação de 2 (dois) poços de monitoramento em 2013, localizados em áreas de montante da ArcelorMittal Tubarão, em pontos totalmente fora e a montante da parte industrial da empresa, próximo ao muro que limita a empresa do bairro Jardim Limoeiro. Neste local os níveis de chumbo já se encontravam acima dos VMP da legislação CONAMA 396/08, sendo suas concentrações compatíveis com aquelas encontradas em diversos outros poços de monitoramento em pontos distintos do complexo industrial. Situação idêntica ocorre com o ferro e o alumínio.

Contudo, considerando-se a enorme heterogeneidade dos sedimentos do Grupo Barreiras, é também comum a ocorrência de solos empobrecidos em metais, particularmente ferro, embora em menor escala, nos locais onde não se verifica a presença de concreções lateríticas. Somente nos anos mais recentes tem surgido maior volume de literatura cientifica contemplando os aspectos geoquímicos do Grupo Barreiras. Os trabalhos até então existentes comumente tratavam da caracterização, gênese e evolução da ocorrência de metais comuns aos solos tropicais, como os óxidos de ferro, manganês e alumínio, não contemplando informações significativas relacionadas aos metais pesados, como o chumbo, o cromo e o arsênio, eventualmente encontrados nesses sedimentos.

Fadigas (2013) estudou as concentrações naturais de metais pesados em solos derivados de sedimentos do Grupo Barreiras no estado da Bahia e procurou determinar os teores de Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Fe, Mn, Mo e Zn, em condições naturais, visando proporcionar ferramentas para a distinção entre a contribuição natural e a antrópica e propor valores de referência (VR) e limites de tolerância (LT) na avaliação da contaminação de solos oriundos de sedimentos do Grupo Barreiras.

Rodrigues (2017), em levantamento de metais dissolvidos no sistema estuarino Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Aracruz-ES) e análise da composição geoquímica de rochas e solos da bacia hidrográfica adjacente, observou que a principal fonte de elementos maiores (Al, Fe e Mn) e elementos traços (Cr, Zn, Cd, Pb, As e Ni) ao sistema estuarino na fração dissolvida é o Grupo Barreiras. Observou também que os elementos Al, Fe, Cr, As e Pb são mais abundantes no material consolidado constituído por concreções ferruginosas da sequência de topo do Grupo Barreiras.

Cagnin (2018) elaborou estudo que trata da geoquímica do arsênio, dos elementos terras raras e dos metais pesados Cr, Zn, Ni e Pb nas plataformas continentais do Rio Doce (ES) e de Abrolhos (BA), observando que os elementos de Al, Fe e Mn estão fortemente correlacionados ao Cr, Ni, Zn e Pb, sendo, segundo a autora, um indicativo geoquímico de ligação com os óxidos metálicos do Grupo Barreiras. Os elementos Al, Fe, Cr, As e Pb são mais abundantes no material consolidado, constituído por concreções ferruginosas da sequência de topo do Grupo Barreiras.

Com relação ao ferro, alumínio e o manganês (este parcialmente), os resultados na grande maioria dos poços de monitoramento no complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão, inclusive naqueles posicionados na área de montante da empresa, ao longo de 20 nos de monitoramento, confirmam mais uma vez que as águas subterrâneas do Grupo Barreiras raramente se enquadram nos limites VMP estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/08 para esses metais, encontrando-se acima de seus respectivos limites. Tal situação vem ocorrendo de forma bastante abrangente em todas as áreas avaliadas relacionadas ao Grupo Barreiras, não sendo uma exclusividade das águas subterrâneas sob o complexo industrial da ArcelorMittal Tubarão.

Tratando especificamente dos resultados obtidos para **Metais Totais** nos 5 (cinco) poços de monitoramento da área prevista para implantação do novo empreendimento da ArcelorMittal Tubarão, conforme se apresenta na **Tabela 4.1.4.2.5.1-5**, tem-se as seguintes conclusões:

- Os metais **cádmio total, cromo total, arsênio total, chumbo total, cobre total e mercúrio total** apresentaram, para todos os 5 (cinco) poços de monitoramento analisados, resultados abaixo dos limites de quantificação adotados pelo laboratório, que são menores que os limites estabelecidos como VMP (Valores Máximos Permitidos) e VI (Valor de Investigação) das resoluções CONAMA 396/08 e 420/09.
- Os metais **sódio total e zinco total** apresentaram, para todos os 5 (cinco) poços de monitoramento analisados, resultados abaixo dos limites estabelecidos como VMP (Valores Máximos Permitidos) e VI (Valor de Investigação) das resoluções CONAMA 396/08 e 420/09.
- O metal **magnésio total** não apresenta limites estabelecidos como VMP (Valores Máximos Permitidos) ou VI (Valor de Investigação) das resoluções CONAMA 396/08 e 420/09, o que impede sua comparação com padrões pré-existentes.
- Os metais **alumínio total e ferro total** apresentaram 3 (três) resultados enquadrados nos limites estabelecidos como VMP (Valores Máximos Permitidos) e VI (Valor de Investigação) das resoluções CONAMA 396/08 e 420/09, correspondendo aos poços PM-01, PM-02 e PM-112.

Todavia, para os poços de monitoramento PM-23 e PM-120 os resultados indicaram, tanto para alumínio como para ferro, concentrações acima dos limites previstos nas duas legislações utilizadas como referência. As concentrações de alumínio para os poços PM-23 e PM-120 foram de 225,2 µg/L e 1040 µg/L, enquanto as concentrações de ferro atingiram 1100 µg/L e 325,5 µg/L, respectivamente.

Assim, diante do exposto anteriormente e dos resultados encontrados para a caracterização dos metais nas águas subterrâneas da área onde será implantada o novo empreendimento, reafirma-se que os resultados obtidos para o ferro e alumínio, embora acima dos padrões estabelecidos na Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09, são aqueles de fato esperados para as águas subterrâneas na região de ocorrência de sedimentos do Grupo Barreiras em função do elevado nível destes metais nos sedimentos e solos locais, e sobretudo nas concreções lateríticas disseminadas em meio à massa de solos e sedimentos na região de Tubarão. Observa-se ainda que os resultados encontrados são compatíveis com os resultados para estes mesmos parâmetros quando analisados em outros locais com presença dos sedimentos do Grupo Barreiras.

Nesse ponto cabe ressaltar que foi finalizado em 2022, depois de 2 anos de desenvolvimento, um amplo estudo de proveniência geoquímica realizado pela empresa ANB Consultoria Ambiental na área do complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão. Tal estudo foi denominado **"Estudo para avaliação das fontes para a presença de parâmetros metálicos identificados no monitoramento de águas subterrâneas"**, documento esse que já se encontra protocolado no IEMA conforme Ofício PSM 256/2023 protocolo 014951/2023. O estudo em questão foi bastante amplo e abrangente, tanto em volume de novos dados gerados, como na espacialidade das avaliações, que se distribuíram por todo o complexo industrial, ressaltando ainda o aproveitamento da extensa base de dados já existentes na área, fruto dos monitoramentos e avaliações de passivos em solos e águas subterrâneas desenvolvidos na área da empresa.

Os estudos realizados envolveram análises de diferentes matrizes (solos, águas subterrâneas, águas superficiais, sedimentos de lagoas e co-produtos dispostos diretamente no solo), com instalação de 26 novos poços de monitoramento de águas subterrâneas e coleta de centenas de amostras para todas as matrizes citadas. Dentre as diversas análises realizadas, destacam-se a avaliação de background dos metais na área, com especiação de metais e sua disponibilidade no ambiente, seguidos por análises de razões isotópicas de chumbo e análises mineralógicas por difratometria de Raio X (DRX) para diversas amostras, que nunca haviam sido realizadas na área.

Com relação às Análises de Razões Isotópicas de Chumbo, observa-se que isótopos são espécies atômicas de um mesmo elemento químico que possuem o mesmo número de prótons, porém com diferentes números de nêutrons e massa atômica. Eles ocorrem naturalmente ou decorrente do decaimento radioativo de outros elementos. Os isótopos estáveis são aqueles que não alteram sua massa e suas propriedades químicas ao longo de sua existência (PEREIRA, 2014). No caso do Chumbo, existem quatro isótopos naturais desse elemento, sendo que três deles ^{206}Pb, ^{207}Pb e ^{208}Pb, são, respectivamente, os produtos provenientes dos decaimentos radioativos do ^{238}U, ^{235}U e ^{232}Th (isótopos de Urânio e Tório). Na natureza, ocorre também um quarto isótopo não radiogênico, o ^{204}Pb, cuja abundância não é afetada pelo decaimento radioativo do Urânio ou do Tório, sendo considerado um isótopo estável de referência (VECCHIA, et. al, 2015).

A técnica isotópica se fundamenta no princípio de que diferentes fontes de alguns elementos químicos podem apresentar composições isotópicas distintas e, portanto, serem discriminadas e quantificadas nos compartimentos ambientais em que essas fontes foram dispersas. Com essa técnica pretende-se determinar as assinaturas isotópicas ou *fingerprints* isotópicos de possíveis fontes de contaminação e dos diferentes compartimentos ambientais, como solo, água subterrânea e sedimento, a partir da caracterização das razões isotópicas de chumbo, e assim, fazer a diferenciação entre as assinaturas.

Considerando o cenário da técnica apresentada acima, as razões isotópicas entre os isótopos de chumbo têm sido muito utilizadas em diferentes investigações ambientais, onde eles assumem o papel de marcadores, permitindo a identificação de origens geogênicas (naturais) e/ou antropogênicas. Segundo estudos de referência elaborados por Doe (1970) e Bollhöfer et. al (1999), a composição isotópica de chumbo não é afetada por processos físicos ou químicos, fazendo com que o chumbo mantenha a assinatura da sua fonte geradora. Essa característica do chumbo, ao contrário dos demais metais, é o que possibilita que seus isótopos sejam utilizados como traçadores ambientais de possíveis fontes de chumbo e de outros metais no ambiente investigado, justificando a sua aplicabilidade na busca por correlações entre elementos e fonte que os originou. Dessa forma, o objetivo de utilizar essa ferramenta no estudo em questão é combinar a determinação de teores de metais com as razões isotópicas do chumbo para estabelecer uma relação e investigar a fonte dos metais, incluindo o chumbo, seja ela natural ou antrópica.

No estudo conduzido na área da ArcelorMittal Tubarão as análises das razões isotópicas de chumbo foram realizadas no Centro de Pesquisas em Geologia Isotópica e Geocronologia (CPGeo), vinculado ao Instituto de Geociências (IGC) da Universidade de São Paulo – USP. O Centro possui um Sistema de Gestão da Qualidade baseado na Norma ISO/IEC 17025. Para interpretação dos dados obtidos a partir das análises realizadas, a empresa responsável pelo estudo teve a assistência da equipe técnica da empresa Solen, especializada em investigação de fontes de poluentes, em variadas escalas e complexidades, que elaborou um relatório apresentando e discutindo os resultados obtidos a partir das análises isotópicas. Descreve-se a seguir, de forma resumida, os principais resultados relativos ao metal chumbo:

- Diagramas pH x Eh (pH x Potencial Redox) do chumbo nas campanhas realizadas ao longo do estudo demonstra que as espécies mais estáveis de chumbo são o Pb^{2+} e o $PbOH^{+}$, ambas solúveis, demonstrando condições favoráveis à sua presença em água subterrânea. Contudo, o chumbo é intensamente imobilizado pelo solo por adsorção vinculado a matéria orgânica e óxidos de ferro e manganês, sendo este último bastante presente na área.
- A disponibilidade a partir de condições favoráveis a solubilização do Ferro e do Manganês, conforme observada nos seus respectivos diagramas pH x Eh, também pode explicar em parte a presença do chumbo em alguns poços. A dissolução redutiva de óxidos de ferro que contêm chumbo adsorvido pode resultar na mobilização do chumbo.

Os óxidos de ferro possuem uma alta capacidade de adsorção de íons metálicos, o que significa que eles têm a capacidade de atrair e reter íons metálicos em sua superfície (McKenzie, 1980). Essa capacidade é devida às propriedades físicas e químicas do óxido de ferro, incluindo sua grande área superficial, superfície altamente reativa e cargas elétricas na superfície. Dessa maneira, essas propriedades permitem que os óxidos de ferro adsorvam metais pesados, como o chumbo, formando complexos estáveis na superfície dos óxidos. No entanto, a retenção de metais pesados pelos óxidos de ferro pode ser influenciada por vários fatores, como a concentração de íons metálicos e as condições físico-químicas do ambiente.

As condições observadas são favoráveis a solubilização de chumbo na água subterrânea por toda a área, devido sua presença em solo, mesmo que em concentrações baixas, e as condições físico-químicas de Eh e pH observadas. Dessa forma, técnicas mais avançadas para determinação da fonte deste elemento foram necessárias, sendo avaliadas as razões isotópicas de Chumbo.

- A partir das análises das composições isotópicas de chumbo, realizadas nas amostras de água subterrânea, solo, sedimento e coprodutos foi possível identificar duas fontes principais com composições distintas. A primeira delas, denominada como Fonte 1, de origem antrópica, foi representada por algumas amostras de coprodutos gerados no processo industrial enquanto a Fonte 2, de caráter geogênico, foi representada por solos superficiais e profundos coletados a montante em regiões não-impactadas, consideradas como background. A Fonte 1 apresentou valores da razão 206Pb/207Pb > 1,400, enquanto na Fonte 2 foram observados, para a mesma razão isotópica, valores menores que 1,200.

As composições isotópicas de chumbo de todas as amostras de água subterrânea, e a maior parte dos solos e sedimentos, apresentaram valores similares aos da Fonte 2, relacionada ao background, portanto, não tendo associação com a fonte de coprodutos. Em apenas três amostras (bacia do Canteiro 8, córrego montante e solo no ponto 121) foram observadas composições intermediárias a ambas as fontes, o que sugere contribuições de ambas as fontes nessas amostras, comprovado pela localização das mesmas, coletadas próximo a áreas de armazenamento histórico ou atual de coprodutos.

- As análises de Coprodutos indicaram quantificação de chumbo no lixiviado nas amostras de lama de alto forno, entretanto sem ultrapassar os limites estabelecidos. Contudo, tais análises foram fundamentais para a compreensão da relação das fontes antrópicas para ocorrências de metais nos meios naturais a partir das razões isotópicas avaliadas.
- Os resultados do trabalho desenvolvido, especialmente com base nas análises de fingerprinting com isótopos de Chumbo, permitiram concluir sobre a origem geogênica (natural) da presença de metais no solo e água subterrânea observados nos monitoramentos realizados pela ArcelorMittal Tubarão.
- O relatório observa que o escopo do projeto foi atendido tendo em vista o caráter amplo de investigação das contribuições do chumbo, provenientes das fontes de coprodutos e de background, para as amostras de água subterrânea espacialmente distribuídas ao longo da planta da ArcelorMittal Tubarão, com destaque para três regiões que haviam apresentado concentrações do metal chumbo acima dos valores normativos. Além de responder a essa questão com múltiplas evidências, apontando para a origem geogênica do chumbo para a água subterrânea na região da ArcelorMittal Tubarão, foi possível verificar informações adicionais relacionadas ao caráter não conexo da presença do metal nessas regiões.

4.1.4.2.5.2 Qualidade das Águas do Aquífero Profundo

Em relação à qualidade das águas subterrâneas do aquífero profundo, no qual a empresa explota esse recurso através de poços tubulares profundos, e notadamente através do poço PT-08, que se encontra no interior da Área Diretamente Afetada (ADA) pela implantação do empreendimento proposto, é realizado o controle da qualidade dessas águas com frequência mensal de análise. Também periodicamente, porém com menor frequência, a empresa realiza análises mais abrangentes para os principais parâmetros constantes na Portaria N.º 888/2021 do Ministério da Saúde, que trata dos padrões de potabilidade e da qualidade da água para consumo humano no Brasil, independentemente de serem águas subterrâneas ou superficiais. Apresenta-se na **Tabela 4.1.4.2.5.2-1**, a seguir, os resultados da última análise mais abrangente realizada com as águas subterrâneas do aquífero profundo coletadas no poço tubular profundo PT-08, antes de serem encaminhadas para tratamento e distribuição, com o laudo laboratorial integrando o **Anexo 4.I** do presente relatório.

Tabela 4.1.4.2.5.2-1: Resultados analíticos para o padrão de potabilidade nas águas subterrâneas.

PARÂMETROS	RESULTADOS	LIMITES DA PORTARIA N.º 888 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE
Alumínio solúvel (mg/L)	0,078	-
Alumínio total (mg/L)	0,083	0,2
Arsênio total (mg/L)	Não detectado	0,01
Bário total (mg/L)	0,160	0,7
Cadmio total (mg/L)	Não detectado	0,003
Chumbo total (mg/L)	Não detectado	0,01
Cobre solúvel (mg/L)	Não detectado	-
Cobre total (mg/L)	Não detectado	2
Cromo total (mg/L)	Não detectado	0,05
Demanda química de oxigênio (mg/L)	Não detectado	-
Fenóis totais (mg/L)	< 0,01	-
Ferro solúvel (mg/L)	Não detectado	-
Ferro total (mg/L)	Não detectado	0,3
Fósforo total (mg/L)	Não detectado	-
Manganês total (mg/L)	0,006	0,1
Níquel total (mg/L)	Não detectado	0,07
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Não detectado	-
Sulfeto total (mg/L)	< 0,02	-
Surfactantes (mg/L)	Não detectado	-
Turbidez (NTU)	< 1,0	5
Zinco total (mg/L)	0,006	5
Alcalinidade total (mg/L)	7,7	-
Amônia (mg/L)	< 0,05	1,2
Boro total (mg/L)	0,03	-
Cloretos (mg/L)	19,8	250
Cobalto total (mg/L)	< 0,01	-
Coliformes fecais	Ausente	-
Condutividade específica (uS/cm)	91,5	
Cor aparente (UC)	2,1	15
Dureza total (mg/L)	11,0	300
Escherichia Coli	Ausente	-
Fluoreto (mg/L)	< 0,5	1,5
Lítio total (mg/L)	< 0,01	-
Nitrogênio Nitrato (mg/L)	< 0,452	10
Nitrogênio Nitrito (mg/L)	Não detectado	1
Ph	5,54	-
Selênio total (mg/L)	< 0,01	0,04
Sílica (mg/L)	24,38	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	62,2	500
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	< 1,00	-
Sulfato total (mg/L)	< 2,5	250
Sulfato de hidrogênio (mg/L)	0,010	0,05

Conforme se observa na tabela anterior, nenhum parâmetro analisado se encontra acima dos padrões de potabilidade da Portaria N.º 888/2021 do Ministério da Saúde, mostrando que a qualidade das águas subterrâneas nessa região do Grupo Barreiras é adequada ao tratamento para consumo.

4.1.4.3 Qualidade da Água Marinha

Embora o termo de referência emitido conforme **OF/Nº0090/2025/IEMA/GGE/COEI** não inclua a caracterização da qualidade da água marinha como parte integrante do estudo, optou-se por apresentar de forma resumida a qualidade da água marinha nas mediações do canal de retorno de água marinha existente na ArcelorMittal Tubarão. Esta avaliação faz-se necessária, pois, conforme apresentado na caracterização do empreendimento, os efluentes industriais e sanitários gerados na Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio serão devidamente tratados e destinados ao canal de drenagem pluvial, , alcançando o mar juntamente com os demais efluentes existentes.

Assim, optou-se por apresentar a qualidade da água marinha e para tanto foram utilizados os dados gerados com o monitoramento marinho executado pela ArcelorMittal Tubarão considerando a base histórica de dados de 2016 até o ano de 2023 e os dados foram compilados considerando as campanhas de verão, outono, inverno e primavera de 2024, considerando que este foi o último ano com ciclo completo de monitoramento até a data de elaboração do presente diagnóstico. Este monitoramento consiste no atendimento da Condicionante Nº 13, item b, da Licença de Operação LO – GCA/SAIA / Nº 282/2008 / CLASSE IV emitida pelo IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos para as atividades da ArcelorMittal Tubarão.

4.1.4.3.1 Área de estudo

A malha amostral é composta por 12 estações marinhas e 5 estações localizadas próximo a praia. A **Tabela 4.1.4.3.1-1** indica as coordenadas das estações de monitoramento cujos dados foram utilizados para compor o presente diagnóstico.

Tabela 4.1.4.3.1-1: Estações de amostragem, suas coordenadas geográficas em UTM (Datum WGS 84) no monitoramento marinho da ArcelorMittal Tubarão.

ESTAÇÕES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS Datum WGS 84		FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA
	NORTE (X)	LESTE (Y)	
E1	371606	7758459	x
E2	371727	7758673	x
E3	372190	7759002	x
E4	372469	7758846	x
E5	372184	7758431	x
E6	371886	7758006	x
E7	372352	7757792	x
E8	372646	7758221	x
E9	372921	7758603	x
E10	373709	7760291	x
E11	372233	7757315	x
E12	372958	7759144	x
P1	371670	7758890	x
P2	372093	7759988	x
P3	372245	7760085	x
P4	373013	7761979	x
P5	373741	7762738	x

O mapa a seguir apresenta a localização das estações de monitoramento cujos dados foram utilizados para compor o presente diagnóstico. Os mapas podem ser acessados para melhor visualização conforme **Anexo 10**.



Figura 4.1.4.3.1-1: Mapa de localização das estações de amostragem do monitoramento de qualidade da água conforme monitoramento executado em atendimento à condicionante Nº 13, item b, da Licença de Operação LO – GCA/SAIA / Nº 282/2008 / CLASSE IV.

4.1.4.3.2 Metodologia de coleta e análise

Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água analisados *in situ* foram: temperatura, oxigênio dissolvido e seu percentual de saturação, pH, salinidade e condutividade. Esses parâmetros foram determinados, na subsuperfície, utilizando a sonda Multiparâmetro Portátil (YSI-Pro DSS) devidamente calibrada e certificada, com limites de quantificação abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas salinas, classe 1. Além disso, também foi medida a transparência da água em cada estação amostral utilizando-se o método do disco de Secchi (**Tabela 4.1.4.3.2-1**).

Tabela 4.1.4.3.2-1: Parâmetros físico-químicos analisados in situ, métodos de análise e precisão do aparelho de medição.

VARIÁVEIS ANALISADAS	MÉTODOS	RESOLUÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 PARA ÁGUAS SALINAS, CLASSE 1
Temperatura	Sonda multiparâmetro	0,1° C	-
Oxigênio Dissolvido		0,1 mg/L	≥ 6,0 mg/L
Saturação de Oxigênio Dissolvido		0,1%	-
Salinidade		0,1 ups	-
Condutividade		0,1 mS/cm	-
pH		0,01	6,5 a 8,5
Transparência	Disco de Secchi	0,1 m	-
Profundidade	Sonda da embarcação	0,1 m	-

Foram coletadas amostras de água salina na subsuperfície (0,5 m de profundidade) de cada estação de amostragem com auxílio da garrafa de *Van Dorn*. As amostras foram mantidas em temperatura de 4ºC, sendo posteriormente encaminhadas aos Laboratórios para análise. Os laudos e cadeias de custódia não serão enviados juntamente ao presente relatório pois já integram documentação da condicionante Condicionante Nº 13, item b, da Licença de Operação LO – GCA/SAIA / Nº 282/2008 / CLASSE IV conforme relatório anual de 2024 protocolado junto ao IEMA (RT ECV 080-25).

A relação dos parâmetros analisados, os métodos analíticos e os limites de quantificação dos métodos, além dos limites preconizados pela Resolução Conama n° 357/2005 para água salina Classe 1, encontram-se descritos na **Tabela 4.1.4.3.2-2**.

Os parâmetros de qualidade de água foram comparados aos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, Resolução CONAMA nº 357/2005 – Águas salinas – Classe 1, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Tabela 4.1.4.3.2-2: Variáveis analisadas nas amostras de água e valores orientadores de qualidade da água propostos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas salinas, Classe 1.

VARIÁVEIS ANALISADAS	RES. CONAMA 357/2005, ÁGUAS SALINAS CLASSE 1	MÉTODO	LIMITE DE DETECÇÃO (FAIXA)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (FAIXA)
Alumínio Dissolvido (mg/L)	1,5 mg/L	SMWW – 3120 B	0,0015	0,005
Alumínio Total (mg/L)	-	SMWW – 3120 B	0,0015	0,005
Chumbo Dissolvido (mg/L)	-	SMWW – 3120 B	0,00006	0,0002
Chumbo Total (mg/L)	0,01 mg/L	SMWW – 3120 B	0,00006	0,0002
Cianeto Total (mg/L)	-	SMWW – 4500 CN E	0,0003	0,001
Cianeto Livre (mg/L)	0,001 mg/L	SMWW 4500 CN I	0,0003	0,001
Cobre Dissolvido (mg/L)	0,005 mg/L	SMWW – 3120 B	0,0003	0,001
Cobre Total (mg/L)	-	SMWW – 3120 B	0,0015	0,005
Coliforme Termotolerantes (*Escherichia coli*) (NMP/100 mL)	1.000 por 100 mililitros	SMWW – 9223.B	-	1,8
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg/L)	-	SMWW – 5210.B	1	1
Fenóis Totais (µg/L)	60 µg/L	PO-UTL-LBD1-00- 0004	0,3	1
Ferro Dissolvido (mg/L)	0,3 mg/L	SMWW – 3120 B	0,0015	0,005
Ferro Total (mg/L)	-	SMWW – 3120 B	0,0015	0,005
Fluoreto Total (mg/L)	1,4 mg/L	SMWW – 4500.C	0,03	0,1
Fósforo Total (mg/L)	0,062 mg/L	SMWW – 3120 B	0,003	0,01
Manganês Dissolvido (mg/L)	-	SMWW – 3120 B	0,0003	0,001
Manganês Total (mg/L)	0,1 mg/L	SMWW – 3120 B	0,0003	0,001
Nitrato (mg/L)	0,4 mg/L	SMWW – 4500.E Cálculo estequiométrico	0,015	0,05
Nitrito (mg/L)	0,07 mg/L	SMWW – 4500.B Cálculo estequiométrico	0,003	0,01
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L)	0,4 mg/L	PO-UTL-LBD2-00- 0002	0,003	0,01
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	-	SMWW – 2540.D	0,2	0,8
Turbidez (NTU)	NTU	SMWW – 2130.B	NA	NA
Zinco dissolvido (mg/L)	-	SMWW – 3120 B	0,015	0,05
Zinco Total (mg/L)	0,09 mg/L	SMWW – 3120 B	0,015	0,05

4.1.4.3.3 Resultados

A seguir são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *in situ* durante as campanhas realizadas em 2024, além dos limites preconizados na Resolução CONAMA 357/2005 para Águas Salinas Classe 1 (**Tabela 4.1.4.3.3-1**). Na **Tabela 4.1.4.3.3-2** são apresentados valores de referência tendo como base os resultados das campanhas anteriores e outros estudos realizados na mesma região e no litoral do ES.

Na sequência são apresentados os resultados dos parâmetros analisados em laboratório, bem como dados históricos considerados no monitoramento que servem como valores de background para o presente diagnóstico (**Tabela 4.1.4.3.3-3 a Tabela 4.1.4.3.3-4**).

Tabela 4.1.4.3.3-1: Resultados dos parâmetros físico-químicos e de transparência medidos in situ durante as campanhas de 2024.

LOCAL DE COLETA	PARÂMETROS	FREQUÊNCIA	MÉDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	1º QUARTIL	3º QUARTIL	DESVIO PADRÃO
Marinho	Temperatura (°C)	48	24,62	23,9	22,8	29,8	23,2	26,78	1,75
	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	48	6,64	6,56	6,1	7,17	6,36	6,99	0,35
	Saturação de Oxigênio (%)	48	100,56	100,2	95,1	105,1	98,8	102,43	2,47
	pH	48	8,14	8,14	8,08	8,22	8,11	8,15	0,03
	Salinidade (‰)	48	36,71	36,95	34,34	37,33	36,45	37,02	0,56
	Condutividade (µS/cm)	48	55,37	55,89	51,61	56,18	55,49	55,98	1,07
	Transparência (m)	48	1,81	1,5	0,4	3,2	1	2,75	0,92
	Profundidade do Ponto (m)	48	7,91	8	3	12	6,62	10,07	2,6
Costeiro	Temperatura (°C)	20	25,88	24,05	22,6	33	23,42	27,71	3,4
	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	20	6,06	6,4	3,19	7,05	5,89	6,8	1,05
	Saturação de Oxigênio (%)	20	92,14	98,80	53,5	108,2	91,35	102,3	15,87
	pH	20	8,04	8,05	7,78	8,32	8	8,09	0,12
	Salinidade (‰)	20	37,27	37,3	35,4	38,86	36,11	38,39	1,2
	Condutividade (µS/cm)	20	55,63	55,38	53	65,71	53,7	55,69	2,92
	Transparência (m)	20	0,43	0,4	0,15	1,1	0,29	0,46	0,25
	Profundidade do Ponto (m)	20	1,4	1,21	0,75	2,6	1,15	1,3	0,56

Tabela 4.1.4.3.3-2: Valores da Média ± Desvio Padrão dos parâmetros monitorados in situ na água do mar ao longo do período histórico deste monitoramento.

ÁREA DE ESTUDO	DATA	AMBIENTE	N AMOSTRAL	PH	CONDUTIVIDADE (MS/CM)	SALINIDADE (%°)	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (MG/L)	SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO (%)	TEMPERATURA (°C)	TRANSPARÊNCIA (M)	PROFUNDIDADE DO PONTO (M)	REFERÊNCIA
Campanhas 2024 (Região Marinha)	2024	Antropizado	48	8,14 ± 0,03	55,37 ± 1,07	36,71 ± 0,56	6,64 ± 0,35	100,43 ± 2,47	24,62 ± 1,75	1,81 ± 0,92	7,91 ± 2,6	Presente Estudo
Campanhas 2024 (Região Costeira)	2024	Antropizado	20	8,04 ± 0,12	55,63 ± 2,92	37,27 ± 1,2	6,06 ± 1,05	92,14 ± 15,87	25,88 ± 3,4	0,43 ± 0,25	1,4 ± 0,56	Presente Estudo
Histórico Monitoramento AMT (Região Marinha)	2016-2023	Antropizado	384	8,17 ± 0,55	55,54 ± 5,91	36,76 ± 4,16	6,02 ± 1,15	102,95 ± 5,6	24,02 ± 2,1	2,19 ± 0,9	8,02 ± 3,07	CTA, 2019; Econservation, 2020; Econservation, 2021; Econservation, 2022
Histórico Monitoramento AMT (Região Costeira)	2016-2023	Antropizado	160	8,14 ± 0,55	53,96 ± 6,52	36,06 ± 4,41	5,59 ± 1,49	139,1 ± 199,26	25,87 ± 3,56	0,62 ± 0,69	1,7 ± 1,63	CTA, 2019; Econservation, 2020; Econservation, 2021; Econservation, 2022

Tabela 4.1.4.3.3-3: Resultados dos parâmetros químicos analisados em laboratório referentes às campanhas de 2024.

PARÂMETROS	LOCAL DE COLETA	FREQUÊNCIA	MÉDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	1º QUARTIL	3º QUARTIL	DESVIO PADRÃO	ERRO PADRÃO DA MÉDIA
Alumínio Solúvel (mg/L)	Marinho	48	0,0119	0,008	<0,0015	0,067	0,0015	0,0173	0,0142	0,0021
Alumínio Total (mg/L)	Marinho	48	0,0994	0,0545	<0,005	0,748	0,0248	0,0892	0,1507	0,0218
Chumbo Solúvel (mg/L)	Marinho	48	0,0001	0,0001	<0,00006	0,0002	0,0001	0,0001	0	0
Chumbo Total (mg/L)	Marinho	48	0,0013	0,0002	<0,0002	0,0092	0,0002	0,0007	0,0025	0,0004
Cianeto Total (mg/L)	Marinho	48	0,0003	0,0003	<0,0003	0,001	0,0003	0,0003	0,0001	0
Cianeto Livre (mg/L)	Marinho	48	0,0003	0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0003	0,0003	0	0
Cobre Solúvel (mg/L)	Marinho	48	0,0003	0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0003	0,0003	0	0
Cobre Total (mg/L)	Marinho	48	0,005	0,005	<0,005	0,005	0,005	0,005	0	0
Escherichia coli (NMP/100 mL)	Marinho	48	90,29	1,8	<1,8	3.500	1,8	4,7	507,77	73,29
DBO (mg/L)	Marinho	48	4,81	5	2	7	5	5	0,9819	0,1417
Ferro Solúvel (mg/L)	Marinho	48	0,0176	0,0015	<0,0015	0,337	0,0015	0,0015	0,0544	0,0079
Ferro Total (mg/L)	Marinho	48	0,1247	0,0525	<0,005	1,496	0,0065	0,1348	0,2462	0,0355
Fluoreto (mg/L)	Marinho	48	0,4958	0,46	0,32	0,79	0,4275	0,5625	0,1035	0,0149
Fósforo Total (mg/L)	Marinho	48	0,019	0,01	<0,01	0,06	0,01	0,02	0,0169	0,0024
Fenol (µg/L)	Marinho	48	1,2979	0,3	<0,3	10	0,3	0,3	2,677	0,3864
Manganês Solúvel (mg/L)	Marinho	48	0,0006	0,0003	<0,0003	0,003	0,0003	0,0003	0,0007	0,0001
Manganês Total (mg/L)	Marinho	48	0,0025	0,001	<0,001	0,018	0,001	0,002	0,0035	0,0005
N-Nitrato (mg/L)	Marinho	48	0,063	0,05	<0,015	0,18	0,05	0,07	0,0342	0,0049
N-Nitrito (mg/L)	Marinho	48	0,0096	0,01	<0,003	0,02	0,01	0,01	0,0025	0,0004
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Marinho	48	0,0525	0,015	<0,003	0,26	0,003	0,0625	0,0762	0,011
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Marinho	48	3,89	2,5	<0,8	70,5	2	3	9,8663	1,4241
Turbidez (NTU)	Marinho	48	4,45	2,5	1	22,5	1,575	6,725	4,6946	0,6776
Zinco Solúvel (mg/L)	Marinho	48	0,015	0,015	<0,015	<0,015	0,015	0,015	0	0
Zinco Total (mg/L)	Marinho	48	0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0	0
Alumínio Solúvel (mg/L)	Costeiro	20	0,0459	0,022	<0,0015	0,457	0,0015	0,0417	0,0999	0,0223
Alumínio Total (mg/L)	Costeiro	20	0,3922	0,2025	0,069	3,614	0,1038	0,2685	0,7748	0,1732
Chumbo Solúvel (mg/L)	Costeiro	20	0,0001	0,0001	<0,00006	<0,0002	0,0001	0,0001	0	0
Chumbo Total (mg/L)	Costeiro	20	0,0008	0,0002	<0,0002	0,0093	0,0002	0,0004	0,002	0,0005
Cianeto Total (mg/L)	Costeiro	20	0,0003	0,0003	<0,0003	0,001	0,0003	0,0003	0,0002	0
Cianeto Livre (mg/L)	Costeiro	20	0,0003	0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0003	0,0003	0	0
Cobre Solúvel (mg/L)	Costeiro	20	0,0003	0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0003	0,0003	0	0
Cobre Total (mg/L)	Costeiro	20	0,005	0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,005	0	0
Escherichia coli (NMP/100 mL)	Costeiro	20	29,11	2	<1,8	230	1,8	24	57,77	12,92
DBO (mg/L)	Costeiro	20	5	5	3	8	4,75	5	1,17	0,2616
Ferro Solúvel (mg/L)	Costeiro	20	0,0711	0,0015	<0,0015	0,501	0,0015	0,02	0,152	0,034
Ferro Total (mg/L)	Costeiro	20	0,3921	0,4205	0,099	0,815	0,2015	0,5502	0,2075	0,0464
Fluoreto (mg/L)	Costeiro	20	0,429	0,43	0,31	0,56	0,395	0,4625	0,0665	0,0149
Fósforo Total (mg/L)	Costeiro	20	0,0205	0,01	<0,01	0,06	0,01	0,0175	0,0193	0,0043
Fenol µg/L	Costeiro	20	0,475	0,3	<0,3	<1	0,3	0,475	0,311	0,0695
Manganês Solúvel (mg/L)	Costeiro	20	0,0011	0,0003	<0,0003	0,005	0,0003	0,0007	0,0015	0,0003
Manganês Total (mg/L)	Costeiro	20	0,008	0,005	<0,001	0,02	0,001	0,0145	0,0076	0,0017
N-Nitrato (mg/L)	Costeiro	20	0,0815	0,06	<0,05	0,24	0,05	0,09	0,0486	0,0109
N-Nitrito (mg/L)	Costeiro	20	0,0115	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,0037	0,0008
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Costeiro	20	0,0769	0,05	<0,003	0,28	0,003	0,1125	0,0845	0,0189
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Costeiro	20	17,29	2,5	<0,8	137,5	1,875	4,25	36,96	8,27
Turbidez (NTU)	Costeiro	20	16,94	9,65	2,2	66,3	4,5	16,4	18,77	4,20
Zinco Solúvel (mg/L)	Costeiro	20	0,015	0,015	<0,015	<0,015	0,015	0,015	0	0
Zinco Total (mg/L)	Costeiro	20	0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0	0

Tabela 4.1.4.3.3-4: Valores da Mediana (Média ± Desvio Padrão) dos parâmetros da água do mar analisados em laboratório, ao longo do período histórico deste monitoramento.

ÁREA DE ESTUDO	DATA	AMBIENTE	N AMOSTRAL	ALUMÍNIO DISSOLVIDO (MG/L)	ALUMÍNIO TOTAL (MG/L)	CHUMBO DISSOLVIDO (MG/L)	CHUMBO TOTAL (MG/L)	CIANETO (MG/L)	CIANETO LIVRE (MG/L)	COBRE DISSOLVIDO (MG/L)	COBRE TOTAL (MG/L)	COLIF. TERMOTOLERANTES (*E. COLI*) (NMP/100ML)	REFERÊNCIA
Campanhas 2024 (Região Marinha)	2024	Antropizado	48	0,0119 ± 0,0142	0,0994 ± 0,1507	0,0000775 ± 0,0000468	0,0013 ± 0,0025	0,0003 ± 0,0001	0,0003 ± 0	0,0003 ± 0	0,005 ± 0	90,29 ± 507,77	Presente Estudo
Campanhas 2024 (Região Costeira)	2024	Antropizado	20	0,0459 ± 0,0999	0,3922 ± 0,7748	0,000067 ± 0,0000313	0,0008 ± 0,002	0,0003 ± 0,0002	0,0003 ± 0	0,0003 ± 0	0,005 ± 0	29,10 ± 57,77	Presente Estudo
Histórico Monitoramento AMT (Região Marinha)	2016-2023	Antropizado	384	0,0362 ± 0,0745	0,1834 ± 0,2954	0,0051 ± 0,0036	0,0046 ± 0,0033	0,002 ± 0,0039	0,0003 ± 0	0,0033 ± 0,0021	0,0062 ± 0,0059	481,48 ± 1447,48	CTA, 2020; Econservation, 2020; 2021; 2022
Histórico Monitoramento AMT (Região Costeira)	2016-2023	Antropizado	160	0,0449 ± 0,102	0,5473 ± 0,6669	0,005 ± 0,0037	0,0048 ± 0,0033	0,0025 ± 0,0052	0,0003 ± 0	0,0032 ± 0,0021	0,0078 ± 0,0103	632,15 ± 2136,90	CTA, 2020; Econservation, 2020; 2021; 2022

ÁREA DE ESTUDO	DATA	AMBIENTE	N AMOSTRAL	DBO (MG/L)	FERRO DISSOLVIDO (MG/L)	FERRO TOTAL (MG/L)	FLUORETO (MG/L)	FÓSFORO TOTAL (MG/L)	ÍNDICE DE FENÓIS (MG/L)	MANGANÊS DISSOLVIDO (MG/L)	MANGANÊS TOTAL (MG/L)	REFERÊNCIA
Campanhas 2024 (Região Marinha)	2024	Antropizado	48	4,8125 ± 0,9819	0,0176 ± 0,0544	0,1247 ± 0,2462	0,4958 ± 0,1035	0,019 ± 0,0169	1,2979 ± 2,677	0,0006 ± 0,0007	0,0025 ± 0,0035	Presente Estudo
Campanhas 2024 (Região Costeira)	2024	Antropizado	20	5 ± 1,1698	0,0711 ± 0,152	0,3921 ± 0,2075	0,429 ± 0,0665	0,0205 ± 0,0193	0,475 ± 0,311	0,0011 ± 0,0015	0,008 ± 0,0076	Presente Estudo
Histórico Monitoramento AMT (Região Marinha)	2016-2023	Antropizado	384	3,1987 ± 2,2507	0,0368 ± 0,0593	0,2627 ± 0,297	0,8704 ± 0,3436	0,0257 ± 0,0204	5,85 ± 4,92	0,0049 ± 0,0056	0,0087 ± 0,0102	CTA, 2020; Econservation, 2020; 2021; 2022
Histórico Monitoramento AMT (Região Costeira)	2016-2023	Antropizado	160	3,7521 ± 3,6724	0,0484 ± 0,0816	1,00 ± 1,53	0,908 ± 0,4091	0,0345 ± 0,0446	6,38 ± 7,13	0,0057 ± 0,006	0,0311 ± 0,1063	CTA, 2020; Econservation, 2020; 2021; 2022

ÁREA DE ESTUDO	DATA	AMBIENTE	N AMOSTRAL	NITRATO (COMO N) (MG/L)	NITRITO (COMO N) (MG/L)	NITROGÊNIO AMONIACAL (MG/L)	SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (MG/L)	TURBIDEZ (NTU)	ZINCO DISSOLVIDO (MG/L)	ZINCO TOTAL (MG/L)	REFERÊNCIA
Campanhas 2024 (Região Marinha)	2024	Antropizado	48	0,063 ± 0,0342	0,0096 ± 0,0025	0,0525 ± 0,0762	3,89 ± 9,86	4,45 ± 4,69	0,015 ± 0	0,05 ± 0	Presente Estudo
Campanhas 2024 (Região Costeira)	2024	Antropizado	20	0,0815 ± 0,0486	0,0115 ± 0,0037	0,0769 ± 0,0845	17,29 ± 36,96	16,94 ± 18,77	0,015 ± 0	0,05 ± 0	Presente Estudo
Histórico Monitoramento AMT (Região Marinha)	2016-2023	Antropizado	384	0,2189 ± 0,4739	0,0104 ± 0,0035	0,1437 ± 0,0945	14,59 ± 19,87	4,31 ± 3,99	0,0151 ± 0,0152	0,0297 ± 0,0224	CTA, 2020; Econservation, 2020; 2021; 2022
Histórico Monitoramento AMT (Região Costeira)	2016-2023	Antropizado	160	0,2165 ± 0,2715	0,0146 ± 0,0118	0,1531 ± 0,0789	31,95 ± 29,49	17,56 ± 16,17	0,0167 ± 0,0173	0,0334 ± 0,0259	CTA, 2020; Econservation, 2020; 2021; 2022

Os **parâmetros físico-químicos da água medidos in situ** apresentam variação espacial, mas principalmente temporal, tanto no ambiente marinho quanto no costeiro, indicando que a sazonalidade possui papel relevante na variabilidade. A maioria dos parâmetros apresentaram resultados satisfatórios quando comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para água salina classe 1. A exceção foi o oxigênio dissolvido, que apresentou concentrações abaixo do limite mínimo (6 mg/L) durante o verão e outono na região costeira. Baixas concentrações desse parâmetro podem ser causadas pela decomposição da matéria orgânica, por perdas para a atmosfera, por respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos Fe+2 e Mn+2. Há que se considerar ainda que a cinética de aeração em ambientes aquáticos é muito dinâmica e que depende de fatores como ventos, agitação da superfície, ondas, pressão atmosférica e temperatura. Por fim, destaca-se que os valores encontrados embora abaixo do limite mínimo para águas salinas classe 1 podem indicar uma oscilação natural. Os parâmetros físico-químicos medidos in situ apresentaram estabilidade, com valores médios de pH próximos a 8,1, salinidade em torno de 36 a 37‰ e oxigênio dissolvido dentro da faixa esperada para ambientes marinhos, com saturação próxima a 100% na região marinha e ligeiramente menor na zona costeira. As temperaturas médias variaram entre 24,6 °C (marinho) e 25,9 °C (costeiro), também em conformidade com registros anteriores.

Apesar da manutenção geral das condições, observou-se diferença marcante entre os ambientes: a região costeira apresentou transparência bastante reduzida (média de 0,4 m) e maior variabilidade de oxigênio dissolvido, enquanto no ambiente marinho a transparência foi superior (1,8 m) e os valores de OD mostraram-se mais estáveis. Em comparação com séries históricas de monitoramento, os resultados de 2024 mantiveram a mesma ordem de grandeza dos principais parâmetros, embora se perceba uma tendência de redução da transparência em relação a registros de anos anteriores em áreas marinhas mais afastadas, onde médias de 2,5 a 3,5m foram frequentes.

Avaliando os **parâmetros físico-químicos da água analisados em laboratório**, tanto para as estações marinhas quanto para pontos costeiros, pode-se observar que a maioria dos parâmetros monitorados apresentaram valores em conformidade com os limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05, para águas salinas Classe 1. Apenas alguns parâmetros como coliformes e ferro dissolvido, apresentaram valores pontuais e atípicos acima dos respectivos limites legais. No componente microbiológico, as amostras revelaram baixas densidades médias de Escherichia coli, tanto em ambiente marinho quanto costeiro, que sugerem influência de fontes intermitentes de contaminação oriunda de aportes de origem continental.

Alguns parâmetros como DBO, coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal, fluoreto, fósforo, nitrato, chumbo dissolvido e total, ferro dissolvido e total e manganês dissolvido e total apresentaram marcada sazonalidade. Todos esses parâmetros são indicadores de aportes de origem continental e as variações na pluviosidade podem estar causando essa variabilidade. Os nutrientes, como nitrato, nitrito e amônia, ocorreram em concentrações reduzidas, inferiores às observadas em séries históricas. O fósforo total manteve valores médios próximos de 0,02 mg/L, e a DBO apresentou resultados em torno de 5 mg/L.

Já outros como sólidos suspensos e turbidez apresentaram tanto variabilidade sazonal quanto espacial, em especial comparando-se o ambiente marinho e o costeiro, pela maior hidrodinâmica a baixas profundidades. Os parâmetros, de maneira geral, foram registrados em concentrações dentro ou próximo da faixa de variação da série histórica, sendo que os valores mais elevados foram encontrados na região costeira, o que pode indicar a contribuição do aporte continental para estes parâmetros.

4.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÕES DE MEDIDAS DE CONTROLE NO MEIO FÍSICO

Neste tópico, serão discutidos os impactos ambientais sobre o meio físico decorrentes das ações do empreendimento nas fases de implantação e operação, assim como suas respectivas medidas mitigadoras preventiva ou corretivas, potencializadoras e compensatórias.

Ressalta-se que a metodologia e os critérios de valoração são comuns entre os meios avaliados, portanto, pode ser verificada no **Anexo 12**.

4.2.1 Descrição e Identificação dos Impactos

Deverão ser seguidas as seguintes etapas:

- Descrição da metodologia de identificação e avaliação dos impactos e os critérios adotados para a interpretação e análise de suas alterações;
- Descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental relevante considerado no diagnóstico ambiental. Os impactos devem estar agrupados de acordo com a fase em que poderá ocorrer (instalação e operação). Cada impacto deve estar relacionado à (s) atividade(s) capaz(es) de gerá-lo.

No presente tópico é apresentada a identificação dos impactos considerando as diversas atividades associadas. Durante as fases de implantação e operação foram mapeadas atividades com potencial para causar impactos:

1. Abertura de vias e terraplanagens do terreno;
2. Manutenção de equipamentos e canteiros de obras;
3. Instalação da estrutura física da unidade;
4. Manutenção de equipamentos de produção e armazenamento de insumos e produtos;
5. Processo produtivo;
6. Circulação de veículos.

Os aspectos ambientais são entendidos por quaisquer elementos das atividades sobre as quais o empreendedor tenha algum controle e que interagem com o meio ambiente. Para o propósito desta Avaliação de Impacto, os aspectos coincidem com as fontes de impactos. Cada atividade pode apresentar diversos aspectos e cada aspecto resultar em certo número de efeitos ou impactos.

A **Tabela 4.2.1-1** apresenta a planilha de classificação e valoração dos impactos identificados respectivamente para os meios físico, biótico e socioeconômico, sendo detalhado a seguir a descrição e a classificação dos impactos ambientais. A descrição consiste em uma consolidação das análises e discussões efetuadas por toda a equipe multidisciplinar autora do presente estudo.

A listagem de impactos ambientais identificou ao todo seis impactos inerentes ao meio físico.

Tabela 4.2.1-1: Levantamento das atividades, aspectos e impactos ambientais previstos durante a implantação e operação da Planta de Laminação a Frio (Meio Físico).

FASE	ATIVIDADE	ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS
Implantação	Abertura de vias e terraplanagem do terreno	Supressão de vegetação e alteração da morfologia do terreno	Alterações Paisagísticas e Morfológicas
		Supressão de vegetação e cortes/aterros	Desencadeamento de Processos Erosivos
		Supressão de vegetação e compactação do solo	Redução da Capacidade de Armazenamento de Água
		Supressão de vegetação e movimentação de maquinário	Alteração da Qualidade da Água Superficial
	Manutenção de equipamentos e Canteiros de Obras	Manutenção e movimentação de maquinário	Alteração da Qualidade do Lençol Freático e dos Solos
		Manuseio de produtos para manutenção de equipamentos	Alteração da Qualidade da Água Superficial
	Instalação da estrutura física da unidade	Montagem industrial	Alterações Paisagísticas e Morfológicas
		Compactação do solo por maquinário	Desencadeamento de Processos Erosivos
		Compactação do solo por maquinário	Redução da capacidade de armazenamento de água
		Armazenamento e manuseio de insumos	Alteração da Qualidade da Água Superficial
	Abertura de vias e terraplanagens do terreno	Emissão de material particulado e emissão de gases	Alteração da Qualidade do Ar
	Circulação de veículos	Emissão de material particulado e emissão de gases	Alteração da Qualidade do Ar
Operação	Manutenção de equipamentos de produção e armazenamento de insumos e produtos	Armazenamento e manuseio de insumos e produtos químicos	Alteração da Qualidade do Lençol Freático e dos Solos
		Armazenamento e manuseio de insumos e produtos químicos	Alteração da Qualidade da Água Superficial
	Processo Produtivo	Geração de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos	Alteração da Qualidade da Água Superficial
	Processo Produtivo	Emissões Atmosféricas	Alteração da Qualidade do Ar

Neste item, apresenta-se a descrição dos impactos por meio e fatores ambientais afetados, bem como as respectivas tabelas de classificação e valoração dos impactos, associando-os aos aspectos ambientais, que também se encontram relacionados às ações do empreendimento e estas às respectivas fases de ocorrência.

Na presente avaliação de impactos ambientais foi levada em consideração os impactos advindos das atividades supracitadas. Na sequência da avaliação do impacto, apresenta-se as medidas mitigadoras sugeridas.

4.2.1.1 Impacto 01 – Alterações Paisagísticas e Morfológicas

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Abertura de vias e terraplanagem do terreno	Supressão de vegetação e alteração da morfologia do terreno
Implantação	Instalação da estrutura física da unidade	Montagem industrial

Iniciando-se pela Fase de Implantação, com a criação de novas vias de circulação e de acessos à área de implantação da nova unidade industrial e, sobretudo com o nivelamento e terraplanagem do local de instalação do empreendimento, é esperada uma alteração morfológica da área que, embora possua um relevo pouco movimentado, com topografia de relevo plano a suave ondulado, passará a ser uma área totalmente plana. Tal intervenção levará a uma alteração morfológica pouco significativa no local de implantação.

Essa alteração morfológica será pouco representativa em relação a situação atual da área, que já possui como principal característica topográfica uma condição bastante plana em grande parte de sua extensão, com a presença do pátio P1/P2 e de antigas áreas já niveladas anteriormente quando o terreno foi utilizado como apoio a implantação da usina no início da década de 1980.

Observa-se ainda que as formas topográficas a serem originadas não irão destoar da paisagem regional, formado pelas superfícies de topos aplanados dos sedimentos do Grupo Barreiras, sem a ocorrência da inversão local do relevo e sem alterações significativas da topografia.

Contribuirá para a baixa relevância dessa alteração o fato de não ser prevista a incorporação à paisagem de corpos de terra e ou de rochas, uma vez que os cortes excedentes serão aproveitados como aterro na própria área do empreendimento para a obtenção do nivelamento final.

Durante a fase de montagem industrial para a nova unidade do empreendimento, poderá ser observada uma alteração na paisagem local com a transformação de uma área atualmente desocupada e sem uso em uma área tipicamente industrial, porém integrando-se às demais áreas industriais do complexo siderúrgico da ArcelorMittal Tubarão. Tal situação levará também a uma alteração paisagística no local de implantação.

Quanto à classificação dos atributos, este impacto foi considerado **negativo** pelo fato de corresponder a alteração de uma forma do relevo original, e ainda **real**, uma vez que irá ocorrer com certeza, **direto** e **local**, por se restringir a Área de Influência Direta (ADA). As alterações paisagísticas e morfológicas a serem causadas pela implantação do empreendimento serão **irreversíveis** e **permanentes**, uma vez que o fatores ambientais atingidos (relevo e paisagem) não retornarão às suas condições anteriores.

Quanto a temporalidade será um impacto **imediato**, iniciando-se com a limpeza do terreno e a terraplanagem na área, sendo também classificado como de **fraca magnitude**, uma vez que as alterações ocorrerão em trechos restritos da paisagem e não serão extremamente diferentes da morfologia original da área, e ainda poderão ser atenuadas através das medidas mitigadoras propostas.

Avalia-se, ainda, que este impacto não deverá ter **efeito cumulativo e/ou sinérgico** em outros fatores ambientais, uma vez que a região já se trata de área industrial e com acesso restrito a funcionários da ArcelorMittal ou de seus contratados. Ao se cruzar a sensibilidade ambiental do fator "geomorfologia do terreno", classificada como de **baixa sensibilidade,** em função de já se tratar de relevo com baixa clinometria e de área já ocupada industrialmente, com a intensidade ponderada desse impacto como **média**, verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **pequeno.**

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Não	1
Magnitude	Fraca	1
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**36%**
Sensibilidade do ecossistema	**Baixa**	**-**
Grau de importância	**Pequeno**	**-**

Sugere-se as medidas mitigadoras relacionadas a seguir:

- Implantação/manutenção de gramíneas nos taludes de cortes e aterros, sobretudo nos taludes de maior extensão que delimitarão o platô de implantação da unidade;
- Implantação de árvores de maior porte, onde possível, novo empreendimento. Tal medida visa atenuar o impacto das alterações paisagísticas decorrentes da implantação da infraestrutura.

4.2.1.2 Impacto 02 – Desencadeamento de Processos Erosivos

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Abertura de vias e terraplanagem do terreno	Supressão de vegetação e cortes/aterros
Implantação	Instalação da estrutura física da unidade	Compactação do solo por maquinário

Para o empreendimento em avaliação, considerou-se que haverá possibilidade de desencadeamento de processos erosivos exclusivamente na Fase de Instalação do empreendimento, quando se prevê a realização de cortes e aterros através da terraplanagem no local previsto para a instalação da unidade. É previsto um volume de movimentação de 370.493 m³ de cortes e 364.630 m³ de aterros.

Nestes processos de intervenção no meio físico, o solo inicialmente é submetido a desagregação mecânica, com a retirada da camada superficial, e posterior nivelamento e compactação, formando um piso com condições ideais para a implantação das instalações pretendidas. Com a retirada da vegetação e a desagregação do solo, a porção do solo solta na superfície pode ser carreada por águas de escoamento superficial em caso de ocorrência de chuvas.

A disponibilização de material terroso inconsolidado à ação direta das águas pluviais, mesmo que por um curto período, representa um potencial para o carreamento de partículas sólidas para os pequenos cursos intermitentes de água no entorno do empreendimento e para a Lagoa 4, ambos a jusante do empreendimento, quando da ocorrência de chuvas mais intensas.

Tal situação com máximo aproveitando do material terroso dos cortes em aterros internos do próprio empreendimento elimina também a criação de bota-fora ou bota-espera, com taludes de aterros de maior extensão e o consequente risco de solapamento ou erosões. Observa-se também que não haverá a realização de cortes extensos e profundos nos solos, reduzindo-se os riscos de torná-los instáveis a ponto de iniciar processos erosivos.

Durante a operação da Planta, não são esperadas interferências significativas nos solos da área, o que faz com que as chances de desencadeamento de processos erosivos nessa fase de operação sejam nulas ou muito pequenas.

Quanto à classificação dos atributos, este impacto foi considerado **negativo** pelo fato de corresponder a uma alteração que poderá levar a efeitos negativos, e ainda **potencial**, uma vez que o impacto poderá nem mesmo ocorrer, a depender das medidas de controle, **direto** e **local**, por se restringir a Área de Influência Direta (ADA). O desencadeamento dos processos erosivos que pode ocorrer na área, em decorrência da implantação do empreendimento, será **reversível** e **temporário**, uma vez que serão passiveis de correção e ainda, tais processos erosivos irão se extinguir com a impermeabilização do solo na fase de operação do empreendimento.

Quanto a temporalidade será um impacto **imediato**, iniciando-se com a limpeza do terreno, a terraplanagem na área e a instalação das estruturas físicas, sendo também classificado como de **fraca magnitude**, uma vez que o relevo predominante plano a suave ondulado da área é uma atenuante para o desencadeamento das erosões, e ainda poderão ser minimizados através das medidas mitigadoras propostas.

Avalia-se, ainda, que este impacto poderá ter **efeito cumulativo** em outros fatores ambientais, mais especificamente com a qualidade dos corpos hídricos superficiais a jusante de sua ocorrência, onde os sedimentos carreados pelos processos erosivos poderão ser acumulados. O impacto foi classificado como de **baixa sensibilidade** em função do empreendimento se encontrar proposto para a porção de topo dos Tabuleiros Costeiros, onde o relevo se encontra mais plano, com baixa clinometria, e ainda do nível de base da área, representado pela Lagoa 4, se encontrar relativamente próximo ao nível do terreno sob intervenção, reduzindo a distância entre as áreas fontes de sedimentos e a área de sedimentação. Ao se cruzar essa baixa sensibilidade ambiental dos fatores "geomorfologia do terreno" e "solos" com a intensidade ponderada desse impacto classificada como **média**, verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **pequeno.**

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Temporário	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Fraca	1
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Média**	**32%**
Sensibilidade do ecossistema	**Baixa**	**-**
Grau de importância	**Pequeno**	**-**

Recomenda-se para esse impacto as medidas mitigadoras relacionadas a seguir:

- Implantação de sistema de drenagem nas estradas, canteiros de obras e áreas de bota-espera, de modo a evitar o acúmulo de águas pluviais e, por consequência, a instalação de processos erosivos;
- A movimentação de terra deverá ser precedida pela remoção, transporte e armazenamento adequado da camada fértil do solo. Caso haja necessidade de armazenamento provisório, este deverá ocorrer em local situado dentro do polígono definido para o novo empreendimento, com a adoção de todas as medidas de controle ambiental pertinentes;
- Deverá ser providenciada a rápida recuperação das áreas onde houver movimentação de terra para conformação de aterro no terreno, implantando canaletas de crista e vegetação de cobertura do solo (gramíneas), de modo a protegê-lo da ação das águas pluviais;

- Nas áreas mais críticas, em termos de terraplanagem e solos soltos, deverão ser implantados sistemas adequados para contenção, coleta e manutenção de sistema de tratamento das águas oriundas de escoamentos superficiais, carreadas com sólidos, tais como bacias de sedimentação e/ou decantação;
- Na abertura de vias de circulação temporárias evitar cortes profundos, criação de taludes artificiais e exposições excessivas do horizonte C dos solos locais, menos coesos e com maior suscetibilidade a erosão;
- A profundidade e largura das valas para assentamento das tubulações de, deverão se limitar às dimensões necessárias e estabelecidas pelo projeto de engenharia;
- Encaminhar a saída das águas da via de acesso para estruturas de dissipação de energia.

4.2.1.3 Impacto 03 – Alteração da Qualidade das Águas do Lençol Freático e dos Solos

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Manutenção de equipamentos e canteiros de obras	Manutenção e movimentação de maquinário
Operação	Manutenção de equipamentos de produção e armazenamento de insumos e produtos	Armazenamento e manuseio de insumos e produtos químicos
Operação	Processo produtivo	Geração de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos

A ocorrência ou não desse impacto irá depender de fatores ligados à infiltração e percolação de água no solo (porosidade, condutividade hidráulica, existência ou não de camadas compactadas), quantidade e intensidade de chuvas, tipo de produto ou resíduo (solubilidade em água e meia vida) disposto acidentalmente sobre o solo, quantidade de produto ou resíduo e nível do lençol freático em relação à superfície. E ainda irá depender, sobretudo, da existência de eventos acidentais que promovam a perda de produtos contaminantes sobre os solos.

Para o empreendimento em análise haverá possibilidade de contaminação das águas subterrâneas do lençol freático tanto na Fase de Instalação como na Fase de Operação, podendo tal impacto ser provocado pela infiltração e percolação de insumos e resíduos de atividades ligadas a manutenção de equipamentos durante a terraplanagem ou ao longo da montagem industrial, quando se implantará o canteiro de obras na Fase de Instalação, ou ainda relativo às atividades de manutenção na Fase de Operação, quando poderá ocorrer acidentes com produtos ou resíduos armazenados na unidade.

A infiltração e percolação de poluentes poderá ocorrer ao longo do perfil do solo, atingindo o lençol freático. No entanto, para que isto ocorra, o produto deverá estar na superfície do solo em forma disponível para ser carreado e haver água para servir de veículo de transporte dele, ou ainda, o produto já se encontrar na forma líquida.

Durante as obras civis e montagem industrial os resíduos previstos para serem gerados são compostos, entre outros, por sobras de material utilizados na construção (resíduos de construção civil, material vegetal e solo orgânico, lixo doméstico, resíduo reciclável e resíduos metálicos) e de óleos e graxas utilizados na montagem de equipamentos e manutenção de máquinas.

Resíduos de construção civil muito facilmente chegam à superfície do solo que circunda a construção e, de maneira geral, podem contaminar apenas a parte superior do solo impactado, entretanto, podem ser carreados por águas que infiltram e percolam no solo, podendo vir a atingir o lençol freático. No entanto, tais resíduos são, em geral, inertes.

Os demais resíduos acima citados serão gerados em local fechado (como é o caso óleos e graxas utilizados na montagem de equipamentos e manutenção de máquinas) ou armazenados em locais apropriados como baias identificadas e em depósitos específicos, identificados e cobertos, de forma a minimizar o contato destes com o solo. Entretanto, o aporte acidental ao solo poderá ocorrer, podendo também levar a contaminação de águas subterrâneas.

Durante a Fase de Operação, insumos e resíduos gerados no processo industrial poderão chegar à superfície do solo. Como insumos do processo industrial, citam-se os produtos oleosos, como óleo lubrificante, óleo hidráulico, graxa lubrificante, óleo combustível, além de solventes diversos, normalmente utilizados em equipamentos de grande porte.

Destacam-se, ainda, os resíduos oleosos provenientes das operações de lavagem e manutenção de peças e equipamentos e aqueles oriundos da atividade de lubrificação de motores. A infiltração de águas pluviais em áreas de solos contaminados poderá promover o transporte destes e a consequente contaminação do lençol freático.

No entanto, a ArcelorMittal Tubarão já possui instalações e procedimentos estabelecidos para o manuseio e armazenamento de coprodutos e resíduos gerados em seus diversos processos industriais, sendo que tais instalações para acondicionamento de resíduos serão utilizadas no gerenciamento dos resíduos gerados no empreendimento, bem como serão construídas instalações ambientalmente adequadas para manuseio e armazenamento de determinados resíduos, da mesma forma que os procedimentos existentes também serão aplicados aos resíduos da nova fonte geradora de resíduos. Convém salientar que o diagnóstico da hidrogeologia mostra que o lençol freático da área apresenta baixa vulnerabilidade a contaminação em função da composição argilo-arenosa dos solos não saturados acima do lençol e da profundidade do lençol.

Contribui também para praticamente eliminar a possibilidade de ocorrência desse impacto na fase de operação o fato de toda manutenção ocorrer em locais com piso impermeável, coberto, com drenos específicos e sistemas de contenção, o que praticamente impossibilita a ocorrência de contaminação de solos e águas subterrâneas, mesmo sob condição de perda acidental. Além disso, os produtos químicos de maneira geral serão armazenados em locais providos de bacias de contenção, seja no estoque, na área operacional ou previamente ao descarte.

Corresponde a um impacto **potencial**, com baixa probabilidade de ocorrência, **negativo** e **indireto** do empreendimento. De modo geral, trata-se de um impacto com prazo de ocorrência a partir de médio para **longo prazo**, com a contaminação inicial se concentrando no solo, e gradativamente se transferindo para o corpo hídrico subterrâneo.

Quanto à área de abrangência, sua classificação, considerando-se uma hipótese desfavorável poderá ser **regional**, uma vez que sob esta hipótese ocorrerá a extrapolação da área diretamente afetada do empreendimento. Avalia-se, ainda, que este impacto não deverá ter **efeito cumulativo e/ou sinérgico** em outros fatores ambientais.

Por mais intenso que este impacto possa se manifestar, deverá possuir caráter **reversível** e **temporário**, sobretudo se considerada a possibilidade de interrupção do processo que promoveu a contaminação do aquífero, havendo, neste caso, uma tendência de recuperação do lençol freático às suas condições originais, além da possibilidade de ser revertido com intervenção para recuperação de sua qualidade. Considerou-se este impacto como de **fraca** magnitude, sendo o risco de contaminação das águas freáticas também considerado baixo.

O impacto foi classificado como de **baixa sensibilidade** em função da avaliação da vulnerabilidade do aquífero no diagnóstico ambiental indicar baixa vulnerabilidade de contaminação. Ao se cruzar essa baixa sensibilidade ambiental do fator "hidrogeologia" com a intensidade ponderada desse impacto classificada como **fraca**, verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **pequeno.**

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	-
Incidência	Indireto	1
Abrangência	Regional	2
Duração	Temporário	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Longo	1
Cumulatividade e Sinergia	Não	1
Magnitude	Fraca	1
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Fraca**	**16%**
Sensibilidade do ecossistema	**Baixa**	**-**
Grau de importância	**Pequeno**	**-**

Para o impacto em questão devem ser aplicadas as medidas mitigadoras relacionadas a seguir:

- À atual rede de monitoramento do lençol freático da ArcelorMittal Tubarão deverão ser incorporados 3 novos poços de monitoramento do novo empreendimento, sendo 1 poço a montante e 2 poços a jusante, observando-se que a atual rede de monitoramento atende o estabelecido na Condicionante 34 da LO 282/2008, onde se encontram definidos os vários aspectos do monitoramento do lençol freático, a exemplo da periodicidade de amostragem, elaboração de relatórios, escopo analítico, dentre outros. A depender da sobrevivência dos atuais poços na área de instalação às obras de implantação, alguns deles poderão ser aproveitados na rede de monitoramento, e caso nenhum poço resista a obra de implantação da unidade, outros poços deverão ser instalados para incorporação à rede de monitoramento, devendo sua locação exata em campo ser definida após a instalação da unidade de forma a não conflitar com as instalações futuras;
- Proceder o gerenciamento de resíduos e efluentes industriais de forma a garantir um efetivo controle sobre, evitando-se a contaminação de solos e do lençol freático;
- Embora não se encontre prevista para ocorrer armazenamento de combustíveis no canteiro de obras, caso haja necessidade que se proceder a estocagem de combustíveis, óleos lubrificantes e quaisquer outras substâncias químicas, a mesma deverá ser realizada em locais distantes de qualquer corpo de água, e adicionalmente este armazenamento deverá contemplar bacias de contenção construídas conforme estabelecido na Norma Técnica NBR 17505 de forma a se evitar acidentes com produtos perigosos que possam vir a contaminar o ambiente terrestre durante as obras;

- O comboio móvel a ser utilizado para abastecimento com combustíveis e óleos lubrificantes das máquinas com menor mobilidade deverá ser dotado de equipamentos de segurança, bacia de contenção e coleta de resíduos em caso de acidentes, bem como seu pessoal treinado para o uso adequado;
- Caso o comboio móvel também faça qualquer manutenção das máquinas nas frentes de obras, deverá utilizar mantas oleofílicas recobrindo o solo nos locais de manutenção, devendo os óleos lubrificantes usados serem envazados e armazenados adequadamente até serem retirados da área e encaminhados para re-refino através de empresa devidamente licenciada para esta atividade;
- Para evitar que restos de combustíveis, lubrificantes e resíduos diversos gerados na obra venham contaminar o ambiente terrestre, deverão receber tratamento, reciclagem ou disposição final conforme previsto no Plano de Gerenciamento de Resíduos da empresa;
- De forma corretiva, caso venha a ocorrer um derramamento acidental de produto contaminante deverá ser procedida a limpeza imediata do solo, retirando-se o material contaminante de sua superfície;
- As áreas de armazenamento de produtos químicos, devem conter contenções com drenos e sistema de drenagem dimensionada para suportar o maior volume do tanque armazenado, mais o volume de deslocamento da base deste tanque, mais os volumes equivalentes aos deslocamentos dos demais tanques, suas bases e dos diques intermediários, conforme ABNT NBR 7505-1.

4.2.1.4 Impacto 04 – Redução da Capacidade de Armazenamento de Água

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Abertura de vias e terraplanagem do terreno	Supressão de vegetação e compactação do solo
Implantação	Instalação da estrutura física da unidade	Movimentação de maquinário

Durante a fase de instalação do empreendimento pode ocorrer redução da capacidade de armazenamento de água em corpos hídricos presentes na AID, em especial nas proximidades da ADA, em função da ocorrência potencial de processos de assoreamento desses corpos hídricos, que porventura possam receber partículas de solos advindas das áreas associadas a atividade de abertura de vias e terraplanagem do terreno. Vale destacar que a ocorrência ou não desse impacto dependerá de fatores ligados a distância das intervenções em relação aos corpos hídricos na AID, a erodibilidade dos solos e dos materiais expostos aos agentes pluvio-erosivos, à capacidade de infiltração e percolação de água no solo, quantidade e intensidade de chuvas bem como a sua erosividade.

Assim, a abertura de vias e a terraplanagem de terrenos podem causar assoreamento de corpos hídricos na AID de diversas formas, principalmente devido à remoção da vegetação e exposição do solo, facilitando a erosão e o carreamento de sedimentos para corpos hídricos locais. Essas atividades envolvem cortes e aterros, que expõem horizontes do solo que antes estavam protegidos. Além disso, a compactação do solo durante a construção pode reduzir sua capacidade de absorção de água, aumentando o escoamento superficial e o carreamento de sedimentos.

Com a remoção da vegetação e a compactação do solo, as chuvas passam a ter um impacto maior sobre a superfície, removendo partículas de solo (sedimentos) e as transportando para os corpos d'água mais próximos. Esse acúmulo reduz a profundidade dos corpos d'água, alterando seus leitos e podendo causar inundações em áreas próximas. Entretanto, vale ressaltar as consideráveis distâncias da ADA em relação aos corpos hídricos presentes na AID, bem como a presença de vegetação de porte arbóreo recobrindo boa parte do terreno entre a ADA e tais corpos hídricos, principalmente a lagoa 05, sendo a lagoa mais próxima a implantação do empreendimento.

Desta forma, este impacto foi avaliado como **negativo**, **potencial** e com incidência **direta**. Em caso de perda de profundidade de corpos hídricos, os efeitos poderão ter duração **temporário**. Sua temporalidade é de **imediato**, dado a ocorrência ao início da instalação, e seu grau de reversibilidade é **reversível**, pois o fator ambiental retornará à sua condição anterior, tendendo tal impacto se dispersar com o tempo devido ao recobrimento/cobertura do terreno da ADA ao final da fase de instalação do empreendimento, associadas às medidas mitigadoras. Avalia-se, ainda, que este impacto poderá ter **efeito cumulativo e sinérgico** na profundidade dos corpos hídricos com o impacto de alteração da qualidade da água, qualidade de sedimentos e na biota aquática.

Caso ocorra, a previsão é que este impacto fique restrito a área da lagoa 05 e em cursos d'água no entorno imediato da ADA e, portanto, área indiretamente afetada, o que caracteriza a abrangência desse impacto como **local**. A magnitude do impacto é **fraca** tendo em vista que é baixa a possibilidade de transporte de grandes quantidades de sedimentos diretamente ou indiretamente para os corpos hídricos da AID. Ao cruzar a sensibilidade ambiental do fator "corpos hídricos na AID", classificada como notadamente **baixa** (por estarem consideravelmente distantes da ADA e comumente associados a presença de vegetação em seu entorno), com a intensidade ponderada como **média** desse impacto, verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **pequeno**.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Temporário	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Fraca	1
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Média**	**32%**
Sensibilidade do ecossistema	**Baixa**	**-**
Grau de importância	**Pequeno**	**-**

Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- Implantar mecanismo (barreiras físicas) e ações de prevenção e contenção do escoamento pluvial direta ou indiretamente para os corpos hídricos presentes no entorno da ADA, mitigando a ação pluvio-erosiva e eólica sobre partículas de solos desagregadas ou expostas durante a fase de instalação do empreendimento;
- Manter ao máximo possível a presença de cobertura vegetal no entorno dos corpos hídricos da AID, em especial no situadas nas proximidades da ADA.

4.2.1.5 Impacto 05 – Alteração da Qualidade da Água Superficial

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Abertura de vias e terraplanagem do terreno	Supressão de vegetação e movimentação de maquinário
Implantação	Manutenção de equipamentos e Canteiros de Obras	Manuseio de produtos para manutenção de equipamentos
Implantação	Instalação da estrutura física da unidade	Armazenamento e manuseio de insumos
Operação	Manutenção de equipamentos de produção e armazenamento de insumos e produtos	Armazenamento e manuseio de produtos químicos
Operação	Processo Produtivo	Geração de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos

Durante as fases de instalação e operação do empreendimento podem ocorrer alterações na qualidade da água dos corpos hídricos presentes na AID, em específico, as lagoas e cursos d'água nas proximidades da ADA, que porventura possam receber diretamente ou indiretamente descargas hídricas advindas das áreas de implantação e operação do empreendimento, em especial em corpos hídricos situados a jusante da área do empreendimento.

Tanto a abertura de vias e a terraplenagem, como a atividade de manutenção de equipamentos no canteiro de obras podem causar alterações na qualidade da água superficial de corpos hídricos através do aumento do carreamento de sedimentos e poluentes, alteração do fluxo hídrico e da infiltração, e potencialmente introduzindo contaminantes no solo e água.

A remoção da vegetação e o movimento de terra durante a terraplenagem expõem o solo à erosão, aumentando a quantidade de sedimentos que são levados para os corpos d'água pela chuva e escoamento superficial. Isso pode causar turbidez na água, reduzir a penetração da luz, prejudicando a vida aquática, e depositar sedimentos em leitos de rios e lagos, alterando seus habitats.

A terraplenagem pode alterar o padrão natural de drenagem da água, afetando o fluxo de rios e córregos, e a infiltração de água no solo. A compactação do solo durante a terraplenagem pode reduzir a infiltração, aumentando o escoamento superficial e o risco de enchentes. Além disso, a construção de estradas e outras infraestruturas pode alterar o curso natural da água, direcionando o fluxo para áreas onde antes não havia. Também pode expor materiais contaminados no solo, como metais pesados ou substâncias químicas, que podem ser lixiviados pela água da chuva e contaminar corpos d'água próximos. Além disso, o controle insuficiente do escoamento superficial e o descarte inadequado de resíduos durante a construção podem levar à poluição da água, alterando assim os padrões adequados estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para enquadramento e usos múltiplos das águas superficiais.

Já durante a fase de operação, as atividades de manutenção de equipamentos de produção e o armazenamento de insumos e produtos, também podem ocasionar potenciais alterações na qualidade da água superficial, caso não sejam tomadas a medidas necessárias para se evitar potencial contaminação das águas pluviais (drenagem pluvial da área do empreendimento e seu entorno) durante o manuseio de insumos e produtos químicos. O uso e armazenamento inadequado de insumos e produtos químicos industriais podem ocasionar a contaminação de águas superficiais, impactando de modo negativo o meio ambiente, com destaque a alteração na qualidade da água de corpos hídrico superficiais e na vida aquática (biota), caso alcancem os corpos hídricos diretamente e/ou lençol freático que alimenta os mesmos (indiretamente).

Tais atividades, dentro de certas circunstâncias, podem ocasionalmente liberar substâncias químicas para a rede de drenagem pluvial do empreendimento, que indiretamente pode contaminar corpos d'água localizados na AID, poluindo-os e tornando-os inadequados para consumo, conforme critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

Porém, caber destacar que conforme já indicado no diagnóstico da qualidade da água superficial do diagnóstico ambiental, os corpos hídricos ora monitorados já apresentam suas águas alteradas quanto aos aspectos físico-químicos e microbiológicos em função do lançamento de efluentes domésticos não tratados, advindos das ocupações urbanas situadas no entorno da AMT (ECONSERVATION, 2025). Ademais, como atenuante desse impacto, ressalta-se as consideráveis distâncias da ADA em relação aos corpos hídricos presentes na AID, bem como a presença de vegetação de porte arbóreo recobrindo boa parte do terreno entre a ADA.

Já o efluente industrial tratado e o efluente pluvial gerado na área do empreendimento, será lançado no mar, através do canal de retorno de água do mar existente, em conformidade com a Resolução CONAMA 430/11.

Desta forma, este impacto foi avaliado como **negativo**, **real** e com incidência **direta**. Como o impacto apresentará seus efeitos durante todo o período de operação do empreendimento, os efeitos poderão ter duração **permanente**. Sua temporalidade é de **imediato**, dado a ocorrência ao início da operação, e seu grau de reversibilidade é **reversível**, pois o fator ambiental poderá retornar à sua condição anterior, tendendo tal impacto se dispersar com o tempo.

Avalia-se, ainda, que este impacto poderá ter **efeito cumulativo e sinérgico** na qualidade dos sedimentos e biota aquática. A previsão é que este impacto ultrapasse a AID do empreendimento, o que caracteriza a abrangência desse impacto como **regional**. A magnitude do impacto é **fraca** tendo em vista que a capacidade do corpo hídrico realizar a diluição é alta. Ao cruzar a sensibilidade ambiental do fator "corpos hídricos na AID", classificada como notadamente **baixa**, com a intensidade ponderada como **média** desse impacto, verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **pequeno**.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Regional	2
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Fraca	1
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**50%**
Sensibilidade do ecossistema	**Baixa**	**-**
Grau de importância	**Pequeno**	**-**

Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- Implantar mecanismo (barreiras físicas) e ações de prevenção e contenção do escoamento pluvial direta ou indiretamente para os corpos hídricos presentes no entorno da ADA, durante as obras de implantação do empreendimento;
- Implantar sistema de drenagem pluvial da área do empreendimento, levando-se em conta o não direcionamento das águas pluviais diretamente para corpos hídricos na AID do empreendimento;
- Manter ao máximo possível a presença de cobertura vegetal no entorno dos corpos hídricos da AID, em especial às situadas nas proximidades da ADA;
- Implantar e manter sistemas de controle e mitigação de potencial contaminação da drenagem pluvial da área do empreendimento, em especial em áreas de manutenção de máquinas e equipamentos, bem como de manipulação de produtos químicos e insumos, como baias de armazenagem e de manutenção impermeabilizadas, contendo sistema de coleta e separação de água e óleo;
- Proceder o gerenciamento de resíduos e efluentes industriais de forma a garantir um efetivo controle, evitando-se a contaminação de solos e do lençol freático;
- As áreas de armazenamento de produtos químicos, devem conter contenções com drenos e sistema de drenagem dimensionada para suportar o maior volume do tanque armazenado, mais o volume de deslocamento da base deste tanque, mais os volumes equivalentes aos deslocamentos dos demais tanques, suas bases e dos diques intermediários, conforme ABNT NBR 7505-1;
- Atendimento ao Programa de Monitoramento dos Efluentes.

4.2.1.6 *Impacto 06 – Alteração da Qualidade do Ar*

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Abertura de vias, terraplanagem do terreno, Transporte de material particulado	Aumento de particulado em suspenção e depositado
Implantação	Circulação de veículos	Emissão de material particulado e emissão de gases
Operação	Decapagem	Emissão de material particulado e Emissão de gases (HCl)
Operação	Forno de Recozimento	Emissão de material particulado e gases (Dióxido de Nitrogênio, Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono)
Operação	Trem de Laminação	Emissão de Substâncias Gasosas Orgânicas expressas como Carbono Total (HCT)

Na fase de **implantação** do empreendimento, com a execução de atividades como a abertura de novas vias de circulação e acessos, além de escavação, nivelamento e terraplanagem da área destinada à instalação, é esperada uma significativa alteração morfológica do terreno, com intensa movimentação de solo. Tais ações favorecem o desprendimento das partículas mais finas do solo, que, somadas à ação dos ventos, podem ser dispersas no ambiente sob a forma de material particulado (MP). Esses aspectos podem causar diversos impactos, a saber: problemas respiratórios em trabalhadores, comunidades do entorno e fauna local; carreamento de partículas para as vias, afetando a visibilidade e a trafegabilidade de veículos, com potencial aumento de riscos de acidentes; deposição do particulado em áreas urbanas próximas, resultando em acúmulo de sujeira em residências, estabelecimentos comerciais e infraestrutura urbana em geral.

Já as emissões de gases nessa fase de implantação estão relacionadas aos motores de veículos a combustão, tratores, retroescavadeiras, ônibus para transporte de pessoal e insumos, veículos de pequeno e grande porte. Gases como gás carbônico, monóxido de carbono e compostos orgânicos voláteis contribuem para piora da qualidade do ar e saúde da população especialmente em áreas mais sensíveis como zonas urbanas próximas, e impactar negativamente o meio ambiente, por meio de efeitos cumulativos com outras fontes emissores da região.

Esses impactos são geralmente de curta duração e baixa magnitude, mas exigem monitoramento adequado e medidas de controle, como a manutenção preventiva dos veículos e equipamentos, o uso de combustíveis de melhor qualidade.

Importante ressaltar que durante a implantação a adicionalidade no quantitativo de veículos operando temporariamente nessas áreas de influência, conforme visto no estudo de tráfego, será inferior a 4%. Dessa forma, não se espera que as emissões gasosas oriundas da frota adicional resultem em alterações significativas nos parâmetros mensuráveis da qualidade do ar, tendo em vista a baixa representatividade desse acréscimo frente à condição de fundo já existente.

No que se refere ao transporte de material particulado por caminhões, existe o risco de emissão de poeira proveniente do escape ou vazamento de materiais transportados, principalmente durante o carregamento, deslocamento e descarregamento de cargas a granel ou solos expostos. Esse tipo de emissão pode ser intensificado por vias não pavimentadas ou em más condições, além da velocidade excessiva dos veículos

Assim, quanto à classificação do impacto, este foi considerado **negativo**, e ainda **real**, uma vez que irá ocorrer tão logo sejam iniciadas as atividades de implantação, **direto** e **local**. As alterações na qualidade do ar são **temporárias** e reversíveis, uma vez que os aspectos ambientais serão cessados quando da finalização das obras.

Já durante a fase de **operação**, prevê-se a emissão de particulado e gases poluentes durante o processo produtivo.

Durante a etapa de **decapagem,** ocorrerá a dispersão de material particulado o que caracteriza um impacto negativo tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente. A geração desses particulados pode causar desde desconfortos respiratórios até doenças mais graves no aparelho respiratório. Entretanto, para minimizar as emissões de material particulado geradas durante o processo de decapagem, é utilizado um sistema de controle por filtro de mangas, que realiza a captação eficiente do material particulado. O pó retido é então armazenado em big bags e destinado à comercialização por empresas que promovem o reaproveitamento desse resíduo, conferindo ao processo um caráter de sustentabilidade e economia circular.

Além da dispersão de material particulado, o processo de decapagem também envolve a emissão de gases ácidos, principalmente contendo ácido clorídrico (HCl). Esses compostos, ao serem liberados para a atmosfera, podem ser transportados e dispersos pelo ar, vindo a se depositar no solo ou nos corpos d'água por meio de processos de precipitação atmosférica, fenômeno conhecido como chuva ácida. Tais emissões exigem controle rigoroso, por meio de sistemas de tratamento de gases de forma a minimizar o risco de dispersão atmosférica desses poluentes e seus efeitos secundários no meio ambiente.

Para mitigar os impactos ambientais do processo de decapagem, o vapor ácido gerado é inicialmente direcionado para uma torre de absorção, onde é absorvido por água e convertido em ácido regenerado. Esse ácido é então reutilizado no próprio processo, promovendo a recirculação de insumos e a redução do consumo de matéria-prima. Os gases remanescentes, contendo vapor de água e traços de ácido clorídrico (HCl), são exauridos pela parte superior da coluna e encaminhados a um sistema de descarga equipado com lavador de gases, cuja função é realizar a remoção adicional do HCl residual. Visando a gestão e o controle dessa substância será realizado monitoramento conforme previsto no Capítulo 4.3, Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas.

Já durante a laminação a frio as altas forças de compressão e tensão provocam grande atrito gerando calor e sendo necessária a utilização de emulsão (óleo + água) para resfriamento dos cilindros e redução das forças de atrito. Nesse momento são geradas Substâncias Gasosas Orgânicas expressas como Carbono Total, aqui descrita como HCT. Como resultado é gerada uma pequena porção da solução vaporizada de água + óleo que são succionados e captados na parte superior das cadeiras e tratados na unidade de “separador de gotas” anexa ao Laminador. Os vapores gerados durante a laminação, originados do uso da emulsão, são coletados através de coifas e dutos instalados no laminador e captados através de exaustores. Seu tratamento é realizado através de filtros coalescentes que separam as gotículas do fluxo captado. A separação da névoa/gotículas ocorre através da filtragem mecânica. As gotículas menores se transformam em gotas maiores dentro do meio filtrante, que fluem para baixo devido à gravidade e pingam. O líquido coletado na

parte inferior da carcaça do filtro retorna para o sistema de bombeamento de emulsão e é incorporado ao fluxo de emulsão recirculante.

Para o processo de **recozimento** utiliza-se como combustível o gás natural que apesar de sua queima ser mais eficiente e com menor geração de resíduos, a combustão do gás natural é responsáveis pela emissão do dióxido de enxofre (SO2), dióxido de nitrogênio (NO2), monóxido de carbono (CO), PM, PM10, PM2,5. A presença desses poluentes na atmosfera pode comprometer a qualidade do ar, afetando a saúde humana, e da biota, com destaque para doenças respiratórias e cardiovasculares e contribuindo para geração de impactos ambientais, como chuva ácida, formação de ozônio troposférico e intensificação do efeito estufa. No entanto é esperado que as concentrações dessas emissões sejam baixas em virtude da adoção de sistema de controle de combustão que visa a queima completa dos gases combustíveis e uso do gás natural. Conforme apresentado no estudo de modelagem das emissões atmosféricas, no cenário 1, que contempla apenas as emissões da unidade de LTF, observou-se que as concentrações dos poluentes são pouco significativas para as médias anuais de emissão, estando bem abaixo dos padrões de qualidade do conforme do Decreto Estadual nº 6.076-R/25 e da CONAMA 506/2024.

Quanto à classificação dos aspectos relacionados à atividade do processo produtivo, o impacto sobre a qualidade do ar foi considerado **negativo**, uma vez que implica na liberação de poluentes atmosféricos. Trata-se de um impacto **real**, pois ocorrerá com certeza durante o funcionamento do empreendimento; **direto**, já que decorre diretamente das emissões geradas pelas operações; e **local**, por estar restrito à **Área Diretamente Afetada (ADA)** e à **Área de Influência Direta (AID)**. As alterações na qualidade do ar são classificadas como **reversíveis**, visto que os fatores ambientais impactados possuem capacidade de retornar às condições de baseline (condição original) após a desativação ou encerramento das atividades do empreendimento. No entanto, o impacto é considerado **permanente** ao longo da operação, pois estará presente durante todo o período de funcionamento do empreendimento. Quanto à **temporalidade**, trata-se de um impacto **imediato**, com início previsto a partir da entrada em operação do empreendimento. Sua **magnitude** é considerada **fraca**, tendo em vista que as concentrações modeladas das emissões estimadas para os parâmetros avaliados permanecem bem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente, conforme demonstrado no **estudo de dispersão atmosférica** apresentado. Ressalta-se, ainda, que o impacto possui **efeito cumulativo e/ou sinérgico**, pois a região avaliada está inserida em uma **zona industrial**, onde atuam outras unidades operacionais do **complexo de Tubarão**, as quais também são fontes de emissão atmosférica. Embora essas plantas disponham de **sistemas de controle de emissões em operação contínua**, a presença simultânea de múltiplas fontes na área pode intensificar os efeitos sobre a qualidade do ar, sobretudo em situações meteorológicas desfavoráveis à dispersão.

Ao se considerar a **sensibilidade ambiental** da área, esta é classificada como **média**, tendo em vista que o principal receptor potencialmente afetado é a **população residente nas áreas de influência direta e indireta**. Trata-se de uma população que já se encontra exposta a influências de outras fontes emissoras, provenientes de empreendimentos industriais existentes na região.

O impacto avaliado apresenta **baixa magnitude**, pois não são esperadas oscilações significativas nas emissões ao longo do tempo. Isso se deve, em parte, ao fato de o processo produtivo proposto contemplar o **reaproveitamento de mais de 92% das substâncias utilizadas**, e os sistemas de controle, o que contribui para a minimização da carga poluente lançada na atmosfera.

Com base nas ponderações descritas e na avaliação do maior impacto ocorrer na fase de operação, cuja intensidade é então classificada como **média**, conclui-se que, considerando todos os aspectos apresentados, o impacto possui um **grau de importância médio**.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Fraca	1
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**45%**
Sensibilidade do ecossistema	**Médio**	**-**
Grau de importância	**Médio**	**-**

Sugere-se as medidas mitigadoras relacionadas a seguir:

- Proteção das caçambas por meio do uso de lonas para impedir a dispersão do material particulado durante as atividades na fase de instalação;
- Umectação das vias durante a fase de implantação do projeto;
- Umectação ou uso de polímeros nas pilhas de material estéril armazenado de forma temporária nos pátios;
- Manutenção periódica dos veículos de transporte de materiais e de obra;
- Manutenção do cinturão verde próximo e ao redor do empreendimento e avaliação do incremento do cinturão, caso necessário, com realização de plantios para adensamento florestal;
- Para emissão de poluentes gerados durante a operação, considerar a implantação dos sistemas de tratamento de emissões e as operações realizadas dentro de Galpões fechados;
- Manutenção periódica dos sistemas de controle de emissões atmosféricas;
- Monitoramento dos gases nas chaminés.

Executar o Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas – conforme critérios previstos na Instrução Normativa IEMA N.º 14/2020.

4.2.2 Matriz de Valoração dos Impactos

A matriz de valoração dos impactos é apresentada na planilha constante no **Anexo 12** – Matriz de Valoração de Impactos, onde foi estabelecido o grau de importância de cada impacto.

Resumidamente, foram identificados 06 impactos para o meio físico sendo que 5 foram considerados de grau de importância pequeno e 01 de grau médio.

4.3 PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO PARA MEIO FÍSICO

Neste capítulo serão apresentados os programas e projetos pertinentes ao meio físico, como se segue:

PLANO, PROJETOS E PROGRAMAS	INSTALAÇÃO	OPERAÇÃO
1. Programa de Gerenciamento de Efluentes	-	x
2. Programa de Monitoramento de Ruídos	x	x
3. Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas		x
4. Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas na Área industrial da ArcelorMittal Tubarão		x
5. Programa de Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão. Em execução para atendimento à **Condicionante nº 11, item a, da Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008**	x	x
6. Programa Monitoramento Biológico: Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão: Em execução para atendimento à **Condicionante Ambiental Nº 13, item b Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008**	x	x

4.3.1 Programa de Gerenciamento de Efluentes Líquidos (PGEL)

4.3.1.1 Introdução

Em virtude da geração de efluentes sanitários e águas residuais do processo produtivo, faz-se necessário a implementação de um Programa de Gerenciamento de Efluentes Líquidos (PGEL), visando garantir adequada gestão dos efluentes e atendimento aos padrões de lançamento estabelecidos pelas legislações de referência, bem como evitar possíveis alterações na qualidade dos corpos hídricos objeto de lançamento destes efluentes após tratamento.

O PGEL é uma importante ferramenta de gestão e controle ambiental, possibilitando a tomada de decisão no que tange a medidas preventivas e corretivas, quando aplicáveis, para os impactos previstos decorrentes das ações do empreendimento.

Extrai-se da caracterização do empreendimento que o tratamento de efluentes será composto por 3 fases, sendo: i) Tratamento Primário – Efluente Industrial; II) Tratamento Secundário – Efluente Sanitário + Efluente Industrial Pré-Tratado e; III) Unidade de Desinfecção.
Assim, este programa leva em consideração as características dos efluentes gerados a partir do processo industrial bem como do efluente sanitário.

4.3.1.2 Objetivos

4.3.1.2.1 Objetivo Geral

O PGEL tem como objetivo geral minimizar os impactos relacionados ao lançamento de efluentes no corpo receptor adjacente ao empreendimento por meio da avaliação da eficiência dos tratamentos previstos.

4.3.1.2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste programa:

1. Caracterizar a qualidade dos efluentes após tratamento quanto aos parâmetros de interesse confrontando-os com os valores de referência estabelecidos pela legislação vigente;
2. Subsidiar a definição de medidas mitigadoras, com sugestões técnicas e medidas corretivas, caso sejam identificados potenciais concentrações de substâncias químicas em desconformidade.

4.3.1.3 Público-Alvo

Este programa tem como público interessado:

- A população local;
- O Órgão Ambiental licenciador, sendo este o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA);
- O empreendedor.

4.3.1.4 Metas e Indicadores

O PGEL deve assegurar o atendimento das seguintes metas, a saber:

- Realizar análises físico-químicas do efluente tratado e comparar com os padrões de lançamento definidos pela resolução Conama 430/2011 (quando aplicável);
- Garantir que 100% do lodo seja destinado em conformidade com a legislação vigente;

Os indicadores para atendimento das metas relacionadas acima, são apresentadas a seguir:

- % de conformidade das análises comparadas aos parâmetros analisados conforme Resolução Conama 430/2011;
- % de destinação de lodo em conformidade legal.

4.3.1.5 Metodologia

Deverá ser realizada amostragem, análises de parâmetros *in situ* e análises laboratoriais do efluente final tratado, com periodicidade mensal. O efluente tratado deverá ser coletado no ponto de saída do sistema de tratamento, após a unidade de desinfecção de forma a obter a caracterização do efluente final, antes do lançamento ao corpo receptor ou seu reuso.
Apresenta-se a seguir o detalhamento da metodologia prevista para amostragem e análises que deverão ser realizadas.

4.3.1.5.1 Amostragem

A coleta será realizada diretamente na saída do efluente tratado. No momento da coleta, serão utilizadas frascarias próprias para análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos que serão fornecidas pelo laboratório de análises.

No momento da coleta, os parâmetros *in situ* deverão ser aferidos por meio de sonda multiparâmetro portátil devidamente calibrada.

Após a realização das coletas de campo, as amostras serão armazenadas em caixas com gelo, resfriadas e mantidas em temperatura de 4º C e encaminhadas para os laboratórios acreditados ISO 17.025.

4.3.1.5.2 Parâmetros Analisados

A definição dos parâmetros indicados no programa de monitoramento considerou a caracterização do empreendimento, de onde extrai-se que a planta irá gerar os seguintes efluentes industriais:

i) Efluente de Água Oleosa;
ii) Efluente com residual fraco de ácido;
iii) Efluente com particulado metálico;
iv) Efluente com cromo;
v) Efluente concentrado de água alcalina e efluente diluído com água alcalina.

Além do efluente industrial, os efluentes sanitários gerados serão tratados na 2ª etapa do tratamento, juntamente com o polimento do efluente industrial tratado.
Com base nas características dos efluentes gerados, os parâmetros previstos no presente programa de monitoramento são indicados a seguir. Os ensaios dos parâmetros físico-químicos e biológicos deverão ser por laboratórios acreditados pelo INMETRO conforme ISO 17025.

Tabela 4.3.1.5.2-1: Parâmetros *in situ* que deverão ser avaliados no efluente bruto e efluente tratado e limites que serão comparados conforme Resolução CONAMA nº 430/2011.

PARÂMETROS	MÉTODOS	RESOLUÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430/2011.
Temperatura	Sonda multiparâmetro	0,01° C	< 40°C
pH		0,01	5 a 9

Além dos parâmetros *in situ*, está prevista a análise de parâmetros associados às características dos processos de produção e efluentes sanitários conforme a seguir.

Tabela 4.3.1.5.2-2: Parâmetros de análises laboratoriais que deverão ser avaliados no efluente bruto e efluente tratado e limites que serão comparados conforme Resolução CONAMA nº 430/2011. (Continua)

PARÂMETROS	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430/2011.	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO[1]	MÉTODO DE ANÁLISE[2]
Materiais sedimentáveis	<1 mL/L	0,1 mL/L	SMWW, 24ª Edição, Método 2540F
Óleos minerais	< 20 mg/L	5 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 5520 F
Materiais flutuantes	Ausentes	N/A (Análise Visual)	SMWW, 24ª Edição, Método 2110
DBO	--	1 mg/L	SMWW 5210 B
DQO	--	10 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Métodos 5220 B, 5220 C, 5220 D
Escherichia coli (E. Coli)	--	NA	SMWW 9221 B e C
Coliformes termotolerantes	--	NA	SMWW 9221 B e C
Cádmio total	0,2 mg/L Cd	0,0005 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994
Chumbo total	0,5 mg/L Pb	0,0002 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994
Cianeto total	1,0 mg/L CN	0,001 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 4500CN-E e I
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN	0,001 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 4500CN-E e I
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu	0,005 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994 ou EPA 6010B:1996
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6	0,01 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 3500-Cr B
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3	0,01 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 3500-Cr B
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe	0,005 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994 ou EPA 6010B:1996
Fluoreto total	10,0 mg/L F	0,1 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 4500 F- D ou 4500 F- C
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn	0,001 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg	0,00009 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994
Níquel total	2,0 mg/L Ni	0,001 mg/L	EPA 6020B:2014 / EPA 200.8:1994
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N	0,01 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 4500 NH3 F
Zinco total	5,0 mg/L Zn	0,01 mg/L	EPA 6010B:1996
Benzeno	1,2 mg/L	0,028 µg/L	EPA 8260D:2018 / Preparo: EPA 5021A:2014
Etilbenzeno	0,84 mg/L	0,028 µg/L	EPA 8260D:2018 / Preparo: EPA 5021A:2014
fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C6H5OH	0,001 mg/L	SMWW, 24ª Edição, Método 5530C
Tolueno	1,2 mg/L	0,028 µg/L	EPA 8260D:2018 / Preparo: EPA 5021A:2014
Xileno	1,6 mg/L	0,084 µg/L	EPA 8260D:2018 / Preparo: EPA 5021A:2014

[1] Os limites de quantificação informados são referências e não obrigatórios, contudo, os LQs (quando aplicáveis) deverão ser inferior aos limites indicados da resolução Conama 430/2011.
[2] Os métodos indicados são referências e poderão ser alterados desde que sejam realizados por métodos acreditados conforme NBR ISO 17025.

Após o ciclo de 1 ano de operação, os parâmetros poderão ser revisados com base nos resultados apresentados, notadamente visando a exclusão de parâmetros que corriqueiramente apresentem valores abaixo no limite de detecção.

4.3.1.6 Recursos Estimados

Para a implantação deste Programa, serão previstos os seguintes materiais e equipamentos:

- Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como botas, capacete de segurança, óculos de proteção e luvas;
- Sonda multiparamétrica;
- Frascarias;
- Planilhas de campo;
- Material para preservação das amostras coletadas.

4.3.1.7 Avaliação/Monitoramento

Os produtos a serem gerados visando a avaliação e monitoramento são:

- Relatórios técnicos: elaborados anualmente, contendo descrição das atividades realizadas, indicadores alcançados, análise crítica dos resultados, recomendações e planos de ajuste, caso necessário. Discussão dos resultados alcançados com base nas metas estabelecidas;
- Banco de dados: manutenção de um banco de dados atualizado com todas as informações das campanhas, permitindo o acompanhamento histórico do PGEL e sua consulta.

4.3.1.8 Cronograma

A implantação do programa de monitoramento em tela deverá iniciar-se quando do início da fase de operação do empreendimento, sendo recomendada a realização de monitoramentos com periodicidade mensal.

Sugere-se ainda que os relatórios sejam apresentados anualmente ao órgão ambiental, compilando resultados de 12 (doze) campanhas, em até 90 (noventa) dias após a última campanha de monitoramento do período. O cronograma proposto é apresentado na **Tabela 4.3.1.8-1**.

Tabela 4.3.1.8-1: Cronograma de execução do PGEL.

MARCO	MÊS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Campanha de amostragem	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Análises laboratoriais		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Elaboração do relatório técnico													X		
Protocolo do relatório no órgão ambiental															X

Nota: Os meses subsequentes seguirão as diretrizes apresentadas no cronograma acima.

4.3.1.9 Responsáveis pela Implementação do Programa

A responsabilidade pela implementação do programa de gestão ambiental será da Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ArcelorMittal Tubarão.

4.3.1.10 Duração

O PGEL deve permanecer atuante durante toda a operação do empreendimento.

4.3.1.11 Interrelação com outros programas

Esse programa deve interagir com os seguintes programas:

- Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos, uma vez que avalia a interrelação do impacto do efluente no corpo receptor;
- Programa de Gerenciamento de Resíduos, pois os resíduos gerados pelo tratamento (como o lodo) podem concentrar contaminantes que afetam disposição final;
- Programa de Comunicação Social, viando a transparência e gestão de reclamações/denúncia.

4.3.2 Programa de Monitoramento de Ruídos

4.3.2.1 Introdução

A fim de ratificar as análises apresentadas no diagnóstico e modelagem de ruído para o novo empreendimento e garantir a manutenção dos níveis adequados de conforto sonoro, mesmo considerando que a análise dos mapas acústicos, especialmente o mapa de operação do novo empreendimento e mapa de conflito não tenham apresentado resultados acima dos limites ambientais, é proposto o monitoramento de ruído nas principais áreas susceptíveis a recepção do ruído (AID).

O empreendimento já conta com um conjunto de medidas de controle de ruídos prevista para serem aplicadas tanto na fase de implantação, quanto na fase de operação, a saber:

- Manutenção preventiva;
- Manutenção de barreiras vegetais em seu entorno;
- Redução de velocidade, planejamento de rotas;
- Estaca-hélice, que possui baixa emissão de ruídos e vibrações;
- Pavimentação de acessos;
- Montagem e operação de equipamentos dentro de galpões;
- Escolha da área do empreendimento mantendo um distanciamento entre as principais fontes de ruído e os receptores críticos no entorno, que são da ordem de 400 metros em direção norte e 500 metros em direção oeste (comunidades);
- O posicionamento dos principais galpões industriais, preferencialmente, localizados na porção central e sul do terreno, funcionando também como barreiras físicas para outras fontes sonoras relevantes, como a Torre de Resfriamento e o Galpão da URA;
- Enclausuramento do laminador.

4.3.2.2 Objetivos

4.3.2.2.1 Objetivo Geral

O presente Programa de Monitoramento de Ruído tem por objetivo acompanhar o nível de ruído em áreas adjacentes ao empreendimento, a fim de acompanhar o conforto acústico da população potencialmente afetada pelas atividades de implantação e operação do empreendimento.

4.3.2.2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste programa:

- Monitorar os níveis de ruído em comunidades próximas ao limite da propriedade do empreendimento, durante os períodos diurno e noturno;
- Comparar os resultados obtidos com base nas legislações de referência, visando avaliar a conformidade;
- Fornecer subsídios para tomada de decisão de ações de intervenção, caso necessárias.

4.3.2.3 Público-Alvo

O público-alvo deste programa inclui: empresas e empregados terceirizados, comunidades da área de influência, empreendedor e o órgão ambiental.

4.3.2.4 Metas e Indicadores

O Programa de Monitoramento de Ruído deve assegurar o atendimento das seguintes metas:

- Avaliar o nível de conforto sonoro considerando os limites ambientais descritos na NBR 10.151/2019 em comunidades circunvizinhas delimitadas na AID do empreendimento em 100% das campanhas durante as etapas de implantação e operação do empreendimento;
- Indicar os níveis de atenuação sonora quando necessários para assegurar os limites ambientais descritos na NBR 10.151:2019 para as comunidades circunvizinhas delimitadas na AID do empreendimento em 100% das campanhas durante as etapas de implantação e operação do empreendimento.

Para escolha dos indicadores o programa deverá prever minimamente:

- Descritor *L*Aeq, T, poderá ser monitorado trimestralmente para toda a fase de implantação do empreendimento e anual no primeiro ano de operação, em cada ponto de monitoramento;
- Indicar o descritor LAFmax, trimestralmente, para toda a fase de implantação e anual no primeiro ano de operação; indicar o percentual de pontos que atendem aos limites da NBR 10151/2019;
- Nº de Ocorrências/Reclamações da Comunidade mensalmente.
- Após o primeiro ano de operação, o monitoramento poderá ser realizado somente em caso de alterações de processo.

4.3.2.5 Metodologia

O levantamento dos níveis de ruído será realizado de acordo com a Norma NBR 10.151:2019 Versão Corrigida: 2020 (ABNT, 2020), com a utilização de sonômetro devidamente calibrado segundo ABNT NBR 17.025.

Todas as medições deverão ser realizadas a 1,2 m do solo e pelo menos 2,0 m afastados de quaisquer superfícies refletoras, não devendo ser realizadas caso existam interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza (trovões, chuvas fortes, entre outros).

O tempo de medição em cada ponto deverá ser suficiente para caracterizar a fonte de interesse e suas variações temporais no ambiente. Em geral, períodos de 10 minutos são adequados para representar o objeto de estudo. Entretanto, em situações com interferências ou quando tal período se mostrar insuficiente, recomenda-se a realização de medições com duração maior. O tempo de integração sugerido é de 1 segundo.

Quanto aos períodos de monitoramento, considerando que na fase de implantação as obras estão previstas para ocorrer apenas em horário comercial, sugere-se que o monitoramento contemple medições em períodos diurnos e realizados preferencialmente no mesmo dia. Já para a fase de operação, recomenda-se a realização dos monitoramentos tanto em períodos diurnos quanto noturnos.

As medições deverão ser representativas junto às localidades de maior sensibilidade, visando obter resultados representativos ao dia a dia de operação do empreendimento e os possíveis efeitos das emissões sonoras das obras sobre os receptores potencialmente críticos mais próximos. Todas as medições realizadas em ambientes externos devem ser efetuadas com o protetor de vento devidamente acoplado ao microfone, a fim de minimizar interferências nas leituras causadas por correntes de ar.

As medições deverão seguir o Método Detalhado, conforme Capítulo 8, recomendado para a caracterização de sons contínuos ou intermitentes de propagação aérea, bem como para a avaliação da presença de componentes tonais e/ou impulsivos.

As medições devem atender aos seguintes critérios:

- Apresentar dados dos descritores LAeq, LAFmax e pelo menos 3 valores para Ln (dados estatísticos);
- Faixa dinâmica de medição de 30 a 110 dB(A);
- Filtros de 1/3 de oitava abrangendo pelo menos as bandas de 50 Hz a 10 kHz.

O sonômetro deverá ser ajustado por meio de calibrador sonoro acoplado ao microfone, antes e após cada série de medições, considerando as condições ambientais locais. Caso a diferença entre as calibrações exceda ± 0,5 dB, os resultados obtidos devem ser desconsiderados, sendo necessárias novas medições.

Quando houver ocorrência de sons intrusivos, estes devem ser devidamente identificados e excluídos da análise por meio de processamento digital, tanto para caracterizar o som total quanto o som residual.

Recomenda-se que as medições sejam realizadas, no período diurno e principalmente, no período noturno, a fim de reduzir a influência de fontes sonoras externas, como tráfego veicular mais intenso, movimentação de pessoas e atividades comerciais, desde que comprovadamente as operações da unidade independam do horário do dia.

Deve-se comprovar a existência ou inexistência de som tonal a partir da apresentação dos valores médios em bandas de frequência de 1/3 de oitava, utilizando ponderação Z. De acordo com a ISO 1996-2, a análise caracteriza-se por uma diferença de 15 dB entre a banda central e as adjacentes na faixa de 16 a 125 Hz, ou por uma diferença de 8 dB entre bandas de 160 a 400 Hz, ou ainda por uma diferença de 5 dB entre bandas de 500 a 10.000 Hz. O som tonal, por apresentar uma frequência que se destaca das demais, possui maior potencial de incômodo, sendo aplicada uma penalização de 5 dB no valor do Som Específico antes da comparação com o limite ambiental.

De forma análoga, deve-se comprovar a existência ou inexistência de som impulsivo a partir da apresentação do gráfico de histórico no tempo, com taxa de amostragem mínima de 1 segundo. Uma fonte é considerada impulsiva quando há picos de energia acústica, caracterizados por uma diferença aritmética igual ou superior a 6 dB entre o nível máximo de pressão sonora ponderado em A e em F (LAFmax) e o nível de pressão sonora contínua equivalente ponderado em A (LAeq,T), medido durante a ocorrência do som impulsivo. No relatório, deve constar o tempo de integração T utilizado e a justificativa de sua escolha. O som impulsivo, por representar uma elevação repentina em relação ao ruído ambiente, apresenta maior potencial de incômodo, sendo aplicada também uma penalização de 5 dB no valor do Som Específico antes da comparação com o limite ambiental.

4.3.2.5.1 Localização dos pontos

Com base no relatório de simulação acústica do novo empreendimento, foram definidos 11 pontos de medição em locais onde o modelo indicou maiores níveis sonoros e a localização de receptores críticos, conforme apresentado na **Figura 4.3.2.5.1-1** e na

Tabela *4.3.2.5.1-1*. Os pontos foram selecionados de forma estratégica, evitando sua localização nas proximidades de avenidas com tráfego intenso, de modo a minimizar a interferência do ruído veicular nos resultados de monitoramento. Esses pontos de medição serão utilizados tanto na fase de implantação quanto na fase de operação do empreendimento.

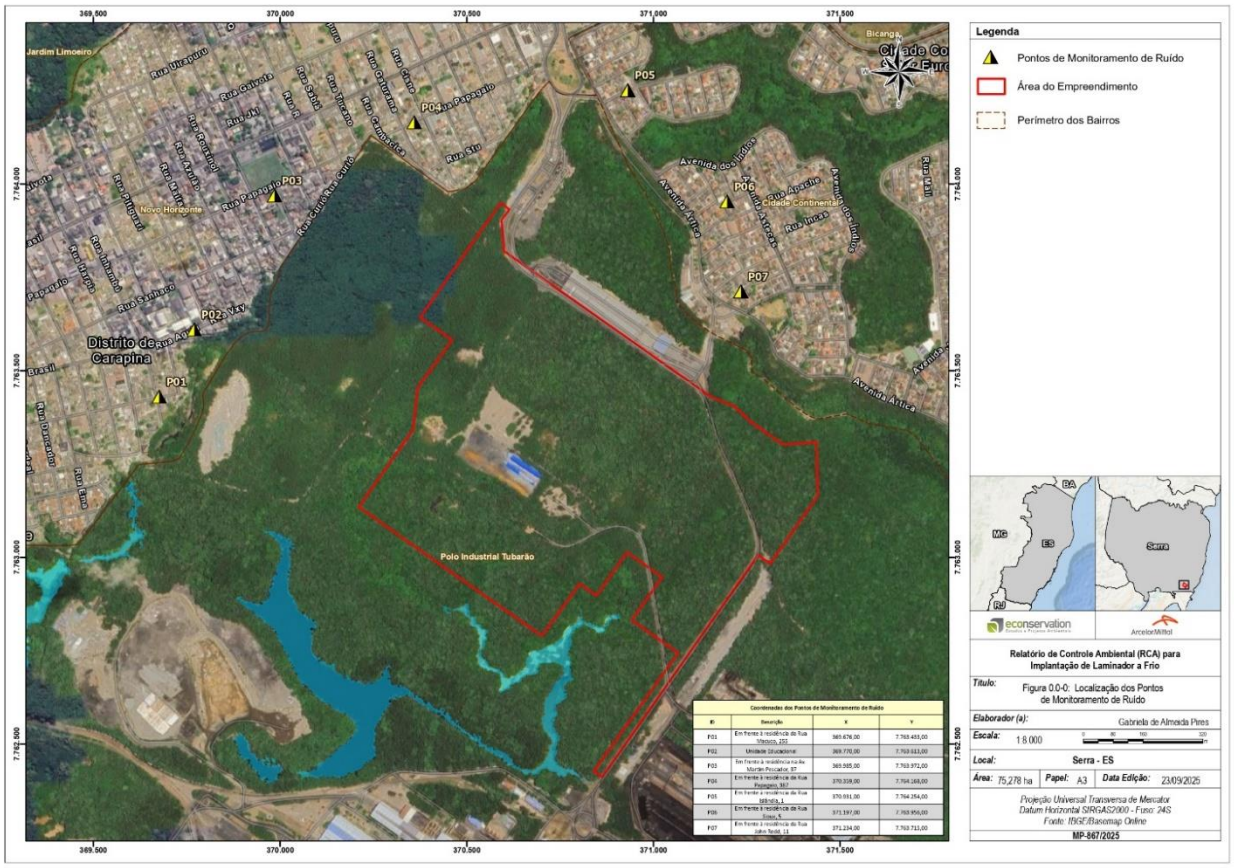


Figura 4.3.2.5.1-1: Indicação dos pontos de monitoramento na área de interesse.

Tabela 4.3.2.5.1-1: Localização dos pontos de monitoramento.

PTO.	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO (M)		
		ZONA	LESTE	SUL
P01	Em frente à residência da Rua Macuco, 255	24K	369676.00	7763433.00
P02	Unidade Educacional	24K	369770.00	7763613.00
P03	Em frente à residência na Av. Martim Pescador, 37	24K	369985.00	7763972.00
P04	Em frente à residência da Rua Papagaio, 387	24K	370359.00	7764168.00
P05	Em frente à residência da Rua Islândia, 1	24K	370931.00	7764254.00
P06	Em frente à residência da Rua Sioux, 5	24K	371197.00	7763956.00
P07	Em frente à residência da Rua John Redd, 11	24K	371234.00	7763715.00
P08	Em frente à residência da Rua dos Marrecos, 15	24K	371367.00	7763671.00
P09	Em frente à residência da Rua Mongólia, 60	24K	371591.00	7763479.00
P10	Em frente à residência da Rua Mao Tse Tung, 4	24K	371885.00	7763403.00
P11	Esquina entre Rua Mir e Rua Gorki	24K	372061.00	7763274.00

Com base no zoneamento do município de Serra/ES e nas categorias de áreas estabelecidas pela NBR 10.151:2019/ foi realizada a correspondência entre ambos, a fim de determinar os limites de avaliação ambiental da região e identificar em qual enquadramento se encontra cada ponto de monitoramento. A **Tabela 4.3.2.5.1-2** apresenta essa equivalência:

Tabela 4.3.2.5.1-2: Equivalência dos zoneamentos municipais com os tipos de área da NBR 10.151.

PONTOS	ZONEAMENTO (LEI Nº 05/2023)	TIPOS DE ÁREAS HABITADAS (NBR 10.151:2019)	DIURNO DB(A)	NOTURNO DB(A)
P01, P02 e P04 a P11	ZOP, ZOC-01, ZOC-02, ZEIS e ZUC	Área mista predominantemente residencial	55	50
P03	EE	Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55

4.3.2.5.2 Certificação de calibração

Todo o sistema de medição, incluindo sonômetro, microfone e calibrador acústico, deve possuir certificado de calibração emitido por laboratório credenciado à Rede Brasileira de Calibração (RBC), em conformidade com o Capítulo 6 da norma de referência. Também são aceitas calibrações realizadas pelo próprio INMETRO ou por laboratórios de calibração em outros países, acreditados por organismos signatários de acordos de reconhecimento mútuo com o Brasil.

Além do cumprimento dos critérios referentes às credenciais do laboratório, ao prazo de validade da calibração e à aprovação em todos os parâmetros, para que o certificado seja considerado válido segundo a NBR 10.151:2019, é necessário que sejam executados, no mínimo, os testes listados no Anexo A da norma.

4.3.2.6 Avaliação/Monitoramento

De acordo com a Constituição, compete aos municípios promover o ordenamento territorial, planejamento, controle do uso e parcelamento da ocupação do solo urbano. Nesse sentido, além de determinar as características de ocupação, cabe ao município definir os limites sonoros permitidos em cada região em função da característica de ocupação e dos respectivos horários de ocorrência.

Também, de acordo com a Resolução CONAMA 01/90, a NBR 10.151:2019 é a referência para determinar o procedimento de medição e os limites a serem considerados para poluição sonora emitidos por atividades industriais, comerciais, sociais, recreativas e de propaganda política, excetuando-se os sistemas de transporte, os ruídos produzidos no ambiente de trabalho e outros de legislação específica.

4.3.2.7 Cronograma

Implantação: Este Programa deve ser implementado durante toda a fase de implantação. O monitoramento deverá ocorrer em cada ponto de monitoramento indicado e com frequência trimestral até a finalização desta etapa. Caso haja resultados acima dos limites legais, medidas mitigadoras adicionais deverão ser implementadas.

Operação: Este Programa deve ser implementado durante o primeiro ano de operação da planta com frequência trimestral em cada ponto de monitoramento e para o segundo ano com frequência anual. Após esse período, deverá ser avaliada a permanência ou não do monitoramento de ruído. Caso haja resultados acima dos limites legais, medidas mitigadoras adicionais deverão ser implementadas.

A partir do início da implantação deverão ser elaborados relatórios anuais contendo o acompanhamento das ações, metas e indicadores definidos.

4.3.2.8 Responsáveis pela Implementação do Programa

A responsabilidade pela implementação do programa de gestão ambiental será da Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ArcelorMittal Tubarão.

4.3.2.9 Duração

O Programa de Monitoramento de Ruídos deve permanecer atuante durante toda a fase de implantação do empreendimento e posteriormente conforme estabelecido em licença específica.

4.3.2.10 Interrelação com outros programas

Este Programa se relaciona com o Programa de Comunicação Social.

4.3.3 Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas

4.3.3.1 Introdução

Este Programa Ambiental estabelece as diretrizes para o Monitoramento das Emissões Atmosféricas geradas nas diferentes etapas do processo produtivo da Planta de Laminação de Bobinas a Frio e da Linha de Galvanização da ArcelorMittal Tubarão, no Espírito Santo. O empreendimento, que utiliza bobinas laminadas a quente como matéria-prima, tem como objetivo ampliar o portfólio de produtos da empresa sem aumentar a capacidade global de produção de aço, passando a incluir bobinas laminadas a frio e galvanizadas.

Durante a operação industrial, os poluentes atmosféricos de relevância ambiental são:

- Decapagem (Pickling Line): na seção de entrada – despoeiramento (furnace and scale breaker section), ocorre a emissão de material particulado, com controle por dedusting system. Já nos tanques de ácido (Pickling tanks), há emissão de material particulado e de ácido clorídrico como HCl, com controle por scrubbers (lavadores);
- Unidade de Regeneração de Ácido – URA (ARF): emissão de material particulado e de ácido clorídrico como HCl, com controle por scrubbers (lavadores);
- Linha de Galvanização (Galvanizing Line): no forno de recozimento contínuo, ocorre emissão de óxidos de nitrogênio como NO_2 (NOx), monóxido de carbono (CO) e dióxido de enxofre (SO_2), sem sistema específico de controle indicado;
- Linha de Laminação: no retentor de gotículas, há emissão de substâncias gasosas orgânicas como C_total (HCT) com correção de O_2, controladas por retentor.

A implementação deste Programa constitui um instrumento de gestão e controle ambiental preventivo, cujo propósito é acompanhar a magnitude das emissões, verificar a conformidade com a legislação vigente e propor medidas de mitigação sempre que necessárias. Além disso, o monitoramento sistemático fornece subsídios técnicos para a melhoria contínua do desempenho ambiental da unidade e reforça o compromisso da empresa com a sustentabilidade e a transparência perante órgãos reguladores e a comunidade.

4.3.3.2 Objetivo Geral

Monitorar, avaliar e controlar as emissões atmosféricas geradas pelos processos de decapagem, laminação a frio e recozimento, garantindo conformidade com a legislação ambiental vigente e promovendo a redução dos impactos sobre a qualidade do ar no entorno da usina.

4.3.3.2.1 Objetivos Específicos

Caracterizar as emissões atmosféricas das fontes de emissão, a saber:

Tabela 4.3.3.2.1-1: Monitoramento e frequência das fontes fixas de emissão.

ITEM	UNIDADE	FONTE DE EMISSÃO	TIPO	CONTROLE	PARÂMETRO	RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 190/2022 DO ESTADO DE SANTA CATARINA			MONITORAMENTO (ROTINA)
						VALOR [MG/NM³]	ARTIGO	INCISO	
1	Decapagem (Pickling Line)	Seção de entrada - Despoeiramento (Entry and scale breaker section)	Chaminé (stack)	dedusting system	Material Particulado	250	64	I	Monitor Contínuo
2	Decapagem (Pickling Line)	Tanques de ácido (Pickling tanks)	Chaminé (stack)	scrubber (lavadores)	Material Particulado	250	64	I	Monitor Contínuo
					Ácido Clorídrico como HCl	30	67	III-b	Isocinético (trimestral)
3	Unidade de Regeneração de Ácido URA (ARP)	URA (ARP)	Chaminé (stack)	scrubber (lavadores)	Material Particulado	250	64	I	Monitor Contínuo
					Ácido Clorídrico como HCl	30	67	III-b	Isocinético (trimestral)
					Óxidos de Nitrogênio como NO2 (mg/Nm³)	320 (17% de O2 corrigido)	20	I-b	Monitor Contínuo
4	Linha de Galvanização (Galvanizing line)	Forno de Recozimento Contínuo	Chaminé (stack)	-	Óxidos de Nitrogênio como NO2 (mg/Nm³)	320 (3% de O2 corrigido)	20	I-a	Monitor Contínuo
					Monóxido de Carbono (CO)	80 (3% de O2 corrigido)	20	I-a	Monitor Contínuo
					Dióxido de Enxofre (SO2)	70 (3% de O2 corrigido)	20	I-a	Monitor Contínuo
5	Linha de laminação	Retentor de gotículas	Chaminé (stack)	retentor	Substâncias Gasosas Orgânicas como C-Total (HCT)sem correção de O2	150	68	I	Isocinético (trimestral)

- Avaliar conformidade das emissões atmosféricas e a eficiência do sistema de tratamento das emissões atmosféricas do empreendimento com relação aos padrões estabelecidos pela Resolução CONSEMA Nº 190/2022 do Estado de Santa Catarina, uma vez que não existe legislação nacional ou estadual específica aplicável ao novo empreendimento.

4.3.3.3 Público-Alvo

O público-alvo deste programa inclui: empresas e empregados terceirizados, comunidades da área de influência, empreendedor e o órgão ambiental.

4.3.3.4 Metas e Indicadores

São metas a serem alcançadas pela execução do Programa de Monitoramento de Emissões Atmosféricas:

- Realizar 100% das campanhas de amostragens previstas para caracterização das emissões atmosféricas do empreendimento;
- Quantificar e monitorar as emissões de poluentes (NOx, SOx, PTS) e gases de efeito estufa (CO_2, CH_4, NO_2), bem como substâncias gasosas orgânicas (HCT), ácido clorídrico (HCl) diferentes frações de material particulado (MP, PM_{10} e $PM_{2,5}$), garantindo o controle da qualidade do ar;
- Elaborar relatórios mensais com a avaliação das emissões atmosféricas registradas, exceto para monitoramento isocinético onde os relatórios das campanhas de monitoramento podem ser elaborados anualmente.

4.3.3.5 Metodologia

O monitoramento de fonte fixa será realizado em conformidade com a legislação vigente e normas federais, priorizando:

- IEMA/ES: resoluções e instruções normativas relacionadas à emissão de poluentes atmosféricos e monitoramento de fontes fixas, conforme critérios previstos na Instrução Normativa N.º 14/2020;
- Considerando a inexistência de legislação específica nacional e no Estado do Espírito Santo adotou-se a resolução CONSEMA Nº 190/2022 do Estado de Santa Catarina;
- CETESB: normas técnicas de referência para métodos de medição de poluentes em fontes estacionárias.

A **Tabela 4.3.3.2.1-1** apresentada anteriormente demonstra os métodos e frequências de monitoramentos que deverão ser adotados, bem como as referências legais a serem utilizadas.

Validação e Tratamento de Dados

Os dados gerados deverão passar por processo de validação, que objetiva identificar todas as informações relacionadas à operação e indicar a real condição dos dados gerados. Apenas após a validação dos dados, os mesmos poderão ser utilizados para a avaliação das emissões atmosféricas.

Conforme a Instrução Normativa N.º 14/2020, todos os dados gerados passarão por processo de validação para garantir a integridade e representatividade das medições:

- Classificação de dados: identificação de falhas operacionais, manutenção de equipamentos ou condições atípicas de operação;
- Critérios de representatividade: cálculo de médias a partir das triplicatas por coleta;
- Estatística aplicada: Média aritmética das triplicatas, para isocinéticas.
- Registro de excedências e frequência de ocorrências;
- Documentação: todos os dados validados serão registrados em relatórios técnicos, contendo análise comparativa com os limites legais e observações pertinentes.

Os resultados validados do monitoramento isocinético, bem como as análises e discussões, deverão ser apresentados em relatórios anuais, contendo, no mínimo, os seguintes elementos, sem se limitar a eles:

- Introdução e Justificativa;
- Objetivo;
- Metodologia;
- Tabela de coordenadas dos pontos;
- Mapa indicando a localização dos pontos;
- Descrição dos métodos de coleta e análises utilizados;
- Resultados e Discussão:
- Apresentação dos resultados;
- Discussão e análise crítica dos resultados;
- Conclusões e recomendações;
- Proposição de medidas corretivas, se necessárias;
- Avaliação da aderência do programa aos indicadores propostos;
- Referências Bibliográficas;
- Equipe Técnica;
- Anexos (Laudos, Certificados de Calibração e Anotação de Responsabilidade Técnica).

No que se refere ao monitoramento contínuo, será mantido o formato de apresentação dos resultados e a rotina definida na Condicionante nº 04 da Licença de Operação nº 282/2008, com o envio periódico de planilhas de dados tecnicamente validadas.

4.3.3.6 Cronograma

Este Programa deve ser implementado durante a operação da planta.

4.3.3.7 Responsáveis pela Implementação do Programa

A responsabilidade pela implementação do programa de gestão ambiental será da Gerência de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ArcelorMittal Tubarão.

4.3.3.8 Duração

O Programa de Monitoramento de Emissões deve permanecer atuante durante toda a de operação do empreendimento.

4.3.3.9 Interrelação com outros programas

Este Programa se relaciona com o Programa de Comunicação Social.

4.3.4 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas na Área industrial da ArcelorMittal Tubarão

Esse programa de monitoramento faz parte dos programas em execução da Arcelor Mittal Tubarão e atendimento à condicionante Nº 34, Licença de Operação 282/2008. Nesse sentido propõem-se que para o licenciamento do novo empreendimento sejam incorporados à atual rede de monitoramento do lençol freático 3 novos poços de monitoramento do novo empreendimento, sendo 1 poço a montante e 2 poços a jusante. Proporem-se a manutenção da periodicidade de amostragem, (trimestral), periodicidade da elaboração de relatórios (semestral e anual) e o escopo analítico. A depender da sobrevivência dos atuais poços na área de instalação às obras de implantação, alguns deles poderão ser aproveitados na rede de monitoramento, e caso nenhum poço resista a obra de implantação da unidade, outros poços deverão ser instalados para incorporação à rede de monitoramento, devendo sua locação exata em campo ser definida após a instalação da unidade de forma a não conflitar com as instalações futuras.

4.3.5 Programa de Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão. Em execução para atendimento à Condicionante nº 11, item a, da Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008

O Programa de Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão em atendimento à Condicionante nº 11, item a, da Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008, já está em execução, contempla em sua respectiva malha amostral os pontos de descarte dos efluentes gerados pela nova planta.

Assim propõem-se a manutenção do referido programa também durante toda a fase de operação do empreendimento.

4.3.6 Programa Monitoramento Biológico: Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão: Em execução para atendimento à Condicionante Ambiental Nº 13, item b Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008

O Programa de Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, em atendimento à Condicionante Ambiental Nº 13, item b Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008, já está em execução, contempla em sua respectiva malha amostral os pontos de descarte dos efluentes gerados pela nova planta.

Assim propõem-se a manutenção do referido programa também durante toda a fase de operação do empreendimento.

4.3.7 Programa Gerenciamento de Resíduos

As atividades de implantação e operação da planta irão gerar resíduos diversos. A listagem de resíduos previstos encontra-se no **Anexo 4.VI**. Porém, todo o complexo de Tubarão é atendido pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos da ArcelorMittal Tubarão que atualmente é executado em atendimento à condicionante 28 da Licença Operacional (LO) número 282/2008. O plano atualmente executado foi revisado conforme requisito a seguir:

"Apresentar atualização do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos administrativos, ambulatoriais, laboratoriais e os gerados e, todo o processo industrial, toda vez que houver inclusão/modificação de atividades/processos, o qual deverá contemplar:

a) *Origem, caracterização e volume de resíduos gerados;*
b) *Os procedimentos a serem adotados na segregação, coleta, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final, conforme sua classificação, indicando os locais onde essas atividades serão implementadas.*
c) *As ações preventivas e corretivas a serem praticadas no caso de situações que exijam tais medidas;*
d) *A designação do responsável técnico da Empresa pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos e pela adoção das medidas de controle estabelecidas pelo Plano;*

e) *O Plano deverá contemplar procedimentos diferenciados durante as operações de manuseio, coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização, tratamento, disposição temporária e destinação final dos resíduos que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, devido à presença de agentes biológicos e substâncias químicas perigosas."*

Desta forma, uma vez que o plano de gerenciamento de resíduos atualmente implementado já atende todo o complexo de Tubarão, sugere-se que os resíduos gerados com a implantação e operação do empreendimento sejam gerenciados pelo plano existente. A tipologia dos resíduos gerados com implantação e operação da nova planta não irão se distinguir dos resíduos atualmente gerados. A inclusão dos resíduos no programa já existente será suficiente para atender aos objetivos de mitigação e gerenciamento deste impacto.

5 Meio Biótico

5.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO

5.1.1 Flora Terrestre

O diagnóstico da flora da área de estudo seguiu metodologia de Avaliação Ecológica Rápida (SAYRE, 2003) e consistiu em mapeamentos e levantamentos bibliográficos e campanha de campo para tomada de dados primários, realizadas em maio / 2024 e fevereiro / 2025.

Os dados secundários utilizados foram obtidos do "Monitoramento de Flora na Área da ArcelorMittal Tubarão" (ECONSERVATION / ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2023), do "Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão" (ECONSERVATION / ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2025) e do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) de Praia Mole (CP+ / ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2011), para o trecho específico dessa unidade de conservação.

Os mapas utilizados para a elaboração das figuras do Capítulo 05 estão disponíveis no **Anexo 10**.

5.1.1.1 Área de Estudo

A área de estudo foi composta pela área diretamente afetada (ADA) do empreendimento e delimitada a AID e AII para cada compartimento analisado sobre o meio biótico. A **Figura 5.1.1.1-1** e a **Figura 5.1.1.1-2** apresentam os pontos amostrais adotados na área de estudo para elaboração do diagnóstico de flora, representados pelas parcelas do inventário florestal na ADA e parcelas amostrais (fitossociologia) na AID, respectivamente. Para a AII foi mapeado o uso e ocupação do solo.

As áreas de influência estão apresentadas no item 3.6 – Áreas de Estudo (Áreas de Influência) onde os limites englobam tanto as áreas pertencentes ao meio biótico terrestre quanto ao meio biótico aquático.

A AID e AII foram definidas com base em fotointerpretação de imagens de satélites disponíveis em mapeamentos prévios oficiais e buscou abranger tipologias de vegetação natural existentes no entorno do empreendimento, incluindo fragmentos florestais e arredores de unidades de conservação, permitindo, dessa forma, um amplo conhecimento acerca da biodiversidade vegetal da região.

NA AID importantes processos envolvendo a flora/vegetação estão espacializados, considerando a implantação do empreendimento, tais como a fragmentação, efeito de borda e interação fauna-flora (polinização/dispersão).

Para a AII foi considerada a avaliação da inserção regional do empreendimento e seu limite abrange alguns fragmentos florestais (incluindo unidade de conservação) onde alguns processos ecológicos poderão sofrer efeito, especialmente no aspecto da polinização e dispersão vegetal, tanto por animais como por agentes abióticos (vento, água).

Inicialmente foi elaborado um mapa do uso e ocupação do solo considerando o mapeamento do GEOBASES que serviu de apoio para a distinção das tipologias vegetais durante as campanhas de campo. A área de estudo foi percorrida utilizando estradas e trilhas existentes, para caracterização fitofisionômica/florística e realização da amostragem fitossociológica / inventário florestal.

A classificação da vegetação seguiu a proposta de Veloso et al. (1991) e IBGE (1983; 2012) e para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação será adotada a Resolução CONAMA Nº 29, de 07/12/1994, convalidada pela Resolução CONAMA Nº 388, de 23/02/2007, a Lei Federal Nº 11.428, de 22/12/1996 e a Lei Estadual Nº 5.361, de 30/12/1996.

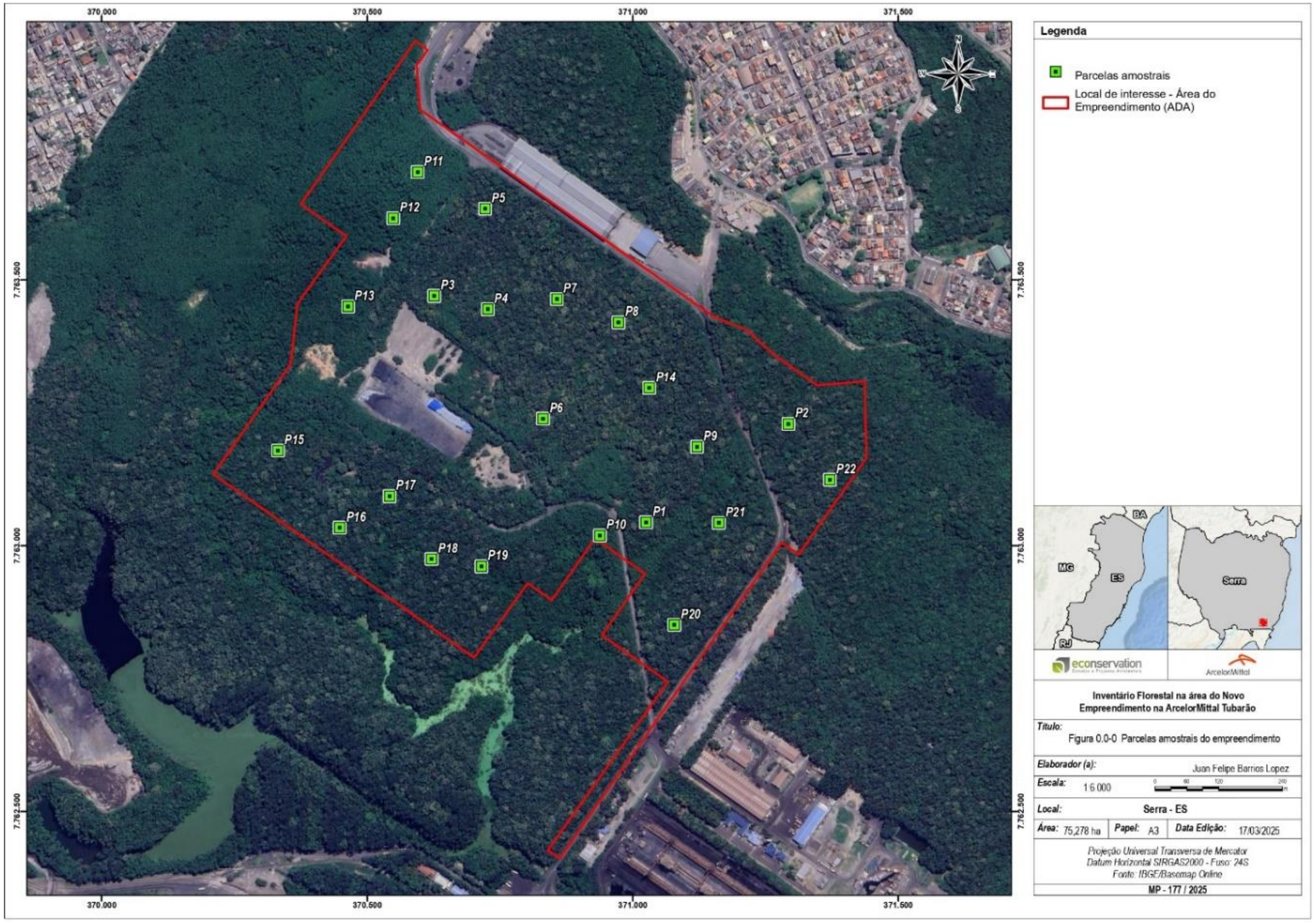


Figura 5.1.1.1-1: Parcelas adotadas para o inventário florestal do estudo.

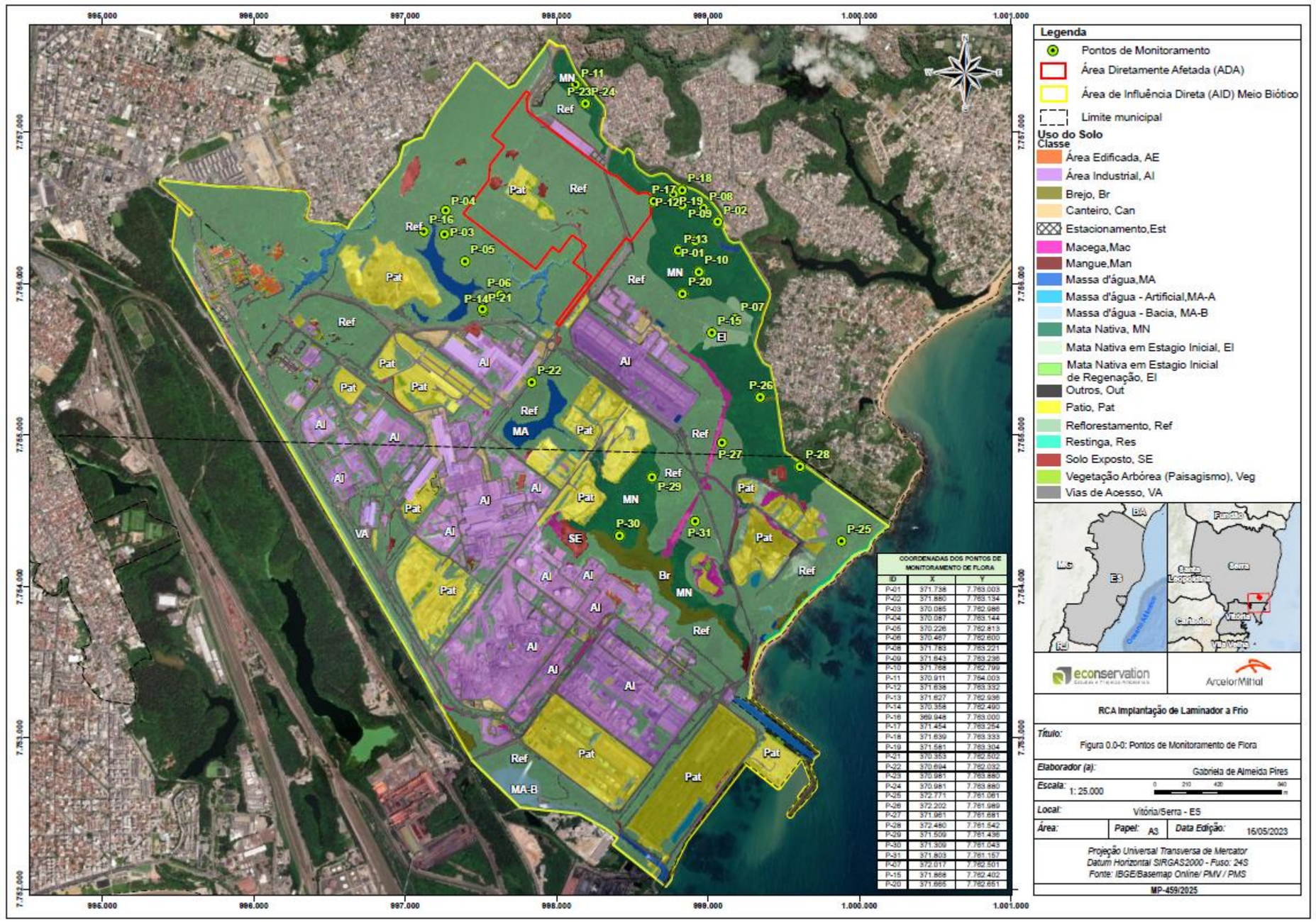


Figura 5.1.1.1-2: Pontos amostrais (fitossociologia) adotadas na AID para diagnóstico de flora.

5.1.1.2 Metodologia

O reconhecimento das fitofisionomias foi baseado nas características fitofisionômicas, tais como, porte adensamento e estratificação da vegetação, deposição de serapilheira, ocorrência de epífitas e lianas, dentre outros aspectos da estrutura da vegetação, além da composição florística e fitossociológica. Cada trecho visitado foi georreferenciado com GPS manual e fotografado.

O mapa de uso e ocupação do solo foi realizado a partir do mapeamento do GEOBASES, sendo que para a ADA e AID foi realizado um detalhamento das classes, conforme estudo "Atualização de informações e mapa de uso e ocupação do solo da área da ArcelorMittal Tubarão" (ECONSERVATION / ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2025).

Na ADA o levantamento de flora subsidiou o Estudo Florístico (inventário florestal), visando obtenção de Laudo de Constatação e posterior Autorização de Exploração Florestal junto ao Instituto de Defesa Agropecuário e Florestal do Espírito Santo (IDAF), conforme diretrizes da CI/IDAF/DRNE Nº 071/2013. O Laudo de Constatação foi emitido em 01/09/2025 sob o número LVFL **24684/2025** com prazo de validade até **29/08/2027 (IDAF.B_L.V.F. L_Nº246842025)**. A Autorização de Exploração Florestal (AEF**) nº 17000/2025** (área do LTF) foi emitida e é válida até **25/02/2026 (IDAF.A.E. F_Nº_170002025.)**, condicionada ao atendimento às determinações apresentadas no do Laudo e na AEF, bem como conforme as delimitações de área que constam no croqui anexo à AEF. Os documentos acima citados podem ser consultados conforme **Anexo 5.I**.

A ADA é constituída majoritariamente por ambiente florestal resultante de reflorestamento com espécies exóticas, contendo indivíduos arbustivo-arbóreos nativos regenerantes e de outras formas de vida, além de trechos de pátios, vias de acesso e vegetação de macega.

O inventário no trecho de reflorestamento foi realizado por amostragem utilizando 22 parcelas de 0,05 ha distribuídas na área de estudo (**Figura 5.1.1.1-1**). Os indivíduos contemplados tiveram mensurados seus diâmetros à altura do peito e as alturas totais, com auxílio de fita métrica e vara de poda, conforme orientações de Campos & Leite (2006) e Soares et al. (2006).

As parcelas amostrais foram obtidas a partir de uma linha de 50 m de comprimento, constituindo o eixo central da parcela, incluindo os indivíduos com DAP ≥ 10 cm existentes a cinco metros de cada lado do eixo, totalizando 0,05 ha de área (50 m x 10 m) por parcela. O início e final da linha do eixo central foram georreferenciados utilizando GPS manual e os vértices das parcelas foram demarcados com cano de PVC.

A partir das informações obtidas em campo foram calculados o DAP e altura médios, área basal, frequência, densidade, dominância e valor de cobertura e importância.

Para o cálculo de volume do material lenhoso foi utilizada a equação de volume total com casca (VTCC) ajustadas para a Mata Atlântica (mata secundária), conforme Soares et al. (2006) e CETEC (1995). O número ideal de parcelas foi calculado estatisticamente pelo processo de amostragem casual simples, considerando um erro de no máximo 15% e probabilidade de 90% (nível de significância) para o volume (SOARES et al. 2006), conforme previsto na CI/IDAF/DRNE Nº 071/2013. A seguir são detalhadas as fórmulas supracitadas:

- **VTCC= 0,000074 x DAP^{1,707348} x Ht^{1,16873}**, em que VTCC representa o volume total com casca; DAP é o diâmetro à altura do peito e Ht, a altura total;
- **n= t2(CV%)2/(E%)2+t2(CV%)2/N**, onde n= intensidade amostral ideal; t= valor tabelado de t para um nível de significância definido; E%= erro desejado de amostragem definido; CV% = coeficiente de variação calculado com base nos dados amostrados; N= número de amostras cabíveis na população.

Todos os cálculos foram realizados em planilhas eletrônicas seguindo as fórmulas fitossociológicas e de volume apresentadas por Müeller-Dombois & Ellenberg (1974) e Soares et al. (2006).

As árvores isoladas presentes na área dos pátios, acessos e vegetação de macega (**Figura 5.1.1.1-1**) foram inventariadas por meio de censo total, adotando o mesmo critério de inclusão (DAP ≥ 10 cm) e método de mensuração morfométrica, assim como a fórmula supracitada para cálculo de volume.

Para a AID a caracterização de vegetação envolveu levantamentos florísticos e fitossociológicos ao longo de trechos da ArcelorMittal Tubarão (**Figura 5.1.1.1-2**), sendo que nas formações florestais (nativas e reflorestamentos) o levantamento fitossociológico foi realizado por meio de 10 parcelas de 10m x 10m (DAP ≥ 5 cm). Os trechos de reflorestamento foram analisados em 12 pontos na AID e na mata nativa (estágio médio) foram 19 pontos (**Figura 5.1.1.1-2**).

A identificação das espécies observadas e inventariadas foi realizada diretamente em campo ou a partir de fotografias com posterior conferência na literatura, utilizando como base os estudos de Barroso et al. (1991a, 1991b), Barroso et al. (1999), Barroso et al. (2002), Lorenzi (2002a, 2002b, 2008, 2009), Lorenzi et al. (2006), Lorenzi et al. (2003), Pott & Pott (2000), Rodrigues et al. (2008), Souza & Lorenzi (2012) e Souza et al. (2019), dentre outros, além de comparação com exsicatas disponíveis no banco de dados SpeciesLink (CRIA, 2025).

A lista florística foi composta pelas espécies inventariadas e pelas observadas no interior das parcelas amostrais e entorno, assim como em outros trechos ao longo da área de estudo, durante as caminhadas para os deslocamentos, nesses casos considerando todas as formas biológicas. As espécies foram ordenadas pelas famílias botânicas, com seu nome científico, nome vulgar, hábito expressado em campo. As famílias e gêneros foram agrupados de acordo com o sistema filogenético APG IV (APG IV, 2016).

A partir da lista florística as espécies foram identificadas quanto à origem, conforme informações da Flora do Brasil 2020 (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2025), considerando como exóticas aquelas indicadas como “naturalizada” ou “cultivada”.

Com base na distribuição das espécies na Flora do Brasil 2020 (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2025) foram determinadas as endêmicas do estado do Espírito Santo.

Para as espécies ameaçadas e protegidas pela legislação brasileira foram utilizadas a “Lista Oficial de Espécies da Flora Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo”, conforme Decreto Nº 5238-R, de 25/11/2022, e a “Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção”, de acordo com a Portaria GM/MMA Nº 300, de 13/12/2022. Também foram identificadas as espécies protegidas que constam nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna

Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, de acordo com a Instrução Normativa MMA Nº 1, de 15/04/2014.

Na **Figura 5.1.1.2-1** até a **Figura 5.1.1.2-12** são apresentados aspectos da metodologia do inventário florestal.



Figura 5.1.1.2-1: Caracterização fitofisionômica e florística na ADA.



Figura 5.1.1.2-2: Montagem de parcela amostral na ADA.



Figura 5.1.1.2-3: Detalhe da estaca demarcatório no vértice da parcela amostral na ADA.



Figura 5.1.1.2-4: Mensuração de DAP na parcela amostral na ADA.



Figura 5.1.1.2-5: Georreferenciamento de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA.



Figura 5.1.1.2-6: Mensuração de DAP de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA.



Figura 5.1.1.2-7: Georreferenciamento de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA.



Figura 5.1.1.2-8: Mensuração de DAP de árvore isolada em trecho dos pátios na ADA.



Figura 5.1.1.2-9: Montagem da parcela amostral em floresta na AID.



Figura 5.1.1.2-10: Parcela amostral em trecho florestal na AID.



Figura 5.1.1.2-11: Mensuração de DAP em floresta na AID.



Figura 5.1.1.2-12: Anotações das características fitofisionômicas em trecho da AID.

5.1.1.3 Resultados

Enquadramento Fitogeográfico da área de estudo (AII, AID e ADA)

A área de estudo (ADA, AID, AII) está totalmente inserida no bioma Mata Atlântica apresentando ambientes enquadrados na floresta ombrófila densa de terras baixas, também denominada Floresta dos Tabuleiros Costeiros, por ocupar terrenos sobre a formação geológica dos tabuleiros costeiros (Grupo Barreiras do período Terciário) (RIZZINI, 1979), além de alguns trechos de formação pioneira de influência marinha (restinga) e de influência flúvio-marinha (manguezal) (IBGE, 1983; 2012).

A Floresta dos Tabuleiros Costeiros é o ambiente predominante na ArcelorMittal Tubarão, situado na unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros com sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras constituídos de areias e argilas variegadas com eventuais linhas de pedra, disposto em camadas com espessura variada (COELHO et al., 2012). Essa região é caracterizada por apresentar uma sequência de colinas tabulares, entrecortados por vales amplos e rasos, por onde correm os rios e riachos, pontilhados de lagoas e brejos (DOMINGUEZ et al., 1981).

A floresta de tabuleiro é uma denominação dada para a floresta ombrófila densa de terras baixas (IBGE, 1983; 2012; VELOSO et al., 1991) quando ocorre sobre os Tabuleiros Costeiros (RIZZINI, 1979; PEIXOTO et al., 2008; ROLIM et al., 2008). A floresta ombrófila densa se caracteriza pela presença de fanerófitas perenifólias decorrentes de ambientes com alta umidade (precipitação em torno de 1.500 mm/ano e período seco menor que dois meses) (VELOSO et al., 1991). A classificação como floresta ombrófila densa: “terras baixas” decorre de sua ocorrência em altitudes de até 50m (IBGE, 1987; 2012; VELOSO et al., 1991).

Embora denominada Floresta Atlântica dos Tabuleiros, esse ecossistema apresenta quatro formações vegetais diferenciadas: a floresta alta, cujas árvores do dossel atingem até 40 m de altura e ocorrem de forma adensada; a floresta de muçununga, com solos arenosos e árvores de menor porte, que permitem maior penetração de luz até o solo; o brejo, a floresta de várzea e a floresta ciliar, que estão associados a corpos d’água, apresentando grande variação entre si; e os campos nativos, que aparecem como enclaves na floresta, estão representados por campos abertos com vegetação (PEIXOTO et al., 2008; ROLIM et al., 2008).

Na área da ArcelorMittal Tubarão e no entorno são encontrados remanescentes da floresta ciliar dos tabuleiros costeiros e, em menor frequência, florestas de várzea desse ecossistema, em diferentes graus de preservação. Nos fundos de vales, onde comumente ocorrem corpos hídricos, podem ocorrer lagoas, de variadas dimensões.

Mapeamento da Cobertura Vegetal (ADA, AID e AII)

A partir de mapas de uso e ocupação do solo na área de estudo são apresentadas informações sobre a cobertura vegetal para a AII e AID (**Figura 5.1.1.3-1**) e ADA (**Figura 5.1.1.3-2**) e quantificada na **Tabela 5.1.1.3-1**.

Verifica-se que para as três áreas de abrangência do empreendimento predominam ambientes antropizados, com destaque para as classes área edificada e reflorestamento. As classes que representam cobertura vegetal natural ocupam cerca de 20% da AII, com ambientes de brejo, mata nativa, mata nativa em estágio inicial, brejo e restinga. Na AID as áreas naturais ocupam aproximadamente 10%, com trechos de mata nativa, mata nativa em estágio inicial, brejo, restinga e manguezal. Na ADA ocorrem apenas áreas com vegetação antropizada.

Ressalta-se que a classe Mata Nativa representa fragmentos da floresta de tabuleiro com vegetação secundária em estágio médio, em melhores condições regenerativas que a Mata Nativa em estágio inicial, também com remanescentes da floresta de tabuleiro.

Os reflorestamentos são compostos por espécies exóticas de grande porte e rápido crescimento para composição do cinturão verde da ArcelorMittal, embora ocorram elementos da flora nativa em processo de regeneração natural nesses locais.

Essas classes e demais tipologias vegetais serão descritas de forma pormenorizada no item Caracterização da Vegetação a seguir.

Observa-se que na área da ArcelorMittal Tubarão encontra-se o maior bloco de vegetação natural (Mata Nativa) e existe conexão com as áreas de reflorestamento que compõe o cinturão verde da empresa (**Figura 5.1.1.3-2**). Assim, esses reflorestamentos contribuem com a presença de cobertura florestal na região, especialmente porque apresentam espécies nativas em seu interior e, desta forma, podem oferecer recursos para a fauna local, além de servir como corredor até as florestas nativas e, eventualmente, como habitat para os animais.

Para a parte externa da empresa não existe conectividade direta com a APA de Praia Mole, onde estão outros remanescentes de vegetação natural, em razão do predomínio da área edificada nesse trecho urbano, inclusive com uma grande via (Avenida África) dividindo a APA e a área da ArcelorMittal Tubarão.

Tabela 5.1.1.3-1: Classes de uso e ocupação do solo na área de influência indireta (AII), área de influência direta (AID) e área diretamente afetada (ADA) para implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES).

Classes de Uso do Solo	AII		AID *		ADA	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Área Edificada **	359,559	63,6	451,360	33,4	-	-
Brejo	10,222	1,8	16,380	1,2	-	-
Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Permanentes	2,081	0,4	-	-	-	-
Macega	16,282	2,9	14,980	1,1	0,293	0,4
Manguezal	-	-	0,750	0,1	-	-
Massa D'água ***	19,130	3,4	35,200	2,6	-	-
Mata Nativa	4,987	0,9	116,250	8,6	-	-
Mata Nativa em Estágio Inicial	94,242	16,7	4,490	0,3	-	-
Outros ****	51,261	9,1	142,320	10,5	7,565	10,0
Pastagem	5,487	1,0	-	-	-	-
Reflorestamento	-	-	556,410	41,1	67,420	89,6
Restinga	2,420	0,4	2,190	0,2	-	-
Solo Exposto	-	-	12,170	0,9	-	-
Total	565,672	100,0	1352,500	100,0	75,278	100,0

*** Conforme ECONSERVATION / ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2025. ** para a AID englobam as classes: área industrial, canteiro, edificação administrativa, estacionamento e pátio. ***para a AID englobam as classes: massa d'água, massa d'água artificial e massa d'água bacia. **** para a AID englobam as classes: outros, vegetação arbórea (paisagismo) e vias de acesso.**

Caracterização da Vegetação (ADA e AID)

Neste item serão descritas as tipologias vegetais registadas na ADA e AID, a partir dos mapas de uso e ocupação do solo, iniciando pela área diretamente afetada (ADA), seguida pela área de influência direta (AID).

Área Diretamente Afetada (ADA)

O empreendimento será implantado em uma área de 75,27 ha em sua maioria formada por reflorestamento com espécies exóticas, onde também ocorrem algumas nativas oriundas de regeneração natural, além de pequeno trecho contendo espaços desnudos ou com árvores isoladas (vias e pátios) e de macega (**Figura 5.1.1.3-2**; **Tabela 5.1.1.3-1**).

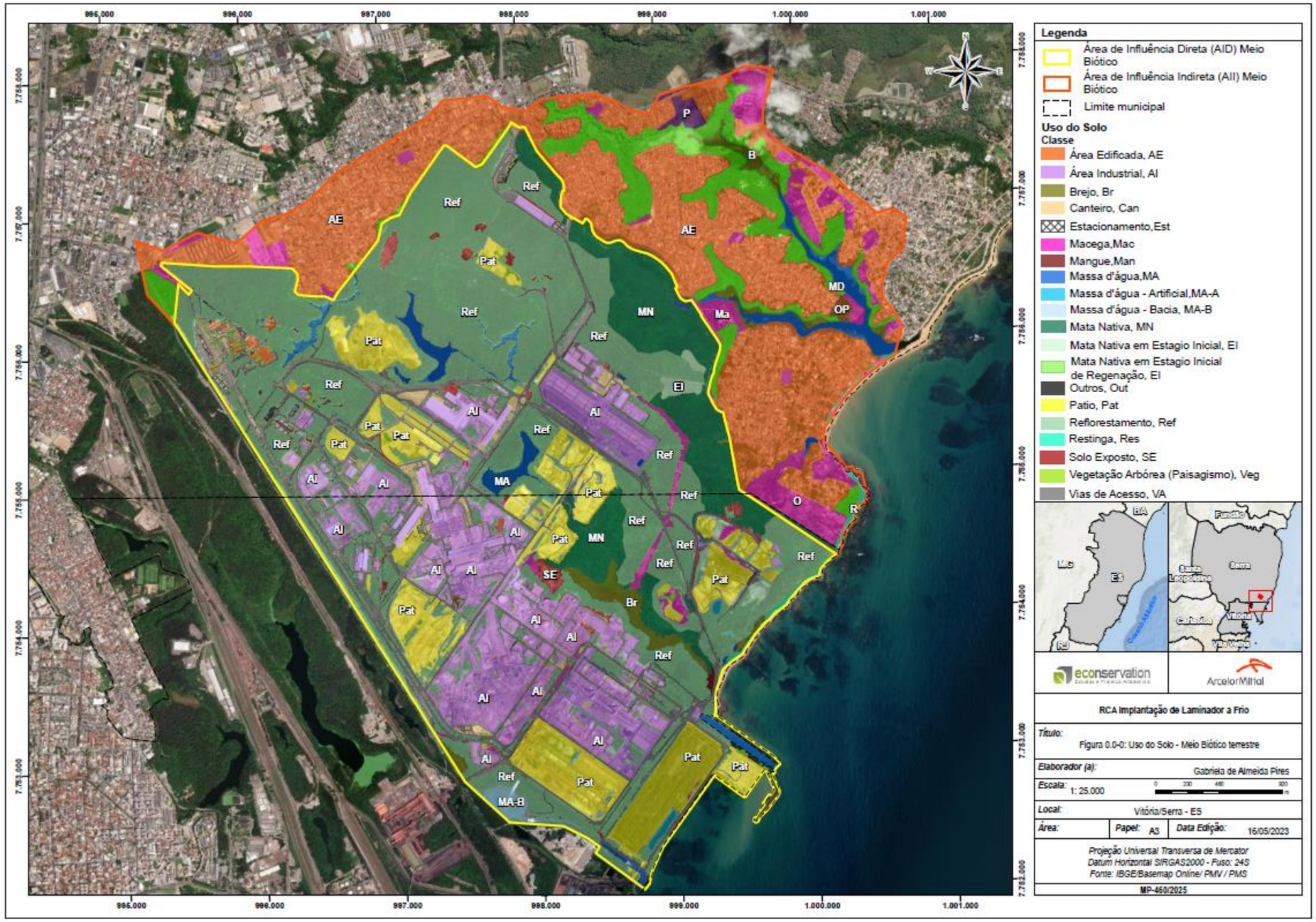


Figura 5.1.1.3-1: Uso do solo Área de estudo - Biota Terrestre.

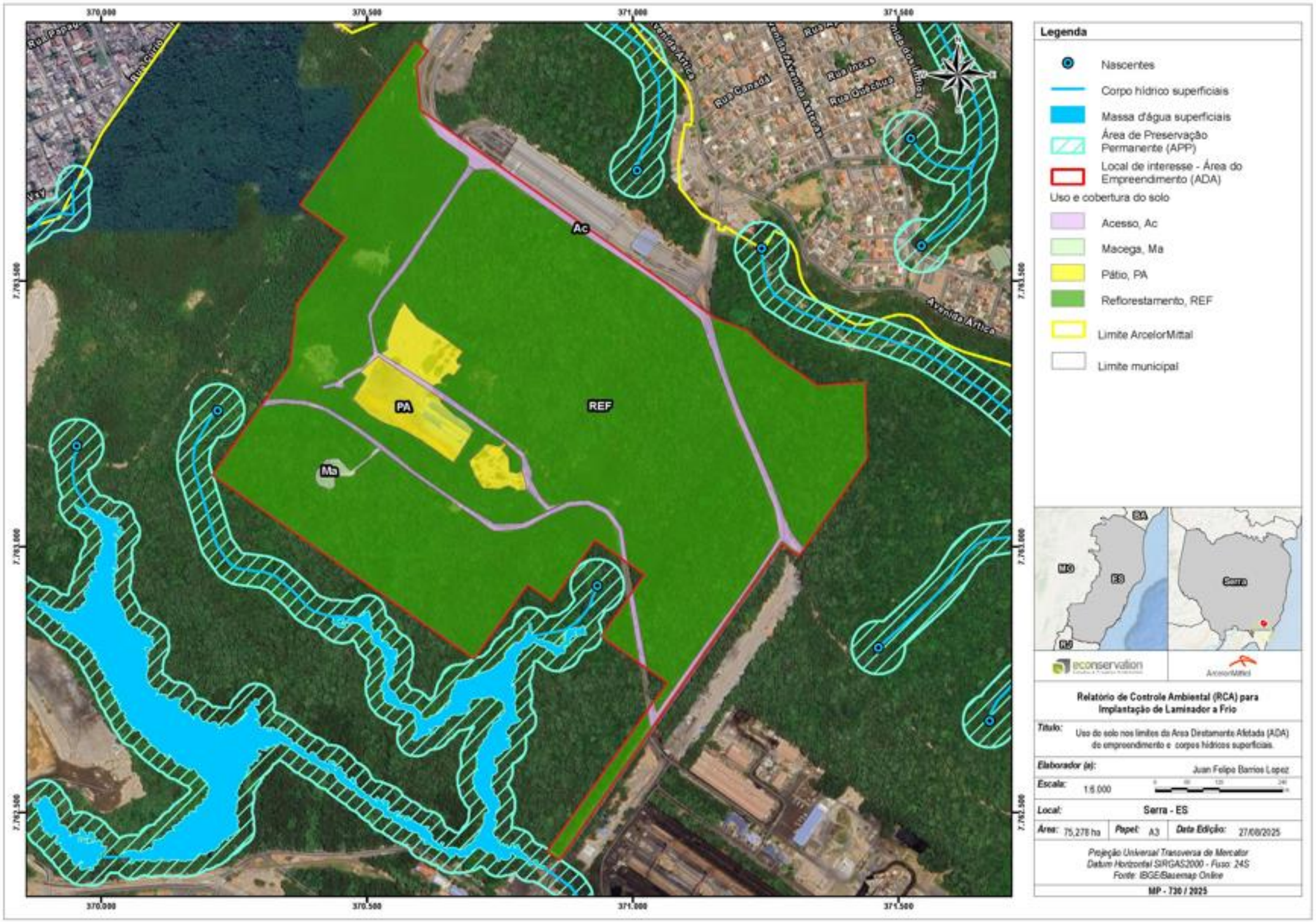


Figura 5.1.1.3-2: Uso do solo.

Nos trechos de reflorestamento o dossel é contínuo e possui altura em torno de 10m, com emergentes de até 18m, nesse caso representado por exemplares de *Acacia auriculiformis* (acácia-australiana). Em alguns trechos o sub-bosque é amplamente ocupado por *Megathyrsus maximus* (capim-colonião) embora ocorram outras espécies herbáceas e subarbustivas, tanto exóticas como nativas, a exemplo de *Urochloa brizantha* (braquiária), *Rhynchospora exaltata* (navalha-de-macaco), *Cnidoscolus urens* (cansanção), *Varronia curassavica* (erva-baleeira), *Piper mollicomum* (beco-de-barranco) e *Lantana camara* (mal-me-quer-amarelo) além da palmeira nativa *Allagoptera arenaria* (guriri).

No solo a camada de serapilheira é espessa e contínua e se observam plântulas e indivíduos jovens de espécies arbustivo-arbóreas nativas, tais como *Schinus terebinthifolia* (aroeira), *Protium heptaphyllum* (amescla), *Sideroxylon obtusifolium* (quixabeira), *Tapirira guianensis* (cupuba), *Inga laurina* (ingá-mirim) e *Coccoloba alnifolia* (folhado), representando casos de regeneração natural, que são comuns em outros trechos do reflorestamento.

Foram registradas algumas trepadeiras herbáceas no trecho de reflorestamento, tais como *Paullinia weinmanniaefolia* (cipó-paulina), *Smilax rufescens* (japecanga-preta), *Mikania firmula* (guaco), Fridericia conjugata (cipó-roxo), *Davilla rugosa* (cipó-caboclo) e *Dalechampia ficifolia* (cipó-fogo).

Outra forma de vida vegetal registrada na ADA foi das epífitas/hemiepífitas, representada por exemplares de Araceae (*Anthurium pentaphyllum*, *Philodendron acutatum*), Bromeliaceae (*Tillandsia gardneri*, *T. stricta*, *Vriesea procera*), Orchidaceae (*Catasetum luridum*, *Vanilla bahiana*), além da samambaia *Microgramma vacciniifolia*.

Na **Figura 5.1.1.3-3** a **Figura 5.1.1.3-12** são apresentados alguns dos aspectos fitofisionômicos observados no reflorestamento na área da área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-3: Aspecto geral da vegetação em trecho do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-4: Visão geral de outro trecho do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-5: Trecho com predompinio de Leucaena leococephala (leucena) do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-6: Visão do interior da vegetação do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-7: Estrato inferior do reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com predomínio de Megathyrsus maximus (capim-colonião).



Figura 5.1.1.3-8: Interior da vegetação da área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com regenerantes de espécies nativas.



Figura 5.1.1.3-9: Outro trecho no Interior da vegetação da área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com regenerantes de espécies nativas.



Figura 5.1.1.3-10: Camada de serapilheira na área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão com regenerantes de espécies nativas.



Figura 5.1.1.3-11: Exemplo de epifitismo no reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão (Tillandsia stricta – Bromeliaceae).



Figura 5.1.1.3-12: Exemplar da Orchidaceae epífita Catasetum luridium no reflorestamento na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.

O inventário na área de implantação da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão foi realizado por amostragem no trecho de reflorestamento, utilizando 22 parcelas de 10x50m cada (1,1 ha no total), estando os resultados estruturais dessa amostragem apresentados na **Tabela 5.1.1.3-2**.

Tabela 5.1.1.3-2: Parâmetros estruturais da área de reflorestamento do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

PARÂMETRO	TOTAL	ESPÉCIES EXÓTICAS	ESPÉCIES NATIVAS
Densidade (ind./ha)	505	356	149
Área basal (m^3/ha)	16,7	14,1	2,7
Altura média (m)	11,2 ± 3,1	12,3 ± 2,5	8,9 ± 2,9
Diâmetro médio (cm)	18,3 ± 8,5	20,1 ± 9,2	14,1 ± 3,8

A análise fitossociológica nas 22 parcelas inventariou 19 espécies, com as leguminosas exóticas *Acacia auriculiformis* (acácia-australiana) e *Leucaena leococephala* (leucena) apresentando amplo predomínio frente às demais em todos os parâmetros analisados (**Tabela 5.1.1.3-3**), o que resultou em Valor de Importância (VI) de 59% em relação ao total amostrado. Além dessas foi amostrado outro táxon exótico (*Acacia mangium*), porém com baixo VI.

Ressalta-se que 16 das 19 espécies inventariadas são nativas do bioma Mata Atlântica que ocorrem com baixa densidade e área basal, pois seus exemplares são de pequeno menor diamétrico, representando a regeneração natural na ADA. Essas nativas representam 41% do VI amostral (**Tabela 5.1.1.3-3**).

Tabela 5.1.1.3-3: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na área de reflorestamento da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI.

ESPÉCIE	NOME COMUM	FA	FR	DA	DR	DOA	DOR	VC	VI
Acacia auriculiformis *	acácia-australiana	0,82	19,57	256,36	50,72	12,03	71,94	122,66	142,23
Leucaena leucocepha *	leucena	0,27	6,52	89,09	17,63	1,74	10,42	28,05	34,57
Myrsine guianensis	capororocaa	0,55	13,04	40,00	7,91	0,69	4,14	12,05	25,10
Xylopia sericea	pindaíba	0,50	11,96	40,91	8,09	0,79	4,72	12,81	24,77
Moquiniastrum polymorphum	camará	0,59	14,13	35,45	7,01	0,48	2,89	9,91	24,04
Acacia mangium *	acácia-australiana	0,27	6,52	10,91	2,16	0,29	1,72	3,88	10,40
Pera glabrata	cinta-larga	0,27	6,52	5,45	1,08	0,27	1,59	2,67	9,19
Byrsonima sericea	murici	0,23	5,43	8,18	1,62	0,14	0,81	2,43	7,87
Protium heptaphyllum	almescla	0,09	2,17	5,45	1,08	0,06	0,34	1,42	3,59
Homalolepis cuneata	caxetão	0,09	2,17	1,82	0,36	0,05	0,28	0,63	2,81
Inga laurina	ingá-mirim	0,09	2,17	1,82	0,36	0,04	0,26	0,62	2,79
Himatanthus bracteatus	agoniada	0,09	2,17	1,82	0,36	0,03	0,20	0,56	2,74
Eschweilera ovata	biriba	0,05	1,09	2,73	0,54	0,03	0,19	0,73	1,81
Clusia spiritu-sanctensis	abaneiro	0,05	1,09	0,91	0,18	0,02	0,13	0,31	1,40
Eugenia speciosa	murta	0,05	1,09	0,91	0,18	0,01	0,09	0,27	1,35
Coccoloba alnifolia	folhado	0,05	1,09	0,91	0,18	0,01	0,09	0,27	1,35
Cecropia glaziovi	embaúba	0,05	1,09	0,91	0,18	0,01	0,08	0,26	1,35
Eugenia astringens	aracá-birro	0,05	1,09	0,91	0,18	0,01	0,08	0,26	1,34

Legenda:* = táxon exótico ao bioma Mata Atlântica. FA= frequência absoluta; DA= densidade absoluta; DoA= dominância absoluta; FR= frequência relativa; DR= densidade relativa; DoR= dominância relativa; VC= valor de Cobertura; VI- Valor de Importância.

A distribuição dos fustes das espécies amostradas neste reflorestamento em classes de diâmetro mostra um predomínio de troncos nas primeiras classes (10 – 20 cm), porém com vários atingindo mais de 30 cm de diâmetro (**Figura 5.1.1.3-13**), neste caso representado por exemplares de Acacia *auriculiformis*.

A distribuição da altura dos fustes em classes (**Figura 5.1.1.3-14**) revela o predomínio de troncos entre 9-13m com alguns exemplares de maior porte altimétrico (17 m) e alguns representantes do sub-bosque, evidenciados pelos fustes nas primeiras classes de altura pertencentes às espécies nativas regenerantes.

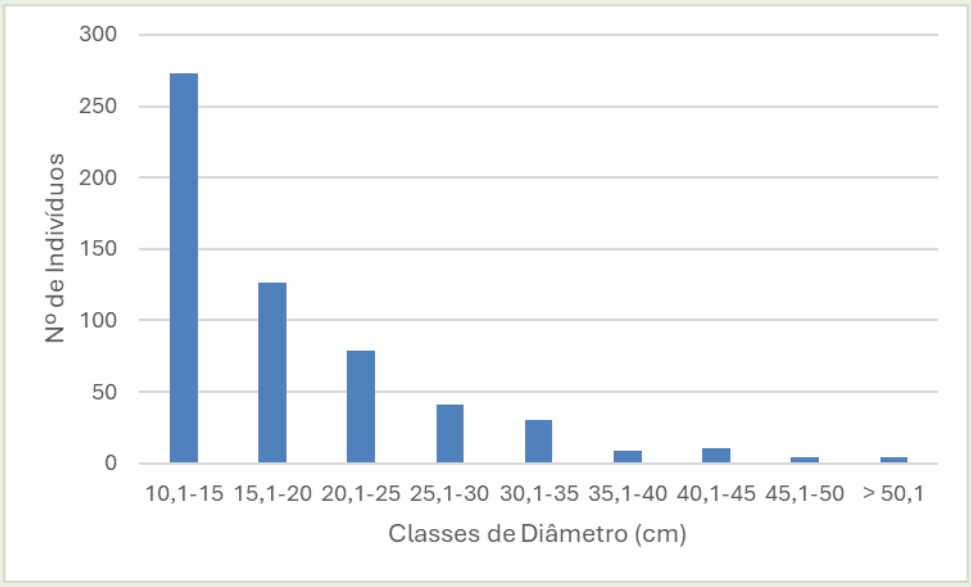


Figura 5.1.1.3-13: Distribuição em classes de diâmetro dos fustes dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento da ADA do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

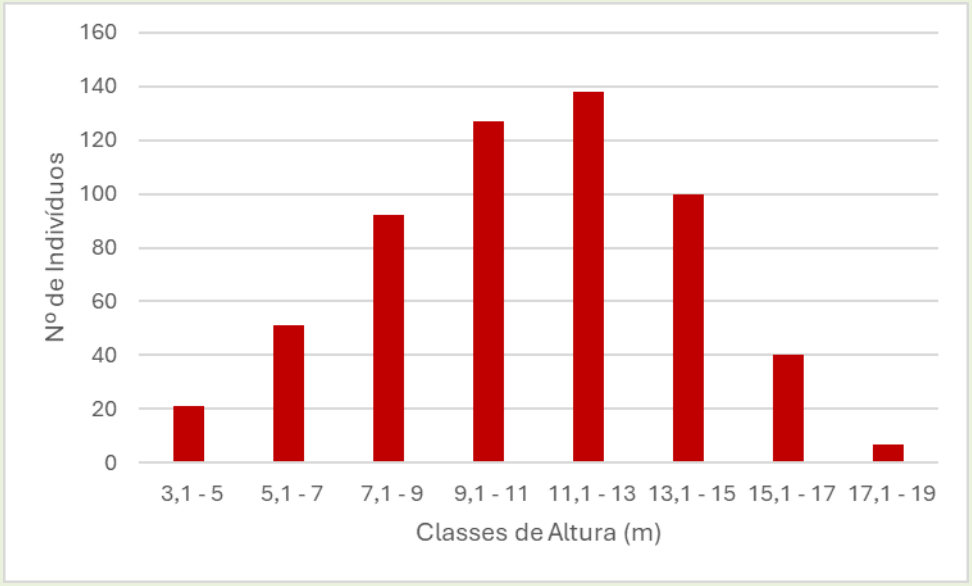


Figura 5.1.1.3-14: Distribuição em classes de altura dos fustes dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento da ADA do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

Além dos reflorestamentos, na área do empreendimento ocorrem trechos com vegetação antropizada, classificados como macega e outros, que correspondem aos pátios e vias de acesso, ocupando 0,293 ha e 7,565 ha respectivamente (**Figura 5.1.1.3-2**; **Tabela 5.1.1.3-1**).

Nas áreas dos pátios se desenvolvem árvores isoladas formadas principalmente por espécies exóticas, como Gymnostoma sumatranum (casuariana) e Leucaena leucocepha (leucena), além de ervas ou subarbustos como Megathyrsus maximus (capim-colonião), Cyperus ligularis (tiririca-branca), Ipomoea pes-caprae (ipoméia-roxa), Ricinus communis (mamona), Lantana camara (mal-me-quer-amarelo) e Chromolaena maximiliani (mata-pasto).

Em uma porção a sudeste da área do empreendimento ocorre um trecho formado por plantas herbáceas e subarbustiva, contendo algumas árvores isoladas que foi classificada como macega (**Figura 5.1.1.3-2**; **Tabela 5.1.1.3-1**). Imagens de satélite antigas indicam que esse local é um antigo pátio da empresa.

Segundo a legislação florestal estadual (lei Nº 5.361/1996; Decreto Nº 4.124-N/1997) a macega é a forma de vegetação alterada, com predominância de indivíduos do porte herbáceo, podendo haver a presença de alguns do arbustivo e raramente, um ou outro do arbóreo. A sua área basal, considerando os indivíduos com DAP menor que 10 cm é menor que 2 m²/ha.

Este trecho com vegetação de macega na ArcelorMittal Tubarão apresenta-se com predomínio de *Megathyrsus maximus* (capim-colonião) e presença de outras ervas e subarbustos também consideradas plantas daninhas (LORENZI, 2008), tais como *Borreria verticillata* (tajuba), *Lantana camara* (mal-me-quer-amarelo) e *Baccharis reticularia* (alicrim). As árvores observadas no local foram *Acacia auriculiformis* (acácia-australiana), *Byrsonima sericea* (murici) e *Myrsine guianensis* (capororoca).

Na **Figura 5.1.1.3-15** a **Figura 5.1.1.3-18** são apresentados alguns dos aspectos fitofisionômicos da vegetação de macega e dos pátios na área da área do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-15: Trecho de pátio, com árvores isoladas na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-16: Trecho de pátio com vegetação herbáceo-arbustiva na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-17: Trecho com vegetação de macega na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-18: Detalhe da vegetação de macega na área de implantação do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.

Área de Influência Direta (AID)

Reflorestamento

Os reflorestamentos com espécies nativas e exóticas são importante ambientes no Cinturão Verde da ArcelorMittal Tubarão, uma vez que o plantio de forma relativamente adensada de plantas de grande porte em altura permite uma ampla cobertura vegetal e contribui com uma das funções do Cinturão, de ser um sistema de controle das emissões atmosféricas que reduz a velocidade do vento, evitando o arraste de materiais para fora da unidade industrial. Ressalta-se que os reflorestamentos foram a principal classe de uso e ocupação do solo mapeados no terreno da empresa (**Figura 5.1.1.3-2**; **Tabela 5.1.1.3-1**).

Nos reflorestamentos foram utilizadas espécies exóticas de porte arbóreo e rápido crescimento, sobretudo acácias-australianas (*Acacia auriculiformis* e *A. mangium*), eucaliptos (*Corymbia citriodora*, *C. torelliana*, *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e casuariana (*Gymnostoma sumatranum*), dentre outras.

A vegetação apresenta fisionomia de porte arbóreo, com dossel contínuo, apresentando altura em torno de 10m, com emergentes de até 25m. No sub-bosque as herbáceas e os regenerantes são comuns, assim como as lianas, enquanto as epífitas são raras. A camada de serapilheira é espessa e contínua.

Ressalta-se que apesar do predomínio de espécies exóticas do dossel florestal, comumente são observados vários elementos da flora nativa no sub-bosque, representado por plântulas e indivíduos jovens de espécies arbóreas ou exemplares adultos de táxons herbáceos ou subarbustivos, demonstrando processo de regeneração natural proveniente da dispersão das espécies autóctones. Dentre as espécies arbustivo-arbóreas encontradas no estrato inferior pode-se citar *Astronium graveolens* (aderne), *Xylopia sericea* (pindaíba), *Myrcia splendens* (batinga-roxa), *Myrsine guianensis* (capororoca), *Cupania racemosa* (cambuatá-mirim), *Schinus terebinthifolia* (aroeira), *Himatanthus bracteatus* (agoniada), *Moquiniastrum polymorphum* (camará), dentre outras.

Na **Figura 5.1.1.3-19** a **Figura 5.1.1.3-24** são apresentadas imagens ilustrativas dos reflorestamentos na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-19: Aspecto geral da vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-20: Detalhe do interior da vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-21: Visão da borda da vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-22: Detalhe do sub-bosque em trecho de reflorestamento na AID do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-23: Visão do sub-bosque em outro trecho de reflorestamento na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-24: Aspecto da camada de serapilheira geral na vegetação de reflorestamento na AID do empreendimento.

A avaliação nos pontos de reflorestamento analisados no cinturão verde da ArcelorMittal Tubarão amostrou 710 indivíduos pertencentes à 50 espécies que resultou em densidade de 1014 ind./ha, índice de diversidade (H) 3,28 e equabilidade de 0,84. A altura e diâmetros médios foram 8,3m ± 3,9m e 13,5cm ± 9,8cm, respectivamente, enquanto a área basal foi de 22,3 m², sendo que aproximadamente 53% deste valor pertencem às espécies exóticas plantadas.

A espécie de maior valor de importância (VI) na análise do reflorestamento foi *Acacia auriculiformis* (acácia-australiana) com superiores às demais amostradas em todos os parâmetros fitossociológico, seguida por *Myrsine guianensis* (capororoca), *Moquiniastrum polymorphum* (camará), *Byrsonima sericea* (murici), *Myrcia splendens* (batinga-roxa), *Corymbia citriodora* (eucalipto-citriodora), *Eschweilera ovata* (biriba) *Pera glabrata* (cinta-larga) e *Protium heptaphyllum* (almescla) com valores intermediários nos parâmetros fitossociológicos (**Tabela 5.1.1.3-4**).

Essas nove espécies somam mais de 50% do valor amostral e podem ser consideradas como os principais elementos da estrutura florestal desta área analisada, conforme indica Durigan (2009).

Mesmo sendo ambientes que passaram por reflorestamento com exóticas, ocorre predomínio na distribuição do VI amostral das espécies nativas (**Tabela 5.1.1.3-4**). Essas espécies são decorrentes dos processos de regeneração natural e algumas foram plantadas, como uma forma de enriquecimento florístico das áreas de reflorestamento.

Tabela 5.1.1.3-4: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas de reflorestamento na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
Acacia auriculiformis *	92,90	9,15	42,86	8,17	4,63	20,73	29,89	38,06
Myrsine guianensis	105,70	10,42	44,29	8,45	0,81	3,61	14,03	22,48
Moquiniastrum polymorphum	78,60	7,75	38,57	7,36	0,82	3,67	11,41	18,77
Byrsonima sericea	52,90	5,21	31,43	5,99	0,72	3,21	8,42	14,42
Myrcia splendens	71,40	7,04	28,57	5,45	0,40	1,80	8,84	14,29
Corymbia citriodora *	17,10	1,69	11,43	2,18	2,16	9,67	11,36	13,54
Eschweilera ovata	62,90	6,20	25,71	4,90	0,54	2,43	8,63	13,53
Pera glabrata	40,00	3,94	22,86	4,36	0,98	4,39	8,34	12,69
Protium heptaphyllum	41,40	4,08	28,57	5,45	0,40	1,78	5,87	11,32
Acacia mangium *	22,90	2,25	11,43	2,18	1,44	6,44	8,70	10,88
Cupania racemosa	44,30	4,37	17,14	3,27	0,70	3,12	7,48	10,75
Corymbia torelliana *	25,70	2,54	12,86	2,45	1,10	4,95	7,48	9,93
Coccoloba alnifolia	40,00	3,94	25,71	4,90	0,22	0,99	4,93	9,83
Machaerium hirtum	32,90	3,24	11,43	2,18	0,95	4,24	7,48	9,66
Xylopia sericea	31,40	3,10	24,29	4,63	0,34	1,54	4,64	9,27
Syzigium cuminii *	38,60	3,80	5,71	1,09	0,91	4,09	7,89	8,98
Eugenia astringens	37,10	3,66	18,57	3,54	0,24	1,07	4,73	8,27
Senna siamea *	12,90	1,27	8,57	1,63	1,00	4,49	5,75	7,39
Eugenia punicifolia	18,60	1,83	12,86	2,45	0,10	0,44	2,27	4,72
Piptadenia gonoacantha	2,90	0,28	2,86	0,54	0,79	3,55	3,83	4,37
Tapirira guianensis	4,30	0,42	4,29	0,82	0,58	2,59	3,01	3,83
Eucalyptus grandis *	5,70	0,56	2,86	0,54	0,56	2,49	3,05	3,60
Thyrsodium spruceanum	12,90	1,27	8,57	1,63	0,05	0,23	1,50	3,13
Joannesia princeps	10,00	0,99	4,29	0,82	0,26	1,18	2,17	2,98
Sideroxylon obtusifolium	5,70	0,56	4,29	0,82	0,33	1,49	2,05	2,87
Casearia sylvestris	8,60	0,85	7,14	1,36	0,14	0,62	1,46	2,83
Terminalia catappa *	8,60	0,85	4,29	0,82	0,14	0,61	1,46	2,27
Amburana cearensis	8,60	0,85	4,29	0,82	0,12	0,52	1,36	2,18
Zanthoxylum rhoifolium	7,10	0,70	5,71	1,09	0,08	0,36	1,07	2,16
Inga laurina	5,70	0,56	5,71	1,09	0,10	0,46	1,03	2,12
Cordia trichoclada	7,10	0,70	4,29	0,82	0,04	0,17	0,88	1,70
Talisia cerasina	5,70	0,56	4,29	0,82	0,07	0,31	0,87	1,69
Clusia spiritu-sanctensis	2,90	0,28	2,86	0,54	0,13	0,59	0,87	1,42
Sorocea hilarii	5,70	0,56	2,86	0,54	0,07	0,31	0,87	1,41
Libidibia ferrea	5,70	0,56	2,86	0,54	0,05	0,23	0,80	1,34
Myrsine parvifolia	4,30	0,42	2,86	0,54	0,03	0,16	0,58	1,12
Monteverdia obtusifolia	2,90	0,28	2,86	0,54	0,05	0,20	0,48	1,03
Homalolepis subcymosa	2,90	0,28	1,43	0,27	0,09	0,40	0,69	0,96
Himatanthus bracteatus	2,90	0,28	2,86	0,54	0,02	0,10	0,39	0,93
Guarea guidonia	2,90	0,28	2,86	0,54	0,01	0,04	0,33	0,87
Kielmeyera membranacea	2,90	0,28	2,86	0,54	0,01	0,04	0,32	0,87
Miconia latecrenata	2,90	0,28	2,86	0,54	0,01	0,03	0,31	0,86
Mimosa caesalpiniifolia	4,30	0,42	1,43	0,27	0,02	0,11	0,53	0,81
Cupania oblongifolia	1,40	0,14	1,43	0,27	0,08	0,36	0,50	0,77
Handroanthus ochraceus	2,90	0,28	1,43	0,27	0,01	0,05	0,33	0,60
Astronium graveolens	2,90	0,28	1,43	0,27	0,01	0,04	0,32	0,60
Zeyheria tuberculosa	2,90	0,28	1,43	0,27	0,01	0,03	0,31	0,58
Matayba guianensis	1,40	0,14	1,43	0,27	0,01	0,05	0,19	0,46
Cynophalla flexuosa	1,40	0,14	1,43	0,27	0,00	0,02	0,16	0,43
Allophylus petiolulatus	1,40	0,14	1,43	0,27	0,00	0,01	0,16	0,43

Legenda:* = táxon exótico ao bioma Mata Atlântica. FA= frequência absoluta; DA= densidade absoluta; DoA= dominância absoluta; FR= frequência relativa; DR= densidade relativa; DoR= dominância relativa; VC= valor de Cobertura; VI- Valor de Importância.

A distribuição dos indivíduos amostrados em classes de diâmetro (**Figura 5.1.1.3-25**) mostra um padrão similar à um "J" invertido, típico de florestas naturais (DURIGAN, 2009), demonstrando que mesmo em ambiente antropizado existe um estoque de exemplares jovens ocupando o dossel e estratos inferiores capazes de manter a sucessão ecológica neste ambiente florestal.

A distribuição dos indivíduos amostrados nessa floresta em classes de altura (**Figura 5.1.1.3-26**) demonstra uma estratificação vertical, com presença de muitos estratos, indicando a presença de sub-bosque e algumas emergentes.

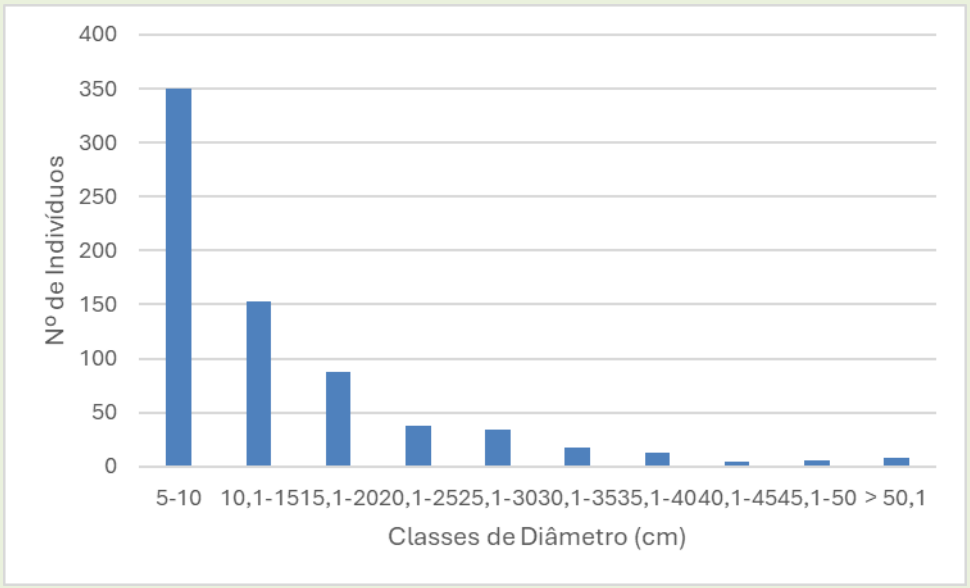


Figura 5.1.1.3-25: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados nas áreas de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

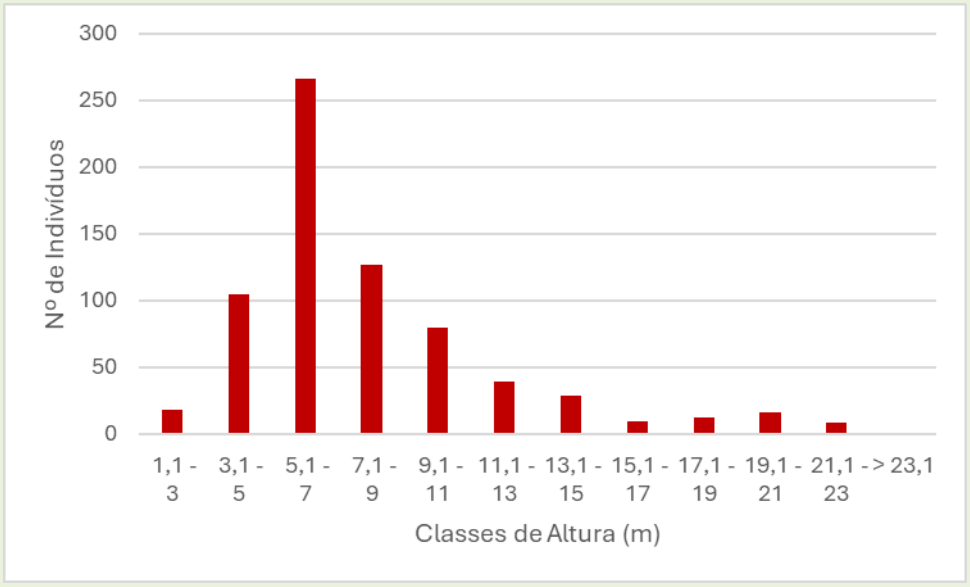


Figura 5.1.1.3-26: Distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados nas áreas de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

Mata Nativa (estágio médio de regeneração)

É a tipologia vegetal natural mais representativa da AID (**Figura 5.1.1.3-1**; **Tabela 5.1.1.3-1**), composta por remanescentes da floresta de tabuleiro secundária, que se encontram com aspectos fisionômico, estruturais e florísticos que permitem sua classificação, perante a legislação vigente, com estágio médio de regeneração, conforme descrito a seguir.

Essa tipologia vegetal ocorre tanto em platôs do terreno como nos fundos de vale. Nesses locais o dossel é fechado e possui altura em torno de 8m e emergentes de até 22m, observando-se a formação de estratos, sendo comuns a presença de herbáceas, lianas e regenerantes, enquanto as epífitas são raras. A camada de serapilheira é espessa e contínua.

As principais espécies arbustivo-arbóreas observadas no dossel são *Eschweilera ovata* (biriba), *Xylopia sericea* (pindaíba), *Coccoloba alnifolia* (folhado), *Myrsine guianensis* (capororoca), *Pera glabrata* (cinta-larga) e *Protium heptaphyllum* (almescla).

No sub-bosque as principais herbáceas observadas foram *Rhynchospora exaltata* (navalha-de-macaco), *Cyperus macrostachyos* (tiririca), *Lasiacis ligulata* (taquarinha), *Oeceoclades maculata* (orquídea-de-chão), as palmeiras *Attalea humilis* (pindoba), *Astrocaryum aculeatissimum* (brejaúba) e *Desmoncus orthacanthos* (cerca-onça) e os subarbustos *Piper arboreum* (beco-pardo) e *Piper gaudichaudianum* (beco-de-lixa).

Dentre as lianas destacam-se *Smilax rufescens* (japecanga-preta), *Davilla flexuosa* (folha-de-lixa), *Heteropterys chrysophylla* (cipó-dourado), *Gurania tricuspidata* (pepino-amarelo), *Dalechampia ficifolia* (cipó-fogo), *Paullinia weinmanniaefolia* (cipó-paulina), *Heteropterys chrysophylla* (cipó-dourado), *Smilax remotinervis* (japecanga-açu), *Smilax rufescens* (japecanga-preta), *Davilla rugosa* (cipó-caboclo), *Vanilla bahiana* (*Vanilla bahiana*) e *Sparattanthelium botocudorum* (ninho-de-bem-ti-vi).

As principais epífitas registradas foram *Microgramma vacciniifolia* (samambaia-rastejante), *Philodendron scandens* (imbé-queimador), *Anthurium pentaphyllum* e *Philodendron fragantissimum* (imbé-vermelho).

Na **Figura 5.1.1.3-27** a **Figura 5.1.1.3-30** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas da vegetação da floresta de tabuleiro (Mata nativa em estágio médio) na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-27: Aspecto externo da Mata Nativa (estágio médio) na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-28: Detalhe do interior da vegetação da Mata Nativa (estágio médio) na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-29: Aspecto externo da Mata Nativa (estágio médio) em outro trecho da AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-30: Regenerantes na vegetação na vegetação da Mata Nativa (estágio médio) na AID do empreendimento.

Em um trecho da AID, no fundo de vale próximo da Lagoa 7 e da divisa da ArcelorMittal com o bairro Cidade Continental (Ponto P-19 - **Figura 5.1.1.1-2**) ocorre uma variação da floresta de tabuleiro, em trecho permanentemente alagado, compondo uma floresta de várzea (PEIXOTO et al., 2008).

Nesse local o dossel é fechado e possui altura em torno de 10m e emergentes de até 18m, observando-se a formação de estratos, sendo comum a presença de herbáceas e de regenerantes no sub-bosque. As epífitas são comuns e as lianas são abundantes. A camada de serapilheira é espessa e contínua e o solo encontra-se encharcado na maior parte dos trechos, uma característica deste tipo de formação florestal.

As principais espécies do dossel são *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Symphonia globulifera* (guanandí-vermelho), *Sloanea guianensis* (tapinuan-do-brejo), *Swartzia apetala* (arruda-vermelha), *Inga laurina* (ingá-mirim) e *Eriotheca macrophylla* (imbiruçú). Um táxon de destaque nesse trecho é *Euterpe edulis* (palmito-jussara), espécie ameaçada de extinção, que é típica da Mata Atlântica de encosta (TONHASCA JR., 2005) e que ocupa ambientes encharcados em fundos de vale nas florestas de tabuleiro (PEIXOTO et al., 2008).

As epífitas observadas foram *Philodendron acutatum* (imbé), *Philodendron fragantissimum (*imbé-vermelho), *Philodendron scandens* (imbé-queimador), *Vriesea procera* (bromélia-do-alto) e *Microgramma vacciniifolia* (samambaia-rastejante). Dentre as herbáceas destacam-se *Telmatoblechnum serrulatum* (samambaia-do-brejo), *Cyathea phalerata* (samambaia-açu), *Scleria latifolia* (tiririca-do-brejo), *Acrostichum danaeifolium* (samambaia-do-brejo), além das palmeiras *Bactris vulgaris* (tucum-preto) e *Bactris caryotifolia* (coqueirinho).

No grupo das lianas destacam-se *Thoracocarpus bissectus* (cipó-de-vassoura), *Lygodium volubile* (samambaia-abre-caminho), *Paullinia weinmanniaefolia* (cipó-paulina), *Serjania communis* (cipó-comum), *Smilax remotinervis* (japecanga-açu) e *Passiflora kermesina* (maracujá-roxo).

Na **Figura 5.1.1.3-31** a **Figura 5.1.1.3-34** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas da vegetação da floresta de várzea, uma variação da Mata nativa em estágio médio na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-31: Borda da floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-32: Detalhe do interior da floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-33: Outro trecho do interior da floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-34: Epifitismo na floresta de várzea (Mata Nativa em estágio médio) na AID do empreendimento.

A avaliação nos floresta de tabuleiro (Mata Nativa em Estágio Médio) analisados no cinturão verde da ArcelorMittal Tubarão amostrou 1047 indivíduos pertencentes à 72 espécies que resultou em densidade de 1163 ind./ha, índice de diversidade (H) 3,15 e equabilidade de 0,74. A altura e

diâmetros médios foram 8,5m ± 3,2m e 13,0cm ± 9,5cm, respectivamente, enquanto a área basal foi de 23,9 m².

Dentre as 72 espécies amostradas nas florestas de tabuleiro em estágio médio a que apresentou maior valor de importância (VI) foi *Eschweilera ovata* (biriba) com maiores valores de densidade e frequência, seguida por *Calophyllum brasiliense* (guanandi) que apresentou maior área basal (dominância). Na sequência das espécies de maior VI aparecem *Pera glabrata* (cinta-larga), *Byrsonima sericea* (murici), *Myrcia splendens* (batinga-roxa), *Protium heptaphyllum* (almescla) e *Xylopia sericea* (pindaíba) com valores intermediários nos parâmetros fitossociológicos (**Tabela 5.1.1.3-5**).

Essas seis espécies somam mais de 50% do valor amostral e podem ser consideradas como os principais elementos da estrutura florestal desta área analisada, conforme indica Durigan (2009), e são comumente registradas em fitossociológicos em outras florestas de tabuleiro secundárias no estado do Espírito Santo (SARNAGLIA Jr. et al., 2014; COSTA, 2014; MAGNAGO et al., 2011).

Tabela 5.1.1.3-5: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas de floresta de tabuleiro (Mata Nativa em Estágio Médio) na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI. (Continua).

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
Eschweilera ovata	240,00	20,63	67,78	11,49	2,58	10,77	31,40	42,89
Calophyllum brasiliense	104,40	8,98	18,89	3,20	3,25	13,60	22,58	25,78
Homalolepis cuneata	30,00	2,58	23,33	3,95	2,28	9,51	12,09	16,05
Pera glabrata	50,00	4,30	32,22	5,46	1,38	5,77	10,06	15,53
Byrsonima sericea	48,90	4,20	28,89	4,90	1,29	5,38	9,59	14,48
Myrcia splendens	67,80	5,83	36,67	6,21	0,48	2,00	7,82	14,04
Protium heptaphyllum	54,40	4,68	35,56	6,03	0,65	2,72	7,40	13,43
Xylopia sericea	71,10	6,11	23,33	3,95	0,78	3,25	9,37	13,32
Miconia prasina	60,00	5,16	35,56	6,03	0,43	1,80	6,96	12,98
Coccoloba alnifolia	57,80	4,97	30,00	5,08	0,52	2,16	7,12	12,21
Myrsine guianensis	50,00	4,30	21,11	3,58	0,53	2,20	6,50	10,08
Cupania racemosa	45,60	3,92	24,44	4,14	0,45	1,88	5,79	9,94
Albizia pedicellaris	10,00	0,86	5,56	0,94	1,59	6,63	7,49	8,43
Symphonia globulifera	31,10	2,67	13,33	2,26	0,74	3,08	5,75	8,01
Manilkara bella	1,10	0,10	1,11	0,19	1,79	7,48	7,58	7,77
Tapirira guianensis	17,80	1,53	14,44	2,45	0,68	2,86	4,39	6,84
Moquiniastrum polymorphum	14,40	1,24	12,22	2,07	0,40	1,65	2,90	4,97
Inga laurina	12,20	1,05	11,11	1,88	0,45	1,88	2,93	4,82
Henriettea succosa	25,60	2,20	10,00	1,69	0,12	0,52	2,72	4,41
Sloanea guianensis	15,60	1,34	10,00	1,69	0,15	0,62	1,96	3,66
Himatanthus bracteatus	14,40	1,24	11,11	1,88	0,08	0,34	1,58	3,46
Pseudobombax grandiflorum	10,00	0,86	8,89	1,51	0,25	1,04	1,90	3,40
Piptadenia gonoacantha	4,40	0,38	3,33	0,56	0,48	2,01	2,39	2,96
Miconia latecrenata	10,00	0,86	7,78	1,32	0,05	0,19	1,05	2,37
Inga edulis	6,70	0,57	4,44	0,75	0,25	1,03	1,60	2,36
Toulicia patentinervis	5,60	0,48	5,56	0,94	0,20	0,86	1,33	2,28
Swartzia apetala	7,80	0,67	6,67	1,13	0,03	0,13	0,79	1,92
Matayba guianensis	8,90	0,76	5,56	0,94	0,04	0,18	0,94	1,88
Zanthoxylum rhoifolium	5,60	0,48	5,56	0,94	0,09	0,38	0,86	1,80
Thyrsodium spruceanum	6,70	0,57	4,44	0,75	0,07	0,28	0,86	1,61
Dalbergia nigra	5,60	0,48	4,44	0,75	0,03	0,14	0,62	1,37

Tabela 5.1.1.3-5: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas áreas de floresta de tabuleiro (Mata Nativa em Estágio Médio) na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI. (Conclusão).

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
Ficus citrifolia	1,10	0,10	1,11	0,19	0,21	0,89	0,98	1,17
Eriotheca macrophylla	1,10	0,10	1,11	0,19	0,19	0,80	0,90	1,09
Allagoptera caudescens	3,30	0,29	3,33	0,56	0,05	0,21	0,50	1,07
Sparattosperma leucanthum	1,10	0,10	1,11	0,19	0,18	0,75	0,84	1,03
Pleroma fissinervium	1,10	0,10	1,11	0,19	0,17	0,72	0,82	1,01
Guapira opposita	3,30	0,29	3,33	0,56	0,04	0,15	0,44	1,01
Amaioua guianensis	3,30	0,29	3,33	0,56	0,03	0,13	0,42	0,98
Eugenia punicifolia	3,30	0,29	3,33	0,56	0,03	0,11	0,39	0,96
Astrocaryum aculeatissimum	3,30	0,29	3,33	0,56	0,02	0,10	0,39	0,96
Couepia ovalifolia	1,10	0,10	1,11	0,19	0,15	0,64	0,74	0,93
Annona dolabripetala	3,30	0,29	2,22	0,38	0,04	0,17	0,46	0,84
Euterpe edulis	3,30	0,29	2,22	0,38	0,04	0,15	0,44	0,81
Ficus mexiae	2,20	0,19	2,22	0,38	0,05	0,22	0,41	0,79
Leucaena leucocephala *	2,20	0,19	2,22	0,38	0,03	0,14	0,33	0,71
Ficus gomeleira	2,20	0,19	2,22	0,38	0,02	0,09	0,28	0,65
Alchornea triplinervia	1,10	0,10	1,11	0,19	0,09	0,37	0,47	0,65
Pterocarpus rohrii	2,20	0,19	2,22	0,38	0,02	0,08	0,27	0,65
Machaerium hirtum	1,10	0,10	1,11	0,19	0,08	0,34	0,44	0,62
Eugenia astringens	2,20	0,19	2,22	0,38	0,01	0,05	0,24	0,61
Casearia sylvestris	2,20	0,19	1,11	0,19	0,06	0,23	0,42	0,61
Apuleia leiocarpa	2,20	0,19	2,22	0,38	0,01	0,03	0,22	0,60
Erythroxylum passerinum	2,20	0,19	2,22	0,38	0,01	0,02	0,21	0,59
Sideroxylon obtusifolium	1,10	0,10	1,11	0,19	0,06	0,24	0,34	0,53
Cecropia pachystachya	1,10	0,10	1,11	0,19	0,04	0,17	0,26	0,45
Tocoyena formosa	1,10	0,10	1,11	0,19	0,04	0,15	0,25	0,44
Cecropia glaziovii	1,10	0,10	1,11	0,19	0,03	0,14	0,24	0,43
Mimosa caesalpiniifolia	1,10	0,10	1,11	0,19	0,02	0,07	0,17	0,36
Trichilia casaretti	1,10	0,10	1,11	0,19	0,02	0,07	0,16	0,35
Pouteria caimito	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,06	0,15	0,34
Oxandra nitida	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,05	0,15	0,34
Carpotroche brasiliensis	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,04	0,14	0,33
Campomanesia guazumifolia	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,04	0,14	0,32
Piper amalago	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,04	0,13	0,32
Inga thibaudiana	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,03	0,13	0,32
Pera heteranthera	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,03	0,12	0,31
Alseis floribunda	1,10	0,10	1,11	0,19	0,01	0,03	0,12	0,31
Vismia brasiliensis	1,10	0,10	1,11	0,19	0,00	0,02	0,12	0,30
Brosimum guianense	1,10	0,10	1,11	0,19	0,00	0,02	0,11	0,30
Inga marginata	1,10	0,10	1,11	0,19	0,00	0,01	0,11	0,30
Miconia hypoleuca	1,10	0,10	1,11	0,19	0,00	0,01	0,11	0,29
Andira nitida	1,10	0,10	1,11	0,19	0,00	0,01	0,10	0,29

Legenda:* = táxon exótico ao bioma Mata Atlântica. FA= frequência absoluta; DA= densidade absoluta; DoA= dominância absoluta; FR= frequência relativa; DR= densidade relativa; DoR= dominância relativa; VC= valor de Cobertura; VI- Valor de Importância.

A distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na floresta de tabuleiro em estágio médio (**Figura 5.1.1.3-35**) mostra o padrão similar à de um "J" invertido, que é típica em florestas naturais (DURIGAN, 2009). A grande participação de elementos de pequeno porte (jovens) nas primeiras classes representa um estoque de indivíduos para substituição dos exemplares mais antigos, que ocupam as classes superiores, que é um dos fundamentos do processo de sucessão ecológica.

A distribuição dos indivíduos amostrados nessa floresta em classes de altura (**Figura 5.1.1.3-36**) demonstra uma clara estratificação vertical, com presença de vários exemplares no sub-bosque, no

dossel e ocorrência de emergentes, que atingem mais de 20m de altura. Essa distribuição é também esperada para ambientes naturais.

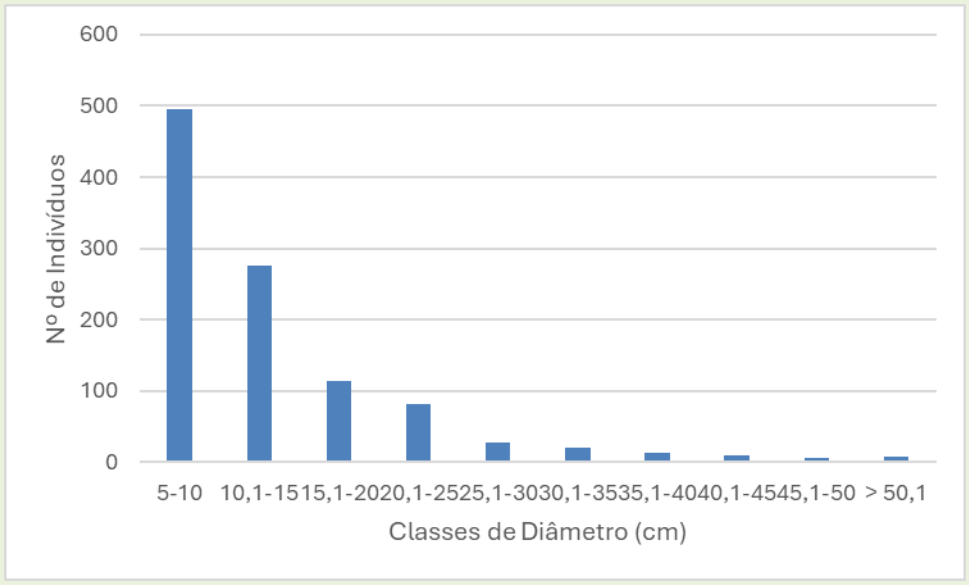


Figura 5.1.1.3-35: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

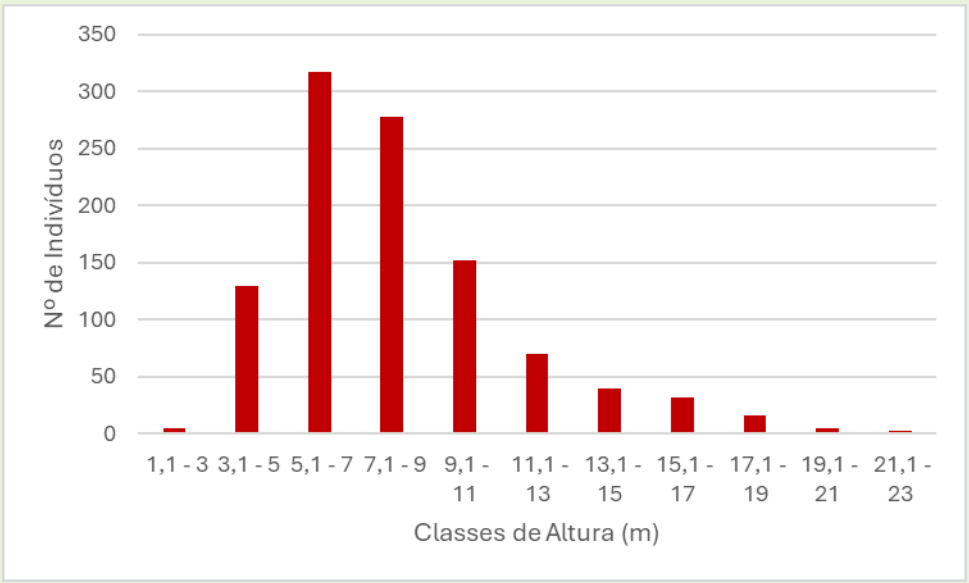


Figura 5.1.1.3-36: Distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados na área de reflorestamento na AID Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES).

Considerando os parâmetros indicados pela legislação florestal (Resoluções CONAMA Nº 29, de 07/12/1994 e CONAMA Nº 388, de 23/02/2007; Lei Estadual Nº 5.361, de 30/12/1996), verifica-se que os parâmetros de fisionomia, distribuição de altura e diâmetro, cobertura vegetal, ocorrência de trepadeiras e epífitas, camada de serapilheira, sub-bosque e estratificação, descritos acima

permitem enquadrar os fragmentos de floresta de tabuleiro na categoria de estágio médio de regeneração.

Mata Nativa em estágio inicial

Tipologia vegetal que ocupa pequeno trecho entre a *Heaty Recovery* e o limite nordeste da empresa da empresa, representando cerca de 0,3% da AID (**Figura 5.1.1.3-1**; **Tabela 5.1.1.3-1**), constituído por vegetação em estágios iniciais do processo de sucessão secundária, com pouca ocorrência de árvores exóticas.

Neste trecho a vegetação possui fisionomia fechada a aberta, o dossel apresenta altura em torno de 6m e emergentes de até 12m. Observa-se a formação de estratos, sendo comum a presença de herbáceas e regenerantes no sub-bosque, assim como lianas. As epífitas são raras e a camada de serapilheira é espessa e contínua.

As principais espécies arbustivo-arbóreas observadas no dossel florestal são *Pera glabrata* (cinta-larga), *Myrsine guianensis* (capororoca), *Coccoloba alnifolia* (folhado), *Eschweilera ovata* (biriba) e *Moquiniastrum polymorphum* (camará).

No sub-bosque as principais herbáceas observadas foram *Rhynchospora exaltata* (navalha-de-macaco), *Lasiacis ligulata* (taquarinha), *Megathyrsus maximus* (capim-colonião), *Cyperus macrostachyos* (tiririca), além das palmeiras *Attalea humilis* (pindoba) e *Allagoptera arenaria* (guriri).

Dentre as lianas destacam-se *Davilla flexuosa* (folha-de-lixa), *Davilla rugosa* (cipó-caboclo), *Smilax rufescens* (japecanga-preta), *Tragia volubilis* (urtiga-brava) e *Paullinia weinmanniaefolia* (cipó-paulina).

As epífitas observadas foram *Microgramma vacciniifolia* (samambaia-rastejante), *Tillandsia gardneri* (bromélia-de-crista), *Tillandsia stricta* (bromélia-branca) e *Rhipsalis floccosa* (cacto-dedinho).

A avaliação fitossociológica nesse trecho indicou 264 indivíduos pertencentes à 19 espécies que resultou em densidade de 1.165 ind./ha, índice de diversidade (H) 2,49 e equabilidade de 0,84. A altura e diâmetros médios foram 6,6m ± 1,6m e 11,8cm ± 4,9cm, respectivamente, enquanto a área basal foi de 15,2 m².

A espécie de maior valor de importância (VI) na amostragem na floresta de tabuleiro (mata nativa) em estágio inicial foi *Pera glabrata* (cinta-larga) pela sua elevada densidade e, sobretudo, por sua área basal (dominância), seguida por *Myrsine guianensis* (capororoca) e *Coccoloba alnifolia* (folhado) com valores intermediários nos parâmetros fitossociológicos (**Tabela 5.1.1.3-6**). Na 4ª colocação em VI aparece *Eschweilera ovata* (biriba) que também possui alta densidade e a segunda maior dominância.

Apenas essas duas espécies somam mais de 50% do valor amostral e podem ser consideradas como os principais elementos da estrutura florestal desta área analisada, conforme indica Durigan (2009),

e são comumente registradas em fitossociológicos em outras florestas de tabuleiro secundárias no estado do Espírito Santo (SARNAGLIA Jr. et al., 2014; COSTA, 2014; MAGNAGO et al., 2011).

Completando o rol das espécies que juntas somam mais de 50% do valor amostral e, portanto, podem ser consideradas como os principais elementos da estrutura florestal desta área analisada (DURIGAN, 2009), aparece *Moquiniastrum polymorphum* (camará).

As principais espécies amostradas na floresta em estágio inicial são habitualmente registradas em estudos fitossociológicos em outras florestas de tabuleiro secundárias no estado do Espírito Santo (SARNAGLIA Jr. Et al., 2014; COSTA, 2014; MAGNAGO et al., 2011).

Tabela 5.1.1.3-6: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em trecho de floresta de tabuleiro (Mata Nativa em Estágio Inicial) na AID da área do Novo Empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município de Serra (ES), em ordem decrescente de VI.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
Pera glabrata	195	16,74	75	11,36	3,78	24,83	41,57	52,94
Myrsine guianensis	175	15,02	80	12,12	1,34	8,79	23,81	35,93
Coccoloba alnifolia	140	12,02	80	12,12	1,13	7,42	19,43	31,55
Eschweilera ovata	135	11,59	50	7,58	1,58	10,39	21,97	29,55
Moquiniastrum polymorphum	100	8,58	65	9,85	1,17	7,67	16,25	26,10
Byrsonima sericea	95	8,15	65	9,85	0,84	5,52	13,67	23,52
Xylopia sericea	75	6,44	55	8,33	0,89	5,87	12,31	20,64
Acacia mangium *	35	3,00	25	3,79	2,02	13,30	16,30	20,09
Himatanthus bracteatus	40	3,43	25	3,79	0,84	5,55	8,99	12,77
Protium heptaphyllum	40	3,43	35	5,30	0,49	3,24	6,67	11,98
Myrcia splendens	45	3,86	25	3,79	0,33	2,18	6,04	9,83
Myrsine parvifolia	30	2,58	20	3,03	0,27	1,80	4,37	7,40
Acacia auriculiformis *	15	1,29	15	2,27	0,28	1,85	3,13	5,41
Cupania emarginata	10	0,86	10	1,52	0,07	0,45	1,31	2,83
Cupania racemosa	10	0,86	10	1,52	0,06	0,36	1,22	2,74
Calyptranthes brasiliensis	10	0,86	10	1,52	0,03	0,19	1,05	2,56
Toulicia patentinervis	5	0,43	5	0,76	0,07	0,44	0,87	1,63
Eugenia punicifolia	5	0,43	5	0,76	0,01	0,09	0,52	1,28
Eugenia astringens	5	0,43	5	0,76	0,01	0,07	0,50	1,25

Legenda: FA= frequência absoluta; DA= densidade absoluta; DoA= dominância absoluta; FR= frequência relativa; DR= densidade relativa; DoR= dominância relativa; VC= valor de Cobertura; VI- Valor de Importância.

Na **Figura 5.1.1.3-37** a **Figura 5.1.1.3-40** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas da vegetação da mata nativa em estágio inicial na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-37: Visão da borda de remanescente da floresta em estágio inicial na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-38: Detalhe do interior de fragmento de floresta em estágio inicial na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-39: Aspecto geral de remanescente da floresta em estágio inicial na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-40: Visão do interior de fragmento de floresta em estágio inicial na AID do empreendimento.

Lagoas

Outro importante elemento da paisagem da AID são as lagoas presentes na área interna da ArcelorMittal Tubarão, situadas em fundos de vale, indicadas na classe Massa D'água (**Figura 5.1.1.3-1**; **Tabela 5.1.1.3-1**)

Na AID do empreendimento ocorrem as lagoas denominadas 04, 05, 06 e 07, essas duas últimas mais distante da ADA, enquanto as lagoas 02 e 03 situam-se apenas na AII (**Figura 5.1.1.3-2**; **Tabela 5.1.1.3-1**).

Nesses trechos são encontradas macrófitas aquáticas principalmente do grupo das emersas (ESTEVES, 2011), que habitam as margens das lagoas, a exemplo de *Typha angustifolia* (taboa), *Scleria gaertneri* (tiririca) e *Hymenachne amplexicaulis* (capim-capivara).

Principalmente nas lagoas 02, 03 e 05 são registradas macrófitas flutuantes (ESTEVES, 2011), com destaque para *Salvinia auriculata* (salvínia) e *Pistia stratiotes* (alface d'água).

Conforme exposto anteriormente essas lagoas são objeto de monitoramento periódico e as macrófitas estão dentre os componentes biológicos estudados (ECONSERVATION / ARCELORMITTAL TUBARÃO, 2025).

Na **Figura 5.1.1.3-41** a **Figura 5.1.1.3-46** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas das lagoas da ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-41: Aspecto geral das macrófitas na Lagoa 02, na AII do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-42: Visão geral de Lagoa 03, na AII do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-43: Aspecto geral de Lagoa 04, na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-44: Detalhe das macrófitas na 05, na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-45: Visão das macrófitas nas margens da Lagoa 06, na AII do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-46: Visão das macrófitas nas margens da Lagoa 07, na AII do empreendimento.

Brejo

Conforme exposto anteriormente a maior parte da ArcelorMittal Tubarão está situada na região dos tabuleiros costeiros, cujo relevo determina fundos de vales onde são comumente encontrados cursos hídricos, lagoas e brejos. No ecossistema de restinga também são frequentes a ocorrência de lagoas costeiras e brejos, em função da proximidade do lençol freático com a superfície.

Nas áreas brejosas (**Figura 5.1.1.1-2**; **Tabela 5.1.1.3-1**) a vegetação é predominantemente de porte herbácea, com alguns elementos arbustivo-arbóreos isolados, compostos por espécies higrófilas típicas desses ambientes alagáveis (POTT & POTT, 2000).

Dentre as plantas comumente registradas nos brejos destacam-se *Typha domingensis* (taboa), *Telmatoblechnum serrulatum* e *Acrostichum danaeifolium* (samambaias-do-brejo), além de representantes de Cyperaceae (*Fuirena umbellata*, *Rhynchospora holoschoenoides*, *Cyperus distans*, *Scleria latifolia*) e gramíneas (Hymenachne amplexicaulis, Paspalum repens).

Os indivíduos de maior porte são *Cecropia pachystachya* (imbaúba-mirim), *Tibouchina urceolaris* (quaresma-mirim), *Bactris setosa* (tucum-do-brejo) e *Ludwigia nervosa* (erva-de-bicho).

Na **Figura 5.1.1.3-47** a **Figura 5.1.1.3-48** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas dos brejos na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-47: Aspecto geral da vegetação na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-48: Detalhe da vegetação de brejo em outro trecho da AID do empreendimento.

Restinga

A vegetação de restinga na AID do empreendimento uma estreita faixa próximo ao mar (**Figura 5.1.1.3-1**; **Tabela 5.1.1.3-1**), entre os limites norte da ArcelorMittal Tubarão e a região do canal de captação. Neste trecho a vegetação possui porte arbustivo (altura em torno de 2m a 4m) e fisionomia fechada.

Nesse ambiente predominam indivíduos arbustivos que ocorrem de forma bem adensada, juntamente com outras formas biológicas, como plantas herbáceas, palmeiras e trepadeiras. Muitas espécies possuem espinhos, folhas espinhentas ou acúleos, que dificultam o acesso ao interior dessa formação vegetal. Essa formação foi classificada como restinga arbustiva fechada não inundável por Pereira (2003) mas também é denominada formação de Pós-Praia (ARAUJO & HENRIQUES, 1984; ARAUJO, 1992; PEREIRA, 1990).

A cerca de alambrado de delimita a área da ArcelorMittal Tubarão passa por essa formação onde a vegetação arbustiva de Pós-Praia ocorre em larguras variadas tanto no interior como na porção externa da empresa. A formação Pós-Praia faz divisa com trechos de reflorestamento e lagoas na parte interna da empresa.

As espécies arbustivas comumente observadas na formação Pós-Praia de restinga são *Schinus terebinthifolia* (aroeira), *Dalbergia ecastophyllum* (arco-de-barril), *Sideroxylon obtusifolium* (quixabeira), *Diospyros inconstans* (abricó-da-mata), *Cestrum retrofractum* (belonha-de-rato) e *Cynophalla flexuosa* (feijão-de-porco). As plantas trepadeiras (lianas e escandentes) frequentemente ocorrentes no local são *Tournefortia bicolor* (cipó-canema), *Mikania diversifolia* (cipó-amescla), *Mansoa difficilis* (cipó-alho), *Abrus precatorius* (cipó-tento), *Heteropterys chrysophylla* (cipó-dourado) e Smila*x rufescens* (japecanga-preta). Dentre as herbáceas destacam-se *Allagoptera arenaria* (guriri), *Bromelia antiacantha* (gravatá) e *Maranta divaricata* (caeté-de-areia) e *Alternanthera brasiliana* (perpétua-branca).

Além das espécies citadas, todas nativas da flora brasileira, também ocorrem elementos exóticos na formação pós-praia, a exemplo de *Megathyrsus maximus* (capim-colonião), *Commelina*

benghalensis (trapoeraba), *Terminalia catappa* (castanheira) e *Leucaena leucocephala* (leucena), provavelmente oriundas dos ambientes antropizadas do entorno dessa formação de restinga.

Em alguns trechos a vegetação de restinga torna-se herbácea, provavelmente em local onde no passado ocorreu uma abertura para drenagem da água da lagoa interna em direção ao mar. Neste local são encontradas algumas espécies típicas da formação halófila-psamófila reptante (ARAUJO & HENRIQUES, 1984; ARAUJO, 1992; PEREIRA, 1990) que são *Panicum racemosum*, *Stenotaphrum secundatum*, *Ipomoea pes-capre* (ipoméia-roxa), *Canavalia rosea* (feijão-da-praia) e *Remirea maritima* (salsa-da-praia).

Na **Figura 5.1.1.3-49** a **Figura 5.1.1.3-52** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas da vegetação de restinga na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-49: Aspecto geral da formação arbustiva de restinga (Pós-Praia) na área interna da ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-50: Detalhe do interior da formação arbustiva de restinga (Pós-Praia) na área interna da ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-51: Aspecto geral da vegetação na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-52: Aspecto geral da formação herbácea de restinga (Halófla-Psamófila) na área interna da ArcelorMittal Tubarão.

Manguezal

A vegetação de restinga na AID do empreendimento uma estreita faixa próximo ao mar, entre os limites norte da ArcelorMittal Tubarão e a região do canal de captação. Neste trecho a vegetação possui porte arbustivo (altura em torno de 2m a 4m) e fisionomia fechada.

Na área interna da ArcelorMittal Tubarão foi registrado um trecho de manguezal (**Figura 5.1.1.3-1; Tabela 5.1.1.3-1**) que apresenta um bosque típico deste ecossistema, com altura em torno de 4-6m, e formado pelas espécies *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) e *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), com presença predominante de *Acrostichum danaeifolium* (samambaia-do-brejo) no estrato inferior. Também são observados exemplares de *Talipariti pernambucense* (algodoeiro-da-praia) e *Annona glabra* (araticum-do-brejo).

Ressalta-se que nesse local é trecho de drenagem do córrego Pelado e fica próximo de sua foz, que se situa após as correias transportadoras de carvão e cercamento de divisa da AMT. Essa proximidade com a praia permite a entrada eventual de água salgada que é condição fundamental para o estabelecimento do ecossistema manguezal (SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN, 1986).

Na **Figura 5.1.1.3-53** e **Figura 5.1.1.3-54** a seguir são apresentadas imagens ilustrativas da vegetação de restinga na AID do empreendimento.



Figura 5.1.1.3-53: Aspecto geral do bosque de manguezal da ArcelorMittal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-54: Visão do interior do bosque de manguezal da ArcelorMittal Tubarão.

Composição Florística (ADA e AID)

A listagem florística registrada para a área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão é composta por 123 espécies distribuídas em 52 famílias (**Tabela 5.1.1.3-3**), sendo as de maior riqueza Fabaceae (10 espécies), Myrtaceae (9), Asteraceae (8), Sapindaceae (7), Anacardiaceae e Orchidaceae (6 cada), Bignoniaceae e Euphorbiaceae (5 cada) e Apocynaceae e Poaceae (4 cada).

Na área diretamente afetada (AID) foram registradas 350 espécies distribuídas em 94 famílias (**Tabela 5.1.1.3-3**), sendo as de maior riqueza Fabaceae (43 espécies), Asteraceae (15), Cyperaceae, Myrtaceae, Poaceae e Sapindaceae (12 cada), Bignoniaceae, Euphorbiaceae e Rubiaceae (11 cada),

Arecaceae e Moraceae (9 cada), Araceae e Melastomataceae (8 cada) e Apocynaceae e Bromeliaceae (7 cada).

Como efeito comparativo da representatividade da flora registrada na ADA e AID, a lista florística de angiospermas registradas no estado do Espírito Santo é formada por 6.634 espécies, sendo 6.204 nativas, 74 cultivadas e 110 naturalizadas e as famílias com maior riqueza são Orchidaceae (744 espécies), Bromeliaceae (386), Fabaceae (384), Asteraceae (291), Myrtaceae (291), Rubiaceae (239), Melastomataceae (197), Apocynaceae (175), Cyperaceae (175) e Poaceae (174) (DUTRA et al., 2015).

Observa-se que algumas das famílias encontradas com maior riqueza na ADA são as mais importantes nesse quesito para a flora estadual (Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Poaceae, Rubiaceae), demonstrando que mesmo com grande presença na paisagem de ambientes antropizados (reflorestamentos com exóticas) a área da ArcelorMittal Tubarão e entorno ainda conserva parte da diversidade genética típica da Mata Atlântica capixaba.

Espécies Exóticas e Invasoras

No rol das espécies registradas na ADA, 18 são alóctones, sendo seis cultivadas e sete naturalizadas (**Tabela 5.1.1.3-7**), conforme a Flora do Brasil 2020 (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023), representando 15% da riqueza total. Para a AID ocorrem 17 alóctones, todas na categoria cultivada (**Tabela 5.1.1.3-8**), conforme a Flora do Brasil 2020 (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023), representando cerca de 5% da riqueza total.

Essas espécies estão representadas pelas essências florestais utilizadas nos reflorestamentos, a exemplo das acácias-australianas (*Acacia auriculiformis* e *A. mangium*), eucaliptos (*Corymbia citriodora, C. torelliana*, *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*), leucena (*Leucaena leucocephala*), jamelão (*Syzygium cuminii*), casuariana (*Gymnostoma sumatranum*), *Adenanthera pavonina* (falso-pau-brasil), sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*), castanheira (*Terminalia catappa*), ipezão (*Tabebuia rosea*), espécies ornamentais tais como jibóia (*Epipremnum aureum*), *Tradescantia spathacea* (abacaxi-roxo) dracena (*Dracaena fragrans*), ameixa (*Eriobotrya japonica*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e figueira-benjamina (*Ficus benjamina*), subespontâneas como capim-colonião (*Megathyrsus maximus*), braquiária (*Urochloa brizantha*), mamona (*Ricinus communis*), orquídea-de-chão (*Oeceoclades maculata*), dentre outras.

Das espécies alóctones registradas na ADA e AID, 19 são indicadas pelo Instituto Hórus (2025) com potencial invasor (**Tabela 5.1.1.3-7** e **Tabela 5.1.1.3-8**), pois apresentam riscos de causar impactos como alteração de habitat, modificação nos padrões sucessionais e redução de biodiversidade natural. Além dessas 19 ocorrem ainda duas espécies nativas e que também possuem potencial invasor: *Mimosa caesalpiniifolia* e *Urena lobata.*

Nessa categoria de invasoras estão algumas gramíneas (*Megathyrsus maximus*; *U. brizantha*, *Hyparrhenia rufa* – capim-jaraguá); espécies arbustivo-arbóreas, tais como *Leucaena leucocephala*, *Acacia auriculiformis*, *A. mangium*, *Terminalia catappa*, *Corymbia torelliana*, *E. japonica*, *Artocarpus heterophyllus* (jaca), *Syzygium cumini* (jamelão), além de ervas e subarbustos como *Oeceoclades maculata*, *Commelina benghalensis*, *Tradescantia zebrina* (capoeiraba-rajada), *Furcraea foetida* (pita) e *Ricinus communis* (mamona).

Tabela 5.1.1.3-7: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias		
					Ref	Mac	Out
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	aderne	Ar		x		
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	aderne	Ar		x		
Anacardiaceae	*Mangifera indica* L.	manga	Ar	Cul;Inv	x		
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolia* Raddi.	aroeira	Arb		x	x	x
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.	cupuba	Ar		x		
Anacardiaceae	*Thyrsodium spruceanum* Benth.	acarana	Ar		x		
Annonaceae	*Xylopia sericea* St. Hill.	pindaíba	Ar		x		
Apocynaceae	*Blepharodon pictum* (Vahl) W.D.Stevens		Lia		x		
Apocynaceae	*Forsteronia leptocarpa* (Hook. & Arn.) A. DC.		Lia		x		
Apocynaceae	*Himatanthus bracteatus* (A. DC.) Woodson	agoniada	Arb		x		
Apocynaceae	*Oxypetalum banksii* Schult.	cipó-leiteiro	Lia				x
Araceae	*Anthurium pentaphyllum* (Aubl.) G.Don	antúrio-trepador	Epi		x		
Araceae	*Philodendron acutatum* Schott	imbé	Hem		x		
Arecaceae	*Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze	guriri	Pal		x		
Arecaceae	*Bactris caryotifolia* Mart.	coqueirinho	Pal	Am-ES(VU)	x		
Asteraceae	*Baccharis reticularia* DC.	alicrim	SubArb			x	
Asteraceae	*Chromolaena maximiliani* (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	mata-pasto	SubArb			x	x
Asteraceae	*Conyza bonariensis* (L.) Cronq.	cuvirá	Her				x
Asteraceae	*Erechtites valerianifolius* (Link ex Spreng.) DC.	capiçoba	SubArb				x
Asteraceae	*Galinsoga parviflora* Cav.		SubArb				x
Asteraceae	*Mikania cordifolia* (L.f.) Willd.	cipó-casulo	Lia		x		
Asteraceae	*Mikania firmula* Baker	guaco	Lia		x		
Asteraceae	*Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho	camará	Arb		x	x	
Bignoniaceae	*Anemopaegma chamberlaynii* (Sims) Bureau & K.Schum.	cipó-rajado	Lia		x		
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.	ipê-verde	Ar		x		
Bignoniaceae	*Fridericia conjugata* (Vell.) L.G.Lohmann	cipó-roxo	Lia		x		
Bignoniaceae	*Lundia longa* (Vell.) DC.		Lia		x		
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC.	ipezão	Ar	Cul	x		
Boraginaceae	*Varronia curassavica* Jacq.	erva-baleeira	SubArb		x	x	x
Bromeliaceae	*Tillandsia gardneri* Lindley	bromélia-de-crista	Epi		x		
Bromeliaceae	*Tillandsia stricta* Solander ex Ker - Gawler	bromélia-branca	Epi		x		
Bromeliaceae	*Vriesea procera* Mart. & Schult	bromélia-do-alto	Epi		x		
Burseraceae	*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand	amescla	Ar		x		
Cactaceae	*Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff.	cacto-dedinho	Epi	Cites	x		
Cactaceae	*Selenicereus setaceus* (Salm-Dyck) Berg	pitaia	Epi	Cites	x		
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense* Cambess.	guanandi	Ar		x		
Casuarinaceae	*Gymnostoma sumatranum* (Jungh. ex de Vriese) L.A.S.Johnson	casuarina	Ar	Nat;Inv	x		x

Tabela 5.1.1.3-7: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias		
					Ref	Mac	Out
Chrysobalanaceae	*Moquilea tomentosa* Benth	oiti	Ar		x		
Clusiaceae	*Clusia spiritu-sanctensis* G.Mariz & B.Weinberg	clusia	Ar		x		
Commelinaceae	*Commelina benghalensis* L.	trapoeraba	Her	Nat;Inv	x		
Commelinaceae	*Tradescantia spathacea* Sw.	abacaxi-roxo	Her	Cul			x
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br.	ipoméia-roxa	Her				x
Cucurbitaceae	*Gurania tricuspidata* Cogn.	pepino-amarelo	Lia		x		
Cyperaceae	*Cyperus distans* L. f.	junquinho	Her				x
Cyperaceae	*Cyperus ligularis* L.	tiririca-branca	Her				x
Cyperaceae	*Rhynchospora exaltata* Kunth.	navalha-de-macaco	Her		x		
Dilleniaceae	*Davilla flexuosa* A. St.-Hil.	folha-de-lixa	Lia		x		
Dilleniaceae	*Davilla rugosa* Poir.	cipó-caboclo	Lia		x		
Elaeocarpaceae	*Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth.	tapinuan-do-brejo	Ar		x		
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus urens* (L.) Arthur	cansanção	SubArb		x		
Euphorbiaceae	*Croton glandulosus* L.	muchinga-branca	SubArb		x		
Euphorbiaceae	*Dalechampia ficifolia* Lam.	cipó-fogo	Lia		x		
Euphorbiaceae	*Microstachys corniculata* (Vahl) Griseb		SubArb			x	
Euphorbiaceae	*Ricinus communis* L.	mamona	Subarb	Cul;Inv	x		x
Fabaceae	*Acacia auriculiformis* A.Cunn. ex Benth.	acácia-australiana	Ar	Cul;Inv	x	x	x
Fabaceae	*Acacia mangium* Willd.	acácia-australiana	Ar	Cul;Inv	x		
Fabaceae	*Adenanthera pavonina* L.	falso-pau-brasil	Ar	Cul	x		
Fabaceae	*Inga edulis* Mart.	ingá-macarrão	Ar		x		
Fabaceae	*Inga laurina* (Sw.) Willd.	ingá-mirim	Arb		x		
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	leucena	Ar	Nat;Inv	x		x
Fabaceae	*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	pau-ferro	Ar		x		
Fabaceae	*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.	sabiá	Ar	Inv	x		
Fabaceae	*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-brasil	Ar	Am-ES (CR); BR (EN); Cites	x		
Fabaceae	*Swartzia apetala* var. *apetala* Raddi	arruda-vermelha	Arb		x		
Lecythidaceae	*Couratari macrosperma* A.C.Sm.	imbirema	Ar		x		
Lecythidaceae	*Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers	biriba	Ar		x		
Malpighiaceae	*Byrsonima sericea* DC.	murici	Ar		x	x	
Melastomataceae	*Miconia albicans* (Sw.) Triana	canela-de-velha	Arb		x		
Menispermaceae	*Orthomene schomburgkii* (Miers) Barneby & Krukoff	cipó-azeitona	Lia		x		
Moraceae	*Ficus clusiifolia* Schott	gameleira	Ar		x		
Moraceae	*Ficus crocata* (Miq.) Miq.	figueira	Ar		x		
Moraceae	*Ficus gomelleira* Kunth & C.D. Bouché	molembá	Ar		x		
Muntingiaceae	*Muntingia calabura* L.	calabura	Ar				x
Myrtaceae	*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	eucalipto-citriodora	Ar	Cul	x		

Tabela 5.1.1.3-7: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias		
					Ref	Mac	Out
Myrtaceae	*Eugenia astringens* Cambess	araçá-birro	Arb		x		
Myrtaceae	*Eugenia speciosa* Cambess.		Arb		x		
Myrtaceae	*Eugenia uniflora* L.	pitanga	Arb		x		
Myrtaceae	*Myrcia loranthifolia* (DC.) G.P.Burton & E.Lucas		Arb		x		
Myrtaceae	*Myrcia splendens* (Sw.) DC.	batinga-roxa	Ar		x		
Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	goiaba	Arb	Nat;Inv			x
Myrtaceae	*Psidium guineense* Sw.	araçá	Arb		x	x	
Myrtaceae	*Syzygium cuminii* (L.) Skeels	jamelão	Ar	Nat;Inv	x		
Nyctaginaceae	*Guapira pernambucensis* (Casar.) Lundl.	joão-moleza	SubArb		x		
Ochnaceae	*Ouratea cuspidata* (A.St.-Hil.) Engl.	sarará	Arb		x		
Ochnaceae	*Ouratea cuspidata* (A.St.-Hil.) Engl.	sarará	SubArb		x		
Orchidaceae	*Catasetum luridum* Lindl.	orquídea-boca-amarela	Epi	Cites	x		
Orchidaceae	*Cyrtopodium polyphyllum* (Vell.) Pabst ex F. S	sumaré	Her	Cites	x		
Orchidaceae	*Eltroplectris triloba* (Lindl.) Pabst		Her	Cites	x		
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl.	orquídea-de-chão	Her	Nat;Inv	x		
Orchidaceae	*Prescottia plantaginifolia* Lindl. ex Hook		Her	Cites	x		
Orchidaceae	*Vanilla bahiana* Hoehne	baunilha-branca	Hem	Cites	x		
Peraceae	*Pera glabrata* (Schott) Baill.	cinta-larga	Ar		x		
Picramniaceae	*Picramnia bahiensis* Turcz.	caxeta-preta	Arb		x		
Piperaceae	*Piper amalago* L.	beco-estrelinha	SubArb		x		
Piperaceae	*Piper mollicomum* Kunth	beco-de-barranco	SubArb		x		
Piperaceae	*Piper umbellatum* L.	capeba	SubArb		x		
Poaceae	*Chusquea bambusoides* (Raddi) Hack.	taquarinha	Her		x		
Poaceae	*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	capim-colonião	Her	Nat;Inv	x	x	x
Poaceae	*Melinis minutiflora* P.Beauv.	capim-meloso	Her	Nat			x
Poaceae	*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster	braquiária	Her	Nat;Inv	x		
Polygonaceae	*Coccoloba alnifolia* Casar.	folhado	Arb		x		
Polypodiaceae	*Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel.	samambaia-rastejante	Epi		x		
Primulaceae	*Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze	capororoca	Ar		x	x	
Primulaceae	*Myrsine parvifolia* A.DC.	capororoca	Ar		x		
Rhamnaceae	*Sarcomphalus platyphyllus* (Reissek) Hauenschild	juazeiro	Arb		x		
Rubiaceae	*Borreria verticillata* (L.) G. Mey.	tajuba	Her			x	
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium Engl.*	maminha-de-porca	Ar		x		
Sapindaceae	*Allophylus petiolulatus* Radlk.	casca-solta	Arb		x		
Sapindaceae	*Cupania emarginata* Cambess.	camboatá	Arb		x		
Sapindaceae	*Cupania oblongifolia* Mart.	pau-magro	Ar		x		
Sapindaceae	*Matayba guianensis* Aubl.	pitomba-rosa	Ar		x		

Tabela 5.1.1.3-7: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Conclusão).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias		
					Ref	Mac	Out
Sapindaceae	*Paullinia rubiginosa* Cambess.	guaraná-peludo	Lia		x		
Sapindaceae	*Paullinia weinmanniaefolia* Mart.	cipó-paulina	Lia		x		
Sapindaceae	*Serjania communis* Cambess.	cipó-comum	Lia		x		
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	quixabeira	Arb		x		
Simaroubaceae	*Homalolepis cuneata* (A.St.-Hil. & Tul.) Devecchi & Pirani	caxetão	Ar		x		
Siparunaceae	*Siparuna guianensis* Aublet	negramina	Arb		x		
Siparunaceae	*Siparuna guianensis* Aublet.*guianensis* Aublet	negramina	Arb		x		
Smilaceae	*Smilax rufescens* Griseb.	japecanga-preta	Lia		x		
Solanaceae	*Cestrum retrofractum* Dun.	belonha-de-rato	Arb		x		
Urticaceae	*Cecropia glaziovi* Snethl.	imbaúba	Ar		x		
Verbenaceae	*Lantana camara* L.	mal-me-quer-amarelo	SubArb		x	x	x
Vitaceae	*Cissus erosa* Rich.	cipó-uva	Lia		x		

Legenda: Porte: Ar =Arbóreo; Arb =Arbustivo; Her =Herbácea; Epi =Epífita; Lia =Liana; Subarb= subarbusto; Pal= palmeira; Hem= hemiepífita. Origem/Status: Nat= naturalizada; Cul= cultivada; Inv= invasora. Am= ameaçada de extinção na lista nacional (BR) ou estadual (ES); VU= vulnerável; Cites= Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. Tipologias: Ref= reflorestamento; Mac= macega; Out= outras tipologias antropizadas (pátios)

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Acanthaceae	*Herpetacanthus macrophyllus* Nees		Her					x			
Achariaceae	*Carpotroche brasiliensis* (Raddi.) A. Gray	sapucainha	Ar			x	x				
Amaranthaceae	*Alternanthera brasiliana* (K.) Kuntze	perpétua-branca	Her							x	
Amaranthaceae	*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.	neosaldina	Her		x						
Amaranthaceae	*Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears	perpétua-mole	Her							x	
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	aderne	Ar			x	x	x			
Anacardiaceae	*Mangifera indica* L.	manga	Ar	Cul;Inv				x			
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolia* Raddi.	aroeira	Arb				x	x	x	x	
Anacardiaceae	*Tapirira guianensis* Aubl.	cupuba	Ar			x		x			
Anacardiaceae	*Thyrsodium spruceanum* Benth.	acarana	Ar			x					
Annonaceae	*Annona dolabripetala* Raddi	pinha-da-mata	Ar			x					
Annonaceae	*Annona glabra* L.	ariticum-do-brejo	Arb	Am-ES(VU)		x					x
Annonaceae	*Oxandra nitida* R.E. Fries	ariticum-do-mato	Arb			x		x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Annonaceae	*Xylopia sericea* St. Hill.	pindaíba	Ar			x	x	x			
Apocynaceae	*Blepharodon pictum* (Vahl) W.D.Stevens		Lia			x					
Apocynaceae	*Forsteronia leptocarpa* (Hook. & Arn.) A. DC.		Esc			x		x			
Apocynaceae	*Himatanthus bracteatus* (A. DC.) Woodson	agoniada	Arb			x	x	x			
Apocynaceae	*Oxypetalum alpinum* (Vell.) Fontella		Lia		x						
Apocynaceae	*Oxypetalum banksii* Schult.	cipó-leiteiro	Lia					x			
Apocynaceae	*Peplonia asteria* (Vell.) Fontella & E.A.Schwarz		Lia			x					
Apocynaceae	*Tabernaemontana laeta* Mart.	espetão	Arb			x					
Araceae	*Anthurium pentaphyllum* (Aubl.) G.Don	antúrio-trepador	Epi			x					
Araceae	*Lemna valdiviana* Phil.	lentilha-d´água	Her		x						
Araceae	*Lemna valdiviana* Phil.	lentilha-d´água	Her		x						
Araceae	*Monstera adansonii* (Schott) Madison	sete-facadas	Epi			x					
Araceae	*Philodendron acutatum* Schott	imbé	Epi			x		x			
Araceae	*Philodendron fragantissimum* (Kooker) Kunth	imbé-vermelho	Epi			x					
Araceae	*Philodendron scandens* C.Koch & Sello	imbé-queimador	Epi			x					
Araceae	*Pistia stratiotes L.*	alface-d'água	Her		x						
Araliaceae	*Hydrocotyle verticillata* Thumb.	erva-capitão-do-brejo	Her		x						
Arecaceae	*Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze	guriri	Pal				x	x		x	
Arecaceae	*Allagoptera caudescens* (Mart.) Kuntze	palmito-amargoso	Pal	Am-ES(VU)		x					
Arecaceae	*Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret	brejaúba	Pal			x		x			
Arecaceae	*Attalea humilis* Mart. ex Spreng.	pindoba	Pal			x	x	x			
Arecaceae	*Bactris caryotifolia* Mart.	coqueirinho	Pal	Am-ES(VU)		x		x			
Arecaceae	*Bactris setosa* Mart.	tucum-do-brejo	Pal			x			x		
Arecaceae	*Bactris vulgaris* Barb. Rodr.	tucum-preto	Pal			x					
Arecaceae	*Desmoncus orthacanthos* Mart.	cerca-onça	Pal			x		x			
Arecaceae	*Euterpe edulis* Mart.	palmito-juçara	Pal	Am-BR(VU);ES(VU)		x					
Aristolochiaceae	*Aristolochia cymbifera* Mart. & Zucc.	peito-de-peru	Lia			x					
Asparagaceae	*Herreria glaziovii* Lecomte	salsaparrilha	Lia			x		x			
Asteraceae	*Baccharis reticularia* DC.	alicrim	SubArb					x			
Asteraceae	*Baccharis singularis* (Vell.) G.M.Barroso		SubArb				x	x			
Asteraceae	*Chromolaena maximiliani* (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	mata-pasto	SubArb			x					
Asteraceae	*Conyza bonariensis* (L.) Cronq.	cuvirá	Her			x					
Asteraceae	*Cyrtocymura scorpioides* (Lam.) H.Rob.	vara-de-visgo	SubArb		x						

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Asteraceae	*Delilia biflora* (L.) Kuntze	alfavaca-mansa	Her			x					
Asteraceae	*Emilia sonchifolia* (L.) DC.	serralha	Her	Nat				x			
Asteraceae	*Erechtites valerianifolius* (Link ex Spreng.) DC.	capiçoba	SubArb			x					
Asteraceae	*Mikania cordifolia* (L.f.) Willd.	cipó-casulo	Lia			x		x			
Asteraceae	*Mikania diversifolia* DC.	cipó-amescla	Lia			x		x		x	
Asteraceae	*Mikania firmula* Baker	guaco	Lia					x			
Asteraceae	*Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho	camará	Arb			x	x	x			
Asteraceae	*Piptocarpha* sp		Lia					x			
Asteraceae	*Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera		Her		x						
Asteraceae	*Youngia japonica* (L.) DC.		Her	Nat		x					
Bignoniaceae	*Adenocalymma marginatum* (Cham.) DC.	cipó-de-são-joão	Lia					x			
Bignoniaceae	*Anemopaegma chamberlaynii* (Sims) Bureau & K.Schum.	cipó-rajado	Lia			x		x			
Bignoniaceae	*Bignonia corymbosa* (Vent.) L.G.Lohmann		Lia			x		x			
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.	ipê-verde	Ar			x		x			
Bignoniaceae	*Fridericia conjugata* (Vell.) L.G.Lohmann	cipó-roxo	Lia			x		x			
Bignoniaceae	*Handroanthus riodocensis* (A.H. Gentry) S. O. Grose	ipê-amarelo	Ar	Am-BR(EP);ES(CR)		x					
Bignoniaceae	*Lundia corymbifera* (Vahl) Sandwith		Lia			x		x			
Bignoniaceae	*Lundia longa* (Vell.) DC.		Lia			x		x			
Bignoniaceae	*Mansoa difficilis* (Cham.) Bureau & K.Schum.	cipó-alho	Lia			x				x	
Bignoniaceae	*Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum.	cinco-folhas	Ar			x					
Bignoniaceae	*Tabebuia cassinoides* (Lam.) A.P.DC.	tagibibuia	Arb	Am-BR(VU);ES(EN)		x					
Blechnaceae	*Telmatoblechnum serrulatum* (Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey	samambaia-do-brejo	Her						x		
Blechnaceae	*Telmatoblechnum serrulatum* (Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey	samambaia-do-brejo	Her		x	x				x	
Boraginaceae	*Cordia cf. hatschbachii* J.S. Miller	baba-de-bezerro	SubArb			x					
Boraginaceae	*Cordia taguahyensis* Vell.	cordia-mirim	Arb			x					
Boraginaceae	*Cordia trichoclada* DC.	louro-tabaco	Arb			x		x			
Boraginaceae	*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Stend	louro	Ar			x		x			
Boraginaceae	*Tournefortia bicolor* Sw.	cipó-canema	Esc							x	
Boraginaceae	*Varronia curassavica* Jacq.	erva-baleeira	Arb					x		x	
Bromeliaceae	*Aechmea chlorophylla* L.B.Smith	bromélia-de-pau	Her			x		x			
Bromeliaceae	*Billbergia amoena* (Lodd.) Lindl.		Her					x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Bromeliaceae	*Bromelia antiacantha* Bertol.	gravatá	Her			x				x	
Bromeliaceae	*Tillandsia gardneri* Lindley	bromélia-de-crista	Epi			x	x	x			
Bromeliaceae	*Tillandsia stricta* Solander ex Ker - Gawler	bromélia-branca	Epi			x		x			
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides* L.	barba-de-velho	Epi					x			
Bromeliaceae	*Vriesea procera* Mart. & Schult	bromélia-do-alto	Epi			x					
Burseraceae	*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand	amescla	Ar			x	x	x			
Cactaceae	*Cereus fernambucensis* Lem.	cacto-rosa	Her	Cites						x	
Cactaceae	*Pereskia aculeata* Mill.	ora-pro-nobis	Esc							x	
Cactaceae	*Pilosocereus arrabidae* (Lem.) Byles & Rowley	cacto-comprido	Her	Cites						x	
Cactaceae	*Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff.	cacto-dedinho	Epi	Cites				x			
Cactaceae	*Selenicereus setaceus* (Salm-Dyck) Berg	pitaia	Epi	Cites						x	
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense* Cambess.	guanandi	Ar			x		x			
Calophyllaceae	*Kielmeyera membranacea* Casar		Arb			x		x			
Cannabaceae	*Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg.	espora-de-galo	Ar					x		x	
Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume	curindiba	Arb					x			
Capparaceae	*Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl	feijão-de-porco	Arb					x		x	
Casuarinaceae	*Gymnostoma sumatranum* (Jungh. ex de Vriese) L.A.S.Johnson	casuarina	Ar	Nat;Inv					x		
Celastraceae	*Monteverdia obtusifolia* (Mart.) Biral	café-da-praia	Arb			x		x		x	
Chrysobalanaceae	*Couepia ovalifolia* (Schott) Benth. ex Hook.f.	oití-nativo	Ar			x					
Chrysobalanaceae	*Moquilea tomentosa* Benth	oiti	Ar			x		x			
Cleomaceae	*Cleome aculeata* L.		SubArb							x	
Clusiaceae	*Clusia spiritu-sanctensis* G.Mariz & B.Weinberg	clusia	Ar			x		x			
Clusiaceae	*Garcinia gardneriana* Triana & Planch.	bacupari	Arb			x		x			
Clusiaceae	*Symphonia globulifera* L.F.	guanandí-vermelho	Ar			x					
Combretaceae	*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn.	mangue-branco	Arb								x
Combretaceae	*Terminalia catappa* L.	castanheira	Ar	Nat;Inv		x		x		x	
Commelinaceae	*Commelina benghalensis* L.	trapoeraba	Her	Nat;Inv	x					x	
Connaraceae	*Rourea glazioui* Schelleberg	cipó-perna-de-grilo	SubArb			x	x	x			
Convolvulaceae	*Ipomoea cairica* (L.) Sweet		Lia							x	
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br.	ipoméia-roxa	Her							x	
Cucurbitaceae	*Gurania tricuspidata* Cogn.	pepino-amarelo	Lia			x		x			
Cyatheaceae	*Cyathea phalerata* Mart.	samambaia-açu	Her			x					
Cyclantaceae	*Thoracocarpus bissectus* (Vell) Harl.	cipó-de-vassoura	Lia			x					
Cyperaceae	*Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke	capim-cabelo	Her					x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Cyperaceae	*Calyptrocarya glomerulata* (Brongn.) Urb.		Her			x					
Cyperaceae	*Cyperus distans* L. f.	junquinho	Her		x				x		
Cyperaceae	*Cyperus ligularis* L.	tiririca-branca	Her			x				x	
Cyperaceae	*Cyperus macrostachyos* Lam.	tiririca	Her		x	x		x		x	
Cyperaceae	*Cyperus rotundus* L.	tiririca	Her	Nat;Inv		x	x	x			
Cyperaceae	*Fuirena umbellata* Rottb.	capim-navalha	Her		x				x		
Cyperaceae	*Rhynchospora exaltata* Kunth.	navalha-de-macaco	Her			x	x	x			
Cyperaceae	*Rhynchospora holoschoenoides* (Rich.) Herter	tiririca-cebola	Her		x	x		x	x		
Cyperaceae	*Scleria gaertneri* Raddi	tiririca	Her		x				x		
Cyperaceae	*Scleria latifolia* Sw.	tiririca-do-brejo	Her			x			x		
Cyperaceae	*Scleria secans* (L.) Urb.	navalha-de-macaco	Her					x			
Dilleniaceae	*Davilla flexuosa* A. St.-Hil.	folha-de-lixa	Lia			x		x			
Dilleniaceae	*Davilla rugosa* Poir.	cipó-caboclo	Lia			x	x	x			
Dilleniaceae	*Tetracera lasiocarpa* Eichler	cipó-gurumbumba	Lia			x		x			
Dioscoreaceae	*Dioscorea laxiflora* Mart. ex Griseb.	carazinho	Lia			x					
Ebenaceae	*Diospyros inconstans* Jacq.	abricó-da-mata	Arb			x				x	
Elaeocarpaceae	*Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth.	tapinuan-do-brejo	Ar			x					
Erythroxylaceae	*Erythroxylum citrifolium* A.St.-Hil.	fruta-de-jurití	Arb			x	x				
Erytroxyllaceae	*Erythroxylum passerinum* Mart.	pau-de-cobra	Arb			x		x		x	
Euphorbiaceae	*Actinostemon klotzschii* (Didr.) Pax		SubArb			x					
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia* (Spreng.) Mull. Arg.	tiribeira	Ar			x					
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus urens* (L.) Arthur	cansanção	SubArb				x	x		x	
Euphorbiaceae	*Croton glandulosus* L.	muchinga-branca	SubArb					x		x	
Euphorbiaceae	*Croton* sp		Esc			x					
Euphorbiaceae	*Croton triqueter* Lam.		SubArb					x			
Euphorbiaceae	*Dalechampia ficifolia* Lam.	cipó-fogo	Lia			x		x			
Euphorbiaceae	*Euphorbia* sp		Her							x	
Euphorbiaceae	*Gymnanthes multiramea* (Klotzsch) Müll.Arg.		Esc					x			
Euphorbiaceae	*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.	leiteirinha	Arb			x					
Euphorbiaceae	*Tragia volubilis* L.	urtiga-brava	Lia			x	x				
Fabaceae	*Abrus precatorius* L.	cipó-tento	Lia					x		x	
Fabaceae	*Acacia auriculiformis* A.Cunn. ex Benth.	acácia-australiana	Ar	Cul;Inv				x			
Fabaceae	*Acacia mangium* Willd.	acácia-australiana	Ar	Cul;Inv				x			
Fabaceae	*Albizia pedicellaris* (DC.) L.Rico	jueirana-branca	Ar			x		x			
Fabaceae	*Andira nitida* Mart. ex Benth.	angelim-de-morcego	Ar			x					
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.	garapa	Ar	Am-BR (VU); ES (VU)		x					
Fabaceae	*Calopogonium mucunoides* Desv.		Lia		x			x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Fabaceae	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	feijão-da-praia	Her							x	
Fabaceae	*Centrosema virginianum* (L.) Benth.		Lia					x			
Fabaceae	*Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	jaúna	Ar			x					
Fabaceae	*Cratylia hypargyrea* Mart. ex Benth.	camaratuba	Lia			x		x			
Fabaceae	*Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub.	arco-de-barril	Arb						x	x	
Fabaceae	*Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton	cipó-jacarandá	Esc			x	x	x			
Fabaceae	*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemao ex Benth.	jacarandá-caviuna	Ar	Am-BR(VU); ES (VU); Cites		x					
Fabaceae	*Exostyles venusta* Schott ex Spreng.	vargem-grande	Arb							x	
Fabaceae	*Goniorrhachis marginata* Taub.	guaribú-amarelo	Ar			x					
Fabaceae	*Inga capitata* Desv.	ingá-feijão	Arb			x					
Fabaceae	*Inga edulis* Mart.	ingá-macarrão	Ar			x		x			
Fabaceae	*Inga laurina* (Sw.) Willd.	ingá-mirim	Arb			x	x	x			
Fabaceae	*Inga marginata* Willd	ingá-de-café	Arb			x					
Fabaceae	*Inga subnuda* Salzm. ex Benth.	ingá-guandú	Ar			x					
Fabaceae	*Inga thibaudiana* DC.	ingá	Ar			x					
Fabaceae	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	leucena	Ar	Nat;Inv				x		x	
Fabaceae	*Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld	jacarandá-de-espinho	Ar			x		x			
Fabaceae	*Machaerium lanceolatum* (Vell.) J.F.Macbr.	facheiro	Esc			x					
Fabaceae	*Machaerium ternatum* Kuhlm. & Hoehne	cipó-bico-de-macuco	Esc			x		x			
Fabaceae	*Machaerium uncinatum* Benth.	cipó-bico-de-pato	Lia			x					
Fabaceae	*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.	sabiá	Ar	Inv				x			
Fabaceae	*Ormosia arborea* (Vell.) Harnu	tento	Ar					x			
Fabaceae	*Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan	angico-vermelho	Ar					x			
Fabaceae	*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.	jacaré	Ar			x					
Fabaceae	*Platymiscium floribundum* Vog.	candeia-do-brejo	Ar			x					
Fabaceae	*Pterocarpus rohrii* Vahl.	pau-sangue	Ar			x					
Fabaceae	*Schnella smilacina* (Schott ex Spreng.) G.Don	unha-de-vaca	Lia			x					
Fabaceae	*Senegalia tenuifolia* (L.) Britton & Rose	arranha-gato	Esc			x		x			
Fabaceae	*Senna alata* (L.) Roxb.		Arb		x						
Fabaceae	*Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	amarelão	Ar			x					
Fabaceae	*Sophora tomentosa* L.	ervilha-da-praia	SubArb							x	
Fabaceae	*Swartzia apetala* var. *apetala* Raddi	arruda-vermelha	Arb			x		x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Fabaceae	*Swartzia apetala* var. *glabra* (Vogel) R.S.Cowan		Arb			x	x	x			
Fabaceae	*Swartzia myrtifolia* Sm.	pau-teimoso	Arb			x					
Fabaceae	*Vigna luteola* (Jacq.) Benth.	feijãozinho-amarelo	Lia					x			
Fabaceae	*Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev	pitombinha	Arb			x				x	
Hernandiaceae	*Sparattanthelium botocudorum* Mart.	ninho-de-bem-ti-vi	Lia					x			
Hypericaceae	*Vismia brasiliensis* Choisy.	copiã	Arb			x		x			
Lamiaceae	*Lippia origanoides* Kunth	canudinho	SubArb					x			
Lamiaceae	*Vitex polygama* Cham.	maria-branca	Arb					x			
Lauraceae	*Cassytha filiformis* L.		Par							x	
Lauraceae	*Nectandra oppositifolia* Nees	canela-pitanga	Ar			x					
Lauraceae	*Ocotea glauca* (Nees & Mart.) Mez		Ar			x					
Lauraceae	*Ocotea notata* (Nees & Mart.) Mez	canela	Arb					x		x	
Lecythidaceae	*Couratari macrosperma* A.C.Sm.	imbirema	Ar			x		x			
Lecythidaceae	*Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers	biriba	Ar			x	x	x			
Lentibulariaceae	*Utricularia gibba* L.	utriculária	Her		x						
Lygodiaceae	*Lygodium volubile* Sw.	samambaia-abre-caminho	Lia			x		x			
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.	fruta-de-pombo	Arb					x			
Malpighiaceae	*Byrsonima sericea* DC.	murici	Ar			x	x	x			
Malpighiaceae	*Heteropterys chrysophylla* (Lam.) DC.	cipó-dourado	Lia			x				x	
Malpighiaceae	*Stigmaphyllon ciliatum* (Lam.) A.Juss.		Lia							x	
Malpighiaceae	*Tetrapterys mucronata* Cav.		Lia			x					
Malvaceae	*Eriotheca macrophylla* (K.Schum.) A.Robyns	imbiruçú	Ar			x					
Malvaceae	*Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garcke	guaxumba-da-montanha	SubArb			x		x			
Malvaceae	*Pseudobombax grandifolium* (Cav.) A. Robyns	paineira-rosa	Ar			x					
Malvaceae	*Taliparitipernambucense* (Arruda) Bovini	algodoeiro-da-praia	Arb								x
Malvaceae	*Urena lobata* L.	guaxumba-rosa	SubArb	Inv				x			
Marantaceae	*Goeppertia cylindrica* (Roscoe) Borchs. & S.Suárez	caeté	Her			x					
Marantaceae	*Ischnosiphon gracilis* (Rudge) Koernicke	grumã	Her			x		x			
Marantaceae	*Maranta divaricata* Roscoe	caeté-de-areia	Her			x		x		x	
Marantaceae	*Saranthe sp*		Her			x					
Melastomataceae	*Henriettea succosa* (Aubl.) DC.	quaresma-do-brejo	Ar			x		x			
Melastomataceae	*Miconia albicans* (Sw.) Triana	canela-de-velha	Arb			x	x	x			
Melastomataceae	*Miconia hypoleuca* (Benth.) Triana	quaresma-balão	Arb					x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Melastomataceae	*Miconia latecrenata* (DC.) Naudin		Arb			x		x			
Melastomataceae	*Miconia prasina* (Sw.) DC.	ferreira-leite	Ar			x		x			
Melastomataceae	*Miconia* sp		SubArb			x					
Melastomataceae	*Pleroma fissinervium* Schrank et Mart. ex DC.	quaresmeira	Ar			x					
Melastomataceae	*Tibouchina urceolaris* (Schrank & Mart. ex DC.) Cogn.	quaresma-do-brejo	Arb		x	x		x			
Meliaceae	*Guarea guidonia* (L.) Sleumer	peloteira	Arb			x		x			
Meliaceae	*Trichilia casaretti* C.DC.	catiguá	Arb			x					
Menispermaceae	*Chondrodendron platiphyllum* (A.St.-Hil.) Miers	buta-coração	Lia			x					
Menispermaceae	*Orthomene schomburgkii* (Miers) Barneby & Krukoff	cipó-azeitona	Lia			x		x			
Moraceae	*Artocarpus heterophyllus* Lam.	jaca	Ar	Nat;Inv		x					
Moraceae	*Brosimum guianense* (Aubl.) Huber	vaquinha	Ar			x					
Moraceae	*Dorstenia milaneziana* Carauta, C.Valente & Sucre	erva-de-terriço	Her					x			
Moraceae	*Ficus clusiifolia* Schott	gameleira	Ar			x		x			
Moraceae	*Ficus crocata* (Miq.) Miq.	figueira	Ar			x		x			
Moraceae	*Ficus gomelleira* Kunth & C.D. Bouché	molembá	Ar			x		x			
Moraceae	*Ficus mexiae* Standl.	molembá	Ar			x					
Moraceae	*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.	moreira	Ar			x		x			
Moraceae	*Sorocea hilarii* Gaudich.	folha-de-serra	Arb			x		x			
Muntingiaceae	*Muntingia calabura* L.	calabura	Ar			x		x			
Myrtaceae	*Calyptranthes brasiliensis* Spreng.		Arb			x		x			
Myrtaceae	*Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O.Berg	gabiroba	Ar			x		x			
Myrtaceae	*Eugenia astringens* Cambess	araçá-birro	Arb					x			
Myrtaceae	*Eugenia excelsa* O. Berg	batinga-vermelha	Ar					x			
Myrtaceae	*Eugenia punicifolia* (Kunth) DC.	pitanguinha	Arb			x		x			
Myrtaceae	*Eugenia speciosa* Cambess.		Arb			x		x			
Myrtaceae	*Eugenia uniflora* L.	pitanga	Arb			x		x		x	
Myrtaceae	*Myrcia multiflora* (Lam.) DC.		Arb					x			
Myrtaceae	*Myrcia splendens* (Sw.) DC.	batinga-roxa	Ar			x	x	x			
Myrtaceae	*Psidium guineense* Sw.	araçá	Arb					x		x	
Myrtaceae	*Syzygium cuminii* (L.) Skeels	jamelão	Ar	Nat;Inv		x					
Myrtaceae	*Syzygium jambos* (L.) Alston	jambo-amarelo	Ar	Nat				x			
Nyctaginaceae	*Bougainvillea spectabilis* Willd.	buganvile	Arb					x			
Nyctaginaceae	*Guapira opposita* (Vell.) Reitz	joão-mole	Ar			x		x			

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Nyctaginaceae	*Guapira pernambucensis* (Casar.) Lundl.	joão-moleza	SubArb			x	x	x		x	
Nymphaeaceae	*Nymphaea pulchella* DC.	lírio-aquático	Her		x						
Ochnaceae	*Ouratea cuspidata* (A.St.-Hil.) Engl.	sarará	SubArb			x		x			
Onagraceae	*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H.Raven	cruz-de-malta	SubArb		x	x			x		
Orchidaceae	*Catasetum luridum* Lindl.	orquídea-boca-amarela	Epi	Cites		x		x			
Orchidaceae	*Eltroplectris triloba* (Lindl.) Pabst		Her	Cites		x		x			
Orchidaceae	*Habenaria parviflora* Lindl.		Her		x						
Orchidaceae	*Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl.	orquídea-de-chão	Her	Nat;Inv		x	x	x			
Orchidaceae	*Vanilla bahiana* Hoehne	baunilha-branca	Lia	Cites		x		x		x	
Orobanchaceae	*Buchnera sp*		Her		x						
Oxalidaceae	*Oxalis barrelieri* L.	trevo-azedo	SubArb			x					
Passifloraceae	*Passiflora alata* Curtis	maracujá	Lia							x	
Passifloraceae	*Passiflora kermesina* Link & Otto	maracujá-roxo	Lia			x					
Passifloraceae	*Passiflora ovalis* (Vell.) Killip	maracujá	Lia			x					
Peraceae	*Pera glabrata* (Schott) Baill.	cinta-larga	Ar			x	x	x			
Peraceae	*Pera heteranthera* (Schrank) I.M.Johnst.	virote	Ar			x		x			
Phytolaccaceae	*Rivinia humilis* L.		SubArb	Nat						x	
Picramniaceae	*Picramnia bahiensis* Turcz.	caxeta-preta	Arb			x		x			
Piperaceae	*Piper amalago* L.	beco-estrelinha	SubArb			x		x			
Piperaceae	*Piper arboreum Aubl.*	beco-pardo	SubArb			x		x			
Piperaceae	*Piper gaudichaudianum* Kunth	beco-de-lixa	SubArb			x		x			
Piperaceae	*Piper mollicomum* Kunth	beco-de-barranco	SubArb					x			
Piperaceae	*Piper ovatum* Vahl.	jaborandi	Arb			x		x			
Piperaceae	*Piper umbellatum* L.	capeba	SubArb			x		x			
Poaceae	*Cenchrus polystachios* (L.) Morrone	taquari	Her			x		x			
Poaceae	*Chusquea bambusoides* (Raddi) Hack.	taquarinha	Her					x			
Poaceae	*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees	capim-capivara	Her		x				x		
Poaceae	*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf	capim-jaraguá	Her	Nat;Inv				x			
Poaceae	*Lasiacis ligulata* Hitchc. & Chase	taquarinha	Her			x	x	x			
Poaceae	*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	capim-colonião	Her	Nat;Inv	x	x	x	x	x	x	
Poaceae	*Panicum racemosum* (P.Beauv.) Spreng.		Her							x	
Poaceae	*Paspalum repens* P. J.Bergius	canarana	Her		x				x		
Poaceae	*Setaria* sp		Her					x			
Poaceae	*Spartina ciliata* Brong.		Her							x	
Poaceae	*Stenotaphrum secundatum* (Walter) Kuntze		Her							x	

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Poaceae	*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster	braquiária	Her	Nat;Inv				x			
Polygonaceae	*Coccoloba alnifolia* Casar.	folhado	Arb			x	x	x		x	
Polygonaceae	*Polygonum acuminatum* Kunth	erva-de-bicho	SubArb		x						
Polypodiaceae	*Microgramma percussa* (Cav.) de la Sota.		Epi					x			
Polypodiaceae	*Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel.	samambaia-rastejante	Epi			x	x	x			
Polypodiaceae	*Serpocaulon triseriale* (Sw.) A.R.Sm.	samambaia	Her			x		x			
Primulaceae	*Jacquinia armillaris* Jacq.	salmar	Arb	Am-ES(VU)						x	
Primulaceae	*Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze	capororoca	Ar			x	x	x			
Primulaceae	*Myrsine parvifolia* A.DC.	capororoca	Ar				x	x			
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	samambaia-do-brejo	Her		x	x		x	x		x
Pteridaceae	*Adiantum obliquum* Willd.	samambaia	Her			x		x			
Pteridaceae	*Pteris denticulata* Sw.	samambaia-de-beirada	Her			x					
Rhamnaceae	*Sarcomphalus platyphyllus* (Reissek) Hauenschild	juazeiro	Arb			x		x			
Rhamnaceae	*Scutia arenicola* (Casar.) Reissek		Arb	Am-BR(EP)						x	
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle* L.	mangue-vermelho	Ar								x
Rubiaceae	*Alseis floribunda* Schott	goiabeira	Ar			x					
Rubiaceae	*Amaioua guianensis* Aubl.	arariba-cravo	Ar			x		x			
Rubiaceae	*Borreria verticillata* (L.) G. Mey.	tajuba	Her					x			
Rubiaceae	*Chiococca alba* (L.) Hitchc.	tajuba	SubArb			x		x		x	
Rubiaceae	*Coffea* sp	café	Arb	Nat;Inv				x			
Rubiaceae	*Cordiera myrciifolia* (K.Schum.) C.H.Perss. & Delprete		Arb			x		x			
Rubiaceae	*Palicourea guianensis* Aubl.		Arb			x		x			
Rubiaceae	*Palicourea marcgravii* A.St.-Hil.		SubArb			x					
Rubiaceae	*Psychotria hoffmannseggiana* (Willd. ex R. & S.) M. Arg.	cravo-brejo	SubArb			x					
Rubiaceae	*Sabicea cinerea* Aubl.	cipó-rubro	Lia					x			
Rubiaceae	*Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	jenipapinho	Arb			x		x		x	x
Rutaceae	*Dictyoloma vandellianum* A.Juss.	sabugueiro	Arb		x						
Rutaceae	*Pilocarpus riedelianus* Engl.	folheiro-branco	Arb							x	
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium Engl.*	maminha-de-porca	Ar			x	x	x			
Salicaceae	*Casearia commersoniana* Cambess.	língua-de-velho	Arb			x					
Salicaceae	*Casearia oblongifolia* Cambess.	laranjeira-do-mato	Arb			x					

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Continua).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Salicaceae	*Casearia sylvestris* Sw.	cafezinho	Arb			x		x			
Salviniaceae	*Salvinia auriculata* Aubl.	salvínia	Her		x						
Sapindaceae	*Allophylus petiolulatus* Radlk.	casca-solta	Arb			x		x			
Sapindaceae	*Cupania emarginata* Cambess.		Arb					x			
Sapindaceae	*Cupania oblongifolia* Mart.		Ar			x		x			
Sapindaceae	*Cupania racemosa* (Vell.) Radlk.	cambuatá-mirim	Ar			x	x	x			
Sapindaceae	*Dodonea viscosa* (L.) Jacq.	alicreto	Arb					x			
Sapindaceae	*Matayba guianensis* Aubl.	pitomba-rosa	Ar			x		x			
Sapindaceae	*Paullinia racemosa* Wawra		Lia			x	x	x			
Sapindaceae	*Paullinia rubiginosa* Cambess.	guaraná-peludo	Lia					x			
Sapindaceae	*Paullinia weinmanniaefolia* Mart.	cipó-paulina	Lia			x	x	x			
Sapindaceae	*Serjania clematidifolia* Cambess.		Lia			x		x			
Sapindaceae	*Serjania communis* Cambess.	cipó-comum	Lia			x		x		x	
Sapindaceae	*Toulicia patentinervis* Radlk.	pitomba-branca	Ar			x	x	x			
Sapotaceae	*Manilkara bella* Monach.	paraju	Ar			x					
Sapotaceae	*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.	abiu-silvestre	Ar			x					

Tabela 5.1.1.3-8: Levantamento florístico do inventário florestal da área diretamente afetada (ADA) do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão, município da Serra (ES). (Conclusão).

Família	Nome Científico	Nome Vernacular	Porte	Origem/Status	Tipologias						
					Lag	MNEM	MNEI	Ref	Br	Rest	Mang
Sapotaceae	*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	quixabeira	Arb			x	x	x		x	
Schizaeaceae	*Anemia collina* Raddi		Her			x					
Schizaeaceae	*Anemia phyllitidis* (L.) Sw.		Her			x					
Simaroubaceae	*Homalolepis cuneata* (A.St.-Hil. & Tul.) Devecchi & Pirani	caxetão	Arb			x		x			
Siparunaceae	*Siparuna guianensis* Aublet	negramina	Arb			x		x			
Smilaceae	*Smilax remotinervis* Hondel-Mazzetti	japecanga-açu	Lia			x					
Smilaceae	*Smilax rufescens* Griseb.	japecanga-preta	Lia			x		x		x	
Solanaceae	*Cestrum retrofractum* Dun.	belonha-de-rato	Arb			x				x	
Solanaceae	*Solanum cordifolium* Dunal	unha-de-gato	Arb			x		x		x	
Solanaceae	*Solanum granulosoleprosum* Dunal	capoeira-branca	SubArb			x					
Solanaceae	*Solanum paniculatum* L.	jurubeba	Arb					x			
Solanaceae	*Solanum sooretamum* Carvalho	fumo-bravo	Arb					x			
Thyphaceae	*Typha domingensis* Pers.	taboa	Her		x	x			x		
Trigoniaceae	*Trigonia nivea* Cambess		Esc					x			
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul	imbaúba-mirim	Arb			x		x	x		
Urticaceae	*Coussapoa microcarpa* (Schott) Rizzini	mata-pau	Ar			x		x			
Urticaceae	*Pilea microphylla* (L.) Liebm.	brilhantina	Her	Nat				x			
Verbenaceae	*Lantana camara* L.	mal-me-quer-amarelo	SubArb			x	x	x		x	
Verbenaceae	*Lantana undulata* Schrank	mal-me-quer-branco	SubArb					x			
Verbenaceae	*Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl	gervão	Her			x					
Violaceae	*Amphirrhox longifolia* (A.St.-Hil.) Spreng	capitão-branco	SubArb			x					
Vitaceae	*Cissus erosa* Rich.	cipó-uva	Lia			x				x	

Legenda: Porte: Ar =Arbóreo; Arb =Arbustivo; Her =Herbácea; Epi =Epífita; Lia =Liana; Subarb= subarbusto; Pal= palmeira; Hem= hemiepífita. Origem/Status: Nat= naturalizada; Cul= cultivada; Inv= invasora. Am= ameaçada de extinção na lista nacional (BR) ou estadual (ES); VU= vulnerável; Cites= Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. Tipologias: Ref= reflorestamento; MNEM= Mata Nativa em estágio médio; MNEI= Mata Nativa em estágio inicial; Lag= lagoa; Br= brejo, Rest= restinga; Mang= manguezal.

Espécies protegidas e de interesse conservacionista

Ao longo da ADA do empreendimento foram registrados exemplares de táxons legalmente protegidos: *Bactris caryotifolia* (coqueirinho) que consta na lista estadual de ameaçadas e *Paubrasilia echinata* (pau-brasil), presente tanto na lista estadual como na nacional e que também integra os Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES (**Tabela 5.1.1.3-3**).

A espécie protegida *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) está representada em trecho fora das parcelas amostrais por meio de um indivíduo de porte arbóreo. Pode-se inferir que esse exemplar foi plantado na ADA, tendo em vista o histórico de ocupação antrópica dessa região e as modificações no ambiente promovidas pela implantação da unidade industrial, à época denominada Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), além do fato dessa espécie ser comumente utilizada em reflorestamentos e plantios comemorativos, estando presente em algumas áreas da própria ArcelorMittal Tubarão.

A palmeira *Bactris caryotifolia* (coqueirinho) ocorreu como elemento de regeneração natural em trecho do reflorestamento. Essa espécie consta na lista estadual das ameaçadas, na categoria "vulnerável", e apresenta distribuição pela Mata Atlântica dos estados da Bahia, Espírito Santo e Bahia (CRIA, 2025).

Além desses táxons também ocorrem na ADA exemplares terrestres e/ou epífitos de Cactaceae e Orchidaceae que são legalmente protegidos por constarem nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, que são: *Rhipsalis floccosa* e *Selenicereus setaceus* (Cactaceae) e *Catasetum luridum*, *Cyrtopodium polyphyllum*, *Eltroplectris triloba*, *Prescottia plantaginifolia* e *Vanilla bahiana* (Orchdiaceae) (**Tabela 5.1.1.3-3**).

Dentre as espécies registradas na AID constam 18 táxons protegidos por lei, sendo que 10 são ameaçadas de extinção em nível nacional (MMA Nº 148, de 07/07/2022) e/ou estadual (Decreto Nº 5238-R, de 25/11/2022) e sete integram os Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES (**Tabela 5.1.1.3-3**), sendo que *Dalbergia nigra* (jacarandá-caviuna) está contida nas duas categorias de proteção.

As espécies ameaçadas da AID são: *Scutia arenicola* que está presente apenas na lista nacional das ameaçadas; *Apuleia leiocarpa* (garapa), *Euterpe edulis* (palmito-juçara), *Dalbergia nigra* (jacarandá-caviuna), *Handroanthus riodocensis* (ipê-amarelo), e *Tabebuia cassinoides* (tagibibuia), que ocorrem em ambas as listas; e *Annona glabra* (ariticum-do-brejo), *Bactris caryotifolia* (coqueirinho), *Jacquinia armillaris* (salmar), *Ficus cyclophylla* (gameleira), *Allagoptera caudescens* (palmito-amargoso) e *Jacquinia armillaris* (salmar), ocorrentes apenas na lista estadual (**Tabela 5.1.1.3-3**).

Assim como registrado na ADA, para a AID também ocorrem várias cactáceas e orquídeas que são protegidas legalmente, pois constam nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, a saber: Cactaceae (*Cereus fernambucensis*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Pilosocereus arrabide*) e Orchidaceae (*Catasetum luridum*, *Cyrtopodium polyphyllum*, *Eltroplectris triloba*, *Prescottia plantaginifolia*, *Vanilla bahiana* e *V. chamissonis*) (**Tabela 5.1.1.3-3**).

Na **Figura 5.1.1.3-55** a **Figura 5.1.1.3-62** são apresentadas imagens ilustrativas de algumas das espécies legalmente protegidas registradas na ADA e/ou AID do novo empreendimento da ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-55: Exemplar de Paubrasilia echinata (pau-brasil) registrado na ADA do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-56: Indivíduo da palmeira Bactris caryotifolia registrado na área de implantação do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-57: Orchidaceae Vanilla bahiana registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-58: Orchidaceae Cyrtopodium polyphyllum registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-59: Orchidaceae Eltroplectris triloba registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-60: Cactaceae Selenicereus setaceus registrada na ADA e AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-61: Espécie ameaçada de extinção: Euterpe edulis (Arecaceae) registrada na AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.



Figura 5.1.1.3-62: Espécie ameaçada de extinção: Tabebuia cassinoides (Bignoniaceae) registrada na AID do empreendimento na ArcelorMIttal Tubarão.

5.1.2 Flora Aquática

Para a flora aquática marinha (fitobentos e fitoplâncton) foram utilizados os estudos: Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2021 (Econservation, 2022a) e Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2023 (Econservation, 2024a), elaborados em atendimento a condicionante 13 da LO282/2008. Para fitoplâncton dulcícola, foram utilizados os seguintes estudos: Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão Relatório Anual dos anos de 2021 (Econservation, 2022b), 2022 (Econservation, 2023), 2023 (Econservation, 2024b) e 2024 (Econservation, 2025), realizado em atendimento a condicionante 11 da LO 282/2008.

5.1.2.1 Fitobentos (marinho)

5.1.2.1.1 Área De Estudo

A área de estudo está localizada na plataforma continental da porção central da costa do estado do Espírito Santo, município de Serra, especificamente de fronte às praias “Mole” e “Carapebus”, e está compreendida entre as coordenadas 20º14’ e 20º19’ de latitude sul, e 40º10’ e 40º15’ de longitude oeste.

5.1.2.1.2 Metodologia

Em cada ponto amostral foram realizadas três réplicas com quadrados de 50 x 50 cm, divididos em 100 sub-quadrados de 5 x 5 cm, em cada uma das três zonas de maré (Meso Litoral Superior, Meso Litoral Inferior e Infralitoral). A amostragem da comunidade macrobentônica (fitobentos e zoobentos) foi realizada na porção da zona entre-marés durante o período da maré mais baixa de sizígia. Para definir os limites das zonas, foram utilizados os esquemas adaptados de Lewis (1964), Paula (1987) e Coutinho (1995), sendo os limites superior e inferior da zona entre-marés definidas de acordo com a zonação dos organismos, com o limite superior indicado pela altura máxima da população de Chthamalus sp., e o limite inferior do mesolitoral determinado pela presença da franja do infralitoral, dominada pela alga Sargassum sp.

A análise da estrutura da comunidade bentônica do substrato consolidado foi feita por meio de raspagens da área do quadrats com a finalidade de obter espécies não observadas e para a realização de biomassa das algas. No laboratório, a fauna acompanhante foi removida por meio da lavagem das algas em peneiras de 0,5 mm e fixada em álcool 70% para posterior identificação da macrofauna em estereomicroscópios.

A identificação foi realizada no menor nível taxonômico possível, de acordo com bibliografia especializada, com auxílio de microscópios estereoscópio. As algas foram triadas, identificadas, separadas em beckers de vidro e levadas à estufa à temperatura de 60 °C por 48 horas, onde posteriormente foram pesados em balança analítica, estimando desta forma a biomassa através do peso seco. A identificação do fitobentos foi feita também utilizando bibliografia especializada. Os dados e registro foram compilados em planilhas para posterior análise.

5.1.2.1.3 Resultados

De acordo com os estudos avaliados, foram registrados 130 táxons de fitobentos divididos em 3 divisões taxonômicas: Chlorophyta (31 táxons), Ochrophyta (17), Rhodophyta (82) nas campanhas sazonais dos anos de de 2021 (Econservation, 2022a) e 2023 (Econservation, 2024a) (**Tabela 5.1.2.1.3-1**).

Tabela 5.1.2.1.3-1: Lista taxonômica de fitobentos de substrato consolidado registrados nos estudos realizados pela Econservation (2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
		2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Chlorophyta	*Anadyomene stellata*	X	X
Chlorophyta	*Bryopsis pennata*	X	
Chlorophyta	*Bryopsis plumosa*	X	
Chlorophyta	*Caulerpa cupressoides*	X	X
Chlorophyta	*Caulerpa fastigiata*	X	
Chlorophyta	*Caulerpa lanuginosa*		X
Chlorophyta	*Caulerpa prolifera*	X	
Chlorophyta	*Caulerpa racemosa*	X	X
Chlorophyta	*Caulerpa sertularioides*	X	
Chlorophyta	*Chaetomorpha antennina*	X	X
Chlorophyta	*Chaetomorpha spiralis*		X
Chlorophyta	*Chaetomorpha sp.*	X	X
Chlorophyta	*Cladophora prolifera*	X	
Chlorophyta	*Cladophora sp.*	X	X
Chlorophyta	*Cladophora dalmatica*		X
Chlorophyta	*Cladophoropsis membranacea*	X	X
Chlorophyta	Cladophora vagabunda		X
Chlorophyta	*Codium intertextum*	X	X
Chlorophyta	*Codium isthmocladum*	X	
Chlorophyta	*Codium taylorii*	X	
Chlorophyta	*Codium* sp.		X
Chlorophyta	*Dictyosphaeria versluysii*		X
Chlorophyta	*Enteromorpha sp.*	X	
Chlorophyta	*Halimeda cuneata*	X	X
Chlorophyta	*Ulva fasciata*	X	X
Chlorophyta	*Ulva flexuosa*	X	X
Chlorophyta	*Ulva intestinalis*	X	
Chlorophyta	*Ulva lactuca*	X	X
Chlorophyta	*Ulva linza*	X	
Chlorophyta	*Ulva rigida*		X
Chlorophyta	*Valonia macrophysa*	X	X
Ochrophyta	*Colpomenia sinuosa*	X	
Ochrophyta	*Dictyopteris delicatula*	X	
Ochrophyta	*Dictyopteris plagiogramma*		X
Ochrophyta	*Dictyota mertensii*	X	X
Ochrophyta	*Dictyota crenulata*		X
Ochrophyta	*Dictyota* sp.		X
Ochrophyta	*Ectocarpales* sp.		X
Ochrophyta	*Lobophora variegata*	X	X
Ochrophyta	*Padina gymnospora*	X	X
Ochrophyta	*Sargasssum cymossum*	X	X

Tabela 5.1.2.1.3-1: Lista taxonômica de fitobentos de substrato consolidado registrados nos estudos realizados pela Econservation (2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Táxons	2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a
Ochrophyta	*Sargassum furcatum*	X	
Ochrophyta	*Sargassum vulgare*	X	X
Ochrophyta	*Spatoglossum schoroederi*	X	
Ochrophyta	Spatoglossum sp.		X
Ochrophyta	*Zonaria tournefortii*	X	
Ochrophyta	*Chnoospora sp.*	X	
Ochrophyta	*Chnoospora minima*		X
Rhodophyta	*Alsidium seaforthii*		X
Rhodophyta	*Amphiroa beauvoisii*	X	X
Rhodophyta	*Amphiroa fragilissima*	X	
Rhodophyta	*Amphiroa variabilis*	X	
Rhodophyta	*Arthrocardia sp.*	X	
Rhodophyta	*Asparagopsis taxiformis*	X	X
Rhodophyta	*Bostrychia radicans*	X	
Rhodophyta	*Botryocladia occidentalis*	X	X
Rhodophyta	*Botryocladia sp.*	X	
Rhodophyta	*Bryothamnion seaforthii*	X	
Rhodophyta	*Centroceras clavulatum*	X	X
Rhodophyta	*Ceramiaceae* sp1.		X
Rhodophyta	*Ceramiales* sp.		X
Rhodophyta	*Ceramium brevizonatum*	X	X
Rhodophyta	*Ceramium dawsonii*	X	
Rhodophyta	*Ceratodictyon planicaules*	X	
Rhodophyta	*Ceratodictyon variabiles*	X	
Rhodophyta	*Champia compressa*	X	
Rhodophyta	*Chondracanthus acicularis*	X	X
Rhodophyta	*Chondracanthus teedei*	X	
Rhodophyta	*Cladophora* sp.		X
Rhodophyta	Cladophoraceae		X
Rhodophyta	Corallinaceae		X
Rhodophyta	*Corallina* sp.		X
Rhodophyta	*Corallina officinalis*	X	
Rhodophyta	*Corallina panizzoi*	X	
Rhodophyta	*Crassiphycus caudatus*		X
Rhodophyta	*Cryptonemia seminervis*	X	X
Rhodophyta	*Cryptopleura ramosa*	X	
Rhodophyta	*Cryptonemia seminervis*		X
Rhodophyta	*Dichotomaria marginata*	X	X
Rhodophyta	*Gayliella sp.*	X	X
Rhodophyta	Gayliella flaccida		X
Rhodophyta	*Gelidiella sp.*	X	X
Rhodophyta	*Gayliella* sp.		X
Rhodophyta	*Gelidiales* sp.		X
Rhodophyta	*Gelidiella acerosa*		X
Rhodophyta	*Gelidium floridanum*		X
Rhodophyta	*Gelidium* sp.		X
Rhodophyta	*Gelidium pusillum*	X	
Rhodophyta	Glacilariaceae		X
Rhodophyta	*Gracilaria caudata*	X	
Rhodophyta	*Gracilaria cervicornis*	X	
Rhodophyta	*Gracilaria domingensis*	X	X
Rhodophyta	Glacilaria sp.		X
Rhodophyta	*Gracilariopsis sp.*	X	
Rhodophyta	*Grateloupia sp.*	X	
Rhodophyta	*Grateloupia cuneifolia*		X
Rhodophyta	*Gymnogongrus griffithsiae*	X	X

Tabela 5.1.2.1.3-1: Lista taxonômica de fitobentos de substrato consolidado registrados nos estudos realizados pela Econservation (2022a e 2024a). (Conclusão).

Filo	Táxons	2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a
Rhodophyta	*Heterosiphonia sp.*	X	X
Rhodophyta	*Hypnea musciformis*	X	X
Rhodophyta	Hypnea sp.		X
Rhodophyta	*Jania adhaerens*	X	X
Rhodophyta	*Jania capillacea*	X	
Rhodophyta	*Jania crassa*	X	
Rhodophyta	*Jania sagittata*	X	
Rhodophyta	*Jania rubens*		X
Rhodophyta	*Jania* sp.		X
Rhodophyta	*Jania subulata*		X
Rhodophyta	*Jania pedunculata var. adhaerens*		X
Rhodophyta	*Laurencia sp.*	X	X
Rhodophyta	*Laurencia translucida*		X
Rhodophyta	*Lithophyllum sp.*	X	
Rhodophyta	*Octhodes secundiramea*	X	
Rhodophyta	*Palisada flagellifera*	X	
Rhodophyta	*Palisada perforata*	X	
Rhodophyta	*Peyssonnelia inamoena*		X
Rhodophyta	*Plocamium brasiliense*	X	X
Rhodophyta	*Polysiphonia sp.*	X	
Rhodophyta	*Porphyra acanthophora*	X	
Rhodophyta	*Pterocladiella capillacea*	X	X
Rhodophyta	*Pterocladiella* sp.		X
Rhodophyta	*Pyropia acanthophora*		X
Rhodophyta	*Rhodymenia* sp.	X	
Rhodophyta	*Spyridia* sp.	X	
Rhodophyta	*Tricleocarpa fragilis*		X
Rhodophyta	*Xiphosiphonia pennata*		X
Rhodophyta	*Wrangelia* sp.	X	
Total		**84**	**82**

Em relação aos valores médios dos indicadores ecológicos para a comunidade de fitobentos, no ano de 2021 (Econservation, 2022a) foram encontrados maiores valores em comparação com as campanhas realizadas em 2023, conforme **Figura 5.1.2.1.3-1.** Os valores de diversidade (H') variaram entre 0,8 e 3,15 bits.ind-1, de equitabilidade (J') entre 0,37 e 0,86 e riqueza entre 3 e 14 táxons.

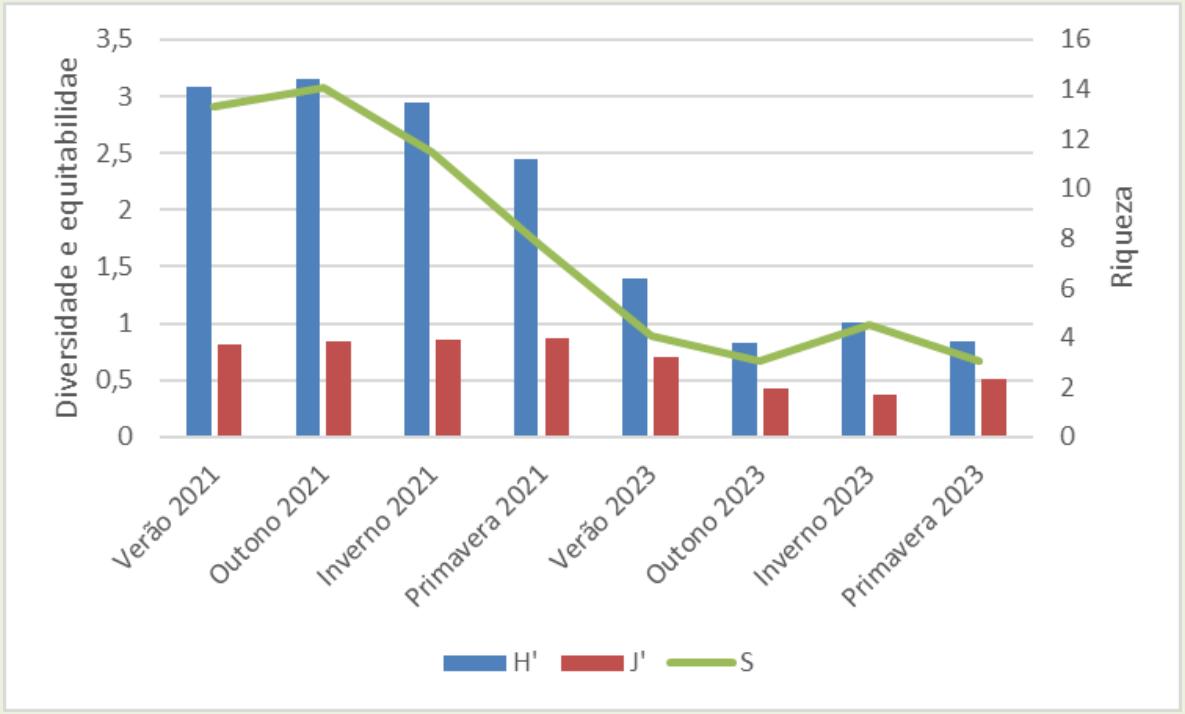


Figura 5.1.2.1.3-1: Valores médios dos Indicadores ecológicos da comunidade de fitobentos obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 (Econservation, 2022) e 2023 (Econservation, 2024)). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

Estes valores estudados poderão ser adotados como baseline para a região para avaliar qualidade ambiental por meio dos organismos antes e após a operação do empreendimento proposto.

5.1.2.2 Fitoplâncton (marinho)

5.1.2.2.1 Área De Estudo

A área de estudo está localizada na plataforma continental da porção central da costa do estado do Espírito Santo, município de Serra, especificamente de fronte às praias "Mole" e "Carapebus", e está compreendida entre as coordenadas 20º14' e 20º19' de latitude sul, e 40º10' e 40º15' de longitude oeste.

5.1.2.2.2 Metodologia

As amostras quantitativas de fitoplâncton foram coletadas na subsuperfície (0,5 m) com garrafa de Van Dorn com capacidade de 2 litros, e amostras qualitativas por arrasto horizontal com rede de plâncton do tipo cilíndrico-cônica com abertura de malha de 60 µm por 5 minutos a uma velocidade de 2 nós. Todas as amostras foram fixadas com Formol 2% e enviadas ao laboratório da Bioenv. Em cada estação, foram coletadas 2 amostras (1 quantitativa e 1 qualitativa). No laboratório, a identificação das espécies foi feita em microscópio óptico, com base em características morfológicas

e morfométricas com auxílio de bibliografia especializada. As contagens quantitativas seguiram o *Standard Methods* APHA (2017).

5.1.2.2.3 Resultados

De acordo com os estudos avaliados nas campanhas sazonais dos anos de 2021 e 2023, foram registrados 167 táxons (79 em 2021 -Econservation, 2022a; 110 em 2023, Econservation, 2024a) da comunidade fitoplanctônica, pertencentes a 10 classes taxonômicas: Bacillariophyceae, Chlorodendrophyceae, Chlorophyceae, Coccolithophyceae, Cryptophyceae, Dictyochophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Trebouxiophyceae, Zygnemathophyceae e Fitoflagelados ainda não classificados (**Tabela 5.1.2.2.3-1**). A família Bacillariophyceae apresentou o maior número de táxons (107).

Tabela 5.1.2.2.3-1: Inventário taxonômico do fitoplâncton identificado nas amostras qualitativas e quantitativas, durante os ciclos de 2021 (Econservation, 2022a) e 2023 (Econservation, 2024a). (Continua).

Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
		2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Bacillariophyceae	*Diploneis ovalis*	x	
Bacillariophyceae	*Diploneis sp.*		x
Bacillariophyceae	*Diploneis spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Ditylum brightwellii*	x	
Bacillariophyceae	*Ditylum sp.*	x	
Bacillariophyceae	*Encyonema silesiacum*		x
Bacillariophyceae	*Eucampia zodiacus*	x	
Bacillariophyceae	*Eunotogramma sp.*		x
Bacillariophyceae	*Grammatophora spp.*		x
Bacillariophyceae	*Guinardia delicatula*	x	
Bacillariophyceae	*Guinardia flaccida*	x	x
Bacillariophyceae	*Guinardia spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Guinardia striata*	x	x
Bacillariophyceae	*Gyrosigma balticum*	x	
Bacillariophyceae	*Hemiaulus hauckii*		x
Bacillariophyceae	*Lauderia annulata*		x
Bacillariophyceae	*Leptocylindrus danicus*		x
Bacillariophyceae	*Leptocylindrus minimus*		x
Bacillariophyceae	*Licmophora flabellata*		x
Bacillariophyceae	*Licmophora robusta*		x
Bacillariophyceae	*Licmophora sp.*		x
Bacillariophyceae	*Navicula lyra*	x	
Bacillariophyceae	*Navicula spp.*	x	x
Bacillariophyceae	*Navicula transitans*		x
Bacillariophyceae	*Neomoelleria cornuta*		x

Tabela 5.1.2.2.3-1: Inventário taxonômico do fitoplâncton identificado nas amostras qualitativas e quantitativas, durante os ciclos de 2021 (Econservation, 2022a) e 2023 (Econservation, 2024a). (Continua).

Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
		2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Bacillariophyceae	*Nitzschia longissima*		x
Bacillariophyceae	*Nitzschia panduriformis*		x
Bacillariophyceae	*Nitzschia reversa*		x
Bacillariophyceae	*Nitzschia sigma*		x
Bacillariophyceae	*Nitzschia sp. 1*		x
Bacillariophyceae	*Nitzschia sp. 2*		x
Bacillariophyceae	*Nitzschia sp. 3*		x
Bacillariophyceae	*Odontella aurita*	x	
Bacillariophyceae	*Odontella longicruris*	x	
Bacillariophyceae	*Paralia sulcata*	x	x
Bacillariophyceae	*Pennales spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Pinnularia sp.*		x
Bacillariophyceae	*Pleurosigma elongatum*	x	x
Bacillariophyceae	*Pleurosigma inflatum*		x
Bacillariophyceae	*Pleurosigma normanii*	x	
Bacillariophyceae	*Pleurosigma sp.*		x
Bacillariophyceae	*Pleurosira laevis*	x	
Bacillariophyceae	*Podocystis spathulata*	x	
Bacillariophyceae	*Podosira stelligera*	x	
Bacillariophyceae	*Proboscia alata*	x	x
Bacillariophyceae	*Psammodictyon panduriforme*		x
Bacillariophyceae	*Pseudo-nitzschia delicatissima*	x	
Bacillariophyceae	*Pseudo-nitzschia fraudulenta*	x	
Bacillariophyceae	*Pseudo-nitzschia pungens*	x	
Bacillariophyceae	*Pseudo-nitzschia seriata*	x	x
Bacillariophyceae	*Pseudo-nitzschia sp.*		x
Bacillariophyceae	*Pseudo-nitzschia spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Rhabdonema adriaticum*	x	
Bacillariophyceae	*Rhizosolenia imbricata*	x	x
Bacillariophyceae	*Rhizosolenia spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Skeletonema costatum*		x
Bacillariophyceae	*Skeletonema spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Stephanocyclus meneghinianus*		x
Bacillariophyceae	*Sundstroemia setigera*		x
Bacillariophyceae	*Surirella sp.*		x
Bacillariophyceae	*Thalassionema nitzschioides*	x	x
Bacillariophyceae	*Thalassiosira pacifica*	x	x
Bacillariophyceae	*Thalassiosira simonsenii*	x	
Bacillariophyceae	*Thalassiosira sp.*		x
Bacillariophyceae	*Thalassiosira spp.*	x	
Bacillariophyceae	*Trachyneis aspera*		x
Bacillariophyceae	*Triceratium favus*	x	
Chlorodendrophyceae	*Tetraselmis sp.*	x	x
Chlorophyceae	*Ankistrodesmus arcuatus*		x
Chlorophyceae	*Characium sp.*		x
Chlorophyceae	*Chlorophyceae 1*		x
Chlorophyceae	*Chlorophyceae 2*		x
Chlorophyceae	*Coelastrum sp.*	x	
Chlorophyceae	*Monoraphidium contortum*		x
Chlorophyceae	*Tetraëdron sp.*		x
Coccolithophyceae	Coccolithophyceae 1		x
Coccolithophyceae	Coccolithophyceae 2		x
Cryptophyceae	Cryptophyceae 1		x
Cryptophyceae	*Hillea sp.*		x

Tabela 5.1.2.2.3-1: Inventário taxonômico do fitoplâncton identificado nas amostras qualitativas e quantitativas, durante os ciclos de 2021 (Econservation, 2022a) e 2023 (Econservation, 2024a). (Conclusão).

Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
		2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Cyanophyceae	*Cyanophyceae 1*		x
Cyanophyceae	*Cyanophyceae 2*		x
Cyanophyceae	*Johannesbaptistia pellucida*		x
Cyanophyceae	*Oscillatoria sp.*		x
Cyanophyceae	*Oscillatoria spp.*	x	
Cyanophyceae	*Synechocystis aquatilis*		x
Cyanophyceae	*Trichodesmium spp.*	x	x
Dictyochophyceae	*Dictyocha fibula*	x	
Dictyochophyceae	*Distephanus speculum*	x	
Dinophyceae	*Alexandrium spp.*	x	x
Dinophyceae	*Amphidinium sp.*		x
Dinophyceae	*Ceratium fusus*	x	
Dinophyceae	*Dinophysis acuminata*		x
Dinophyceae	*Dinophysis caudata*	x	x
Dinophyceae	*Dinophysis punctata*	x	
Dinophyceae	*Gonyaulax scrippsae*		x
Dinophyceae	*Gonyaulax sp.*		x
Dinophyceae	*Gonyaulax spp.*	x	
Dinophyceae	*Gymnodiniales*		x
Dinophyceae	*Gymnodinium sp.*		x
Dinophyceae	*Gyrodinium sp.*		x
Dinophyceae	*Katodinium sp.*		x
Dinophyceae	*Peridinium volzii*	x	
Dinophyceae	*Prorocentrum gracile*	x	x
Dinophyceae	*Prorocentrum micans*		X
Dinophyceae	*Prorocentrum spp.*	x	x
Dinophyceae	*Protoperidinium divergens*	x	x
Dinophyceae	*Protoperidinium oblongum*		x
Dinophyceae	*Protoperidinium ovatum*		x
Dinophyceae	*Protoperidinium pellucidum*		x
Dinophyceae	*Protoperidinium sp.*		x
Dinophyceae	*Protoperidinium spp.*	x	
Dinophyceae	*Protoperidinium steinii*		x
Dinophyceae	*Scrippsiella acuminata*		x
Dinophyceae	*Scrippsiella sp.*		x
Dinophyceae	*Tripos furca*	x	x
Dinophyceae	*Tripos fusus*	x	
Dinophyceae	*Tripos hircus*	x	
Dinophyceae	*Tripos lineatus*	x	
Dinophyceae	*Tripos macroceros*	x	
Dinophyceae	*Tripos muelleri*		x
Ebriophyceae	*Ebriopsis cornuta*		x
Euglenophyceae	*Euglena spp.*		x
Euglenophyceae	*Lepocinclis acus*		x
Euglenophyceae	*Lepocinclis sp.*		x
Fitoflagelado	*Fitoflagelado*		x
Trebouxiophyceae	*Chlorella sp.*		x
Zygnemathophyceae	*Groenbladia neglecta*		x
Total		**196**	**149**

Com relação a representatividade de táxons, as análises revelaram uma semelhança entre os anos de 2021 e 2023, onde a classe Bacillariophyceae demonstrou ser o grupo dominante em termos de riqueza na área amostrada. Em ambos os anos, essa classe foi responsável por uma expressiva parcela dos táxons identificados em todas as campanhas de monitoramento.

Em 2021, a classe Bacillariophyceae atingiu um máximo de representatividade de 78,6% dos táxons registrados durante a primavera. Em 2023, o percentual máximo observado para essa classe foi de 74,32%. Essa dominância de Bacillariophyceae corrobora os achados de estudos anteriores realizados em regiões costeiras do Espírito Santo (Mamão et al., 2012; Cruz, 2004), bem como os resultados históricos do programa de monitoramento. Contudo, notou-se uma ligeira diminuição no percentual máximo de riqueza dessa classe entre os anos avaliados, acompanhada de uma mudança na estação em que esse pico de representatividade ocorreu. Em suma, a classe Bacillariophyceae manteve sua posição como o grupo com maior riqueza de táxons nos dois anos, reforçando o padrão esperado para a região. No entanto, a pequena variação quantitativa e sazonal observada pode ser um ponto a ser considerado em análises futuras para identificar possíveis tendências ou fatores ambientais influenciadores.

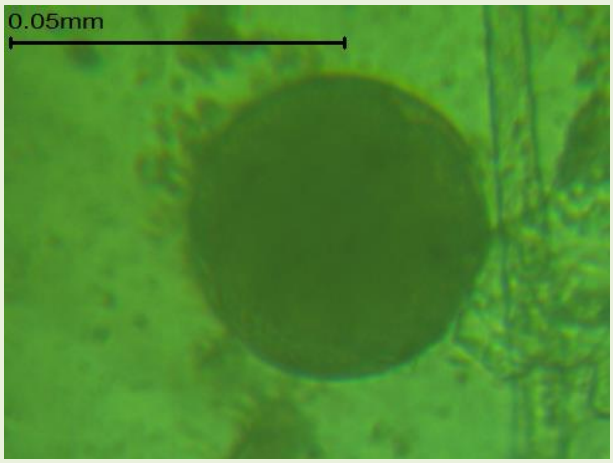
As espécies de algas fitoplanctônicas identificadas são comuns nas regiões estuarinas e costeiras do Espírito Santo, não tendo sido identificada nenhuma espécie cuja ocorrência já não tenha sido anteriormente registrada nessas águas. Não foram encontradas espécies raras, endêmicas, em processo de extinção ou exóticas.

Na região, entretanto, existe o registro de uma espécie não identificada do dinoflagelado *Alexandrium* na comunidade fitoplanctônica que merece destaque. Várias espécies de *Alexandrium* são potencialmente nocivas, devido à produção de uma neurotoxina (BALECH, 1995). Esta se acumula em moluscos marinhos, é transferida a níveis tróficos superiores da cadeia alimentar e pode chegar até o homem, causando desde intoxicações até a morte dos indivíduos contaminados.

De acordo com a literatura, o gênero *Alexandrium* é conhecido por formar florações (bloom), há evidências que indicam o aumento global de florações nocivas devido a atividades antrópicas (HALLEGRAEFF, 1993). No entanto, a floração pode se iniciar, também, a partir de cistos dormentes. O desenvolvimento parece ser dependente apenas da temperatura, não estando correlacionado com o regime de salinidade ou nutrientes. Exemplares dos táxons coletados nos monitoramentos podem ser observados na **Figura 5.1.2.2.3-1** e **Figura 5.1.2.2.3-2**.



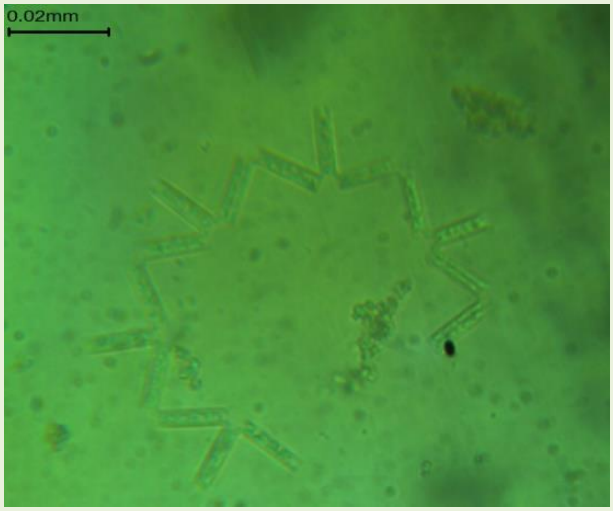
Oscillatoria spp.



Coscinodiscus spp.



Ditylum brightwellii

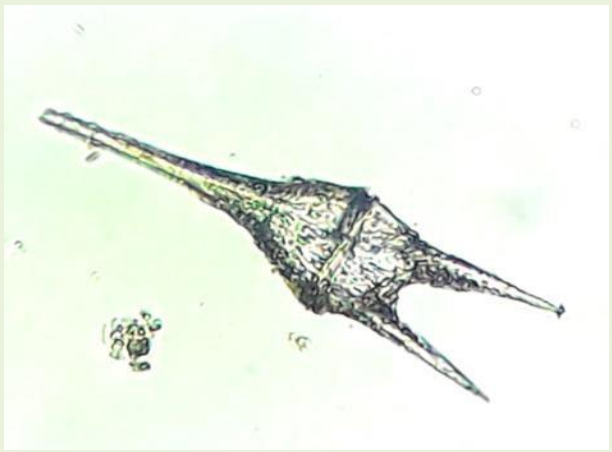


Thalassionema nitzschioides

Figura 5.1.2.2.3-1: Exemplares de táxons encontrados durante as campanhas de 2021. (Econservation, 2022a).



Thalassiosira minuscula



Tripos lineatus



Tripos furca



Pleurosira laevis

Figura 5.1.2.2.3-2: Exemplos de táxons encontrados durante as campanhas de 2023. (Econservation, 2024a).

Ao considerar os valores médios dos índices ecológicos para cada estudo ou campanha, observou-se que a diversidade (H') variou consideravelmente ao longo dos anos de monitoramento, com valores entre 0,93 e 4,08. Em 2021, a diversidade apresentou uma variação sazonal, com médias classificadas como moderada (outono e inverno) a alta (verão e primavera). Já no ciclo sazonal de 2023, a amplitude da variação foi maior, oscilando de muito baixa a alta, com médias consideradas baixa no verão, moderada no outono, muito baixa no inverno e alta na primavera. A equitabilidade (J') também demonstrou variação, com valores entre 0,54 e 0,88. Em 2021, a maior média de equitabilidade foi registrada no verão e inverno e a menor no outono. Em contraste, nas campanhas de 2023, a maior média de equitabilidade ocorreu na primavera e a menor no inverno. A riqueza (S) apresentou uma variação de 3,92 a 30,67. Em 2021, a maior riqueza média foi observada no verão e a menor no inverno (Econservation, 2022a). Em 2023, a maior riqueza média foi registrada na primavera e, similarmente a 2021, a menor ocorreu no inverno (Econservation, 2024a) (**Figura 5.1.2.2.3-3**).

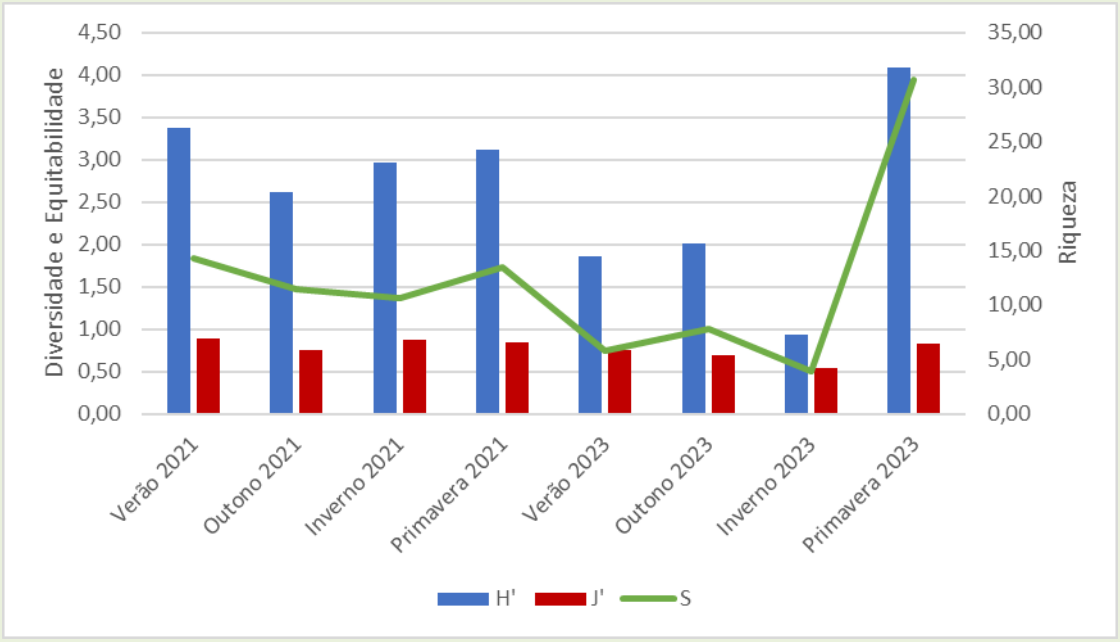


Figura 5.1.2.2.3-3: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de fitoplâncton realizadas nas campanhas sazonais de 2021 (Econservation, 2021a) e 2023 (Econservation, 2024a). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

Variações espaciais e temporais são esperadas para a comunidade em questão e são dependentes de fatores biológicos, como interação entre as espécies e disponibilidade de alimento e de fatores físicos e químicos do substrato da área de estudo.

5.1.2.3 Fitoplâncton (dulcícola)

5.1.2.3.1 Área De Estudo

O monitoramento hidrobiológico e ecotoxicológico das lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão abrange um complexo lacustre formado por seis lagoas naturais, cinco das quais estão interligadas (Lagoa 2 a Lagoa 6), com deságue ao norte do canal de captação da água do mar; e a Lagoa 07 que se conecta com Carapebus, no município da Serra/ES.

5.1.2.3.2 Metodologia

As amostragens de fitoplâncton foram realizadas em duas regiões, sendo elas: limnética (A) e litorânea (B) das Lagoas 2, 3, 4, 5, 6 e, na Lagoa 7, apenas na região limnética, totalizando onze (11) estações de monitoramento. Todas as amostragens e medições foram realizadas em cada estação em duas profundidades (subsuperfície e fundo), com exceção da Lagoa 07 onde, devido à baixa profundidade habitualmente foi coletada somente água subsuperficial, e no ponto 3B da Lagoa 3 onde também, devido à baixa profundidade não foi possível coletar no fundo.

As amostras para análise quantitativas de fitoplâncton foram coletadas utilizando-se uma garrafa de *Van Dorn*, totalizando 20 amostras para as campanhas de verão/24 e inverno/24, e, para as análises qualitativas, foram coletadas através de arrasto horizontal na subsuperfície de cada estação de monitoramento com uma rede de plâncton do tipo cilíndrico-cônica, com abertura de malha de 30 µm, durante 5 minutos ou com coleta de água utilizando balde inox e filtragem na rede de plâncton devido a impossibilidade de realizar arrasto nos pontos de monitoramento com excesso de macrófitas na superfície, totalizando 11 amostras para as campanhas de verão/24 e inverno/24. Todas as amostras foram imediatamente fixadas com solução de lugol acético.

A observação qualitativa do fitoplâncton, para obtenção da lista de espécies, foi realizada em microscópio óptico. Os organismos foram identificados analisando-se suas características morfológicas e morfométricas, utilizando bibliografia especializada destacando: Bourrelly (1970), Prescott (1975), Komarék e Fott (1983), Sant'Anna (1984), Tell e Conforti (1986), Balech (1988), Parra e Bicudo (1995), Tomas (1997) e Bicudo e Menezes (2005). A contagem do fitoplâncton para as amostras quantitativas, que foram coletadas com o auxílio da garrafa de Van Dorn, seguiu o *Standard Methods* APHA (2017).

5.1.2.3.3 Resultados

Durante as campanhas realizadas no Verão e no Inverno dos anos 2021, 2022, 2023 e 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025), para amostras qualitativas do fitoplâncton foram identificados 182 táxons, distribuídos entre 17 classes fitoplanctônicas, sendo elas: Bacillariophyceae, Chlamydophyceae, Chlorodendrophyceae, Chlorophyceae, Conjugatophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Eustigmatophyceae, Fitoflagelado, Glaucophyceae, Klebsormidiophyceae, Prymnesiophyceae, Trebouxiophyceae, Xanthophyceae e Zygnematophyceae (**Figura 5.1.2.3.3-1** e **Tabela 5.1.2.3.3-1**). Exemplos de táxons identificados nos anos de 2021 a 2024 podem ser observados na **Figura 5.1.2.3.3-2**.

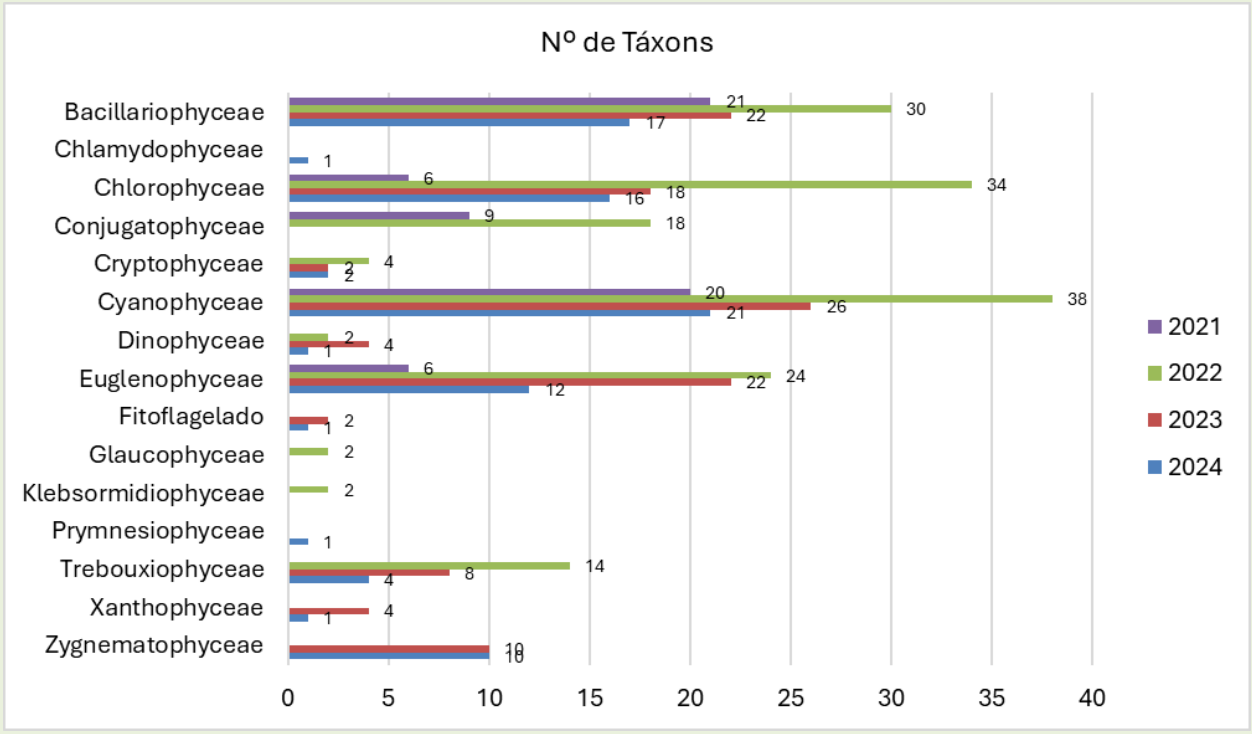


Figura 5.1.2.3.3-1: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de fitoplâncton realizadas nas campanhas sazonais de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

Tabela 5.1.2.3.3-1: Análise qualitativa do fitoplâncton registrado nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = Presença). (Continua).

Grupos	Táxons	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Bacillariophyceae	Aulacoseira granulata				x
Bacillariophyceae	Aulacoseira spp.		x		
Bacillariophyceae	Bacillariophyceae 1				x
Bacillariophyceae	Cocconeis sp.				x
Bacillariophyceae	Cyclotella meneghiniana		x	x	
Bacillariophyceae	Cyclotella spp.				x
Bacillariophyceae	Epithemia sp.	x			
Bacillariophyceae	Eunotia sp.	x		x	
Bacillariophyceae	Fragilaria sp.	x	x		
Bacillariophyceae	Fragilaria sp.1			x	
Bacillariophyceae	Frustulia crassinervia	x			
Bacillariophyceae	Frustulia spp.		x		
Bacillariophyceae	Fusola viridis			x	
Bacillariophyceae	Gomphonema affine			x	
Bacillariophyceae	Gomphonema sp.1		x		
Bacillariophyceae	Gomphonema spp.	x	x	x	
Bacillariophyceae	Gomphonema subtile	x			
Bacillariophyceae	Gyrosigma sp.	x			
Bacillariophyceae	Melosira sp.	x	x		x
Bacillariophyceae	Navicula sp.	x	x		
Bacillariophyceae	Navicula sp.1			x	

Tabela 5.1.2.3.3-1: Análise qualitativa do fitoplâncton registrado nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = Presença). (Continua).

Grupos	Táxons	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Bacillariophyceae	Neidium sp.				x
Bacillariophyceae	Nitzschia obtusa				x
Bacillariophyceae	Nitzschia palea		x	x	x
Bacillariophyceae	Nitzschia sp.				x
Bacillariophyceae	Phaeodactylum sp.				x
Bacillariophyceae	Pinnularia acrosphaeria		x	x	x
Bacillariophyceae	Pinnularia spp.	x	x		
Bacillariophyceae	Pinnularia viridis			x	x
Bacillariophyceae	Pseudostaurosira brevistriata				x
Bacillariophyceae	Rhopalodia gibba			x	
Bacillariophyceae	Stauroneis spp.	x			
Bacillariophyceae	Surirella biseriata		x		
Bacillariophyceae	Surirella bisseriata	x			
Bacillariophyceae	Surirella davidsonii		x		
Bacillariophyceae	Surirella tenera	x			
Bacillariophyceae	Synedra sp.	x	x		
Bacillariophyceae	Ulnaria ulna				x
Bacillariophyceae	Urosolenia sp.				x
Chlorophyceae	Ankistrodesmus arcuatus		x		
Chlorophyceae	Ankistrodesmus fusiformis		x		
Chlorophyceae	Ankistrodesmus sp.				x
Chlorophyceae	Ankistrodesmus spriralis		x		
Chlorophyceae	Chlamydomonas sp.				x
Chlorophyceae	Chlorophyceae 1				x
Chlorophyceae	Chlorophyceae 2				x
Chlorophyceae	Coelastrum microporum			x	
Chlorophyceae	Coelastrum sp.				x
Chlorophyceae	Coenochloris fottii		x		
Chlorophyceae	Comasiella arcuata			x	x
Chlorophyceae	Crucigenia quadrata		x		
Chlorophyceae	Crucigenia tetrapedia				x
Chlorophyceae	Desmodesmus armatus				x
Chlorophyceae	Desmodesmus armatus var. bicaudatus			x	
Chlorophyceae	Desmodesmus sp.	x	x		
Chlorophyceae	Desmodesmus spinosus		x		
Chlorophyceae	Desmodesmus spp.			x	
Chlorophyceae	Eutetramorus sp.				x
Chlorophyceae	Kirchneriella lunaris		x		
Chlorophyceae	Messastrum gracile		x		
Chlorophyceae	Monoraphidium griffithii		x		
Chlorophyceae	Oedogonium sp.1			x	
Chlorophyceae	Oedogonium spp.				x
Chlorophyceae	Pandorina morum			x	x
Chlorophyceae	Pectinodesmus pectinatus		x		
Chlorophyceae	Pyrobotrys casinoensis			x	x
Chlorophyceae	Pyrobotrys sp.				x
Chlorophyceae	Radiococcus sp.1		x		
Chlorophyceae	Raphidonema sp.				x
Chlorophyceae	Scenedesmus baculiformis		x		
Chlorophyceae	Scenedesmus sp.	x			x
Chlorophyceae	Scenedesmus spp.		x		
Chlorophyceae	Selenastrum bibraianum		x	x	
Chlorophyceae	Sphaerocystis sp.				x
Chlorophyceae	Tetraëdron trigonum		x		

Tabela 5.1.2.3.3-1: Análise qualitativa do fitoplâncton registrado nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = Presença). (Continua).

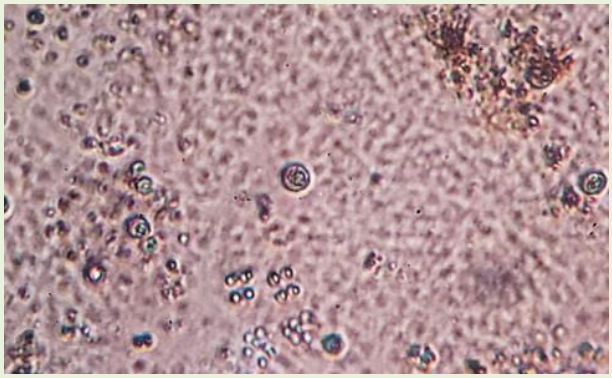
Grupos	Táxons	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Chlorophyceae	Tetrastrum triangulare		x		
Chlorophyceae	Verrucodesmus verrucosus			x	
Cryptophyceae	Cryptomonas sp.		x		x
Cryptophyceae	Cryptomonas sp.1			x	
Cryptophyceae	Cryptomonas spp.		x		
Cryptophyceae	Cryptophyceae 1				x
Cyanophyceae	Anabaena sp.	x			
Cyanophyceae	Anabaena spp.		x		
Cyanophyceae	Aphanizomenon sp.				x
Cyanophyceae	Aphanocapsa incerta		x	x	
Cyanophyceae	Aphanocapsa sp.	x	x		x
Cyanophyceae	Aphanocapsa sp. 2				x
Cyanophyceae	Arthrospira platensis				x
Cyanophyceae	Arthrospira sp.				x
Cyanophyceae	Asterocapsa submersa				x
Cyanophyceae	Chroococcus turgidus		x	x	
Cyanophyceae	Cylindrospermum sp.	x	x		
Cyanophyceae	Eucapsis densa			x	
Cyanophyceae	Gloeocapsa sp.				x
Cyanophyceae	Hapalosiphon sp.	x	x		
Cyanophyceae	Limnococcus limneticus		x		
Cyanophyceae	Merismopedia punctata	x	x		
Cyanophyceae	Merismopedia tenuissima		x	x	x
Cyanophyceae	Microcystis aeruginosa		x	x	x
Cyanophyceae	Microcystis spp.	x			
Cyanophyceae	Nostoc spp.			x	
Cyanophyceae	Oscillatoria limosa		x		
Cyanophyceae	Oscillatoria sp.	x	x		
Cyanophyceae	Phormidium sp.				x
Cyanophyceae	Phormidium tergestinum		x	x	x
Cyanophyceae	Planktolyngbya limnetica				x
Cyanophyceae	Planktothrix isothrix	x	x		
Cyanophyceae	Planktothrix sp.				x
Cyanophyceae	Planktothrix spp.		x		
Cyanophyceae	Pseudanabaena catenata			x	x
Cyanophyceae	Pseudanabaena galeata				x
Cyanophyceae	Pseudanabaena sp.	x			x
Cyanophyceae	Snowella lacustris		x		
Cyanophyceae	Spirulina sp.	x			
Cyanophyceae	Spirulina spp.		x	x	
Cyanophyceae	Synechococcus nidulans			x	
Cyanophyceae	Synechococcus sp.1			x	
Cyanophyceae	Synechococcus spp.				x
Cyanophyceae	Synechocystis aquatilis		x	x	
Cyanophyceae	Synechocystis spp.			x	x
Cyanophyceae	Synechosystis aquatilis		x		
Dinophyceae	Gymnodinium sp.				x
Dinophyceae	Peridinium gatunense			x	
Dinophyceae	Peridinium volzii		x	x	
Euglenophyceae	Cryptoglena skujae			x	
Euglenophyceae	Euglena acus	x	x		
Euglenophyceae	Euglena spp.	x	x		
Euglenophyceae	Euglenaformis proxima		x	x	x
Euglenophyceae	Lepocinclis acus			x	x

Tabela 5.1.2.3.3-1: Análise qualitativa do fitoplâncton registrado nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = Presença). (Continua).

Grupos	Táxons	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Euglenophyceae	Lepocinclis caudata			x	
Euglenophyceae	Lepocinclis fusiformis		x	x	
Euglenophyceae	Lepocinclis ovum			x	
Euglenophyceae	Lepocinclis sp.				x
Euglenophyceae	Phacus curvicauda			x	
Euglenophyceae	Phacus glaber		x		
Euglenophyceae	Phacus hamatus				x
Euglenophyceae	Phacus salinus			x	
Euglenophyceae	Phacus sp.	x			
Euglenophyceae	Phacus spp.		x		x
Euglenophyceae	Trachelomonas hispida		x		
Euglenophyceae	Trachelomonas hispida var. crenulatocollis		x		
Euglenophyceae	Trachelomonas intermedia				x
Euglenophyceae	Trachelomonas lacustris		x		
Euglenophyceae	Trachelomonas planctonica		x		
Euglenophyceae	Trachelomonas pulcherrima var. minor		x		
Euglenophyceae	Trachelomonas raciborskii			x	x
Euglenophyceae	Trachelomonas sp.				x
Euglenophyceae	Trachelomonas volvocina			x	x
Euglenophyceae	Trachelomonas volvocinopsis		x	x	x
Fitoflagelado	Fitoflagelado			x	
Fitoflagelado	Fitoflagelado 1				x
Glaucophyceae	Glaucocystis spp.		x		
Klebsormidiophyceae	Elakatothrix sp.		x		
Prymnesiophyceae	Prymnesium sp.				x
Trebouxiophyceae	Chlorella sp.				x
Trebouxiophyceae	Chlorella vulgaris		x	x	x
Trebouxiophyceae	Golenkiniopsis longispina	x	x		
Trebouxiophyceae	Lemmermannia tetrapedia		x		
Trebouxiophyceae	Lemmermannia triangularis		x	x	
Trebouxiophyceae	Micractinium belenophorum				x
Trebouxiophyceae	Micractinium pusillum		x		
Trebouxiophyceae	Mucidosphaerium pulchellum		x	x	
Trebouxiophyceae	Willea crucifera		x	x	x
Xanthophyceae	Isthmochloron lobulatum			x	x
Xanthophyceae	Tetraplektron torsum			x	
Zygnematophyceae	Closterium acutum			x	
Zygnematophyceae	Closterium moniliferum		1		
Zygnematophyceae	Closterium sp.	x	x	x	x
Zygnematophyceae	Cosmarium pachydermum		x	x	
Zygnematophyceae	Cosmarium sp.				x
Zygnematophyceae	Cosmarium spp.		x		
Zygnematophyceae	Micrasterias laticeps		x	x	x
Zygnematophyceae	Mougeotia sp.	x	x		
Zygnematophyceae	Mougeotia spp.				x
Zygnematophyceae	Netrium sp.				x
Zygnematophyceae	Pleurotaenium sp.	x	x		
Zygnematophyceae	Pleurotaenium trabecula			x	

Tabela 5.1.2.3.3-1: Análise qualitativa do fitoplâncton registrado nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = Presença). (Conclusão).

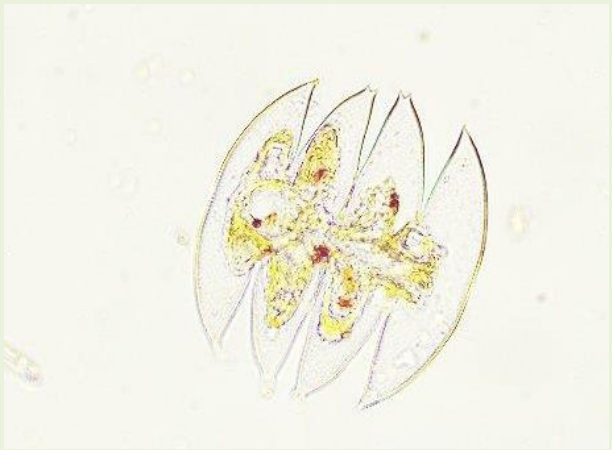
Grupos	Táxons	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Zygnematophyceae	*Sirogonium* sp.				X
Zygnematophyceae	*Spirogyra* sp.	x	x		
Zygnematophyceae	*Spirogyra* spp.				x
Zygnematophyceae	*Staurastrum* sp.	x	x		
Zygnematophyceae	*Staurastrum* spp.				x
Zygnematophyceae	*Zygogonium ericetorum*				x



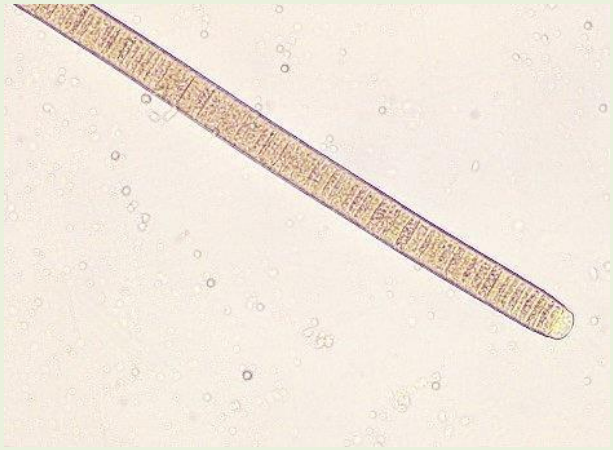
Chlorella vulgaris



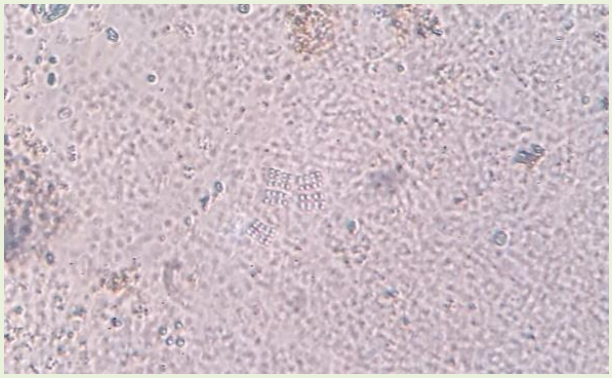
Coelastrum microporum



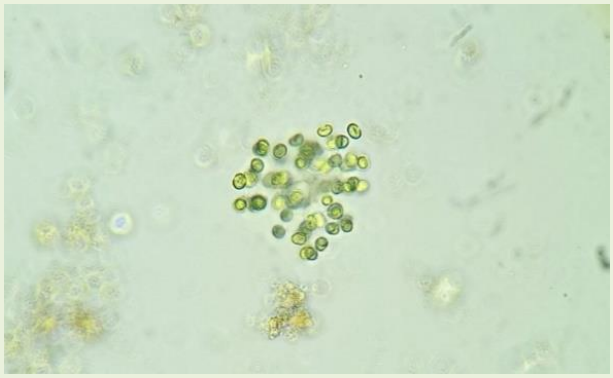
Micrasterias laticeps



Phormidium sp.



Merismopedia tenuissima



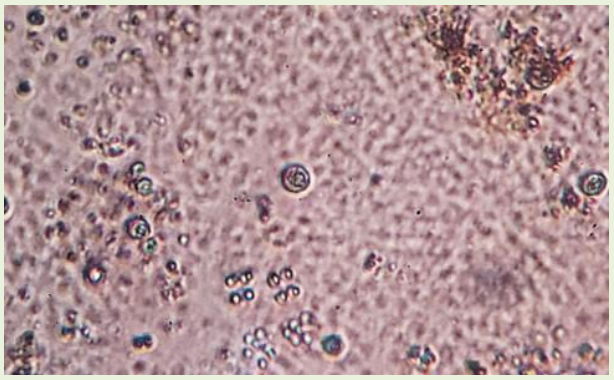
Mucidosphaerium pulchellum



Lepocinclis acus



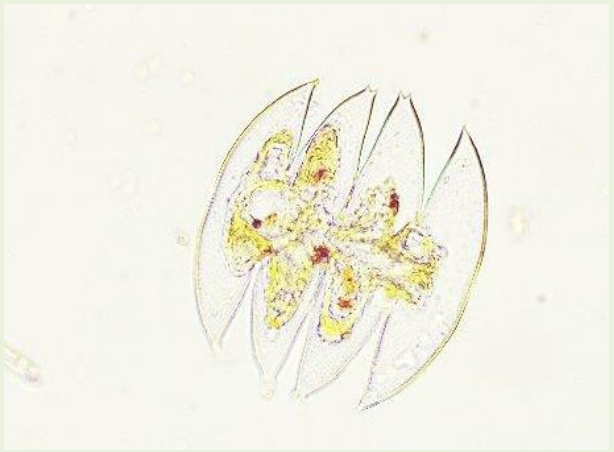
Micractinium bornhemiense



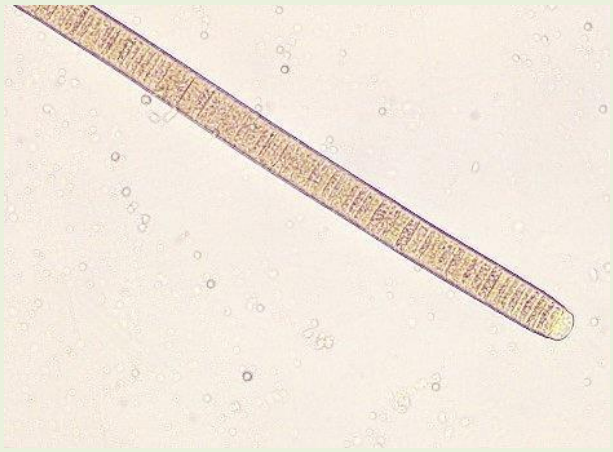
Chlorella vulgaris



Coelastrum microporum



Micrasterias laticeps



Phormidium sp.

Figura 5.1.2.3.3-2: Exemplos de táxons do fitoplâncton encontrados nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

Foi observado nos quatro anos de monitoramento que a diversidade (H') apresentou flutuações ao longo do tempo, com valores mais elevados em fevereiro de 2021 (≈2,5 bits.Ind^{-1}) e fevereiro de 2022, seguidos por uma queda em fevereiro de 2023 (≈1,2 bits.Ind^{-1}). Após esse ponto, observou-se uma recuperação parcial. A equitabilidade (J'), se manteve relativamente estável durante todo o período, variando entre aproximadamente 0,5 e 0,75, o que indica que a distribuição dos indivíduos entre as espécies não sofreu grandes alterações, mesmo diante das mudanças nos demais índices. A riqueza de espécies (S) também apresentou oscilações com um pico em fevereiro de 2022 (S ≈ 13

espécies) e um mínimo em fevereiro de 2023 (S ≈ 6 espécies), com posterior recuperação até agosto de 2023, seguida de uma leve queda em agosto de 2024 (**Figura 5.1.2.3.3-3**).

A análise conjunta desses três índices revela que os períodos com maior diversidade coincidem com períodos de maior riqueza, o que é esperado, dado que a diversidade incorpora tanto o número de espécies quanto sua abundância relativa.

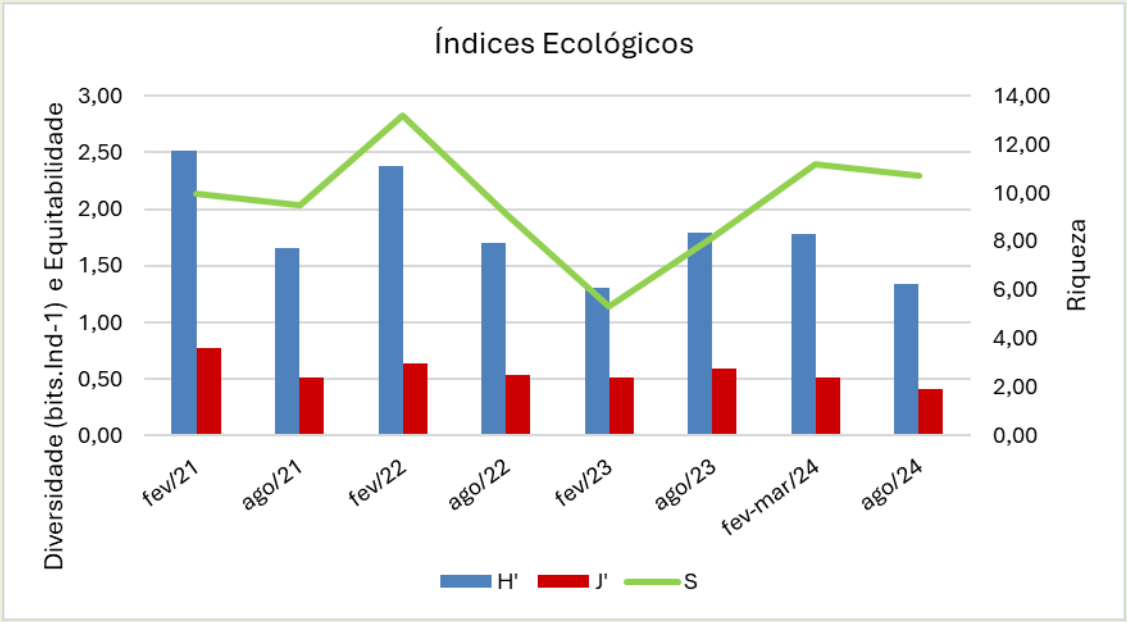


Figura 5.1.2.3.3-3: Índices ecológicos de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e Riqueza (S) nas estações amostrais durante as campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão para valores médios (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

As variações observadas são esperadas para a comunidade em questão, são influenciadas por fatores biológicos, como interação entre as espécies e disponibilidade de alimento e por fatores físicos e químicos do substrato da área de estudo. As variações constatadas estão em concordância com os registros históricos.

5.1.3 Fauna

O diagnóstico da fauna terrestre é uma etapa essencial no processo de licenciamento ambiental, especialmente em projetos que envolvem supressão de vegetação. Ele tem como objetivo principal identificar e avaliar a condição prévia de forma a possibilitar a avalição dos impactos e o prognóstico ambiental para a comunidade da fauna em determinada região.

Em ambientes aquáticos, tanto a comunidade pelágica quanto bentônica, desempenha papéis essenciais no ecossistema aquático, contribuindo para a produtividade, manutenção do ambiente, processamento de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes. Assim, o diagnóstico pretérito a implantação de empreendimento também é importante.

No que diz respeito a fauna terrestre foram realizadas campanhas para levantamento de dados primários principalmente focadas na ADA, objeto de supressão de vegetação e na AID do empreendimento, além da utilização de dados pretéritos de monitoramento da fauna terrestre realizados em anos anteriores na AID e AII do empreendimento detalhado abaixo.

5.1.3.1 Fauna Aquática

Para a elaboração do diagnóstico das comunidades de fauna aquática marinha (zoobentos de substrato consolidado e inconsolidado, ictiofauna, zooplâncton e ictioplâncton), foram utilizados dados secundários robustos e consistentes, provenientes de estudos prévios realizados na região da área de influência do empreendimento. Esses dados forneceram uma base sólida para a caracterização ecológica das comunidades aquáticas, permitindo uma avaliação preliminar dos possíveis impactos ambientais associados à implantação do projeto. Os estudos utilizados como fonte de dados foram o Monitoramento Marinho da Área Marinha Adjacente à Vale, Relatório Técnico da campanha de Primavera/2019 (Econservation, 2020a), Relatório Técnico da campanha de Outono/2020 (Econservation, 2020b), Relatório Técnico da campanha de Outono/2021 (Econservation, 2021a) (condicionante 85 da LO-GGE/COEI/Nº 123/2018/Classe III), Relatório Técnico da campanha para Atendimento de Condicionantes da Licença de Dragagem de Setembro/2021 (Econservation, 2021b) (condicionante 8 da LO Nº 284/2013), Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2021 (Econservation, 2022a) e Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2023 (Econservation, 2024), elaborados em atendimento a condicionante 13 da LO282/2008.

Para a fauna aquática dulcícola (ictiofauna e malacofauna) foram utilizados os seguintes estudos: Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão Relatório Anual dos anos de 2021 (Econservation, 2022b), 2022 (Econservation, 2023), 2023 (Econservation, 2024b) e 2024 (Econservation, 2025), realizado em atendimento a condicionante 11 da LO 282/2008.

5.1.3.1.1 Ictiofauna (Marinho)

5.1.3.1.1.1 Área De Estudo

A área de estudo está localizada na plataforma continental da porção central da costa do estado do Espírito Santo, município de Serra, especificamente de fronte às praias “Mole” e “Carapebus”, e está compreendida entre as coordenadas 20º14’ e 20º19’ de latitude sul, e 40º10’ e 40º15’ de longitude oeste.

5.1.3.1.1.2 Metodologia

A amostragem da ictiofauna foi realizada por meio de arrastos de fundo em duas estações (i1 e i2). A arte de pesca utilizada para essas amostragens foi a rede de arrasto do tipo balão, com 8 metros de “boca” e malha de 2,5 cm no corpo e 2,0 cm no saco (medidas de malha entre nós opostos),

rebocada por um barco de pesca do tipo traineira. Em cada estação, foram realizados sete arrastos (réplicas), com duração de 10 minutos a uma velocidade média de dois nós. Adicionalmente, foram realizadas amostragens no canal de lançamento do efluente da ArcelorMittal Tubarão em dois pontos, um na parte interior do canal (Ef1) e outro próximo à desembocadura do canal do efluente (Ef2). Em cada ponto foram realizadas as amostragens através de 10 lances de tarrafa. Os peixes capturados foram acondicionados em sacos plásticos e congelados, para posterior identificação no laboratório.

A identificação dos indivíduos capturados foi realizada sempre até a menor categoria taxonômica possível através de bibliografia especializada. Procedimentos de laboratório também incluíram dissecção dos exemplares, medição do comprimento padrão (mm), pesagem (precisão de 0,1 g), sexagem e análise do estágio gonadal, utilizando a seguinte escala: imaturo/repouso, em maturação, maduro e desovado/esvaziado (VAZZOLER *et al.*, 1996).

A partir dos dados coletados, foi calculada a abundância numérica e a captura por unidade de esforço (CPUE - N/h) e em peso (CPUE - g/h arrasto) para os arrastos rebocados e, para os lances de tarrafa, foi realizado somente o cálculo da abundância numérica. Para cada estação de amostragem, também foram calculados os índices de diversidade, Equitabilidade e Riqueza de Espécies.

5.1.3.1.1.3 Resultados

A ictiofauna da região nos dois estudos foi composta por 81 táxons, distribuídos em 40 famílias **(Tabela 5.1.3.1.1.3-1).** No monitoramento realizado em 2021 (Econservation, 2022) foram registrados 59 táxons e em 2023 (Econservation, 2024), 49 táxons.

A ictiofauna da região apresentou espécies-alvo da pesca, como o xaréu (*Caranx bartholomaei*), o garapau (*Chloroscombrus chrysurus*), a sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e o bodião (*Halichoeres poeyi*). De acordo com Fishbase (2024), 26 espécies foram classificadas como comerciais (C) e 46 como pouco comerciais (PC).

Exemplares dos táxons coletados nos monitoramentos podem ser observados na **Figura 5.1.3.1.1.3-1** e **Figura 5.1.3.1.1.3-2**.

Tabela 5.1.3.1.1.3-1: Lista taxonômica de ictiofauna registrados nos estudos realizados nos anos de 2021 (Econservation,2022a) e 2023 (Econservation,2024a).C = Comercial; PC = Pouco comercial (Continua).

Família	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)		Importância Econômica	Nome comum
		2021 (Econ, 2022a)	2023 (Econ, 2024a)		
Achiridae	*Achirus declivis*	X		-	Araçamá
Ariidae	*Cathorops spixii*	X		PC	Bagre-gonguito
Ariidae	*Notarius grandicassis*		X	PC	Bagre-cabeçudo
Balistidae	Balistidae Ni	X		-	-
Carangidae	Carangidae		X	-	-
Carangidae	*Caranx bartholomaei*		X	C	Xaréu
Carangidae	*Chloroscombrus chrysurus*	X	X	C	Garapau
Carangidae	*Hemicaranx amblyrhynchus*	X		PC	Cabeçudo
Carangidae	*Selene setapinnis*	X		C	Peixe-galo
Carangidae	*Selene vomer*	X	X	PC	Peixe-galo
Carcharhinidae	*Rhizoprionodon porosus*	X		C	Cação-frango
Clupeidae	*Opisthonema oglinum*	X		C	Sardinha
Cyclopsettidae	*Citharichthys spilopterus*		X	PC	Linguado
Cyclopsettidae	*Etropus crossotus*	X	X	PC	Linguado
Cynoglossidae	*Symphurus tessellatus*		X	PC	Língua-de-mulata
Cynoglossidae	*Symphurus trewavasae*	X		-	Língua-de-mulata
Dactylopteridae	*Dactylopterus volitans*		X	PC	Peixe-voador
Dasyatidae	*Hypanus guttatus*	X		PC	Arraia-lixa
Dorosomatidae	*Harengula clupeola*		X	PC	Sardinha
Dorosomatidae	*Sardinella brasiliensis*	X		C	Sardinha
Elopidae	*Elops saurus*		X	PC	Robalo-da-pedra
Engraulidae	*Anchoa clupeoides*	X		PC	Manjuba
Engraulidae	*Anchoa filifera*	X		PC	Manjuba
Engraulidae	*Anchoa spinifer*	X	X	PC	Manjuba
Engraulidae	*Anchovia clupeoides*	X		PC	Manjuba
Engraulidae	*Anchoviella lepidentostole*		X	PC	Manjuba
Ephippidae	*Chaetodipterus faber*	X		PC	Paru
Gerreidae	*Eucinostomus gula*	X	X	PC	Carapeba
Haemulidae	*Conodon nobilis*	X	X	C	Maria-Luísa
Haemulidae	*Genyatremus luteus*		X	PC	Cará
Labridae	*Halichoeres poeyi*	X	X	C	Bodião
Lutjanidae	*Lutjanus jocu*		X	C	Dentão
Monacanthidae	*Stephanolepis hispida*		X	PC	Peixe-porco
Mullidae	*Pseudupeneus maculatus*		X	PC	Salamonete
Mullidae	*Upeneus parvus*		X	C	Trilha
Muraenidae	*Gymnothorax conspersus*	X		PC	Moreia
Muraenidae	*Gymnothorax moringa*		X	PC	Moreia
Muraenidae	*Gymnothorax ocellatus*	X		PC	Moreia
Ogcocephalidae	*Ogcocephalus vespertilio*	X		C	Peixe-morcego
Ophichthidae	*Ophichthus cylindroideus*		X	PC	Cobra-do-mar
Opistognathidae	*Opistognathus* sp.	X		-	-
Ophidiidae	*Ophidion holbrookii*		X	PC	Congro
Paralichthyidae	*Citharichthys macrops*	X		-	Linguado
Paralichthyidae	*Cyclopsetta chittendeni*	X		PC	Linguado
Paralichthyidae	*Syacium papillosum*	X		PC	Linguado
Polynemidae	*Polydactylus oligodon*	X	X	PC	Parati-barbudo
Priacanthidae	*Priacanthus arenatus*	X	X	PC	Olho-de-cão
Pristigasteridae	*Odontognathus mucronatus*	X	X	PC	Arenque-branco
Pristigasteridae	*Pellona harroweri*	X	X	PC	Sardinha mole

Tabela:5.1.3.1.1.3-1 Lista taxonômica de ictiofauna registrados nos estudos realizados nos anos de 2021 (Econservation,2022a) e 2023 (Econservation,2024a).C = Comercial; PC = Pouco comercial (Conclusão).

Família	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)		Importância Econômica	Nome comum
		2021 (Econ, 2022a)	2023 (Econ, 2024a)		
Sciaenidae	*Bairdiella ronchus*		X	PC	Cororoca
Sciaenidae	*Ctenosciaena gracilicirrhus*	X	X	PC	Betara-do-norte
Sciaenidae	*Cynoscion acoupa*	X		C	Pescada-dourada
Sciaenidae	*Cynoscion jamaicensis*	X	X	C	Pescada boca-mole
Sciaenidae	*Cynoscion leiarchus*	X		C	Pescada-branca
Sciaenidae	*Cynoscion virescens*	X		C	Pescada-cambucú
Sciaenidae	*Isopisthus parvipinnis*	X	X	PC	Pescada branca
Sciaenidae	*Larimus breviceps*	X	X	C	Obeva
Sciaenidae	*Macrodon atricauda*	X	X	C	Pescada-Foguete
Sciaenidae	*Menticirrhus americanus*	X	X	C	Betara
Sciaenidae	*Menticirrhus littoralis*	X		PC	Papa-terra
Sciaenidae	*Micropogonias furnieri*	X		C	Ticopa
Sciaenidae	*Nebris microps*	X	X	C	Pescada-banana
Sciaenidae	*Ophioscion punctatissimus*	X	X	PC	Canganguá
Sciaenidae	*Paralonchurus brasiliensis*	X	X	C	Maria-Luiza
Sciaenidae	*Stellifer brasiliensis*	X	X	PC	Canguá
Sciaenidae	*Stellifer naso*	X		-	Cabeçudo prego
Sciaenidae	*Stellifer punctatissimus*		X	PC	Canganguá
Sciaenidae	*Stellifer rastrifer*	X	X	PC	Cabeça-dura
Scorpaenidae	*Scorpaena brasiliensis*	X	X	C	Peixe escorpião
Serranidae	*Diplectrum formosum*	X	X	C	Michole-da-areia
Sparidae	*Archosargus rhomboidalis*		X	C	Canhanha
Sphyraenidae	*Sphyraena* sp.	X		PC	Barracuda
Sphyraenidae	*Sphyraena tome*	X		-	Bicuda
Stromateidae	*Peprilus paru*	X	X	PC	Paru
Synodontidae	*Saurida brasiliensis*		X	C	Peixe-lagarto
Synodontidae	*Trachinocephalus myops*	X		PC	Traíra
Tetraodontidae	*Lagocephalus laevigatus*	X		PC	Baiacu
Tetraodontidae	*Sphoeroides testudineus*		X	PC	Baiacu
Trichiuridae	*Trichiurus lepturus*	X	X	C	Peixe-espada
Triglidae	*Prionotus punctatus*	X	X	PC	Cabrinha
Uranoscopidae	*Astroscopus sp.*	X		-	-
Total		**59**	**49**	**-**	**-**

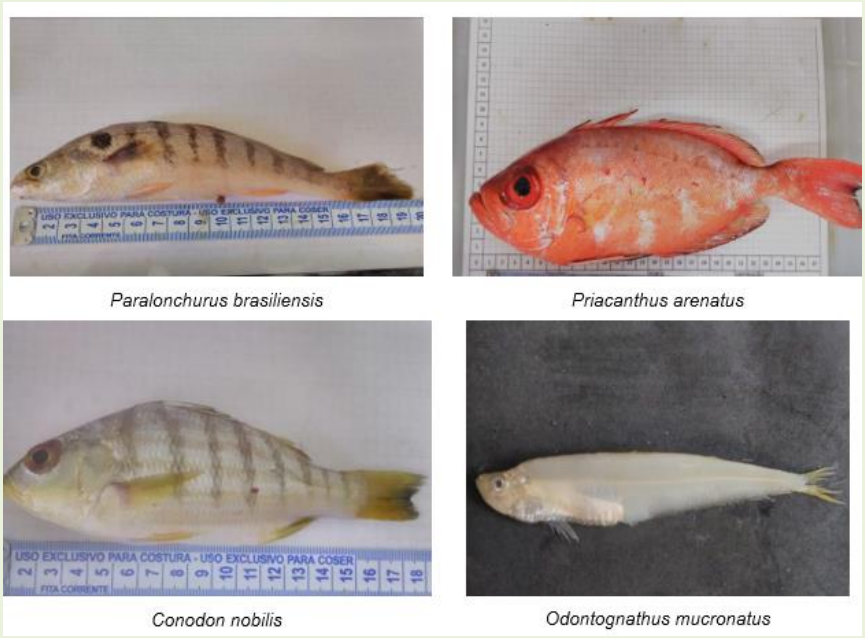


Figura 5.1.3.1.1.3-1: Exemplos de táxons coletados nas estações amostrais durante as campanhas de 2021 (Econservation, 2022a).

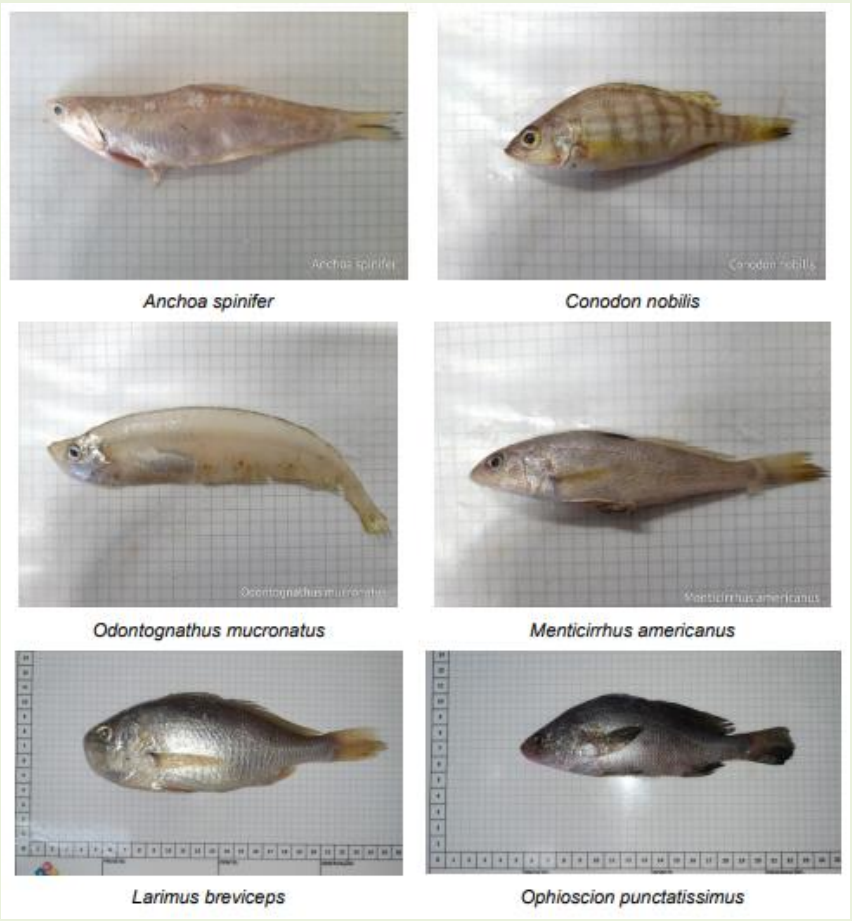


Figura 5.1.3.1.1.3-2: Exemplos de táxons coletados nas estações amostrais durante as campanhas de 2023 (Econsev., 2024).

Os valores de diversidade e riqueza foram maiores nas campanhas realizadas em 2021 do que nas campanhas realizadas em 2023 (**Figura 5.1.3.1.1.3-3**). Variações espaciais e temporais são esperadas para a comunidade em questão e são dependentes da disponibilidade de alimento, fatores físicos e químicos do substrato da área de estudo.

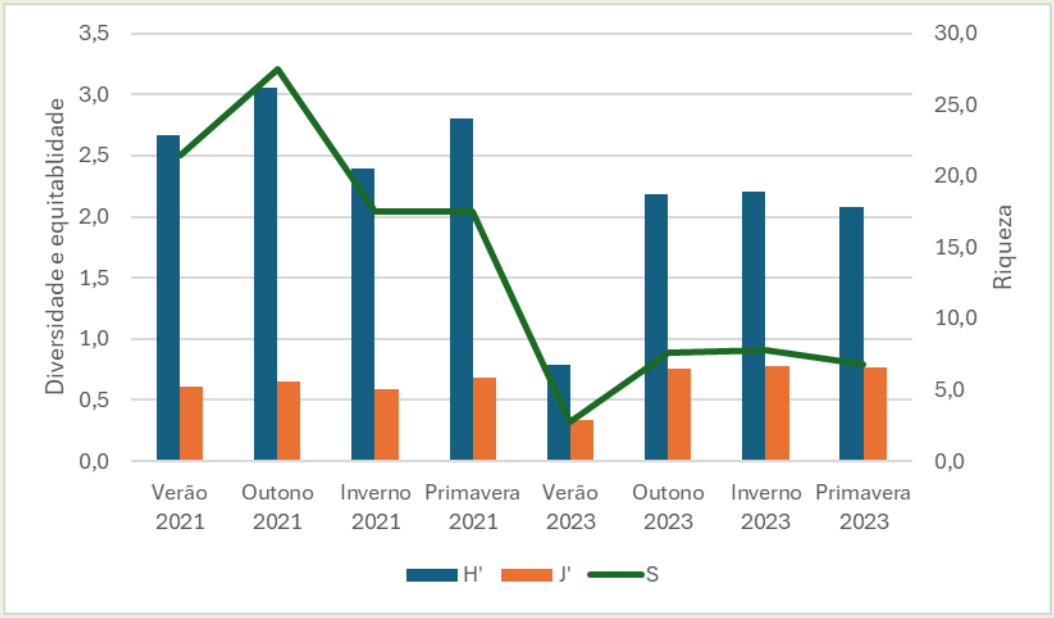


Figura 5.1.3.1.1.3-3: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de ictiofauna realizadas nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

Com relação à abundância em Captura por Unidade de Esforço (CPUE), foi possível observar que, em termos de números de indivíduos capturados por esforço, os valores também foram maiores nas campanhas de 2021, variando entre 1302 N/h no verão de 2021 a 200 N/h na primavera de 2023 (**Figura 5.1.3.1.1.3-4**).

Nas campanhas realizadas nos estudos citados não foram encontrados táxons raros exóticos. A espécie *Stellifer brasiliensis* é considerada como endêmica do Brasil. A espécie *Rhizoprionodon porosus* (cação-frango) apresenta status ecológico de "vulnerável" e *Hypanus guttatus* (arraia lixa) é considerada como "quase ameaçada" pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2024). As demais apresentam status ecológico de menor preocupação (IUCN, 2024) ou não foram avaliadas (MMA, 2022).

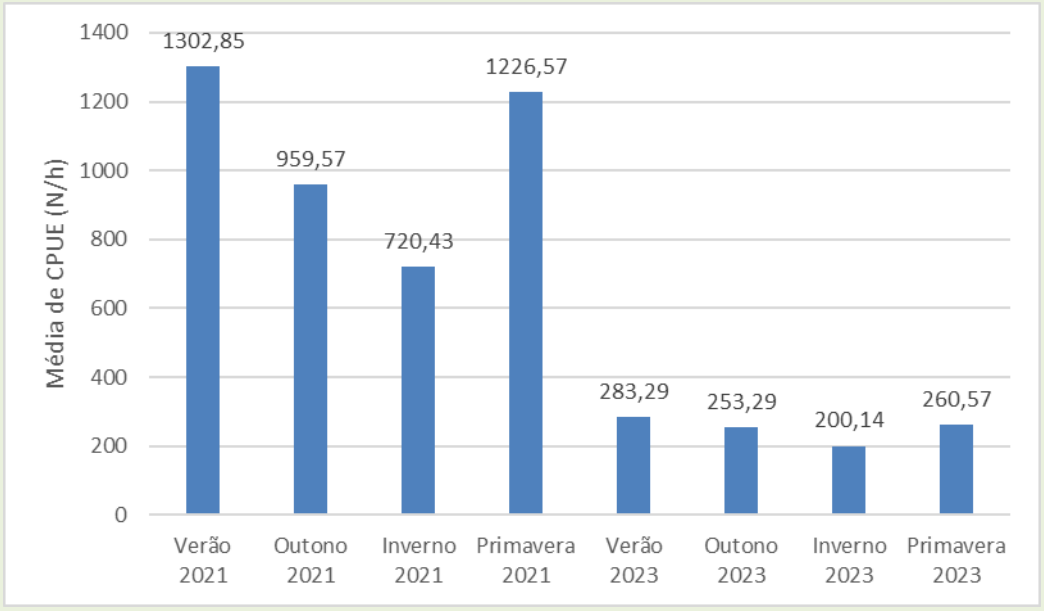


Figura 5.1.3.1.1.3-4: Abundância da ictiofauna considerando a Captura por Unidade de Esforço (CPUE – N/h) por campanhas (Econservation, 2022a e 2024a).

5.1.3.1.1.4 Caracterização Sobre Recursos Pesqueiros

A família Sciaenidae apresentou a maior representatividade em número de táxons (19 espécies) e em número de indivíduos nos dois estudos. Os peixes da família Sciaenidae são principalmente marinhos, costeiros e mais comumente encontrados em águas rasas e a ocorrência dessa família está relacionada principalmente a fundos de lama e areia (SANTOS-NININ, 2008). Jovens e adultos de várias espécies utilizam áreas estuarinas como crescimento e alimentação (SANTOS-NININ, 2008).

A família Sciaenidae compreende peixes comumente conhecidos no Brasil como Pescadas ou Corvinas, sendo um dos principais recursos pesqueiros na plataforma continental do sudeste e sul do Brasil (SANTOS-NININ, 2008) correspondendo por mais de 6.000 toneladas anuais de pescados no estado de São Paulo com base em um levantamento feito por Giannini e Paiva Filho (1990). Entre as espécies dessa família, *Ctenosciaena gracilicirrhus* destaca-se como mais abundante. Essa espécie, conhecida como goretê ou pescada-cascuda, é um dos cienídeos mais abundantes da costa sudeste do Brasil, é um importante elemento da fauna acompanhante da pesca de camarão, possui importante participação na cadeia trófica, como consumidora de crustáceos e presa de outros peixes (NAPOLITANO, 2008).

Em relação aos aspectos reprodutivos das espécies de peixes identificadas, foi observado que a maioria dos indivíduos se encontrava no estágio imaturo/repouso na maioria das campanhas, somente no inverno de 2021 e no outono de 2023 a maioria dos indivíduos encontrava-se no estágio maduro. ALMEIDA (2004) estudando a fauna acompanhante de camarão com arrasto em Praia Mole e Carapebus, caracterizou a região como áreas de criação em função dos altos percentuais de juvenis da ictiofauna capturados.

5.1.3.1.2 Ictiofauna (Dulcícola)

5.1.3.1.2.1 Área De Estudo

O monitoramento hidrobiológico e ecotoxicológico das lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão abrange um complexo lacustre formado por seis lagoas naturais, cinco das quais estão interligadas (Lagoa 2 a Lagoa 6), com deságue ao norte do canal de captação da água do mar; e a Lagoa 07 que se conecta com Carapebus, no município da Serra/ES. O número de estações de monitoramento em cada lagoa foi pré-estabelecido com base no seu tamanho, sendo a localização definidas em função das características das regiões litorâneas e limnéticas.

5.1.3.1.2.2 Metodologia

As amostragens de ictiofauna foram realizadas em duas regiões, limnética (A) e litorânea (B), nas Lagoas 2, 3, 4, 5, 6 e, na Lagoa 7, apenas na região limnética. As artes de pescas utilizadas foram:

- Redes de espera: na região limnética foram utilizadas redes de malhas 15, 30, 50 e 70 mm, medidos entre nós opostos, com 10 metros de comprimento e altura média de 1,6 m, sendo elas armadas à tarde (entre 14 e 17 horas) e recolhidas na manhã do dia seguinte (entre 08 e 11 horas), permanecendo em média 18 horas armadas. Esta metodologia é utilizada para capturar os organismos de maior tamanho e que possuem maior poder de deslocamento na coluna d'água;
- Peneira: em cada uma das estações de monitoramento foram efetuados peneiramentos, com peneiras de malha 1 mm, próximos às margens e sob vegetação na região litorânea. Esta metodologia é utilizada para coleta de organismos de menor tamanho, com pouco poder de deslocamento e que vivem sob a vegetação flutuante e marginal.

Os espécimes capturados foram acondicionados em sacolas plásticas, etiquetados e identificadas por estações de monitoramento e malha de rede. Em laboratório, todos os peixes foram identificados, pesados em balança de precisão 0,1 g e medidos (comprimento padrão e comprimento total - cm). A nomenclatura científica seguiu os padrões adotados pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Os nomes científicos e autores das espécies seguiram aqueles empregados nas descrições originais, segundo Eschmeyer (1998).

A partir dos dados obtidos foram calculados valores de abundância relativa, através do cálculo da captura por unidade de esforço expressa como o número de indivíduos da população por unidade de captura (CPUE = número de indivíduos / esforço de pesca) e como a biomassa por unidade de captura (CPUE = biomassa (g) / esforço de pesca). Para estabelecer a estrutura da comunidade foram calculados os seguintes índices ecológicos de comunidade biológica: índice de diversidade (Shannon), riqueza de espécies (absoluta – S) e o índice de Equitabilidade de Pielou.

5.1.3.1.2.3 Resultado

De acordo com os estudos realizados na região nas campanhas de verão e de inverno de 2021 a 2024, a ictiofauna capturada foi composta por 9 táxons distribuídos em 5 famílias (**Tabela**

5.1.3.1.2.3-1 e **Figura 5.1.3.1.2.3-1**). A abundância e a composição de espécies observadas nas campanhas dos ciclos de 2021 a 2024 podem ser consideradas como esperadas para as lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão.

Tabela 5.1.3.1.2.3-1: Lista de espécies registradas com seus respectivos números de indivíduos capturados nas campanhas do Monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

Família	Táxons	Nome comum	Ano monitoramento (Referência)			
			2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Callichthyidae	*Hoplosternum littorale*	Tamoatá	x	x	x	x
Characidae	*Astyanax bimaculatus*	Lambari	x			x
Characidae	*Astyanax* sp.	Lambari			x	
Cichlidae	Cichlidae	-				x
Cichlidae	*Geophagus brasiliensis*	Cará	x	x	x	x
Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	Tilápia-do-Nilo	x	x	x	x
Cichlidae	*Parachromis managuensis*	Peixe-jaguar	x	x	x	x
Erythrinidae	*Hoplias malabaricus*	Traíra			x	x
Gobiidae	*Awaous tajasica*	Peixe-areia	x		x	

Entre as espécies identificadas, o peixe-jaguar (*Parachromis managuensis*) e a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) são consideradas exóticas para a fauna brasileira. Ambas possuem importância comercial, enquanto as demais espécies registradas são nativas do Brasil.

Destacam-se ainda as espécies *Hoplosternum littorale*, *Geophagus brasiliensis*, *Oreochromis niloticus* e *Parachromis managuensis* por sua frequência elevada, sendo registradas nos quatro anos de monitoramento. *H. littorale*, conhecida popularmente como tamoatá, é uma espécie típica de regiões continentais do Brasil, de médio porte, coberta por placas dérmicas. Possui respiração acessória, característica que lhe permite sobreviver em áreas pantanosas com baixa concentração de oxigênio (HOSTACHE & MOL, 1998). É abundante na costa brasileira e representa um importante recurso pesqueiro para comunidades tradicionais (HOSTACHE & MOL, 1998).

Geophagus brasiliensis, popularmente chamado de cará ou acará, é uma espécie nativa que habita naturalmente ambientes como lagos, lagoas e riachos (ABELHA& GOULART, 2004; MESCHIATTI, 1995; AGUIARO & CARAMASCHI, 1998; SABINO & CASTRO, 1990; AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999; VONO & BARBOSA, 2001). *O. niloticus* é uma espécie nativa da África, introduzida no Brasil em 1972 (FAO, 2020) e que é bastante cultivada em vários países, inclusive no Brasil (MOURA, 2014). Esta espécie causa mudanças na estrutura da comunidade, com prejuízo para as espécies nativas (MENESCAL, 2002). Por ser uma espécie que apresenta exigências de hábitat flexíveis, oportunismo trófico e amplas tolerâncias ambientais, apresenta habilidades competitivas que permitem ser um invasor bem-sucedido e com grande potencial de se tornar praga (CANONICO et al., 2005; ZAMBRANO et al., 2006). A tilápia-do-Nilo é uma espécie altamente tolerante a condições ambientais extremas, sendo uma espécie onívora que se alimenta de uma ampla variedade de presas (MUNRO, 1967; HICKLEY & BAILEY, 1987; ADEYEMO et al, 1997; DADEBO, 2000 apud MILI & TEIXEIRA, 2006).

Já *P. managuensis*, originária da América Central, foi introduzida no Brasil e ainda há poucas informações sobre sua biologia, embora seja utilizada na aquicultura (HOSTACHE, 1998; BARBOSA, 2006). Esta é uma espécie que apresenta um potencial perigo para o equilíbrio natural dos ecossistemas, pois apresenta comportamento agressivo, é carnívora, alimentando-se

principalmente de pequenos peixes e macroinvertebrados, além de aceitar bem rações comerciais (BARBOSA; LEITÃO, 2003; BARBOSA et al., 2006; YAMAMOTO; TAGAWA, 2000). Essa espécie é comumente encontrada em lagos de águas quentes e com pouco oxigênio (NASSAR; NONELL, 1992). Essa e as demais espécies citadas foram registradas nos ciclos de monitoramento de 2021, 2022, 2023 e 2024, sendo recorrentes ao longo do período. Foram encontradas duas espécies consideradas exóticas, citadas acima, e encontradas conforme histórico de monitoramento, entretanto não foram registradas espécies raras e ou endêmicas da área de monitoramento (IUCN, 2023). Exemplares dos táxons identificados podem ser observados na **Figura 5.1.3.1.2.3-1**.

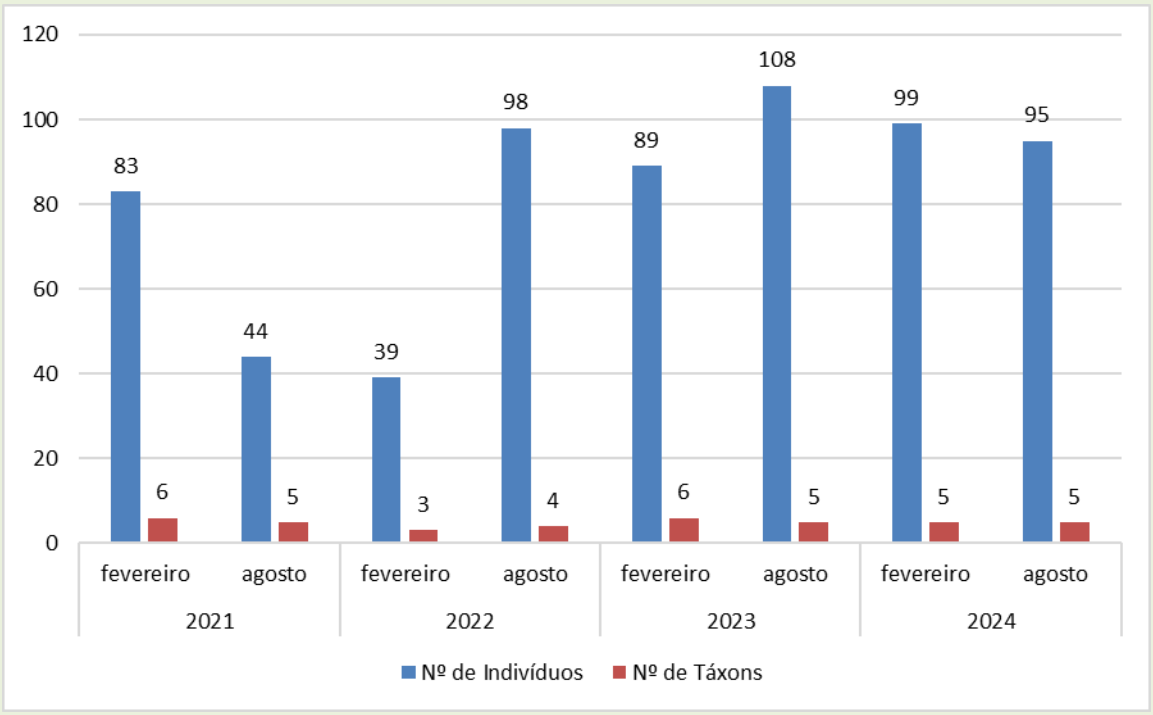


Figura 5.1.3.1.2.3-1: Número total de indivíduos e número total de táxons da ictiofauna ao longo das campanhas de monitoramento das lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

A avaliação dos índices ecológicos ao longo dos ciclos de monitoramento revelou variações na estrutura da comunidade ictiofaunística nas lagoas estudadas **(Figura 5.1.3.1.2.3-2).** O índice de diversidade de Shannon (H') apresentou seu menor valor em fevereiro de 2022 (aproximadamente 0,25 bits.ind^{-1}), indicando uma comunidade com baixa heterogeneidade e possível dominância de poucas espécies. A partir de julho-agosto de 2022, observou-se um aumento expressivo na diversidade (superior a 0,75 bits.ind^{-1}), sugerindo um período de recuperação ecológica ou mudanças favoráveis nas condições ambientais.

O índice de equitabilidade de Pielou (J') seguiu a mesma tendência de H', com valores baixos em fevereiro de 2022 e aumento nos ciclos subsequentes, alcançando o pico também em julho-agosto de 2022. Esse comportamento indica que, além do aumento na diversidade, houve uma distribuição mais uniforme dos indivíduos entre as espécies presentes.

Em relação à riqueza específica (S), observou-se menor valor também em fevereiro de 2022, com um crescimento gradual nos períodos seguintes. O maior valor de riqueza foi registrado em fevereiro

de 2023, sugerindo a entrada de novas espécies na comunidade, possivelmente por eventos de colonização ou aumento da conectividade com outros ambientes aquáticos.

De maneira geral, os índices apontam para uma comunidade em recuperação após um período de baixa diversidade e riqueza. A estabilização dos valores a partir de 2023 pode indicar o estabelecimento de uma nova condição de equilíbrio ecológico. Pequenas oscilações observadas no ciclo de agosto-setembro de 2024 podem estar relacionadas a variações naturais.

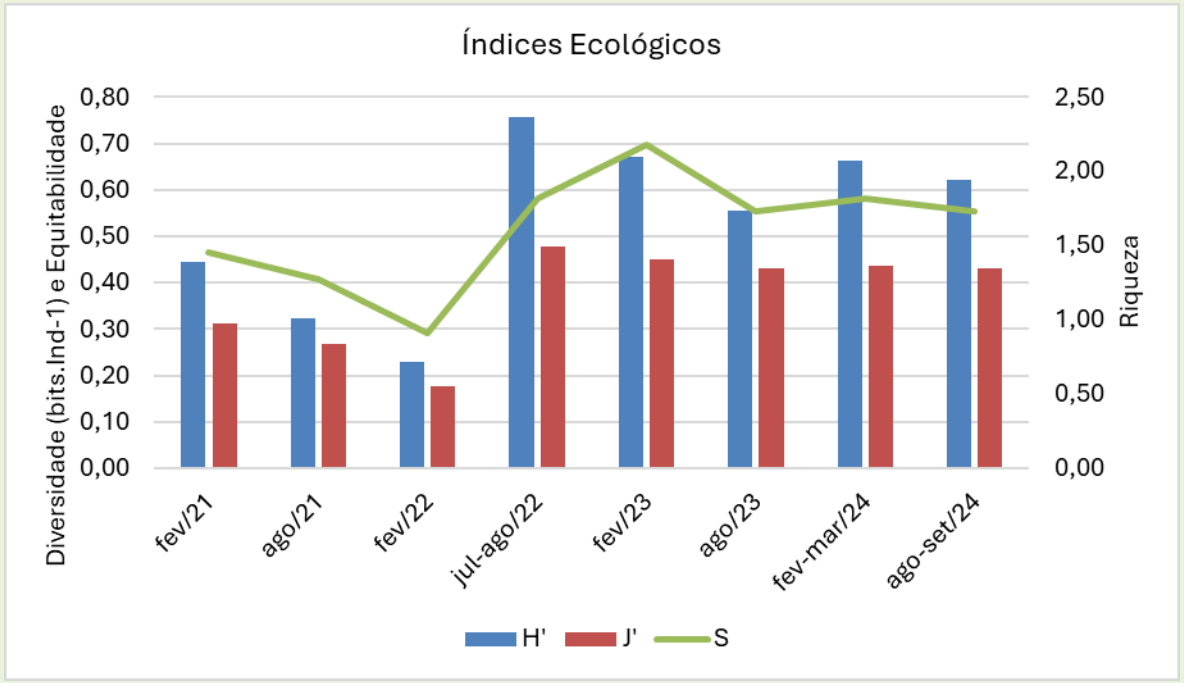


Figura 5.1.3.1.2.3-2: Índices ecológicos da amostragem de ictiofauna durante as campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

Com relação a captura por unidade de esforço, apresenta a variação da CPUE (N/h) ao longo das estações verão e inverno entre os anos de 2021 e 2024, com base nos diferentes tamanhos de malha (15 mm, 30 mm, 50 mm e 70 mm) **(Figura 5.1.3.1.2.3-3).**

No ano de 2021, a maior CPUE foi registrada com a malha de 50 mm no verão, ultrapassando 3,0 N/h, indicando maior abundância de indivíduos de maior porte nesse período. Essa tendência não se manteve nos anos seguintes, com queda nos valores de CPUE para essa malha, que estabilizou em patamares inferiores a 1,5 N/h entre 2022 e 2024. A malha de 70 mm, voltada à captura de grandes indivíduos, também apresentou valores reduzidos em todos os ciclos, com o pico em 2021 (inverno) e tendência de estabilização abaixo de 1,0 N/h nos demais períodos.

Em contrapartida, as malhas de menor abertura (15 mm e 30 mm) demonstraram crescimento progressivo na CPUE ao longo dos anos. A malha de 15 mm teve aumento constante, atingindo o valor máximo no verão de 2024 (cerca de 2,8 N/h), a malha de 30 mm apresentou o maior valor entre todos os métodos no inverno de 2023 (cerca de 2,9 N/h). Esses resultados indicam uma crescente predominância de indivíduos de pequeno a médio porte na comunidade, possivelmente

relacionada a processos de recrutamento, alterações ambientais ou à redução da presença de grandes predadores.

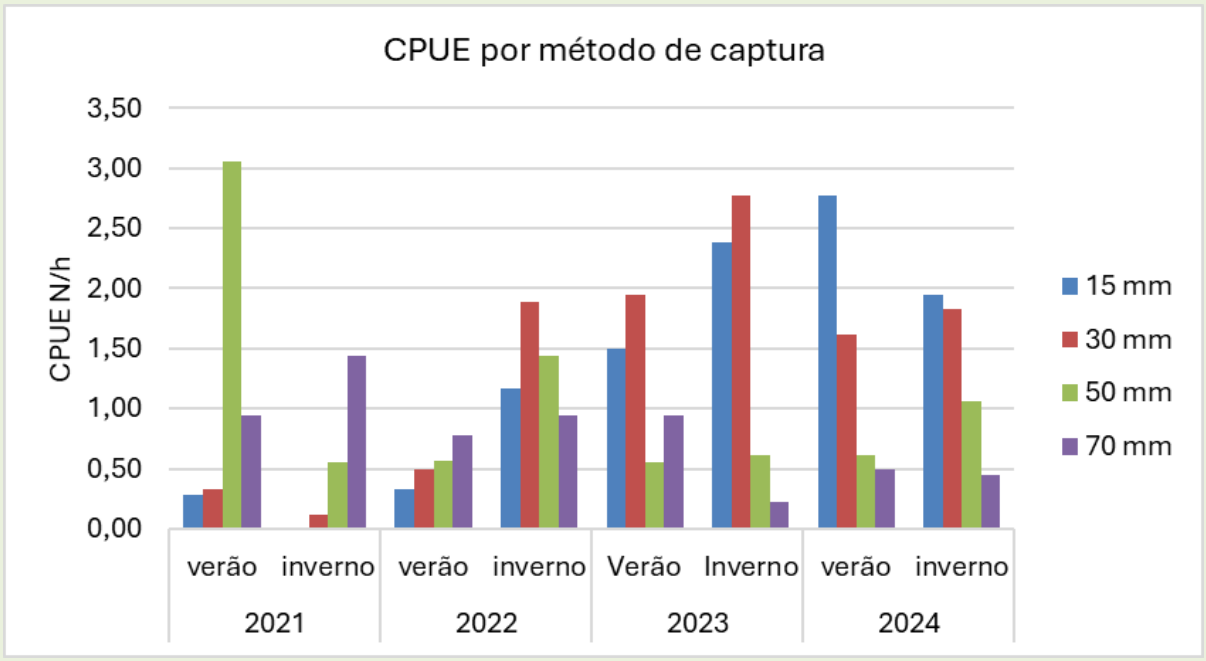


Figura 5.1.3.1.2.3-3: CPUE (N/h) de peixes considerando o número de indivíduos durante as campanhas realizadas no Verão e no Inverno de 2021 a 2024. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

As variações observadas nos parâmetros dessa comunidade são dependentes de variáveis ambientais e estão alinhadas aos registros históricos.



Hoplosternum littorale



Parachromis managuensis



Geophagus brasiliensis



Oreochromis nilocutis

Figura 5.1.3.1.2.3-4: Táxons coletados nos pontos amostrais durante a campanha de verão e inverno de 2021 a 2024. (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025).

5.1.3.1.3 Zooplâncton (Marinho)

5.1.3.1.3.1 Área De Estudo

A área de estudo está localizada na plataforma continental da porção central da costa do estado do Espírito Santo, município de Serra, especificamente de fronte às praias “Mole” e “Carapebus”, e está compreendida entre as coordenadas 20º14’ e 20º19’ de latitude sul, e 40º10’ e 40º15’ de longitude oeste.

5.1.3.1.3.2 Metodologia

As amostras de zooplâncton foram coletadas com rede cônico-cilíndrica simples (tipo WP) de 0,60 m de diâmetro de boca e 200 µm de abertura de malha, provida de fluxômetro para estimativa do volume de água filtrada. Os arrastos foram realizados a velocidade de 2 nós e duração de 5 minutos e o material coletado foi fixado em formol 4%, neutralizado e enviado ao laboratório. Em cada estação de monitoramento foi obtida uma amostra.

No laboratório, dependendo do seu volume, as amostras foram divididas utilizando-se o subamostrador tipo Folsom. Todos os organismos presentes nas subamostras foram contados e identificados até espécie, quando possível. A triagem, contagem, identificação e registro fotográfico dos organismos foram realizados com o auxílio do estereomicroscópio trinocular.

5.1.3.1.3.3 Resultado

De acordo com os estudos avaliados, foram registrados 125 táxons da comunidade zooplanctônica, dos Filos Arthropoda, Bryozoa, Chaetognatha, Chordata, Cnidaria, Ciliophora, Echinodermata, Euphausiacea e Mollusca (**Tabela 5.1.3.1.3.3-1**). A Classe Copepoda (Arthropoda) apresentou o maior número de táxons (68). Nos dois últimos monitoramentos foram registrados os maiores números de táxons (79 e 63, Econservation 2022 e 2024, respectivamente). Exemplares dos táxons identificados podem ser observados na **Figura 5.1.3.1.3.3-1** a **Figura 5.1.3.1.3.3-3.**

Tabela 5.1.3.1.3.3-1: Levantamento taxonômico da comunidade zooplanctônica obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2022 e 2024). (Continua).

Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)				
		2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2022)	2023 (Econ 2024)
Arcellinida	*Arcella* sp.				X	
Amphipoda	Amphipoda		X		X	
Amphipoda	Gammaridae					X
Branchiopoda	*Penilia avirostris*					X
Branchiopoda	*Pleopis polyphemoides*					X
Branchiopoda	*Podon polyphemoides*					X
Copepoda	*Acartia lilljeborgi*				X	X
Copepoda	*Acartia (Odontacartia) lilljeborgii*	X	X			X
Copepoda	*Acartia* spp.		X	X	X	
Copepoda	*Calanoida (copepodito)*				X	X
Copepoda	*Calanopia americana*	X			X	
Copepoda	*Calanopia* spp.					
Copepoda	*Calocalanus* spp.			X		
Copepoda	*Calocalanus pavo*				X	
Copepoda	*Clausocalanus furcatus*	X				
Copepoda	*Centropages furcatus*				X	X
Copepoda	*Centropages* sp.				X	
Copepoda	*Clausocalanus furcatus*				X	X
Copepoda	*Copilia mirabilis*				X	
Copepoda	Copepoda (Náuplio)	X	X	X	X	
Copepoda	*Onychocorycaeus giesbrechti*		X		X	
Copepoda	*Corycaeus (Onchocorycaeus) giesbrechti*				X	X
Copepoda	*Corycaeus* sp.	X			X	
Copepoda	*Corycaeus* spp.		X	X		
Copepoda	*Delius sewelli*					X
Copepoda	*Dioithona oculata*		X			
Copepoda	*Dioithona* spp.				X	
Copepoda	*Dioithona oculata*					X
Copepoda	*Euchaeta marina*				X	
Copepoda	*Euterpina acutifrons*		X	X	X	X
Copepoda	*Euterpina* spp.				X	
Copepoda	*Farranula* spp.			X	X	X
Copepoda	*Farranula gracilis*				X	X
Copepoda	*Harpaticus* sp.		X		X	
Copepoda	*Hemicyclops thalassius*					X
Copepoda	*Labidocera* sp.		X		X	
Copepoda	*Labidocera fluviatilis*				X	X
Copepoda	*Macrosetella gracilis*			X	X	

Tabela 5.1.3.1.3.3-1: Levantamento taxonômico da comunidade zooplanctônica obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2022 e 2024). (Continua).

Grupos	Táxons	2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2022)	2023 (Econ 2024)
Copepoda	*Mecynocera clausii*				X	
Copepoda	*Nannocalanus minor*		X		X	
Copepoda	*Nannocalanus* sp.			X		
Copepoda	*Oithona nana*	X	X		X	
Copepoda	*Oithona hebes*	X	X		X	X
Copepoda	*Oithona oculata*				X	X
Copepoda	*Oithona oswaldocruzi*				X	
Copepoda	*Oithona* sp.	X	X			
Copepoda	*Oithona* spp.			X	X	X
Copepoda	*Oithona oswaldocruzi*			X		
Copepoda	*Oithona plumifera*				X	X
Copepoda	*Oithona simplex*					X
Copepoda	*Oncaea mediterranea*				X	
Copepoda	*Oncaea scottodicarloi*				X	X
Copepoda	*Oncaea curta*				X	
Copepoda	*Oncaea venusta*				X	
Copepoda	*Oncaea spp.*				X	
Copepoda	*Onychocorycaeus giesbrechti*		X			X
Copepoda	*Oncaea* spp.		X	X	X	
Copepoda	*Oncaea scottodicarloi*	X		X		
Copepoda	*Paracalanus aculeatus*		X			
Copepoda	*Paracalanus parvus*		X			
Copepoda	*Paracalanus quasimodo*	X	X	X	X	X
Copepoda	*Paracalanus* spp.	X	X		X	X
Copepoda	*Paracalanus acileatis giesbrechti*				X	X
Copepoda	*Parvocalanus scotti*			X	X	X
Copepoda	*Parvocalanus* spp.		X			
Copepoda	Pontellidae					X
Copepoda	*Pontellopsis spp.*					X
Copepoda	*Pseudodiaptomus acutus*		X			X
Copepoda	*Sapphirina nigromaculata*					X
Copepoda	*Subeucalanus pileatus*		X			X
Copepoda	*Temora stylifera*	X	X	X	X	X
Copepoda	*Temora turbinata*	X	X	X	X	X
Copepoda	*Undinula vulgaris*					X
Copepoda	*Rhincalanus cornutus*				X	
Cirripedia	*Balanidae* sp.1		X			
Cirripedia	*Balanus* sp.				X	X
Cirripedia	Cirripedia			X	X	
Cladocera	Cladocera			X	X	

Tabela 5.1.3.1.3.3-1: Levantamento taxonômico da comunidade zooplanctônica obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2022 e 2024). (Conclusão).

Grupos	Táxons	2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2022)	2023 (Econ 2024)
Cladocera	*Penilia avirostris*		X			
Cladocera	*Pseudevadne tergestina*		X		X	X
Cladocera	*Pleopis polyphemoides*	X	X			
Decapoda	*Belzebub faxoni*	X	X		X	X
Decapoda	Brachyura (zoea)	X	X		X	X
Decapoda	Caridea	X	X	X	X	X
Decapoda	Porcellanidae (zoea)		X			X
Decapoda	Sergestidae		X		X	
Decapoda	*Sergestes* spp. (protozoea)		X			
Mysidae	Mysidae				X	
Ostracoda	Ostracoda				X	
Stomatopoda	Stomatopoda		X			
Ctenophora	Ctenophora Ni				X	
Bryozoa	Bryozoa	X		X	X	X
Chaetognatha	*Parasagitta* sp.	X				
Chaetognatha	*Parasagitta* spp.		X	X	X	
Sagittoidea	Flaccisagitta enflata				X	X
Sagittoidea	Parasagitta friderici				X	
Sagittoidea	Sagittoidea					X
Chaetognatha	Chaetognatha			X		
Ascidiacea	*Ascidia* spp.				X	X
Appendicularia	*Fritillaria* sp.			X	X	
Appendicularia	*Oikopleura dioica*	X			X	X
Appendicularia	*Oikopleura longicauda*		X		X	X
Appendicularia	*Oikopleura (Coecaria) longicauda*					X
Appendicularia	*Oikopleura* sp.	X	X	X	X	X
Appendicularia	*Oikopleura* spp.					
Thaliacea	*Doliolum* sp.				X	
Thaliacea	*Thalia democratica*				X	
Ciliophora	Ciliophora		X			
Ciliophora	*Tintinnopsis* spp.	X				
Tintinnida	Tintinnida				X	
Cnidaria	Cnidaria Ni				X	
Cnidaria	Hydrozoa				X	X
Cnidaria	*Liriope tetraphylla*					X
Cnidaria	*Obelia* spp.				X	X
Cnidaria	Siphonophorae					X
Ophiuroidea	Ophiuroidea					X
Euphausiacea	Euphausiacea				X	X
Mollusca	Bivalvia		X	X	X	X
Mollusca	Gastropoda	X	X		X	X
Mollusca	Pteropoda		X	X	X	X
Polychaeta	Polychaeta				X	X
Polychaeta	Alciopidae				X	
Polychaeta	Spionidae				X	X
Polychaeta	*Magelona* spp.					X
Polychaeta	*Polydora* sp.					X
Total		**23**	**43**	**26**	**79**	**63**

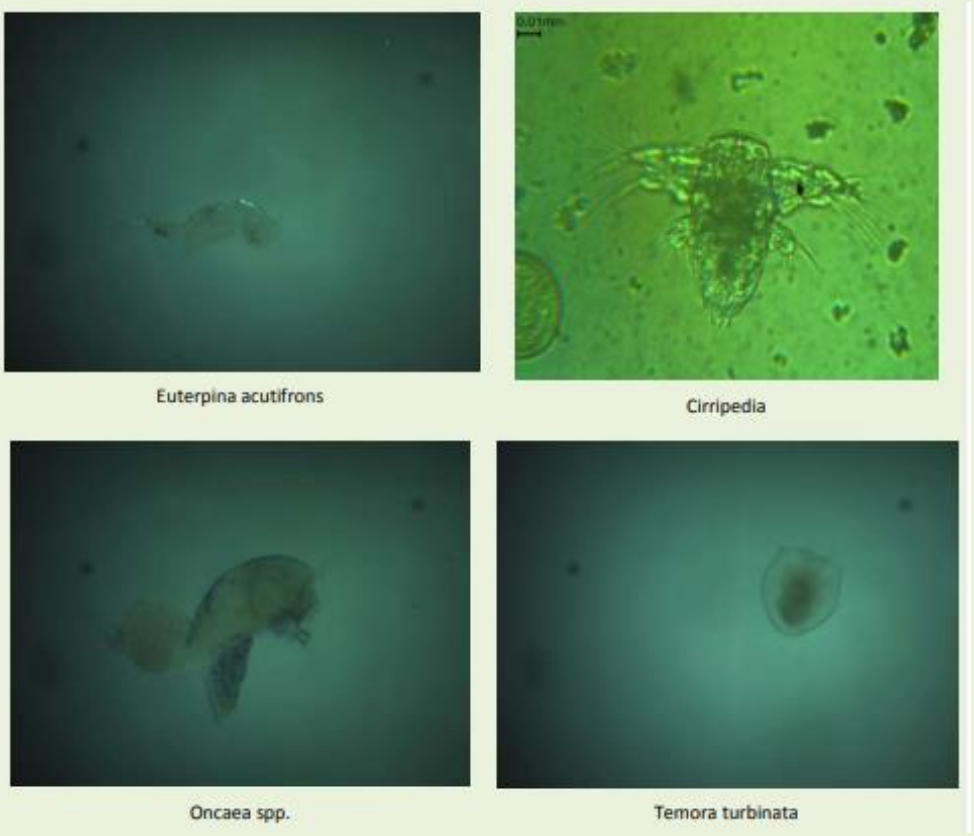


Figura 5.1.3.1.3.3-1: Exemplares registrados na comunidade zooplanctônica durante o monitoramento de 2021 (Econ., 2021a).

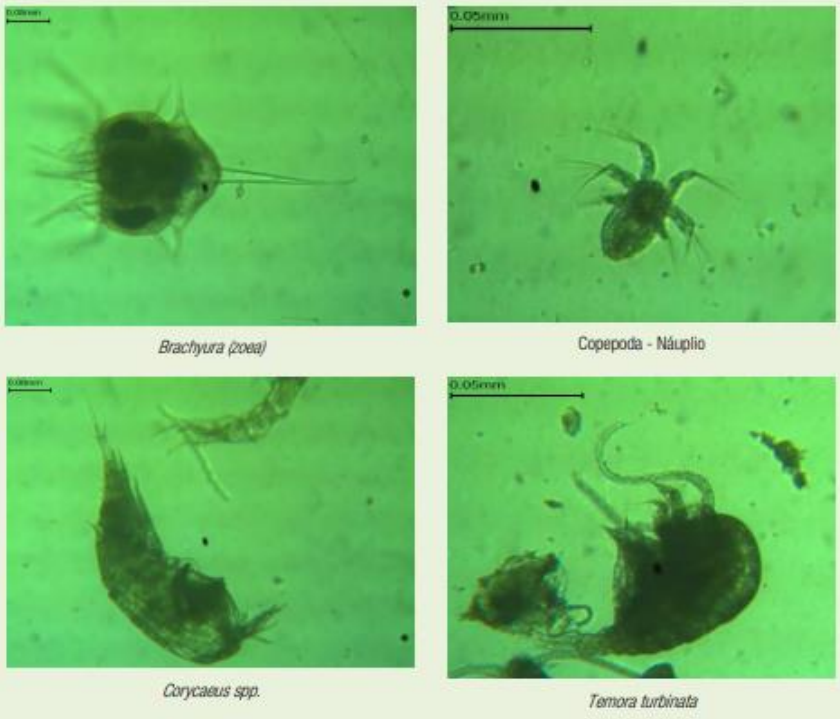


Figura 5.1.3.1.3.3-2: Exemplares registrados na comunidade zooplanctônica durante o monitoramento de 2021 (Econ., 2021b).

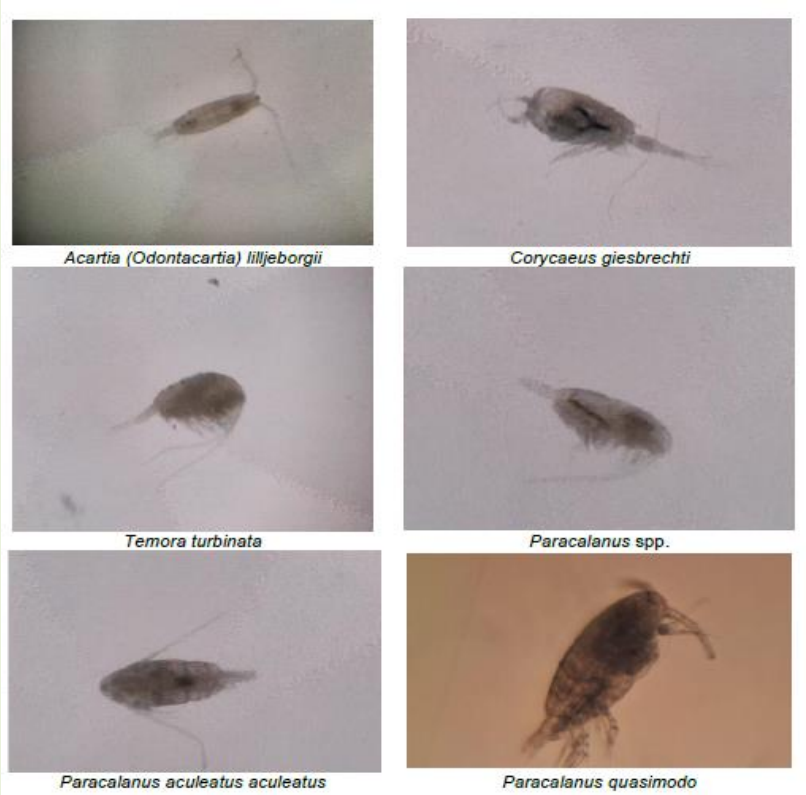


Figura 5.1.3.1.3.3-3: Exemplares registrados na comunidade zooplanctônica durante o monitoramento de 2021 (Econ., 2022).

Considerando os valores médios dos indicadores ecológicos obtidos para cada estudo ou campanha, os valores de diversidade variaram entre 3,6 a 1,1 (H'), de equitabilidade de 0,56 a 0,87 (J') e de riqueza entre 11 a 25 táxons (S) **(Figura 5.1.3.1.3.3-4**).

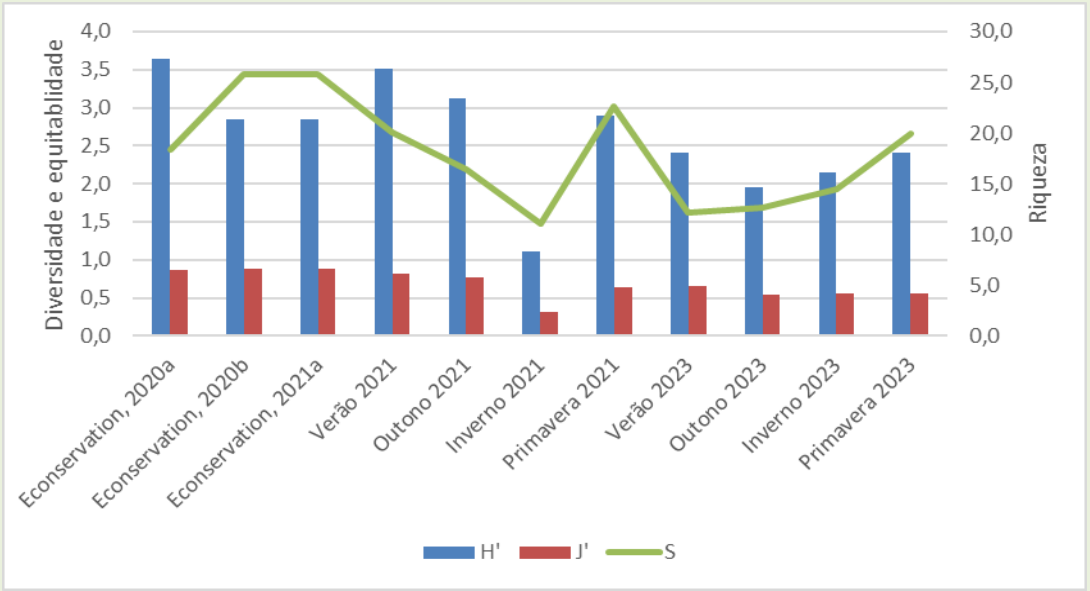


Figura 5.1.3.1.3.3-4: Índices ecológicos observados durante as campanhas de monitoramento de zooplânctons realizadas nos anos de 2020 e 2023 (Econservation, 2020a, 2020b, 2021a, 2022 e 2024). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

As variações observadas são esperadas para a comunidade em funções de variáveis biológicas e ambientais, e estão em conformidade com os registros históricos.

5.1.3.1.4 Zoobentos Marinho (Substrato Inconsolidado)

5.1.3.1.4.1 Área De Estudo

A área de estudo está localizada na plataforma continental da porção central da costa do estado do Espírito Santo, município de Serra, especificamente de fronte às praias "Mole" e "Carapebus", e está compreendida entre as coordenadas 20º14' e 20º19' de latitude sul, e 40º10' e 40º15' de longitude oeste. O total das estações (12 estações) compõe a malha amostral para atendimento de todos os objetivos do programa de monitoramento.

5.1.3.1.4.2 Metodologia

As amostras obtidas para o monitoramento da comunidade bentônica de substrato não consolidado foram coletadas com um amostrador busca fundo do tipo Petersen, com área amostral de 0,11 m². A draga foi lançada 3 vezes em cada ponto amostral e o sedimento coletado foi acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados, fixados com formol a 4% e colocados em caixas apropriadas para transporte, sendo posteriormente, levado para o laboratório.

No laboratório, todas as amostras foram lavadas utilizando-se peneiras com malha de 0,3 µm e 0,5 µm, para posterior triagem do material com o auxílio de um microscópio estereoscópio. Em seguida, os organismos triados foram fixados e armazenados em frascos com álcool 70%, devidamente identificados com os dados de campo. A identificação foi realizada no menor nível taxonômico possível, de acordo com bibliografia especializada, com auxílio de microscópio estereoscópio e ótico, além disso, todos os organismos foram fotografados para posterior conferência das espécies.

5.1.3.1.4.3 Resultados

De acordo com os estudos realizados na região, que compreenderam os anos de 2020 e 2024, a comunidade zoobentônica de substrato inconsolidado foi classificada em 424 táxons, compreendendo os Filos Arthropoda, Annelida, Molusco, Echinodermata, Porifera, Cnidário, Nematoda, Nemertea, Chordata, Porifera, Phoronida, Platelmintos e Priapulidae **Tabela 5.1.3.1.4.3-1**. No estudo do monitoramento realizado em 2023 (Econservation, 2024) foi encontrado o maior número de táxons (215), na campanha de 2021 (Econservation, 2021a) foi registrado o menor número (90 táxons).

Os anelídeos, artrópodes e moluscos foram os filos mais representativos em relação à riqueza taxonômica. Os exemplares da classe Polychaeta (Annelida) foram o principal representante da macrofauna bentônica de substrato inconsolidado, com maiores valores de abundância e riqueza taxonômica. Os táxons *Exogone* sp., *Protodrilus* sp. e *Aricidea* sp. se destacaram com valores altos de abundância nas campanhas avaliadas. De acordo com CASTAÑEDA, REISH (2009), os poliquetas destacam-se em abundância e diversidade nas comunidades bentônicas de fundo inconsolidado.

Exemplos de táxons registrados na fauna de zoobentos de substrato inconsolidado pode ser observada na **Figura 5.1.3.1.4.3-1** a **Figura 5.1.3.1.4.3-3**.

Tabela 5.1.3.1.4.3-1. Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Annelida	Oligochaeta	Oligochaeta	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Aglaophamus juvenalis*	X			X		
Annelida	Polychaeta	*Aglaophamus* sp.					X	X
Annelida	Polychaeta	Ampharetidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Ampharete* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Amphicteis* sp.	X	X		X		X
Annelida	Polychaeta	*Aonides* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Aphelochaeta filibranchia*						X
Annelida	Polychaeta	*Aphrodita* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Aphelochaeta* sp.	X					
Annelida	Polychaeta	*Arabella iricolor*						X
Annelida	Polychaeta	*Arenicola* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	*Aricidea fragilis*	X					
Annelida	Polychaeta	Aricidea sp.		X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Armandia maculata*	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Armandia* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Axiothella* sp.	X					
Annelida	Polychaeta	*Branchiomma* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Branchiomma luctuosum*	X					
Annelida	Polychaeta	*Branchiosyllis* sp.				X		X
Annelida	Polychaeta	*Brania arminii*					X	
Annelida	Polychaeta	*Brania* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Brevicirrosyllis* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Cabira* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Cabira incerta*	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Capitella capitata*	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Capitella* sp.				X	X	
Annelida	Polychaeta	Capitellidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Caulleriella* sp.		X		X		X
Annelida	Polychaeta	*Ceratocephale oculata*	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Ceratonereis* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	*Chloeia viridis*		X		X		
Annelida	Polychaeta	*Chone insularis*	X					
Annelida	Polychaeta	*Chone* sp.		X		X		X
Annelida	Polychaeta	Chrysopetalidae		X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Chrysopetalum* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Cirratulus filiformis*	X					
Annelida	Polychaeta	Cirratulidae					X	X
Annelida	Polychaeta	*Cirratulus* sp.		X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Cirrophorus* sp.	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Clymenella* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	*Clymenella brasiliensis*	X	X				

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a	2023 (Econ 2024a
Annelida	Polychaeta	*Cossura candida*		X				
Annelida	Polychaeta	*Diopatra* sp.	X	X		X	X	
Annelida	Polychaeta	*Dorvillea rudolphi*		X				
Annelida	Polychaeta	*Dorvillea* sp.	X			X	X	
Annelida	Polychaeta	Dorvilleidae					X	
Annelida	Polychaeta	Echiura				X	X	
Annelida	Polychaeta	*Eteone* sp.		X			X	X
Annelida	Polychaeta	*Euclymene* sp.				X		X
Annelida	Polychaeta	Eunicidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Eunice* sp.	X			X	X	
Annelida	Polychaeta	*Eunoe* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Eusyllis* sp.					X	X
Annelida	Polychaeta	*Exogone* sp.	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Exogone breviantennata*						X
Annelida	Polychaeta	Exogoninae						X
Annelida	Polychaeta	*Glycera americana*	X	X				X
Annelida	Polychaeta	*Glycera brevicirris*						X
Annelida	Polychaeta	*Glycera dibranchiata*					X	X
Annelida	Polychaeta	*Glycera oxycephala*						X
Annelida	Polychaeta	*Glycera* sp.		X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	Glyceridae					X	
Annelida	Polychaeta	Glycinde sp.				X		X
Annelida	Polychaeta	*Glycinde multidens*						X
Annelida	Polychaeta	*Goniada littorea*	X	X			X	X
Annelida	Polychaeta	*Goniada maculata*	X					
Annelida	Polychaeta	*Goniada teres*						X
Annelida	Polychaeta	*Goniada vorax*						X
Annelida	Polychaeta	*Goniada* sp.			X	X	X	
Annelida	Polychaeta	Goniadidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Goniadides carolinae*					X	X
Annelida	Polychaeta	*Goniadides* sp.		X	X	X	X	
Annelida	Polychaeta	*Grubeosyllis* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	*Gymnonereis crosslandi*						X
Annelida	Polychaeta	Gymnonereis sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Halosydnella* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Harmothoe* sp.		X		X		X
Annelida	Polychaeta	*Hemipodia simplex*	X				X	X
Annelida	Polychaeta	*Hemipodia* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Hermundura* sp.			X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Hermundura trucuspis*	X	X				
Annelida	Polychaeta	Hesionidae					X	X
Annelida	Polychaeta	*Hesione* sp.			X	X		

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a	2023 (Econ 2024a)
Annelida	Polychaeta	*Hesionura laubieri*	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Hesionura* sp.			X		X	X
Annelida	Polychaeta	*Hesionura* sp.2						X
Annelida	Polychaeta	*Heteromastus similis*	X					
Annelida	Polychaeta	*Isolsa* sp.			X			
Annelida	Polychaeta	*Kinbergonuphis* sp.	X	X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Laonice branchiata*	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Laonice* sp.		X		X	X	
Annelida	Polychaeta	*Lepidonotus caeruleus*	X					
Annelida	Polychaeta	*Lepidonotus* sp.		X	X	X		
Annelida	Polychaeta	*Levinsenia* sp.				X	X	
Annelida	Polychaeta	*Loimia* sp.						X
Annelida	Polychaeta	Lumbrineridae					X	
Annelida	Polychaeta	*Lumbrineriopsis* sp.			X		X	X
Annelida	Polychaeta	*Lumbrineris* sp.	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Lysidice* sp.				X	X	
Annelida	Polychaeta	*Magelona papillicornis*					X	X
Annelida	Polychaeta	*Magelona posterelongata*	X	X			X	
Annelida	Polychaeta	*Magelona riojai*			X	X		
Annelida	Polychaeta	*Magelona riojai*					X	
Annelida	Polychaeta	Magelona sp.	X		X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Magelona variolamellata*		X				X
Annelida	Polychaeta	Maldanidae			X		X	
Annelida	Polychaeta	*Malmgrenia* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Marphysa* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Mediomastus* sp.		X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Mooreonuphis* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Mystides* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Naineris* sp.			X		X	
Annelida	Polychaeta	*Namalycastis* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Neanthes bruaca*		X		X		X
Annelida	Polychaeta	*Neanthes* sp.	X	X	X		X	
Annelida	Polychaeta	*Nephtys squamosa*		X	X		X	X
Annelida	Polychaeta	*Nephtys* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	Nephtyidae					X	
Annelida	Polychaeta	Nereididae			X		X	
Annelida	Polychaeta	*Nereis broa*	X		X			
Annelida	Polychaeta	*Nereis* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Ninoe* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Nothria* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Notopygos* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Notomastus hemipodus*	X					

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Annelida	Polychaeta	*Notomastus* sp.		X				
Annelida	Polychaeta	*Odontosyllis* sp.			X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Oenone* sp.	X	X		X		
Annelida	Polychaeta	Onuphidae					X	X
Annelida	Polychaeta	*Onuphis eremita*						X
Annelida	Polychaeta	*Onuphis eremita oculata*					X	
Annelida	Polychaeta	*Onuphis* sp.	X	X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Opisthodonta* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Orbinia* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Owenia fusiformis*	X	X				
Annelida	Polychaeta	Oweniidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Owenia* sp.			X			X
Annelida	Polychaeta	*Oxydromus* sp.	X	X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	Paralacydoniidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Paramphinome* sp.		X		X	X	
Annelida	Polychaeta	Paraonidae			X			X
Annelida	Polychaeta	*Paraonis* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Paraprionospio pinnata*	X	X		X	X	
Annelida	Polychaeta	*Paraprionospio* sp.			X		X	
Annelida	Polychaeta	*Parexogone* sp.	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Pectinaria* sp.		X				
Annelida	Polychaeta	*Perinereis* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	*Pherusa* sp.		X	X	X		X
Annelida	Polychaeta	*Pholoe* sp.			X		X	X
Annelida	Polychaeta	*Pholoe minuta*	X	X		X		
Annelida	Polychaeta	*Phyllodoce mucosa*	X	X				X
Annelida	Polychaeta	*Phyllodoce* sp.		X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	Phyllodocidae			X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	Pilargidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Pisione parhelenae*	X	X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Pisionidens indica*	X				X	
Annelida	Polychaeta	*Pista* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Platynereis* sp.						X
Annelida	Polychaeta	Poecilochaetidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Poecilochaetus* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Poecilochaetus australis*	X	X				
Annelida	Polychaeta	*Poecilochaetus* sp.				X		
Annelida	Polychaeta	*Polycirrus* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Polygordius* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Polydora* sp.	X	X		X		
Annelida	Polychaeta	Polychaeta			X			
Annelida	Polychaeta	Polynoidae			X		X	

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Annelida	Polychaeta	*Prionospio* sp.	X	X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Prionospio* sp.2						X
Annelida	Polychaeta	*Prionospio steenstrupi*	X			X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Protodorvillea* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Protodorvillea biarticulata*	X	X		X		
Annelida	Polychaeta	*Protodorvillea* sp.			X			
Annelida	Polychaeta	*Protodrillus* sp.	X	X	X	X	X	
Annelida	Polychaeta	*Pseudovermilia* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Sabellaria* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Sabella* sp.			X			
Annelida	Polychaeta	Sabellidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Saccocirrus* sp.					X	X
Annelida	Polychaeta	Scalibregmatidae					X	
Annelida	Polychaeta	*Scalibregma* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Scolelepis goodbodyi*						X
Annelida	Polychaeta	*Scolelepis* sp.		X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Scoloplos* sp.	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	Serpulidae				X	X	
Annelida	Polychaeta	*Scyphoproctus* sp.						X
Annelida	Polychaeta	*Sigalion arenicola*	X					X
Annelida	Polychaeta	*Sigalion* sp.				X	X	X
Annelida	Polychaeta	Sigalionidae			X	X	X	
Annelida	Polychaeta	*Sigambra grubii*	X			X		
Annelida	Polychaeta	*Sigambra* sp.		X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Sphaerosyllis annulata*					X	
Annelida	Polychaeta	*Sphaerosyllis* sp.		X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Sphaerosyllis* sp.1	X					X
Annelida	Polychaeta	*Sphaerosyllis* sp.2	X					X
Annelida	Polychaeta	*Spio* sp.	X	X	X		X	X
Annelida	Polychaeta	*Spiochaetopterus* sp.	X	X				X
Annelida	Polychaeta	Spionidae	X				X	
Annelida	Polychaeta	*Spiophanes bombyx*	X					X
Annelida	Polychaeta	*Spiophanes* sp.			X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Spiophanes* sp.2						X
Annelida	Polychaeta	*Sthenelais* sp.	X	X		X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Streblosoma* sp.	X	X		X		X
Annelida	Polychaeta	Syllidae				X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Syllis cornuta*					X	
Annelida	Polychaeta	*Syllis* sp.	X	X	X	X	X	X
Annelida	Polychaeta	*Syllis* sp.2					X	
Annelida	Polychaeta	*Synelmis* sp.					X	
Annelida	Polychaeta	Terebellidae		X		X		X

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Annelida	Polychaeta	*Terebellides* sp.			X	X		
Annelida	Polychaeta	*Tharyx* sp.					X	X
Annelida	Polychaeta	*Trypanosyllis* sp.					X	
Annelida	Sipuncula	*Aspidosiphon* sp.			X			X
Annelida	Sipuncula	Sipunculidae	X	X			X	
Annelida	Spuncula	*Golfingia* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	Ampeliscidae			X		X	
Arthropoda	Amphipoda	*Ampelisca* sp.	X	X		X		X
Arthropoda	Amphipoda	Amphilochidae	X					X
Arthropoda	Amphipoda	Amphipoda			X	X	X	
Arthropoda	Amphipoda	Ampithoidae					X	X
Arthropoda	Amphipoda	Aoridae						X
Arthropoda	Amphipoda	*Bathyporeia* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	*Bates* sp.	X					
Arthropoda	Amphipoda	Caprellidae			X	X	X	
Arthropoda	Amphipoda	*Ceradocus* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	*Chevalia* sp.				X	X	X
Arthropoda	Amphipoda	Chevaliidae			X			
Arthropoda	Amphipoda	Corophiidae			X	X	X	
Arthropoda	Amphipoda	Dexaminidae			X		X	
Arthropoda	Amphipoda	*Elasmopus* sp.	X	X		X	X	X
Arthropoda	Amphipoda	*Eudevenopus* sp.	X	X				X
Arthropoda	Amphipoda	Gammaridae					X	
Arthropoda	Amphipoda	*Gammaropsis* sp.	X			X		
Arthropoda	Amphipoda	Ischyroceridae		X				
Arthropoda	Amphipoda	*Lepidepecreum* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	Liljeborgiidae		X				X
Arthropoda	Amphipoda	Lysianassidae		X		X	X	X
Arthropoda	Amphipoda	*Lysianassa* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	Maeridae		X	X	X	X	X
Arthropoda	Amphipoda	*Maeropsis* sp.					X	
Arthropoda	Amphipoda	*Metatiron* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	*Metharpinia* sp.					X	X
Arthropoda	Amphipoda	*Microphoxus* sp.	X	X				X
Arthropoda	Amphipoda	*Nototropis* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	Oedicerotidae					X	X
Arthropoda	Amphipoda	Photidae		X	X	X	X	
Arthropoda	Amphipoda	*Photis* sp.	X	X		X		
Arthropoda	Amphipoda	Phoxocephalidae			X	X	X	X
Arthropoda	Amphipoda	*Phoxocephalopsis* sp.	X			X		
Arthropoda	Amphipoda	Platyischnopidae			X		X	
Arthropoda	Amphipoda	*Pontocrates* sp.						X

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Arthropoda	Amphipoda	Podoceridae			X			
Arthropoda	Amphipoda	Stenothoidae			X	X		
Arthropoda	Amphipoda	*Stenothoe* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	*Synopia* sp.	X					X
Arthropoda	Amphipoda	Synopiidae			X	X	X	
Arthropoda	Amphipoda	*Syrrhoe* sp.						X
Arthropoda	Amphipoda	*Urothoe* sp.		X				X
Arthropoda	Cumacea	Bodotriidae	X	X				
Arthropoda	Cumacea	Ceratocumatidae					X	X
Arthropoda	Cumacea	Diastylidae	X	X	X	X	X	X
Arthropoda	Cumacea	*Diastylis* sp.						X
Arthropoda	Cumacea	*Iphinoe* sp.						X
Arthropoda	Cumacea	Lampropidae			X	X	X	X
Arthropoda	Cumacea	Nannastacidae	X			X		
Arthropoda	Copepoda	Copepoda					X	
Arthropoda	Decapoda	Albuneidae						X
Arthropoda	Decapoda	Alpheidae		X		X		
Arthropoda	Decapoda	Brachyura			X	X	X	
Arthropoda	Decapoda	Brachyura-zoea					X	
Arthropoda	Decapoda	Callianassidae			X		X	
Arthropoda	Decapoda	*Callinectes* sp.			X		X	
Arthropoda	Decapoda	Caridea		X	X	X	X	
Arthropoda	Decapoda	Decapoda	X					
Arthropoda	Decapoda	Diogenidae		X				
Arthropoda	Decapoda	Leucosiidae		X				
Arthropoda	Decapoda	*Ogyrides* sp.						X
Arthropoda	Decapoda	Ogyrididae						X
Arthropoda	Decapoda	Paguroidea			X	X		X
Arthropoda	Decapoda	Paguridae					X	X
Arthropoda	Decapoda	Panopeidae			X			
Arthropoda	Decapoda	Parthenopidae					X	
Arthropoda	Decapoda	Pinnotheridae						X
Arthropoda	Decapoda	*Raninoides* sp.					X	
Arthropoda	Decapoda	Pilumnidae				X		
Arthropoda	Decapoda	*Pinnixa cristata*		X				
Arthropoda	Decapoda	*Pinnixa* sp.		X				
Arthropoda	Decapoda	Sergestidae		X	X		X	
Arthropoda	Isopoda	*Amakusanthura magnifica*						X
Arthropoda	Isopoda	*Amakusanthura* sp.						X
Arthropoda	Isopoda	*Ancinus brasiliensis*					X	X
Arthropoda	Isopoda	Anthuridae	X	X	X	X	X	
Arthropoda	Isopoda	Asellota					X	

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Arthropoda	Isopoda	Arcturidae		X				
Arthropoda	Isopoda	Chaetiliidae			X		X	
Arthropoda	Isopoda	*Chiridotea* sp.	X	X				X
Arthropoda	Isopoda	*Cirolana jonesi*					X	
Arthropoda	Isopoda	*Cirolana* sp.				X	X	
Arthropoda	Isopoda	Cirolanidae			X	X	X	X
Arthropoda	Isopoda	*Eurydice* sp.		X		X		X
Arthropoda	Isopoda	*Excirolana armata*					X	
Arthropoda	Isopoda	*Excirolana braziliensis*						X
Arthropoda	Isopoda	*Excirolana* sp.						X
Arthropoda	Isopoda	*Gnathia* sp.		X			X	X
Arthropoda	Isopoda	Gnathiidae				X		
Arthropoda	Isopoda	*Idotea* sp.					X	
Arthropoda	Isopoda	Idoteidae					X	X
Arthropoda	Isopoda	Joeropsididae						X
Arthropoda	Isopoda	Janiridae				X		
Arthropoda	Isopoda	*Mesanthura* sp.						X
Arthropoda	Isopoda	Munnidae					X	
Arthropoda	Isopoda	*Natatolana* sp.						X
Arthropoda	Isopoda	*Neohyssura* sp.						X
Arthropoda	Isopoda	Paranthuridae	X			X	X	X
Arthropoda	Isopoda	Serolidae				X		
Arthropoda	Isopoda	*Sphaeroma* sp.	X	X				
Arthropoda	Isopoda	Sphaeromatidae					X	
Arthropoda	Leptostraca	Nebaliidae		X				
Arthropoda	Leptostraca	*Nebalia* sp.				X		X
Arthropoda	Mysida	Mysida				X	X	
Arthropoda	Ostracoda	Ostracoda	X	X	X	X	X	X
Arthropoda	Pycnogonida	Pycnogonida	X	X	X		X	X
Arthropoda	Tanaidacea	Apseudidae		X	X	X	X	
Arthropoda	Tanaidacea	Colleteidae					X	
Arthropoda	Tanaidacea	*Kalliapseudes* sp.	X		X		X	
Arthropoda	Tanaidacea	Kalliapseudidae		X				X
Arthropoda	Tanaidacea	*Leptochelia* sp.	X	X			X	X
Arthropoda	Tanaidacea	Leptocheliidae					X	X
Arthropoda	Tanaidacea	Metapseudidae						X
Arthropoda	Stomatopoda	Stomatopoda		X		X		
Arthropoda	Tanaidacea	Nototanaidae			X			
Bryozoa	Bryozoa	Bryozoa			X			
Chaetognatha	Chaetognatha	Chaetognatha			X		X	
Chaetognatha	Chaetognatha	Sagittidae					X	
Chordata	Chordata	*Branchiostoma lanceolatum*	X	X			X	

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Chordata	Chordata	*Branchiostoma* sp.			X		X	X
Chordata	Chordata	Tunicata					X	
Chordata	Hemichordata	*Balanoglossus* sp.						X
Chordata	Hemichordata	Enteropneusta		X				
Cnidaria	Cnidaria	Actiniaria			X		X	
Cnidaria	Cnidaria	Anthozoa					X	X
Cnidaria	Cnidaria	Cnidaria	X	X			X	
Cnidaria	Cnidaria	*Edwardsia migottoi*						X
Cnidaria	Cnidaria	Edwardsiidae						X
Cnidaria	Cnidaria	*Renilla reniformis*					X	
Cnidaria	Cnidaria	*Renilla* sp.						X
Echinodermata	Echinodermata	*Amphioplus* sp.		X				
Echinodermata	Echinodermata	*Amphiodia pulchella*						X
Echinodermata	Echinodermata	*Amphipholis squamata*						X
Echinodermata	Echinodermata	Brissidae					X	
Echinodermata	Echinodermata	*Cassidulus infidus*						X
Echinodermata	Echinodermata	*Chiridota* sp.						X
Echinodermata	Echinodermata	Astropectinidae	X					
Echinodermata	Echinodermata	Echinoidea		X			X	X
Echinodermata	Echinodermata	Echinometridae						X
Echinodermata	Echinodermata	*Havelockia* sp.						X
Echinodermata	Echinodermata	Holothuroidea		X			X	
Echinodermata	Echinodermata	Mellitidae						X
Echinodermata	Echinodermata	*Ophiactis savignyi*						X
Echinodermata	Echinodermata	*Ophiothrix* sp.						X
Echinodermata	Echinodermata	Ophiuroidea	X	X			X	X
Echinodermata	Echinodermata	*Psolus operculatus*						X
Echinodermata	Echinodermata	Toxopneustidae						X
Echinodermata	Echinodermata	*Tropiometra carinata*						X
Euphasiaacea	Euphausiacea	Euphausiacea			X		X	
Mollusca	Aplacophora	Aplacophora					X	
Mollusca	Bivalvia	Abra aequalis						X

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a)	2023 (Econ 2024a)
Mollusca	Bivalvia	*Abra* sp.						X
Mollusca	Bivalvia	*Anadara* sp.		X				
Mollusca	Bivalvia	*Anomalocardia flexuosa*			X			
Mollusca	Bivalvia	*Barbatia domingensis*						X
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia			X		X	
Mollusca	Bivalvia	*Caryocorbula contracta*						X
Mollusca	Bivalvia	*Caryocorbula swiftiana*						X
Mollusca	Bivalvia	*Crassatella brasiliensis*						X
Mollusca	Bivalvia	*Crassinella lunulata*						X
Mollusca	Bivalvia	Cyrtopleura sp.					X	
Mollusca	Bivalvia	*Chione subrostrata*	X	X				
Mollusca	Bivalvia	*Corbula caribaea*		X				
Mollusca	Bivalvia	*Corbula* sp.	X	X				
Mollusca	*Bivalvia*	*Codakia orbicularis*			X			
Mollusca	Bivalvia	*Diplodonta* sp.		X				
Mollusca	Bivalvia	*Eurytellina nitens*						X
Mollusca	Bivalvia	*Glycymeris decussata*						X
Mollusca	Bivalvia	Mactridae					X	
Mollusca	Bivalvia	*Macoma pseudomera*	X					
Mollusca	Bivalvia	*Macoma* sp.		X			X	
Mollusca	Bivalvia	*Mactra* sp.	X	X	X			
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae					X	
Mollusca	Bivalvia	*Nucula* sp.		X				
Mollusca	Bivalvia	*Microcardium tinctum*						X
Mollusca	Bivalvia	*Mulinia cleryana*						X
Mollusca	Bivalvia	*Nuculana concentrica*		X				
Mollusca	Bivalvia	*Pitar fulminatus*	X	X				
Mollusca	Bivalvia	*Semele casali*						X
Mollusca	Bivalvia	*Semele modesta*						X
Mollusca	Bivalvia	*Semelina nuculoides*						X
Mollusca	Bivalvia	*Solen* sp.		X				X
Mollusca	Bivalvia	*Sphenia* sp.						X
Mollusca	Bivalvia	*Strigilla* sp.		X				
Mollusca	Bivalvia	*Tellina* sp.	X	X	X		X	
Mollusca	Bivalvia	Tellinidae			X		X	
Mollusca	Bivalvia	*Trachycardium* sp.	X					
Mollusca	Bivalvia	Ungulinidae			X		X	
Mollusca	Gastropoda	Calyotraeidae		X				
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae						X
Mollusca	Gastropoda	Collumbelidae					X	
Mollusca	Gastropoda	Eulimidae					X	

Tabela 5.1.3.1.4.3-1 Levantamento taxonômico de zoobentos inconsolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation (Econ 2020a, 2020b, 2021a, 2021b, 2022a e 2024a(Conclusão).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)					
			2019 (Econ 2020a)	2020 (Econ 2020b)	2021 (Econ 2021a)	2021 (Econ 2021b)	2021 (Econ 2022a	2023 (Econ 2024a)
Mollusca	Gastropoda	*Melanella* sp.		X				
Mollusca	Gastropoda	Nudibranchia					X	
Mollusca	Gastropoda	*Olivelia minuta*		X				
Mollusca	Gastropoda	*Olivella* sp.					X	
Mollusca	Gastropoda	Olividae						X
Mollusca	Gastropoda	*Volvulella* sp.		X				X
Mollusca	Gastropoda	Tergipedidae						X
Mollusca	Polyplacophora	*Ischnochiton striolatus*					X	
Mollusca	Mollusca	Aplacophora		X			X	
Nematoda	Nematoda	Nematoda	X	X	X		X	X
Nemertea	Nemertea	Nemertea	X	X	X		X	X
Platyhelminthes	Platyhelminthes	Platyhelminthes	X				X	X
Porifera	Porifera	Porifera		X	X		X	
Priapulida	Priapulida	Priapulida	X		X		X	
Phoronida	Phoronida	Phoronida					X	
Total			101	128	90	118	197	215

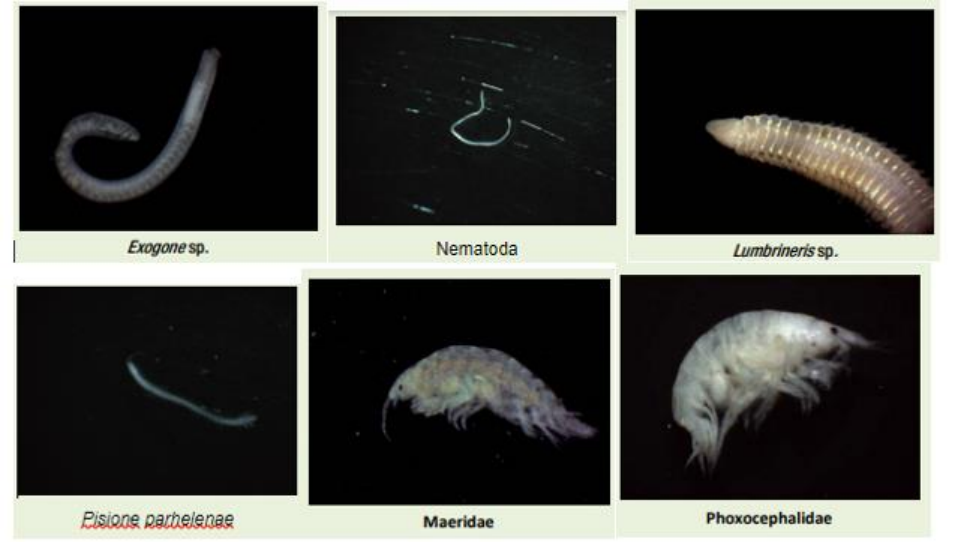


Figura 5.1.3.1.4.3-1: Exemplos de táxons da comunidade bentônica de substrato consolidados registrados durante os monitoramentos (Econservation 2020a, 2020b, 2021a e 2021b).



Figura 5.1.3.1.4.3-2: Exemplares de táxons da comunidade zoobentônica de substrato inconsolidado encontrados durante os monitoramentos (Econservation, 2022a).



Figura 5.1.3.1.4.3-3: Exemplares de táxons da comunidade zoobentônica de substrato inconsolidado encontrados durante os monitoramentos (Econservation, 2024).

Considerando os valores médios dos indicadores ecológicos obtidos para cada estudo ou campanha, percebe-se que houve uma redução nos valores de riqueza nas últimas campanhas. O maior valor de diversidade foi observado na campanha de primavera 2021 (Econservation, 2021b) e de riqueza na campanha de Outono 2020 (Econservation, 2020b) (**Figura 5.1.3.1.4.3-4**). A equitabilidade apresentou valores semelhantes (acima de 0,8) na maioria das campanhas, indicando comunidade uniformemente distribuída, somente em Outono de 2020, esse valor foi menor, com J'=0,6 (Econservation, 2020b). Variações espaciais e temporais são esperadas para a comunidade em questão e são dependentes da disponibilidade de alimento, fatores físicos e químicos do substrato da área de estudo.

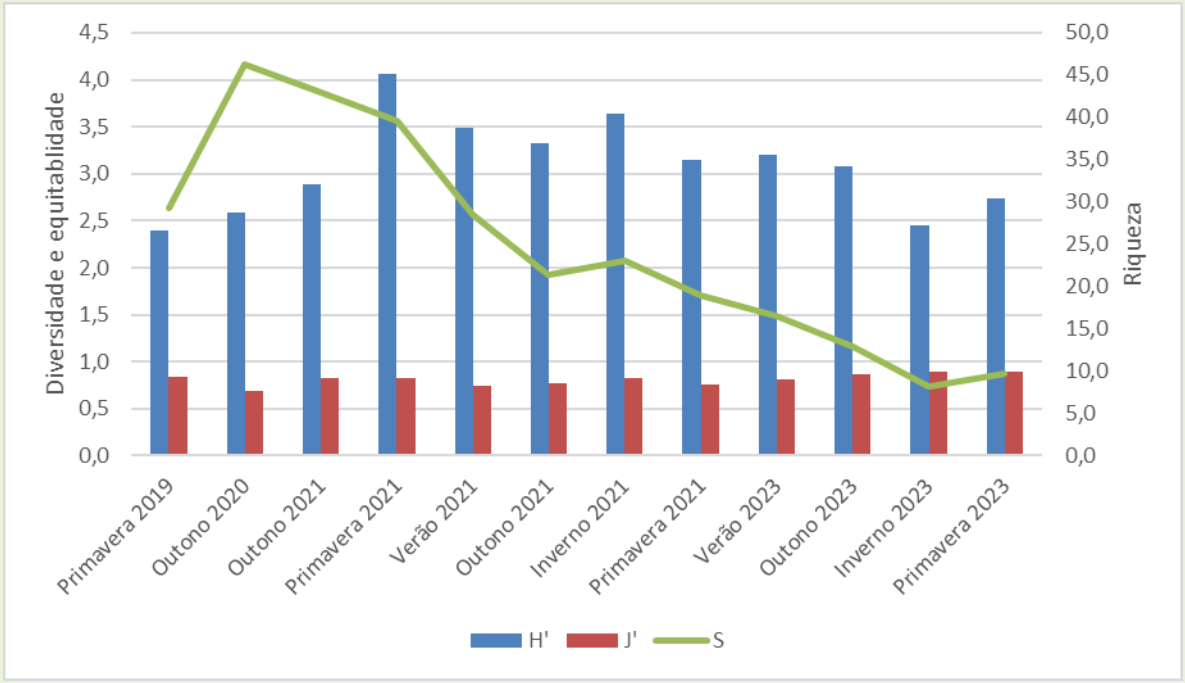


Figura 5.1.3.1.4.3-4: Índices ecológicos da comunidade bentônica de substrato inconsolidado nos estudos realizados entre 2019 e 2023 :Econservation 2020a (primavera 2019), Econservation 2020b (outono 2020), Econservation 2021a (outono 2021) e 2021b (primavera 2021) e Econservation, 2022a (verão, outono, primavera e inverno de 2021) e Econservation 2024a (verão, outono, primavera e inverno de 2023). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

Durante o monitoramento, não foram identificados táxons registrados na lista vermelha da IUCN (2024).

5.1.3.1.5 Zoobentos (Substrato Consolidado)

5.1.3.1.5.1 Área De Estudo

A área de estudo está localizada na plataforma continental da porção central da costa do estado do Espírito Santo, município de Serra, especificamente de fronte às praias "Mole" e "Carapebus", e está compreendida entre as coordenadas 20º14' e 20º19' de latitude sul, e 40º10' e 40º15' de longitude oeste.

5.1.3.1.5.2 Metodologia

Em cada ponto amostral foram realizadas três réplicas com quadrados de 50 x 50 cm, divididos em 100 sub-quadrados de 5 x 5 cm, em cada uma das três zonas de maré (Meso Litoral Superior, Meso Litoral Inferior e Infralitoral). A amostragem da comunidade macrobentônica (fitobentos e zoobentos) foi realizada na porção da zona entre-marés durante o período da maré mais baixa de sizígia. Para definir os limites das zonas, foram utilizados os esquemas adaptados de Lewis (1964), Paula (1987) e Coutinho (1995), sendo os limites superior e inferior da zona entre-marés, definidos de acordo com a zonação dos organismos, com o limite superior indicado pela altura máxima da

população de *Chthamalus* sp., e o limite inferior do mesolitoral determinado pela presença da franja do infralitoral, dominada pela alga *Sargassum sp*.

A análise da estrutura da comunidade bentônica do substrato consolidado foi feita de acordo com a metodologia de pontos de interseção aleatórios (DODGE *et al.*, 1982). Os organismos bentônicos foram amostrados quali-quantitativamente através do método de ponto de interseção, com 30 pontos escolhidos aleatoriamente no quadrado, onde os organismos coloniais e pontuais foram registrados sob cada ponto interseção e anotados em prancheta. As áreas amostradas foram raspadas com a finalidade de obter espécies não observadas e para a realização de biomassa das algas. No laboratório, a fauna acompanhante foi removida por meio da lavagem das algas e fixada em álcool 70% para posterior identificação em estereomicroscópios.

As identificações do zoobentos foram feitas utilizando bibliografia especializada. Nos casos em que não foi possível realizar a identificação dos organismos, estes foram classificados de acordo com o morfotipo.

5.1.3.1.5.3 Resultados

De acordo com os estudos realizados na região, que compreenderam as quatro estações nos anos de 2021 e 2023, a comunidade zoobentônica de substrato consolidado foi classificado em 153 táxons, compreendendo os Filos Arthropoda, Annelida, Molusco, Echinodermata, Porifera, Cnidario, Nematoda, Nemertea, Cordata e Platelmintos (**Tabela 5.1.3.1.5.3-1**). Os moluscos, artrópodes e anelídeos foram os grupos mais representativos em relação à riqueza taxonômica.

Tabela 5.1.3.1.5.3-1: Levantamento taxonômico de zoobentos de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
			2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Arthropoda	Amphipoda	Amphilochidae		X
Arthropoda	Amphipoda	*Amphilochus* sp.		X
Arthropoda	Amphipoda	*Ampithoe* sp.		X
Arthropoda	Amphipoda	Ampithoidae		X
Arthropoda	Amphipoda	*Apohyale media*		X
Arthropoda	Amphipoda	*Bemlos* sp.		X
Arthropoda	Amphipoda	*Elasmopus levis*		X
Arthropoda	Amphipoda	*Elasmopus* sp.		X
Arthropoda	Amphipoda	*Hyale* sp.		X
Arthropoda	Amphipoda	Lysianassidae		X
Arthropoda	Amphipoda	*Pariphinotus seclusus*		X
Arthropoda	Amphipoda	*Stenothoe* sp.		X
Arthropoda	Decapoda	*Acanthonyx petiverii*		X
Arthropoda	Decapoda	*Calcinus tibicen*		X
Arthropoda	Decapoda	*Clibanarius* sp.		X
Arthropoda	Decapoda	Diogenidae		X
Arthropoda	Decapoda	*Epialtus bituberculatus*		X
Arthropoda	Decapoda	*Epialtus brasiliensis*		X
Arthropoda	Decapoda	*Hexapanopeus* sp.		X
Arthropoda	Decapoda	*Menippe nodifrons*		X
Arthropoda	Decapoda	*Pachygrapsus transversus*		X
Arthropoda	Decapoda	Paguroidea		X

Tabela 5.1.3.1.5.3-1: Levantamento taxonômico de zoobentos de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
			2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Arthropoda	Decapoda	*Pilumnus* sp.		X
Arthropoda	Decapoda	Porcellanidae		X
Arthropoda	Isopoda	*Cymodoce* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Dynamenella* spp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Erichsonella* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Eurydice* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Excirolana* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	Idoteidae		X
Arthropoda	Isopoda	*Joeropsis* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Limnoria* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Mesanthura* sp.		X
Arthropoda	Isopoda	*Paradella dianae*		X
Arthropoda	Isopoda	*Sphaeromopsis* sp.		X
Arthropoda	Tanaidacea	*Chondrochelia savignyi*		X
Arthropoda	Tanaidacea	*Leptochelia* sp.		X
Arthropoda	Tanaidacea	*Sinelobus* sp.		X
Arthropoda	Thecostraca	*Amphibalanus amphitrite*	X	
Arthropoda	Thecostraca	*Balanus* sp.	X	X
Arthropoda	Thecostraca	*Chthamalus* sp.		X
Arthropoda	Thecostraca	*Chthamalus stellatus*	X	X
Arthropoda	Thecostraca	*Megabalanus coccopoma*	X	
Arthropoda	Thecostraca	*Tetraclita stalactifera*	X	X
Arthropoda	Pycnogonida	Pycnogonida		X
Cnidario	Anthozoa	*Actinostella bradleyi*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Anemonia sargassensis*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Bunodosoma caissarum*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Bunodosoma cangicum*	X	X
Cnidario	Anthozoa	*Carijoa riisei*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Favia gravida*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Palythoa brasiliensis*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Palythoa caribaerum*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Protopalythoa variabilis*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Siderastrea stellata*	X	
Cnidario	Anthozoa	*Zoanthus sociatus*	X	
Cnidaria	Cnidaria	*Actinostella flosculifera*		X
Cnidaria	Cnidaria	*Bunodosoma* sp.		X
Cnidaria	Cnidaria	*Mussismilia braziliensis*		X
Cnidaria	Cnidaria	*Siderastrea stellata*		X
Cnidaria	Cnidaria	*Zoanthus pulchellus*		X
Cnidaria	Cnidaria	*Zoanthus sociatus*		X
Cordata	Ascidiacea	*Botrylloides nigrum*	X	X
Cordata	Ascidiacea	*Didemnum granulatum*	X	
Cordata	Ascidiacea	*Lissoclinum* sp.	X	
Mollusca	Bivalvia	*Brachidontes solisianus*	X	X
Mollusca	Bivalvia	*Brachidontes* sp.		X
Mollusca	Bivalvia	*Brachidontes exustus*		X
Mollusca	Bivalvia	*Cooperella* sp.		X
Mollusca	Bivalvia	*Crassostrea rhizophorae*	X	
Mollusca	Bivalvia	*Crassostrea* sp.	X	
Mollusca	Bivalvia	*Gregariella coralliophaga*		X
Mollusca	Bivalvia	*Isognomon bicolor*	X	X
Mollusca	Bivalvia	*Kellia suborbicularis*		X
Mollusca	Bivalvia	*Perna perna*		X
Mollusca	Bivalvia	*Pteria colymbus*	X	

Tabela 5.1.3.1.5.3-1: Levantamento taxonômico de zoobentos de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). (Continua).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
			2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Mollusca	Bivalvia	*Sphenia fragilis*		X
Mollusca	Gastropoda	*Agathistoma viridulum*		X
Mollusca	Gastropoda	*Ascobulla ulla*		X
Mollusca	Gastropoda	Bullidae		X
Mollusca	Gastropoda	*Cerithium atratum*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Columbella óseaória*	X	X
Mollusca	Gastropoda	*Echinolittorina ziczac*	X	X
Mollusca	Gastropoda	*Eulithidium affine*		X
Mollusca	Gastropoda	*Fargoa bushiana*		X
Mollusca	Gastropoda	*Fissurella clenchi*		X
Mollusca	Gastropoda	*Fissurella nimbosa*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Fissurella ósea*	X	X
Mollusca	Gastropoda	*Haminoea* sp.		X
Mollusca	Gastropoda	*Leucozonia nassa*		X
Mollusca	Gastropoda	*Lithopoma tectum*		X
Mollusca	Gastropoda	*Littorina flava*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Littorina ziczac*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Lottia subrugosa*	X	X
Mollusca	Gastropoda	*Lucapina aegis*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Lucapina sowerbii*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Mitrella ocellata*		X
Mollusca	Gastropoda	Nudibranchia		X
Mollusca	Gastropoda	*Patella vulgata*	X	
Mollusca	Gastropoda	*Philine* sp.		X
Mollusca	Gastropoda	Philinidae		X
Mollusca	Gastropoda	Retusidae		X
Mollusca	Gastropoda	*Rissoella ornata*		X
Mollusca	Gastropoda	*Stramonita haemastoma*	X	X
Mollusca	Gastropoda	*Tegula viridula*	X	
Mollusca	Gastropoda	Trochidae		X
Mollusca	Gastropoda	*Turbonilla* sp.		X
Mollusca	Polyplacophora	*Acanthochitona rhodeus*	X	X
Mollusca	Polyplacophora	*Acanthochitona rhodeus*	X	
Mollusca	Polyplacophora	*Acanthochitona rhodeus*	X	
Mollusca	Polyplacophora	*Acanthochitona rhodeus*	X	
Mollusca	Polyplacophora	*Acanthochitona rhodeus*	X	X
Porifera	Demospongiae	*Haliclona manglaris*	X	
Porifera	Demospongiae	*Cinachyrella apion*	X	
Porifera	Demospongiae	*Tedania ignis*	X	
Echinodermata	Echinodermata	*Chiridota* sp.		X
Echinodermata	Echinodermata	*Coscinasterias tenuispina*	X	
Echinodermata	Echinodermata	*Echinaster brasiliensis*	X	
Echinodermata	Echinodermata	*Echinometra lucunter*	X	X
Echinodermata	Echinodermata	Echinometridae		X
Echinodermata	Echinodermata	*Microphiopholis atra*		X
Echinodermata	Echinodermata	*Holothuria grisea*	X	
Echinodermata	Echinodermata	Ophiuroidea		X
Echinodermata	Echinodermata	*Tropiometra carinata*	X	
Nemertea	Nemertea	Nemertea		X
Nematoda	Nematoda	*Mesanthura* sp.		X
Arthropoda	Ostracoda	Ostracoda		X
Platelmintos	Platyhelminthes	Platyhelminthes		X
Annelida	Polychaeta	*Alitta succinea*		X
Annelida	Polychaeta	*Chone* sp.		X

Tabela 5.1.3.1.5.3-1: Levantamento taxonômico de zoobentos de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). (Conclusão).

Filo	Grupos	Táxons	Ano de monitoramento (Referência)	
			2021 (Econservation, 2022a)	2023 (Econservation, 2024a)
Annelida	Polychaeta	*Cirratulus* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Eunice* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Eunoe* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Exogone* spp.		X
Annelida	Polychaeta	*Lumbrineris* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Lysidice* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Lysidice unicornis*		X
Annelida	Polychaeta	*Marphysa* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Mooreonuphis* sp.		X
Annelida	Polychaeta	Nereididae		X
Annelida	Polychaeta	*Nereis riisei*		X
Annelida	Polychaeta	*Paramphinome* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Perinereis anderssoni*		X
Annelida	Polychaeta	*Perinereis* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Phragmatopoma caudata*		X
Annelida	Polychaeta	*Phragmatopoma* sp.	X	X
Annelida	Polychaeta	*Pseudonereis* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Syllis* sp.		X
Annelida	Polychaeta	*Trypanosyllis zebra*		X
Annelida	Sipuncula	*Apseudomorpha* sp.		X
Annelida	Sipuncula	*Golfingia vulgaris*		X
Annelida	Sipuncula	*Phascolion* sp.		X
Annelida	Sipuncula	Sipuncula		X
Número total de táxons			51	118

Nas campanhas do ano de 2023 foi encontrado maior número de táxons em comparação às campanhas de 2021 (118 e 51, respectivamente). Exemplares dos táxons identificados podem ser observados na **Figura 5.1.3.1.5.3-1.**



Figura 5.1.3.1.5.3-1: Exemplares registrados na comunidade zoobentônica de fundo consolidado durante o monitoramento de 2023 (Econservation, 2024).

Considerando às campanhas de cada estudo, os maiores valores de diversidade e riqueza foram observados nas campanhas de outono e inverno realizadas em 2021 e de equitabilidade nas campanhas de outono de 2021 e 2023 (**Figura 5.1.3.1.5.3-2**). Em relação à densidade, observa-se um aumento gradativo nas primeiras campanhas e o maior valor na campanha de primavera de 2023 (**Figura 5.1.3.1.5.3-3**).

O estudo não identificou nenhum táxon listado na lista vermelha da IUCN (2024). Foi observada a ocorrência do bivalve exótico *Isognomon bicolor*.



Figura 5.1.3.1.5.3-2: Indicadores ecológicos da comunidade bentônica de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a). Legenda: diversidade (H'), equitabilidade (J') e riqueza média (S).

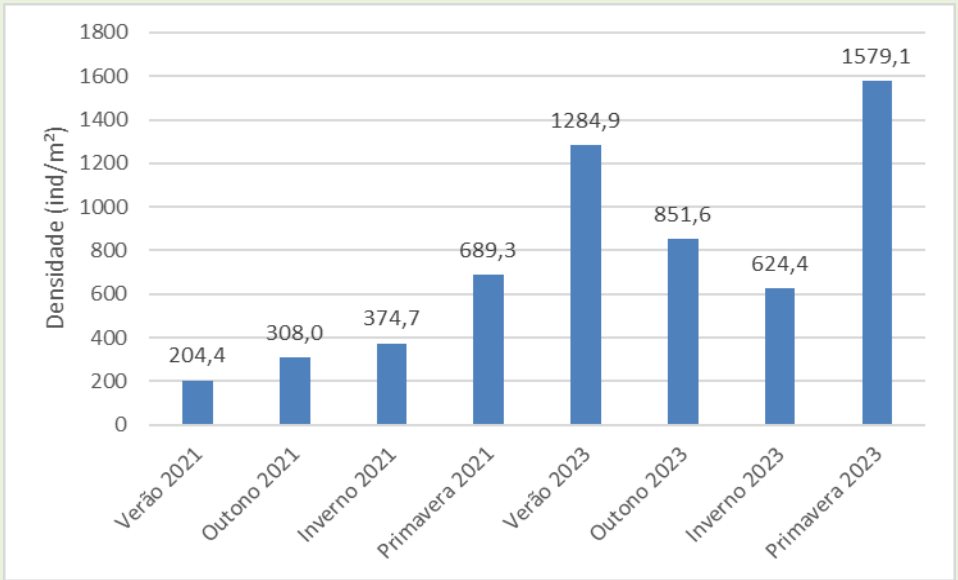


Figura 5.1.3.1.5.3-3: Densidade da comunidade bentônica de substrato consolidado obtidos nos estudos realizados pela Econservation nos anos de 2021 e 2023 (Econservation, 2022a e 2024a).

As variações observadas são esperadas para a comunidade bentônica, que tem influência de fatores ambientais e biológicos e mantém conformidade com os registros históricos.

5.1.3.1.6 Malacofauna (Dulcícula)

5.1.3.1.6.1 Área De Estudo

O monitoramento hidrobiológico e ecotoxicológico das lagoas internas da ArcelorMittal Tubarão abrange um complexo lacustre formado por seis lagoas naturais, cinco das quais estão interligas (Lagoa 2 a Lagoa 6), com deságue ao norte do canal de captação da água do mar; e a Lagoa 07 que se conecta com Carapebus, no município da Serra/ES.

5.1.3.1.6.2 Metodologia

Os moluscos foram coletados com uma concha de captura, que consiste em um cabo de madeira com aproximadamente 1 metro de comprimento, acoplado a uma concha de metal com malha de 2 mm. As amostragens de malacofauna foram realizadas nas Lagoas 02, 03, 04, 05, 06 e 07, totalizando 6 (seis) estações de monitoramento.

A técnica consiste em raspar a vegetação submersa com a concha 10 vezes em cada ponto e em seguida, lavar o material recolhido cuidadosamente com a água do próprio local da coleta. O material retido foi retirado com auxílio de pinça e acondicionado em frascos com água e etiqueta contendo os dados da amostragem. Ao mesmo tempo foram coletadas, em cada lagoa, amostras de macrófitas para análise qualitativa dos moluscos. Estas foram acondicionadas em sacolas plásticas com etiqueta de identificação e transportadas em caixas de isopor.

Em laboratório as amostras foram lavadas com água corrente sobre uma série de duas peneiras sobrepostas com malhas de 1 e 5 mm de abertura, sendo os moluscos recolhidos e acondicionados em frascos de vidro e preservados em álcool a 70%, até o momento da análise. A malacofauna foi triada em estereomicroscópio, a qual foi separada por morfoespécie, quantificada e identificada. Os exemplares vazios foram desconsiderados, sendo tratados apenas os dados correspondentes aos indivíduos coletados vivos.

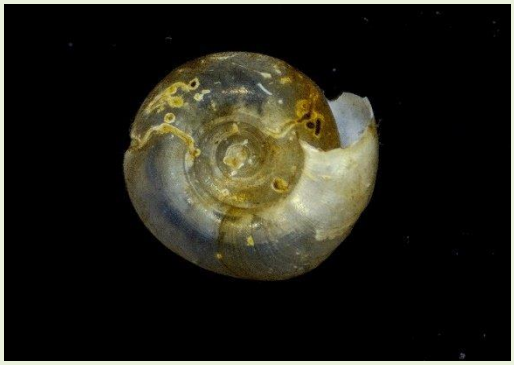
A identificação priorizou alcançar o nível de espécie, sempre que possível, com o auxílio de bibliografia especializada (SANTOS, 2018). A análise dos dados considerou a abundância relativa das espécies, que foi expressa como o número de indivíduos da população por unidade de captura (CPUE = número de indivíduos / número de raspagens com a concha). Em relação aos índices ecológicos foram considerados: riqueza absoluta de espécies (S), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon (H').

5.1.3.1.6.3 Resultados

Durante as campanhas do verão e do inverno de 2021 a 2024 do monitoramento biológico das lagoas internas foram identificados 15 táxons de moluscos nas **amostras qualitativas** de malacofauna, todos pertencentes à classe Gastropoda (**Tabela 5.1.3.1.6.3-1**).

Tabela 5.1.3.1.6.3-1: Levantamento taxonômico qualitativo da comunidade malacofauna obtidos nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal entre 2021 e 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = presença).

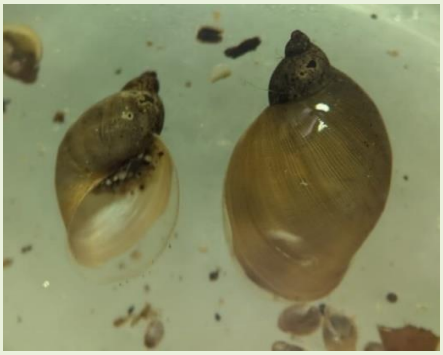
Grupo	Táxon	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Gastropoda	*Acroloxus lacustris*	x			
Gastropoda	Ancylidae		x	x	
Gastropoda	*Biomphalaria* sp.		x		x
Gastropoda	*Doryssa* sp.		x		
Gastropoda	Gastropoda				x
Gastropoda	*Gundlachia* sp.	x			
Gastropoda	*Heleobia* sp.				x
Gastropoda	*Littoridina* sp.	x			
Gastropoda	Lymnaeidae			x	
Gastropoda	*Melanoides tuberculata*				x
Gastropoda	*Omalonyx* sp.				x
Gastropoda	*Physa acuta*	x			
Gastropoda	Physidae			x	
Gastropoda	*Pseudosuccinea columella*				x
Gastropoda	Succineidae		x		



Biomphalaria sp.



Melanoides tuberculata



Pseudosuccinea columella



Lymnaeidae

Figura 5.1.3.1.6.3-1: Exemplos de táxons de malacofauna registrados nas campanhas de monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão.

Durante as campanhas do verão e do inverno de 2021 a 2024 do monitoramento biológico das lagoas internas foram identificados 12 táxons de moluscos nas amostras quantitativas de malacofauna,

todos pertencentes à classe Gastropoda, portanto, este grupo taxonômico representou 100% da riqueza relativa (**Tabela 5.1.3.1.6.3-2**).

Tabela 5.1.3.1.6.3-2: Levantamento taxonômico quantitativo da comunidade malacofauna obtidos nas campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal entre 2021 e 2024 (Econservation, 2022b, 2023, 2024b, 2025). (X = presença).

Grupo	Táxon	Ano monitoramento (Referência)			
		2021 (Econ., 2022b)	2022 (Econ., 2023)	2023 (Econ. 2024b)	2024 (Econ.2025)
Gastropoda	Ancylinae			x	
Gastropoda	*Biomphalaria* sp.		x		x
Gastropoda	*Doryssa* sp.		x		
Gastropoda	*Gundlachia* sp.	x			
Gastropoda	*Heleobia* sp.				x
Gastropoda	Lymnaeidae			x	
Gastropoda	*Melanoides tuberculata*	x			
Gastropoda	*Omalonyx* sp.				x
Gastropoda	*Physa acuta*		x		
Gastropoda	Physidae			x	
Gastropoda	*Pseudosuccinea columella*				x
Gastropoda	Succineidae		x	x	

O gastrópode *Pseudosuccinea columella* não foi registrado nas campanhas de monitoramento realizadas entre o inverno de 2020 e o verão de 2024, tendo sua ocorrência limitada à campanha do inverno de 2024, na qual, ocasionalmente, foi a espécie mais abundante (**Figura 5.1.3.1.6.3-2**). Trata-se de um gastrópode de água doce pertencente à família Lymnaeidae, amplamente distribuído, com ocorrência predominante na América do Norte, mas também registrado em diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil, com relatos específicos no estado do Espírito Santo. Essa espécie coloniza ambientes aquáticos como lagos e rios, demonstrando grande capacidade de adaptação a diferentes condições ecológicas. Uma característica relevante de *P. columella* é seu papel como hospedeiro intermediário do parasita *Fasciola hepatica*, agente etiológico da fasciolose, uma zoonose que afeta principalmente animais de produção, como bovinos. Essa interação é ecologicamente significativa, pois a presença do molusco pode influenciar a saúde animal e a dinâmica epidemiológica da doença em ecossistemas aquáticos. Além do impacto sanitário, *P. columella* é considerada uma espécie exótica invasora no Brasil, podendo alterar a biodiversidade local e comprometer a estrutura das comunidades aquáticas nativas (BURCH, 1982; U.S. Geological Survey, 2024). Apesar de sua origem exótica, a espécie encontra-se amplamente estabelecida em diferentes regiões do país.

Heleobia (família Hydrobiidae), de acordo com HERSHLER & THOMPSON (1992), compreende 101 espécies distribuídas na América do Sul, Europa, nas regiões mediterrâneas da África, e do mar Cáspio da Ásia. Dentre os sete gêneros de Hydrobiidae representados no continente sul-americano, *Heleobia* é o que apresenta maior diversidade e distribuição com 71 espécies (SILVA & VEITENHEIMER-MENDES, 2004). Nenhum táxon pertencente à lista vermelha da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) foi observado, inferindo que esta área não se enquadra e nem se configura como uma área sensível à perda de espécies.

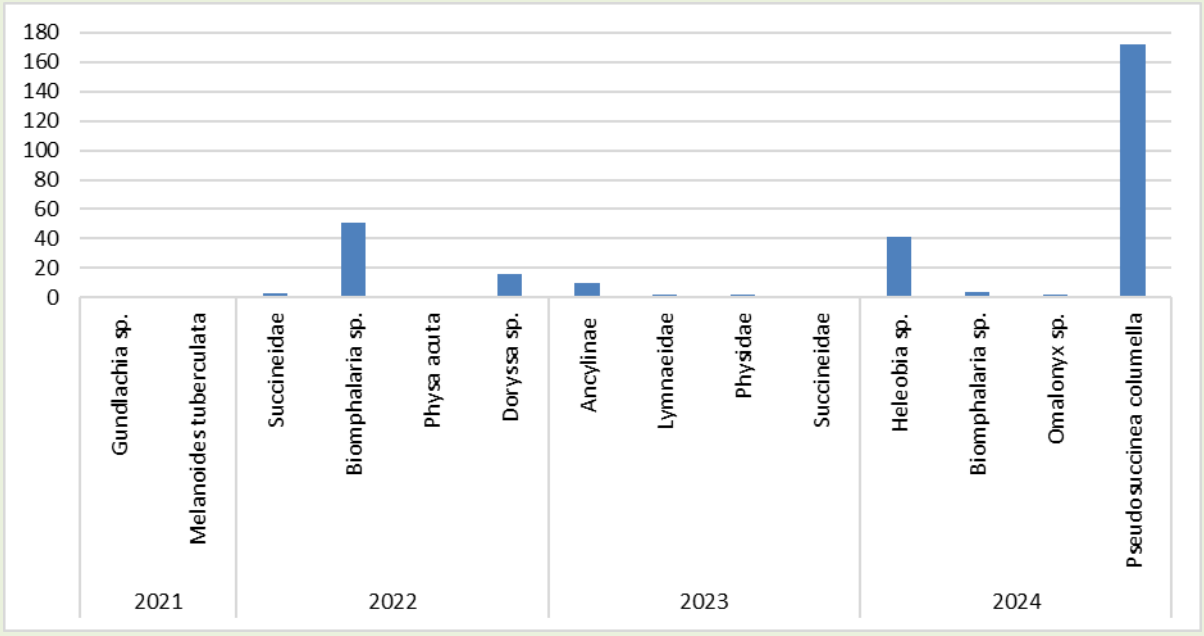


Figura 5.1.3.1.6.3-2: Abundância total de organismos encontrada nas estações de monitoramento das campanhas de monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão.

A análise dos índices ecológicos da comunidade malacofauna ao longo das campanhas realizadas entre 2021 e 2024 revelou um padrão de estruturação gradativa da fauna bentônica (**Figura 5.1.3.1.6.3-3**). Nos primeiros anos (2021 e 2022), tanto a diversidade (H') quanto a equitabilidade (J') apresentaram valores nulos ou baixos, sugerindo uma comunidade mal estruturada, possivelmente impactada por condições ambientais adversas ou instabilidade ecológica. A partir de julho-agosto/22 observa-se um leve aumento desses índices, com destaque para agosto-setembro/24, onde foram registrados os maiores valores de diversidade e equitabilidade, indicando uma distribuição mais uniforme dos indivíduos entre as espécies presentes, mesmo com riqueza relativamente baixa (S). A riqueza de espécies (S) apresentou oscilações modestas ao longo do período monitorado, com picos em fevereiro/22 e agosto/23, permaneceu em níveis baixos de forma geral. Esses resultados indicam que, embora a comunidade ainda seja composta por poucas espécies, houve um aumento qualitativo em sua estrutura, com tendência à estabilização e possível recuperação ecológica.

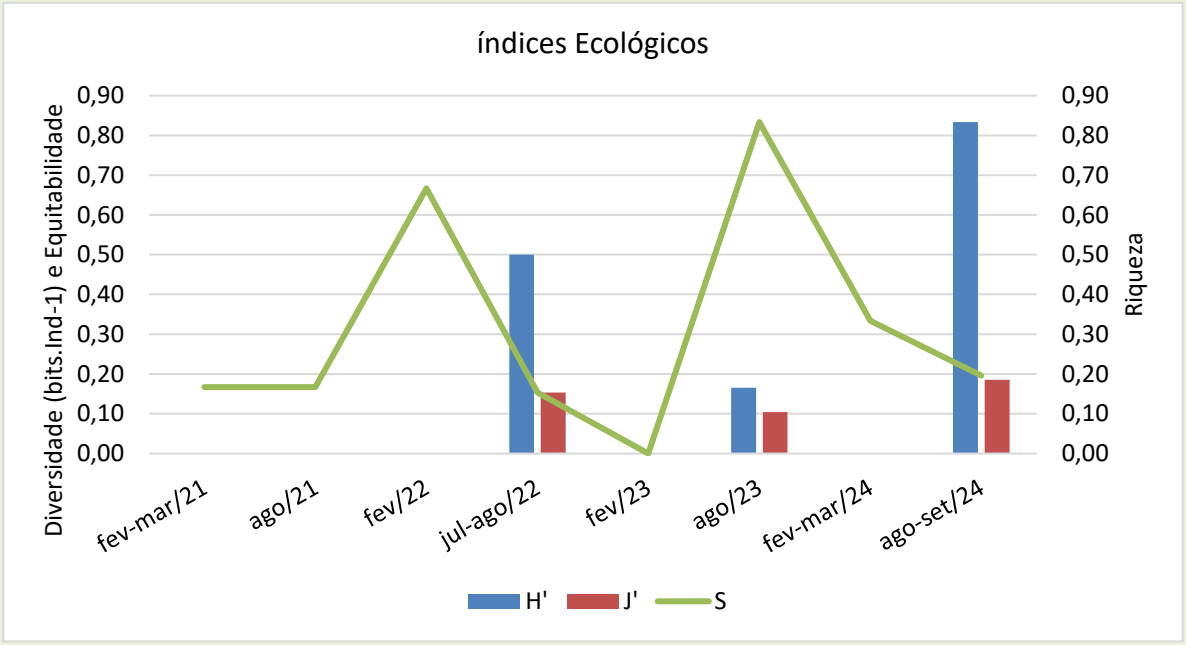


Figura 5.1.3.1.6.3-3: Índices ecológicos de Diversidade de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e Riqueza (S) para malacofauna nas estações amostrais durante as campanhas do monitoramento das lagoas da ArcelorMittal Tubarão para valores médios.

5.1.3.2 Fauna Terrestre

5.1.3.2.1 Área de Estudo

Levantamento de Dados Primários (ADA e AID)

O diagnóstico de Fauna Terrestre, baseado no levantamento de dados primários, ocorreu na ADA e AID do empreendimento. Logo, foram consideradas cinco unidades amostrais para a realização do levantamento, conforme ilustrado na **Figura 5.1.3.2.1-1.** A figura a seguir apresenta a localização espacial e a disposição dos pontos de coleta. A caracterização detalhada de cada ponto amostral é apresentada na sequência, enquanto a localização geográfica dos pontos de amostragem encontra-se na **Tabela 5.1.3.2.1-1**.

Tabela 5.1.3.2.1-1: Pontos de amostragem utilizados na coleta sistemática de dados primários do estudo de diagnóstico da fauna terrestre.

UNIDADE AMOSTRAL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM	
	LONGITUDE	LATITUDE
Área Diretamente Afetada (ADA)		
UA1	370663.00 m E	7763616.00 m S
UA2	370402.00 m E	7763162.00 m S
UA3	371051.00 m E	7762870.00 m S
Área de Influência Direta (AID)		
UA4 (Lagoa 4)	370277.00 m E	7762445.00 m S
UA5 (Lagoa 7)	371806.00 m E	7763176.00 m S

As áreas de influência estão apresentadas no item 3.6 – Áreas de Estudo (Áreas de Influência).

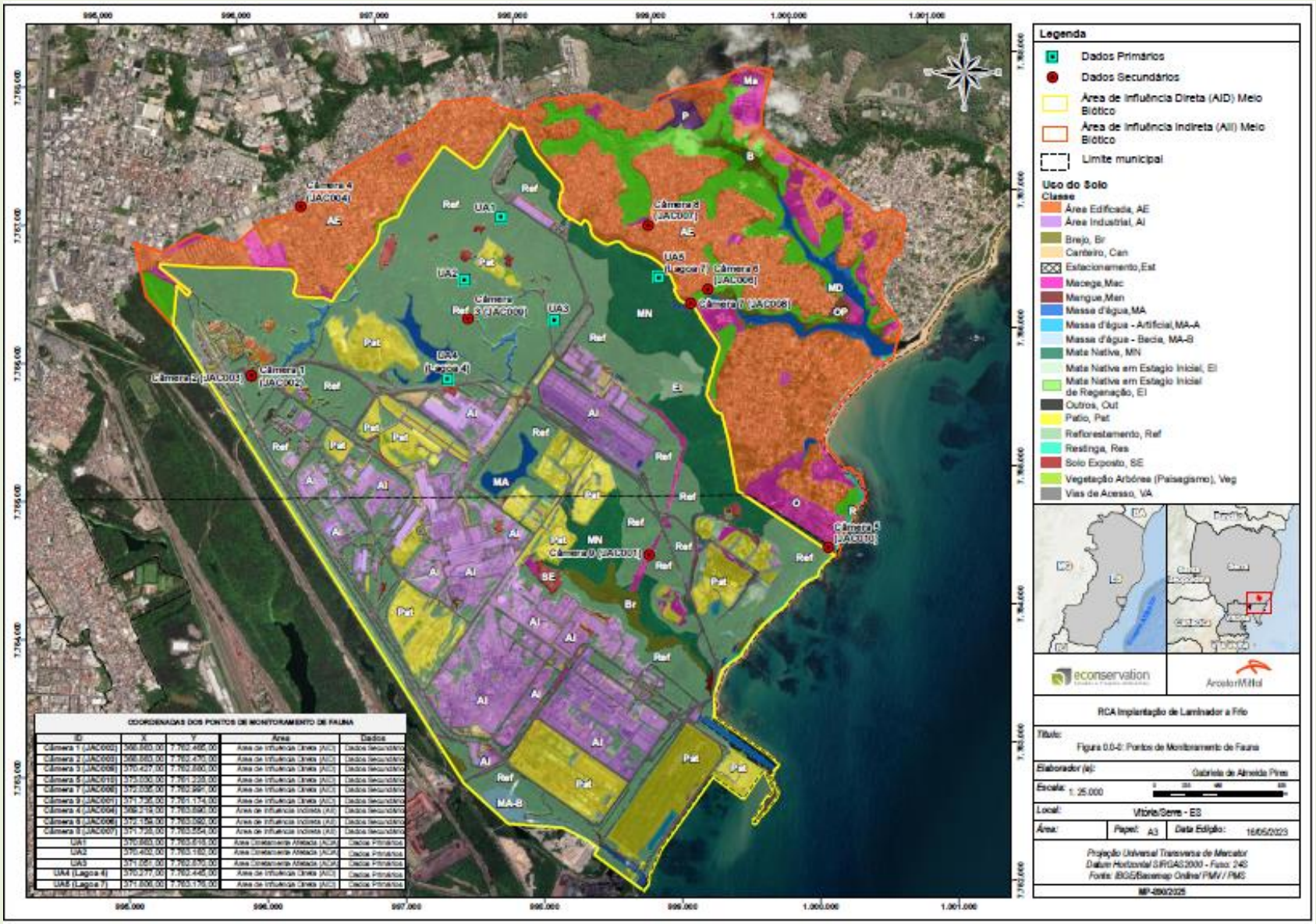


Figura 5.1.3.2.1-1: Unidades Amostrais para Fauna Vertebrada Terrestre e Abelhas Nativas sem ferrão" Dados primários e dados secundários.

Ponto 1 (UA1): O fragmento para esta área é dominado por indivíduos arbóreos de espécies exóticas, como leucena e eucalipto. Consequentemente, a serrapilheira, apesar de densa, é homogênea e pouco diversa. Existem poucos indivíduos de espécies nativas e há baixa densidade de cipós; não foram observadas plantas epífitas e palmeiras nesta área. Devido à ausência de sub-bosque, não há estratificação vertical, tornando o ambiente pouco complexo (**Figura 5.1.3.2.1-2**).



Figura 5.1.3.2.1-2: Vista interna da Unidade Amostral 01.

Ponto 2 (UA2): Esta área apresenta vegetação exótica, assim como a UA1, mas a maior parte do fragmento florestal é composto por arvores de espécies nativas. Existe uma maior complexidade estrutural devido à presença de espécies arbustivas, arbóreas e epífitas, tornando possível a presença de uma estratificação vertical. Por isso, a serapilheira é densa e heterogênea, possibilitando uma maior disponibilidade de recursos para a fauna (**Figura 5.1.3.2.1-3**).



Figura 5.1.3.2.1-3: Vista interna da Unidade Amostral 02.

Ponto 3 (UA3): Fragmento florestal secundário, caracterizado por vegetação em estágio inicial a médio de regeneração, com árvores jovens e arbustos. Esta área também é dominada por espécies exóticas, com poucas nativas. A serapilheira é densa, mas homogênea. Devido à presença de clareiras em certos pontos dentro do fragmento, existe uma alta densidade de capim junto de plantas rasteiras, o que cobre uma porção de sub-bosque (**Figura 5.1.3.2.1-4**).



Figura 5.1.3.2.1-4: Vista interna da Unidade Amostral 03.

Ponto 4 (Lagoa 4): Fragmento florestal secundário, situado às margens de uma lagoa, onde predomina vegetação aquática em determinadas épocas do ano. Assim como a UA3, a maior parte desta área é dominada por espécies exóticas, e por poucas espécies nativas. O sub-bosque é denso pela presença de indivíduos arbustivos. Não foram observadas epífitas para esta localidade, e lianas (**Figura 5.1.3.2.1-5**).



Figura 5.1.3.2.1-5: Vista interna da Unidade Amostral 04.

Ponto 5 (Lagoa 7): Esta área também está às margens de uma lagoa e, dentre os pontos amostrais, é o que apresenta a vegetação em melhor estado de conservação. A vegetação nativa apresenta estratificação vertical; foram observadas epífitas, lianas e um alta densidade de palmeiras. A serapilheira é densa e heterogênea (**Figura 5.1.3.2.1-6**).



Figura 5.1.3.2.1-6: Vista interna da Unidade Amostral 05.

Levantamento de Dados Secundários

Para os dados secundários foram considerados apenas os estudos executados nas áreas de influência do empreendimento, realizados desde janeiro de 2025, pelo Instituto Marcos Daniel (IMD, 2025). Os pontos de monitoramento são apresentados a seguir, na **Tabela 5.1.3.2.1-2,** sendo separados por localidade (AID ou AII) (**Figura 5.1.3.2.1-1**).

Vale mencionar que os pontos localizados na AII do empreendimento estão inseridos em uma matriz urbana – apesar de estarem em fragmentos florestais (no bairro Novo Horizonte, por exemplo). Já os pontos da AID estão distribuídos em toda a área do empreendimento, em locais como o Parque Industrial, ou próximos às lagoas.

Tabela 5.1.3.2.1-2: Pontos de amostragem utilizados na coleta de dados nas áreas de influência do empreendimento, aqui utilizados como dados secundários.

UNIDADE AMOSTRAL – DADOS SECUNDÁRIOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM	
	LONGITUDE	LATITUDE
Área de Influência Direta (AID)		
Câmera 1 (JAC002)	368863.14 m E	7762465.68 m S
Câmera 2 (JAC003)	368863.10 m E	7762470.10 m S
Câmera 3 (JAC009)	370427.18 m E	7762880.37 m S
Câmera 5 (JAC010)	373030.37 m E	7761228.27 m S
Câmera 7 (JAC008)	372035.33 m E	7762991.95 m S
Câmera 9 (JAC001)	371735.36 m E	7761174.44 m S
Área de Influência Indireta (AII)		
Câmera 4 (JAC004)	369219.55 m E	7763690.38 m S
Câmera 6 (JAC006)	372159.96 m E	7763092.49 m S
Câmera 8 (JAC007)	371728.17 m E	7763554.19 m S

5.1.3.2.2 Herpetofauna

O termo "herpetofauna" é utilizado para agrupar dois grupos distintos da fauna: os anfíbios e répteis, que, apesar de compartilharem histórias evolutivas distintas, compartilham diversas características ecológicas (BERNARDES, 2012). O Brasil detém a maior riqueza de espécies de anfíbios do mundo (SEGALLA et al., 2021) e a terceira maior riquezas de répteis (GUEDES et al., 2023).

Amplamente distribuídos, os anfíbios ocupam quase todos os ambientes do planeta e são, majoritariamente, dependentes de ambientes aquáticos ou úmidos para sobrevivência, com a variação de espécies altamente generalistas quanto ao habitat até espécies especificamente adaptadas e especializadas (HADDAD et al., 2013). Além disso, possuem uma ampla diversidade de estratégias reprodutivas (DUELLMAN & TRUEB, 1986) e, grande parte das espécies são sensíveis às mudanças climáticas no ambiente. Em razão deste último fato, são considerados excelentes indicadores de qualidade ambiental, sendo comumente estudados em diagnósticos ambientais precisos (WELLS, 2010).

São reconhecidas cerca de 1.188 espécies de anfíbios para o Brasil (SEGALLA et al., 2021), o que corresponde a cerca de 14% das 8.485 espécies descritas para o mundo (FROST, 2025). Taxonomicamente, a ordem Anura apresenta o maior número de espécies, tanto no Brasil (1.144 spp.) quanto no mundo (7.492 spp.). Na Mata Atlântica são listadas 639 espécies de anfíbios, destas 625 são anuros e 14 gimnofionas (ROSSA-FERES et al., 2017). O estado do Espírito Santo (ES) possui 153 espécies registradas, tendo elevada representatividade da diversidade de anfíbios listados para a Mata Atlântica brasileira (ROSSA-FERES et al., 2017; FERREIRA et al., 2019).

Os répteis são animais menos associados ao ambiente aquático, com diversas espécies hábitat-especialista, o que os tornam sensíveis às mudanças ambientais. A maioria das espécies de lagartos e serpentes do Brasil não sobrevive em ambientes alterados, como ambientes ocupados por pastagens, eucaliptos e pinheiros (MARQUES, 2001). No entanto, algumas espécies são mais generalistas e resistentes, permitindo que adaptem facilmente a ambientes antropizados. Assim, os répteis também podem ser utilizados como indicadores de qualidade ambiental.

Em termos de composição e diversidade, são conhecidas 848 espécies de répteis para o Brasil (GUEDES et al., 2023), o que representa cerca de 7,4% das 11.440 espécies descritas no mundo (UETZ et al., 2025). Para a Mata Atlântica é registrada a ocorrência de cerca de 300 espécies, onde três espécies de testudines, 39 espécies de lagartos, sete amphisbenídeos e 54 espécies de serpentes são endêmicas desse bioma (TOZETTI et al., 2017).

Os anfíbios e répteis são, em geral, sensíveis as alterações ambientais e mesmo as espécies generalistas, podem ser afetadas por alterações ambientais, principalmente quando ocorre a perda ou fragmentação do habitat e a retirada de ambientes reprodutivos. Com base nessas informações, este relatório técnico tem por objetivo apresentar os resultados das duas campanhas de diagnóstico da herpetofauna nas áreas de Influência para a Implantação de Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio na ArcelorMittal Tubarão, no município da Serra/ES.

5.1.3.2.2.1 Metodologia

Dados Primários

Para a amostragem da herpetofauna (anfíbios e répteis), foram executadas duas campanhas de amostragem, tendo a primeira campanha ocorrido no intervalo entre os dias 10 e 16 de maio de 2025 e a segunda campanha entre os dias 05 e 11 de julho de 2025.

Cada campanha teve duração de sete dias consecutivos, totalizando 14 dias de amostragem. E, para tal, foram utilizados dois métodos sistemáticos de coleta de dados previamente definidos. São eles: (i) Busca ativa visual limitada por tempo; e (ii) Busca ativa auditiva. Os Registros ocasionais foram utilizados apenas para compor a lista de espécies da área de estudo.

Abaixo, encontra-se a descrição de cada método utilizado.

Busca Ativa Visual Limitada por Tempo

O método de busca ativa limitada por tempo consistiu na procura visual por espécimes de répteis e anfíbios, realizada de forma aleatória na trilha previamente estabelecida na unidade amostral. A procura foi feita em todos os micro-habitats possíveis, como na serapilheira, sob troncos caídos ou pedras, entre raízes, bromélias, cavidades no solo, todos os estratos da vegetação, cupinzeiros, ambientes aquáticos, afloramentos rochosos etc. (CURCIO et al., 2010; LEITE; BÉRNILS; MORATO, 1993) (**Figura 5.1.3.2.2.1-1**).

Durante a execução do método foi percorrido um transecto de 500m de extensão, por um período de três horas-homem, durante o dia e à noite. As buscas ocorreram entre 08:00h e 11:00h no período da manhã e entre 18:00h e 22:00h no período noturno, totalizando seis horas-homem de busca por dia, por unidade amostral. O esforço amostral de busca foi de 30 horas-homem (06 horas / dia x 05 UA's), conforme apresentado na **Tabela 5.1.3.2.2.1-1.**

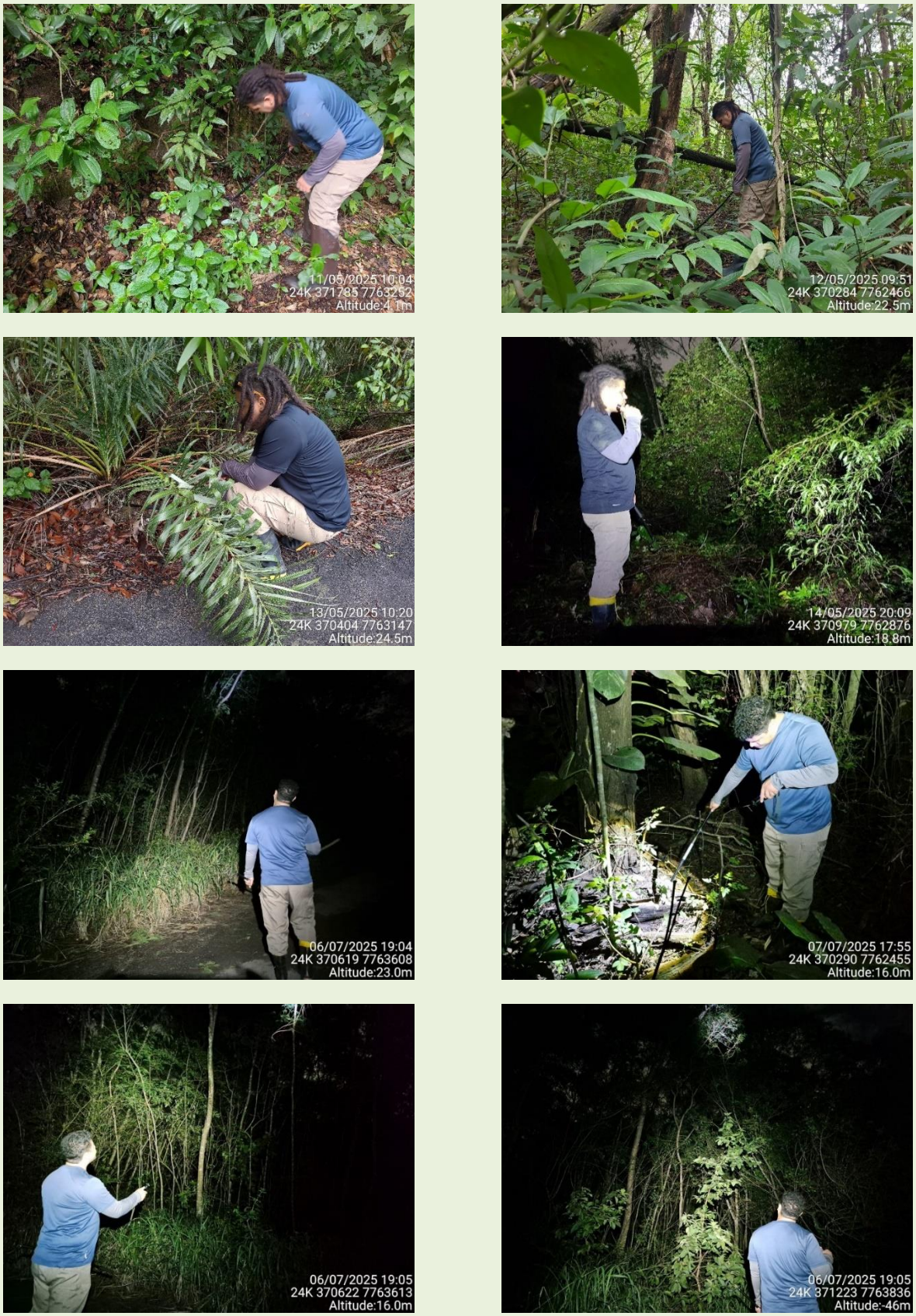


Figura 5.1.3.2.2.1-1: Execução da busca ativa diurna e noturna, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Busca Ativa Auditiva

O método de busca ativa auditiva foi aplicado para detectar as espécies de anfíbios com distribuição limitada a ambientes aquáticos, bem como as espécies de difícil visualização em ambientes florestados, permitindo o registro por meio de suas vocalizações. As buscas por este método ocorreram no período noturno (**Figura 5.1.3.2.2.1-2**).

Os pesquisadores percorreram o transecto de 500m de extensão à procura de locais propícios ao registro de espécies em atividade reprodutiva, como ambientes temporariamente alagados, lagoas e pequenos corpos d'água. A busca ativa auditiva foi aplicada durante um dia por unidade amostral, por 30 minutos por dia de campanha, totalizando 2,5 horas de amostragem (0,5h x 05 UA's) (**Tabela 5.1.3.2.2.1-1**).



Figura 5.1.3.2.2.1-2: Execução da busca auditiva, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Registros ocasionais

O encontro ocasional foi um método que registrou os animais que eventualmente apareceram no percurso durante a realização do estudo. Portanto, indivíduos visualizados por membros de outras equipes, ou aqueles registrados por meio do atropelamento ou fora do horário da amostragem

também foram contabilizados, mas não deveriam ser considerados para as análises estatísticas. Assim, apenas compuseram a lista de espécies de ocorrência na área de estudo.

O esforço amostral empregado para a herpetofauna está demonstrado na **Tabela 5.1.3.2.2.1-1**.

Tabela 5.1.3.2.2.1-1: Esforço amostral empregado nas unidades amostrais, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Método amostral	Período		Total de horas / Unidade amostral x 07 dias
	Diurno	Noturno	
Busca ativa visual	3h	3h	30h
Busca ativa auditiva*	-	0,5h	2,5h

Legenda: *Método empregado exclusivamente para o grupo dos anfíbios.

Identificação das Espécies

A identificação taxonômica e a classificação ecológica das espécies foram feitas com base em literatura pertinente para cada grupo. Para tal, para a identificação das espécies de anfíbios foi utilizado HADDAD et al., (2013). Para consulta de informações do endemismo das espécies foi utilizado ROSSA-FERES et al., (2017). A atualização da nomenclatura e classificação sistemática seguiram a lista oficial de espécies brasileiras por (SEGALLA et al., 2021).

Para identificação taxonômica e classificação sistemática dos répteis foi utilizado a lista brasileira de répteis por (GUEDES; ENTIAUSPE-NETO; COSTA, 2023). Para a classificação do tipo de habitat utilizado pelos répteis, bem como do período de atividade foi utilizado CASTRO; SILVA-SOARES, (2016) e MARQUES; ETEROVIC; SAZIMA (2019). Para consulta de informações do endemismo das espécies em geral foi utilizado TOZETTI et al., (2018) e, para as serpentes, o Atlas de Serpentes Brasileiras (NOGUEIRA et al., 2020).

Para as espécies ameaçadas e protegidas pela legislação foram utilizadas a “Lista de Espécies de Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo”, conforme Decreto Estadual Nº 5.237-R, de 25 de novembro de 2022, a “Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção”, de acordo com a Portaria MMA nº 354, de 27 de janeiro de 2023, que repristina a Portaria nº 148/2022, e a “Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, 2025-1) das espécies ameaçadas”.

Dados Secundários

Para discussão dos dados secundários deste estudo foram utilizados apenas os monitoramentos realizados pelo Instituto Marcos Daniel (IMD, 2025), executados na área do empreendimento desde janeiro de 2025. Para tal, foram considerados os seguintes relatórios:

- IMD – Instituto Marcos Daniel; ArcelorMittal Tubarão. 2025. Boletim Mensal de Atividades – janeiro;
- IMD – Instituto Marcos Daniel; ArcelorMittal Tubarão. 2025. Boletim Mensal de Atividades – fevereiro;
- IMD – Instituto Marcos Daniel; ArcelorMittal Tubarão. 2025. Boletim Mensal de Atividades – março;

- IMD – Instituto Marcos Daniel; ArcelorMittal Tubarão. 2025. Boletim Mensal de Atividades – abril;
- IMD – Instituto Marcos Daniel; ArcelorMittal Tubarão. 2025. Boletim Mensal de Atividades – maio;
- IMD – Instituto Marcos Daniel; ArcelorMittal Tubarão. 2025. Levantamento de espécies focais na Área da ArcelorMittal Tubarão, Serra (ES).

5.1.3.2.2.2 Resultados

Durante o diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão, no município da Serra/ES, ao longo de duas campanhas, foram registrados 30 indivíduos, representantes da herpetofauna (anfíbios e répteis). Ao todo foram registradas três ordens distintas (Anura, Crocodylia e Squamata) e dez famílias (**Figura 5.1.3.2.2.2-1**).

Os anfíbios, responsáveis por metade dos registros totais em termos de abundância (n = 15), estão exclusivamente representados pela ordem Anura. Enquanto os répteis, se dividem em duas ordens distintas, sendo Squamata a mais representativa (n = 10) e Crocodylia, menos abundante, quando comparada com as demais (n = 05) (**Figura 5.1.3.2.2.2-2**).

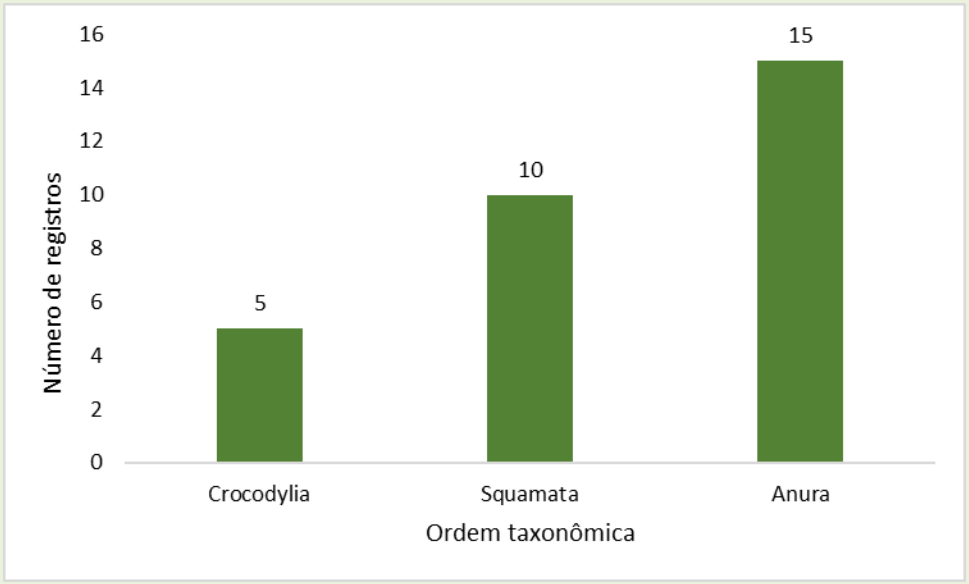


Figura 5.1.3.2.2.2-1: Representatividade (abundância) por ordem taxonômica dos representantes da herpetofauna registrados durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Ao todo foram 10 famílias taxonômicas, sendo quatro de anfíbios e seis para os répteis. Levando em consideração exclusivamente o grupo dos anfíbios, a família mais representativa foi Hylidae, com sete espécies e 12 indivíduos registrados. As demais famílias (Bufonidae, Leptodactylidae e Pipidae) tiveram um único registro e, consequentemente, uma espécie cada (**Figura 5.1.3.2.2.2-2**).

Dentre os répteis, os parâmetros ecológicos de riqueza e abundância se comportaram de maneira diferente. A riqueza não variou dentre as famílias, ambas foram representadas por uma única

espécie, cada. Em termos de abundância, os registros variaram, sendo Alligatoridae a família mais abundante (n= 05), seguida por Teiidae e Gekkonidae, com três registros cada. Tropiduridae contou com dois registros, enquanto as demais (Colubridae e Polychrotidae) tiveram apenas um único registro e, consequentemente, uma espécie cada (**Figura 5.1.3.2.2.2-2**).

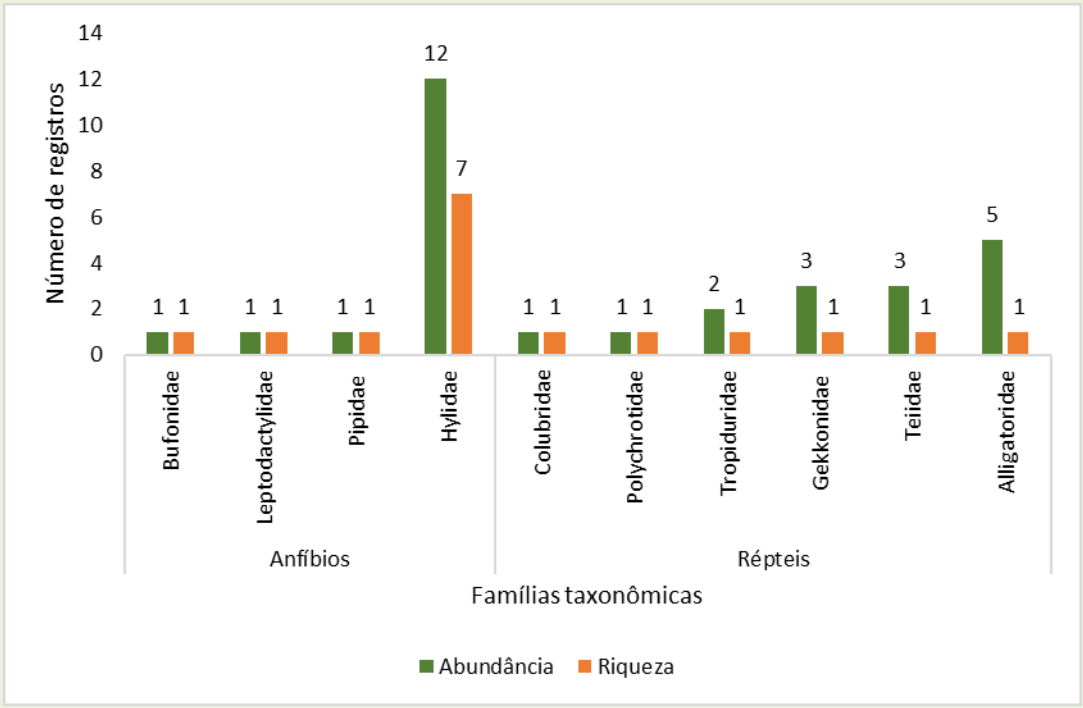


Figura 5.1.3.2.2.2-2: Representatividade da riqueza e abundância por famílias taxonômicas da herpetofauna registrados durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Partindo para um nível taxonômico mais preciso, dentre as nove espécies de anfíbios registradas, as mais abundantes foram *Boana faber, Physalaemus crombiei* e *Scinax alter*, com três indivíduos registrados cada (**Figura 5.1.3.2.2.2-3**). As demais espécies (Dendropsophus branneri, Dendropsophus *elegans, Scinax sp., Scinax cuspidatus, Rinella ornata* e *Pipa carvalhoi*) foram menos expressivas e tiveram um único indivíduo registrado, cada uma delas.

Em número total de espécies, os répteis foram menos representativos, contando com apenas seis espécies no total. Dentre elas, *Caiman latirostris* foi a espécie mais frequente, totalizando cinco indivíduos registrados. As espécies *Hemidactylus mabouya* e *Ameiva ameiva* tiveram, ambas, três indivíduos. A espécie *Tropidurus torquatus*, embora comum, teve apenas dois registros. E por fim as espécies de Polychrus marmoratus e Oxybelis aeneus, tiveram um indivíduo registrado cada (**Figura 5.1.3.2.2.2-3**).

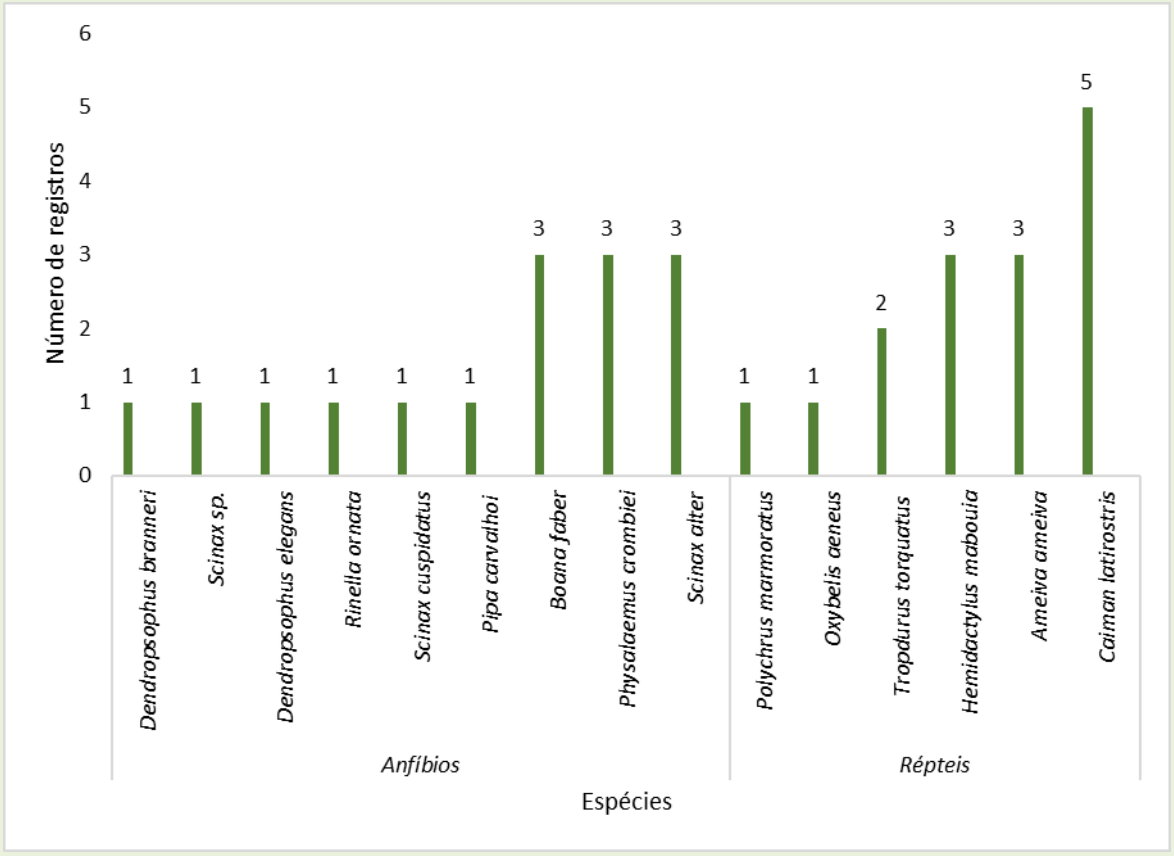


Figura 5.1.3.2.2.2-3: Representatividade da abundância por espécies registrados durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Considerando os resultados, tem-se que os dados obtidos na 1ª campanha foram maiores tanto para riqueza, quanto para abundância. De fato, na 1ª campanha foram registrados 19 indivíduos de 13 espécies, enquanto, para a 2ª campanha, foram 11 indivíduos e 06 espécies. Apesar das diferenças encontradas, estatisticamente, esta diferença não é significativa para a abundância (t=1.24, p=0,28) e para a riqueza (t=1.99, p=0,12) (**Figura 5.1.3.2.2.2-4**).

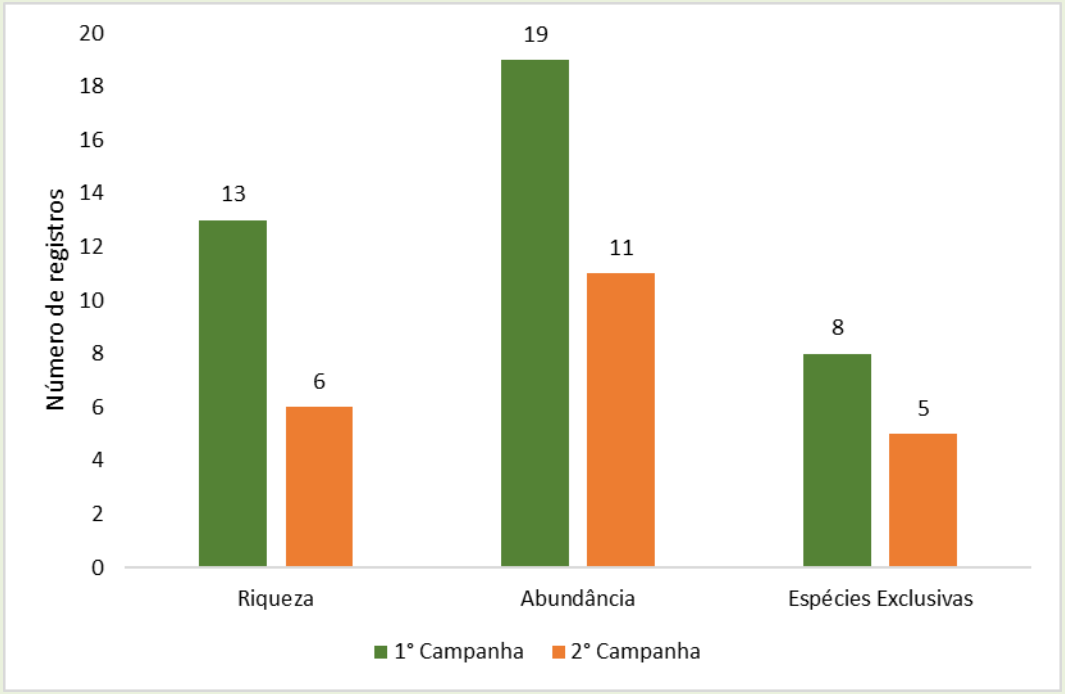


Figura 5.1.3.2.2.2-4: Representatividade da abundância, da riqueza e da riqueza exclusiva entre as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Apesar da variação entre as campanhas não ter sido significativa, observou-se que a 1ª campanha, com maior pluviosidade (206,4 mm) apresentou valores mais elevados de abundância e riqueza, em comparação com a 2ª campanha, de menor pluviosidade (34 mm). Embora o número reduzido de campanhas não permita testar estatisticamente essa correlação, os resultados indicam uma tendência positiva entre a pluviosidade e os parâmetros ecológicos avaliados (**Figura 5.1.3.2.2.2-5**).

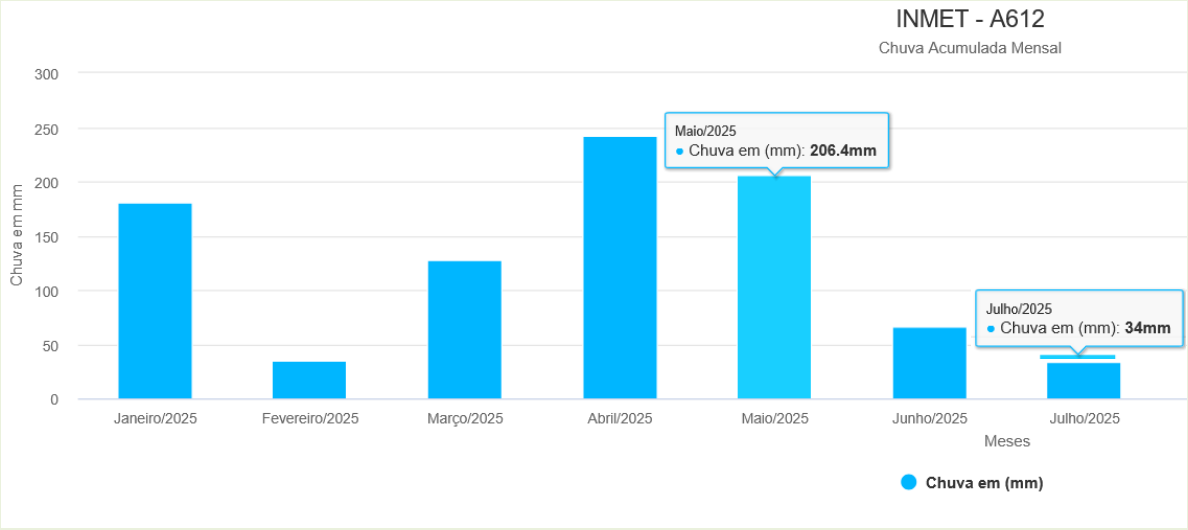


Figura 5.1.3.2.2.2-5: Dados climáticos obtidos da Estação INMET – A612, para os meses das campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Ao todo, foram amostradas cinco unidades amostrais, aqui nomeadas de 1 a 3 (UAs), que estão na área diretamente afetada (ADA) do empreendimento. Porém, também foram contabilizados os registros feitos em lagoas situadas na área de influência direta (AID), identificadas como “Lagoa 04” e “Lagoa 07” (**Figura 5.1.3.2.2.2-6**).

Dentre as unidades amostrais, as áreas que demonstraram maior relevância durante a execução do estudo foram Lagoa 7, com nove espécies e 13 indivíduos registrados, e a UA2, com quatro espécies e seis indivíduos registrados. A UA3 também registrou quatro espécies, e quatro indivíduos. A UA1 (03 spp., n = 03) e a Lagoa 4 (02 spp., n = 04) foram menos representativas (**Figura 5.1.3.2.2.2-6**).

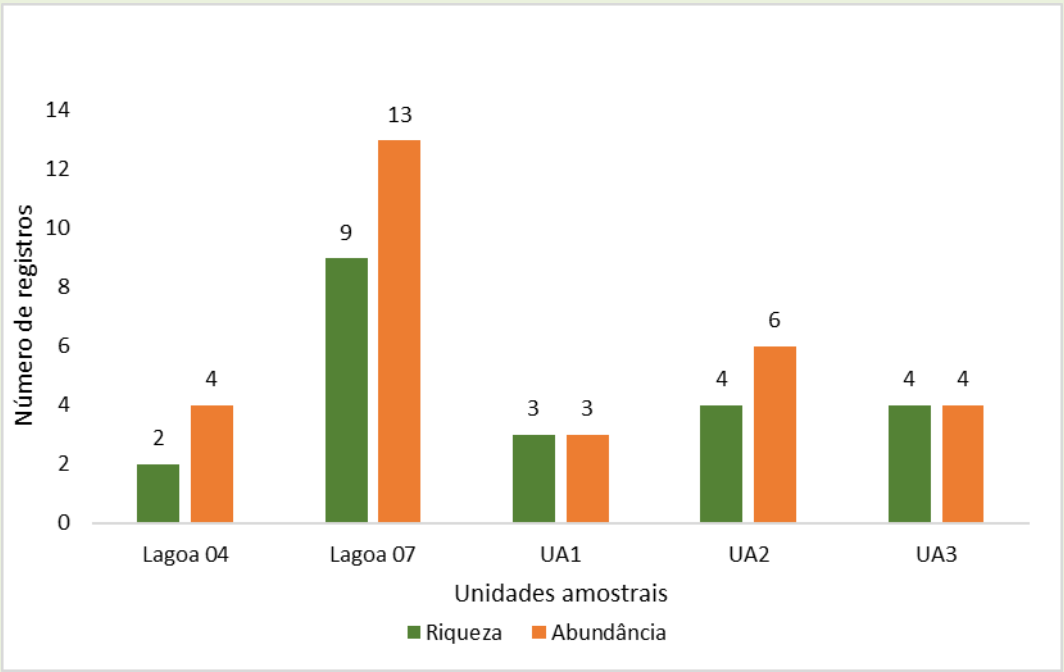


Figura 5.1.3.2.2.2-6: Representatividade da riqueza e abundância por unidades amostrais/lagoas durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Considerando a comunidade herpetofaunística e os métodos adotados para amostragem, a busca ativa contribuiu de forma significativa para o levantamento, somando onze espécies e 20 indivíduos registrados, enquanto a busca auditiva registrou apenas cinco espécies e dez indivíduos (**Figura 5.1.3.2.2.2-7**). É importante ressaltar que ambas as metodologias são complementares, e ambas contribuíram para o desenvolvimento do estudo. E ainda que redundante, a busca auditiva destina-se exclusivamente ao grupo dos anfíbios anuros. A única espécie registrada por ambas as execuções de método foi *Boana faber*.

Os valores levantados para cada unidade amostral, bem como metodologia, endemismo e status de conservação estão apresentados na **Tabela 5.1.3.2.2.2-1.**

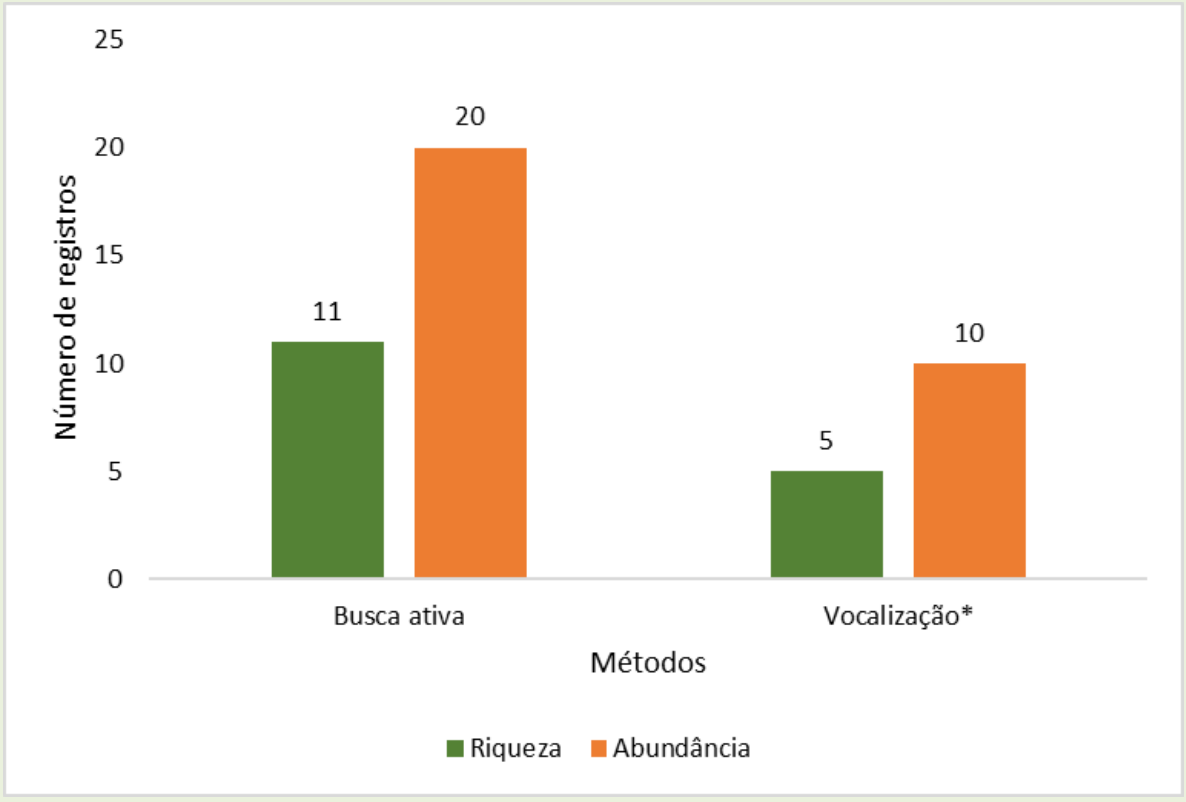


Figura 5.1.3.2.2.2-7: Representatividade da riqueza e abundância por métodos amostrais durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Tabela 5.1.3.2.2.2-1: Lista de espécies de anfíbios e répteis registradas durante o levantamento da herpetofauna durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025)., bem como suas respectivas unidades amostrais, métodos de registro, endemismo e citação nas listas de espécies ameaçadas (IUCN, 2025; MMA, 2022 e ES, 2022).

Ordem/Família/Espécie	Campanhas		Unidades amostrais					Total	Métodos		Endemismos	Categorias de ameaça		
	1	2	Lagoa 4	Lagoa 7	UA1	UA2	UA3		Ba	Vo		IUCN	MMA	IEMA
Anura														
Bufonidae														
Rinella ornata	1			1				1	1			LC	LC	LC
Hylidae														
Boana faber	2	1		2			1	3	1	2	MA	LC	LC	LC
Dendropsophus branneri	1			1				1		1	MA	LC	LC	LC
Dendropsophus elegans	2	1		1				1		3	MA	LC	LC	LC
Scinax alter	1			2		1		3	1			LC	LC	LC
Scinax cuspidatus	1			1				1		1	MA	LC	LC	LC
Scinax sp.	1				1			1	1			LC	LC	LC
Leptodactylidae														
Physalaemus crombiei	4			1	1		1	3		1	MA	LC	LC	LC
Pipidae														
Pipa carvalhoi	1						1	1	1		MA	LC	LC	LC
Crocodylia														
Alligatoridae														
Caiman latirostris	1	4	2	3				5	5			LC	LC	VU
Squamata														
Gekkonidae														
Hemidactylus mabouia	2	1	2			1		3	3			LC	LC	LC
Polychrotidae														
Polychrus marmoratus		1			1			1	1			LC	LC	LC
Teiidae														
Ameiva ameiva		3				3		3	3			LC	LC	LC
Tropiduridae														
Tropdurus torquatus	2			1		1		2	2			LC	LC	LC
Colubridae														
Oxybelis aeneus	1						1	1	1			LC	LC	LC

Legenda: Ba = Busca ativa, **Vo** = Busca auditiva, **Lc =** Pouco preocupante e **VU =** Vulnerável.

Análises estatísticas, similaridade, rarefação e diversidade

Levando essas informações em consideração os índices ecológicos apresentados, podemos notar que as áreas apresentaram diferentes graus de similaridade entre si. Como premissa, para as áreas serem consideradas similares, devem apresentar 50% ou mais de semelhança entre si e, abaixo disso, as áreas não são similares, apesar de compartilharem espécies entre si. Com base nessas informações, as áreas tiveram menos de 30% de compartilhamento de espécies entre si (**Figura 5.1.3.2.2.2-8**).

Os agrupamentos ocorreram da seguinte forma: UA1 + UA3, com 30%. Este agrupamento, por sua vez, apresenta menos de 15% de proximidade com um segundo agrupamento entre UA2 > Lagoa 7 + Lagoa 4 (~20%). Vale mencionar que a proximidade entre as Lagoas 4 e 7 se deve à ocorrência comum de *Caiman latirostris.*

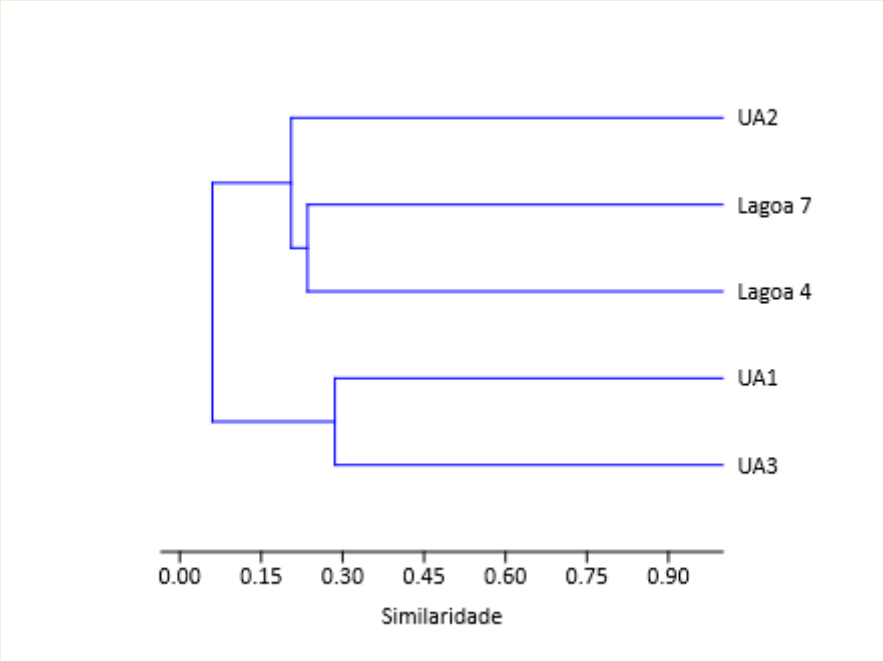


Figura 5.1.3.2.2.2-8: Dendrograma de similaridade entre as unidades amostrais, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Através dos dados obtidos durante as campanhas, foi elaborado um gráfico de tendências através a análise de rarefação das espécies, que leva em conta o acréscimo das espécies por número de dias em campo, para estimar com base em diferentes índices o potencial de espécies de um determinado recorte geográfico.

O estimador de riqueza Jack 1, estimou 21,4, ou seja, cerca de 6,4 espécies podem ser acrescidas a lista. Enquanto o índice Bootstrap, estimou 17,2 espécies, sugerindo que 2,2 espécies podem ser acrescidas a lista final (**Figura 5.1.3.2.2.2-9**).

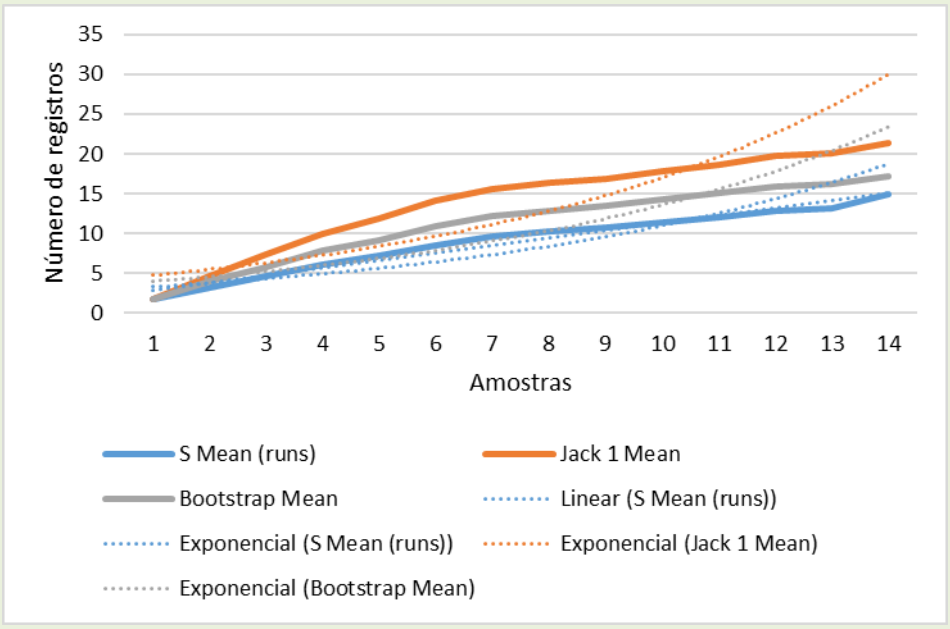


Figura 5.1.3.2.2.2-9: Curva de rarefação as espécies inventariadas durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Os índices ecológicos são ferramentas que permitem avaliar a estrutura e o equilíbrio de uma comunidade biológica. Por meio deles, é possível analisar a riqueza de espécies, a diversidade, a dominância de determinadas populações e a equitabilidade na distribuição dos indivíduos. Assim, esses índices fornecem uma visão objetiva sobre a saúde do ecossistema e ajudam a identificar possíveis alterações ambientais.

A comunidade herpetofaunística, embora pouco expressiva em valores de abundância, sobretudo se levarmos em consideração que o presente estudo ocorreu ao longo de duas campanhas de sete dias consecutivos cada, apresenta índices extremamente satisfatórios (**Tabela 5.1.3.2.2.2-2**).

Os índices revelam uma diversidade considerada satisfatória (H' =2,54). Além da alta equitabilidade entre as espécies (J' = 0,94), o que sugere que haja alguma distribuição homogênea na forma como elas ocorrem. O baixo valor observado para dominância (D' = 0,17), sugere que não haja espécies que se sobressaiam de forma massiva sobre outras.

Tabela 5.1.3.2.2.2-2: Tabela de índices ecológicos compilados, durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Índices ecológicos	
Riqueza	15
Abundância	30
Shannon (H')	2,54
Equitabilidade Pielou (J')	0,94
Berger-Parker (D')	0,17

Espécies raras, bioindicadoras, endêmicas, de interesse econômico e científico, ameaçadas de extinção, exóticas, invasoras e migratórias.

Das 15 espécies inventariadas durante o presente estudo, seis espécies de anfíbios são endêmicas do bioma Mata Atlântica (*Boana faber, Dendropsophus branneri, Dendropsophus elegans, Scinax alter, Physalaemus crombiei* e *Pipa carvalhoi*) (ROSSA-FERES *et al*., 2017). Um fato a ser considerado é que das espécies de anuros conhecidos neste bioma (n=485), 77,6% são endêmicas e, em decorrência do alto grau de endemismo, este é considerado como um hotspot de biodiversidade. Além disso, quando somado às altas taxas de fragmentação e de perda de habitat, este aparece como um dos biomas mais ameaçados do planeta.

Dentre as espécies observadas, nenhuma delas apresenta alto grau de sensibilidade. Ainda assim, pode-se destacar como boas indicadoras ambientais as espécies de anfíbios dos gêneros *Dendropsophus* spp. e *Boana* spp., além das espécies *Physalaemus crombiei*. Além dos répteis *Oxybelis aeneus* e *Polychrus marmoratus*.

Das espécies amostradas, apenas o Jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) se encontra citado em alguma categoria de ameaça. A espécie está citada como "VU", vulnerável na lista estadual de espécies ameaçadas (ES, 2022).

A lagartixa-de-parede (*Hemidactylus mabouia*) foi a única espécie exótica registrada.

Compilação de dados primários e secundários.

Através da compilação de dados secundários para a região do empreendimento, considerando apenas os estudos realizados pelo Instituto Marcos Daniel (IMD, 2025), tem-se o registro apenas do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris).* Esta espécie é representante da ordem Crocodylia, classificada na família Alligatoridae (**Tabela 5.1.3.2.2.2-3).** Atualmente, a espécie é tida como ameaçada de extinção, classificada como "vulnerável" pela lista estadual de fauna ameaçada (DIO-ES, 2022).

É importante ressaltar que o contraste de riqueza entre os dados primários e os dados secundários é proveniente da natureza de cada estudo. De fato, os monitoramentos realizados pelo IMD são focados em espécies-alvo, que estão classificadas em algum grau de ameaça – diferente do presente estudo, cujo objetivo é de realizar um inventário da área em questão.

Tabela 5.1.3.2.2.2-3: Tabela de compilada de dados secundários de anfíbios e répteis do empreendimento em tela, com seus respectivos nomes comuns. (Continua).

Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários

Tabela5.1.3.2.2.2-3: Tabela de compilada de dados secundários de anfíbios e répteis do empreendimento em tela, com seus respectivos nomes comuns. (Continua).

Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários

Tabela5.1.3.2.2.2-3: Tabela de compilada de dados secundários de anfíbios e répteis do empreendimento em tela, com seus respectivos nomes comuns. (Conclusão).

Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025
Família / Espécie	Nome Popular	Dados Secundários
Ordem Crocodylia		
Aligatoridae		
Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	IMD, 2025



Figura 5.1.3.2.2.2-10: Espécies de anfíbios registradas durante as campanhas de diagnóstico da herpetofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025), em que: A = Boana faber; B = Rhinella ornata; C = Scinax alter e D = Tropidurus torquatus.

5.1.3.2.3 Avifauna

5.1.3.2.3.1 Metodologia

Dados Primários

Para o estudo da avifauna foi empregado um esforço amostral de sete dias de campo, sendo realizado através de métodos sistematizados e playback ao longo de toda a extensão do empreendimento em busca de espécies ameaçadas, endêmicas ou migratórias. Os métodos sistematizados utilizados foram o ponto de observação e escuta e lista de mackinnon.

Ponto observação e Escuta

Método que consiste na realização de pontos de observação e escuta com distância mínima e tempo de amostragem pré-determinados, de modo que a abundância das espécies seja registrada (VIELLIARD 2000). Foram realizados cinco (05) pontos diários, sempre no período matutino (6 – 8h) distantes no mínimo 100m entre si, totalizando 500m de amostragem por dia. O tempo de espera de cada ponto foi de 10 minutos. Em cada ponto foram registradas todas as espécies observadas/escutadas em um raio de 50m, bem como o número de indivíduos de cada espécie (**Figura 5.1.3.2.3.1-1**).



Figura 5.1.3.2.3.1-1: Biólogo executando o método de Ponto de Escuta.

Lista de Mackinnon

Método desenvolvido para ser aplicado em inventários faunísticos rápidos acompanhando uma curva de acumulação de espécies, que permite comparações confiáveis entre regiões de amostragem ou de uma mesma área em diferentes períodos do ano (RIBON 2010). Este método consiste na elaboração de listas de 10 espécies, onde são registradas todas as espécies observadas/escutadas. Independentemente do número de indivíduos observados, cada espécie é registrada apenas uma vez em cada lista. Ao se completar 10 espécies diferentes, inicia-se uma nova lista.

Na segunda lista e nas demais podem ser registrados novos indivíduos de qualquer das 10 espécies da lista anterior, desde que se tenha certeza de que não se trata do mesmo indivíduo registrado anteriormente (RIBON 2010). Este método foi realizado entre 16 e 17h. Cada lista de *Mackinnon* elaborada foi georreferenciada (Datum WGS 1984, UTM). As aves foram identificadas utilizando binóculos (**Figura 5.1.3.2.3.1-2**).



Figura 5.1.3.2.3.1-2: Biólogo identificando as aves usando binóculos.

Playback de espécies conservacionistas

Método a ser utilizado por dois dias ao longo do traçado do empreendimento de forma a encontrar espécies ameaçadas, endêmicas ou migratórias. Para tal, o canto da espécie alvo foi reproduzido por 5 min utilizando-se caixa amplificadora e, após os 5min, a caixa foi desligada. Esperou-se mais 5min por uma possível resposta. Esse método foi realizado durante 30min. Sempre que possível essas aves de apelo conservacionista foram fotografadas (**Figura 5.1.3.2.3.1-3**).



Figura 5.1.3.2.3.1-3: Biólogo fotografando as aves para documentação.

A taxonomia das espécies registradas e sua inclusão em uma determinada ordem e família taxonômica seguiu a lista elaborada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.* 2021). Para identificação das aves foram utilizados guias propícios para o bioma Mata Atlântica (VAN PERLO 2009, SIGRIST 2009).

Foram consideradas espécies ameaçadas todas aquelas classificadas como "Vulnerável", "Em Perigo de extinção" e "Criticamente Ameaçada de extinção" na lista global (IUCN 2025), nacional (MMA 2022) e estadual (ES 2022). A sensibilidade das espécies quanto à presença de distúrbios antrópicos teve como base a lista elaborada por Stotz *et al*. (1996).

As espécies foram classificadas quanto ao endemismo (VALE *et al.* 2018), importância econômica e cinegética (CITES 2022), padrão de migração (CEMAVE 2016; SOMENZARI *et al.* 2017) e exóticas/invasoras (INSTITUTO HÓRUS 2025).

Análise da Comunidade

As unidades amostrais foram avaliadas de forma independente considerando as espécies registradas. Assim, cada unidade foi avaliada quanto à sua composição de espécies, a riqueza e a abundância dos indivíduos, conforme descrito:

✓ Lista de Espécies

Foi elaborada uma lista de espécies contendo informações de: a) nome científico e popular das espécies; b) unidade amostral e as respectivas abundâncias dos indivíduos; c) identificação de dados primários / secundários; d) características ecológicas; e e) status de conservação, conforme as categorias das listas estadual, nacional e internacional de espécies ameaçadas.

✓ Parâmetros Ecológicos

Os parâmetros ecológicos foram empregados junto aos dados quantitativos objetivando oferecer resultados estatisticamente confiáveis e comparáveis. Os parâmetros analisados foram:

Índice de Diversidade de Shannon (H'): este índice representa uma medida não-paramétrica que expressa a diversidade da área inventariada considerando que os indivíduos são amostrados aleatoriamente dentro da comunidade infinitamente grande e que todas as espécies são representadas na amostra (MAGURRAN, 2013). O valor do índice é dado pela equação:

$$\sum_{i=1}^{S} ¿ InPi$$

Onde:
Pi = ni/N;
ni = o número de espécies do táxon i;
N = o número total de espécimes da amostra.

Índice de Equitabilidade de Pielou (J): este índice foi utilizado para calcular a homogeneidade da amostra, ou seja, se as espécies apresentam abundâncias semelhantes. É dado pela equação:

$$J = \frac{H'}{H_{MAX}}$$

Onde:
H' = o valor do índice de diversidade de Shannon-Wiener;
H_{Max} = o valor máximo possível de H' com a riqueza observada, obtido quando todas as espécies são amostradas com o mesmo número de registros. Obtido pela equação:

$$H_{MAX} = In\ (S)$$

Onde:
S = o número de espécies observado.

Dominância de Berger-Parker: a dominância foi obtida pelo índice de Berger-Parker (d), que expressa a importância proporcional da espécie mais abundante de uma determinada amostra (MAGURRAN, 2013). O valor deste índice foi obtido pela expressão:

$$d = Nmáx/N$$

Onde:
Nmáx = o número de indivíduos da espécie mais abundante;
N = o número total de indivíduos amostrados na área.

Curva de Acumulação de Espécies e Estimativa de Riqueza: a curva de acumulação de espécies foi utilizada para representação gráfica da riqueza acumulada em relação ao esforço amostral (dias de amostragem). Esta curva permite estimar se a amostragem para a área foi suficiente para registrar a riqueza existente ou se ainda pode-se esperar o aumento do número de espécies com novas campanhas de amostragem. As curvas de acumulação de espécies foram construídas pelo método de rarefação.

Análise Cluster de Similaridade: a análise de similaridade pode ser entendida como uma medida que busca apresentar, de maneira objetiva, o nível de proximidade (semelhança) entre as unidades amostrais. Para tal utilizamos a análise de distâncias baseado no índice Bray-Curtis para ordenação das unidades amostrais com relação à composição e número de registros das espécies.

Todas as análises estatísticas foram feitas no *software* Past (HAMMER et al, 2011).

5.1.3.2.3.2 Resultados

Foram registradas 82 espécies de aves dentre as quais 61 foram registradas na primeira campanha (estação chuvosa) e 63 registradas na segunda campanha (estação seca) (**Tabela 5.1.3.2.3.2-1**). Essa riqueza encontra-se distribuída em 15 ordens e 31 famílias**.** As famílias de maior representatividade encontram-se na **Figura 5.1.3.2.3.2-1.**

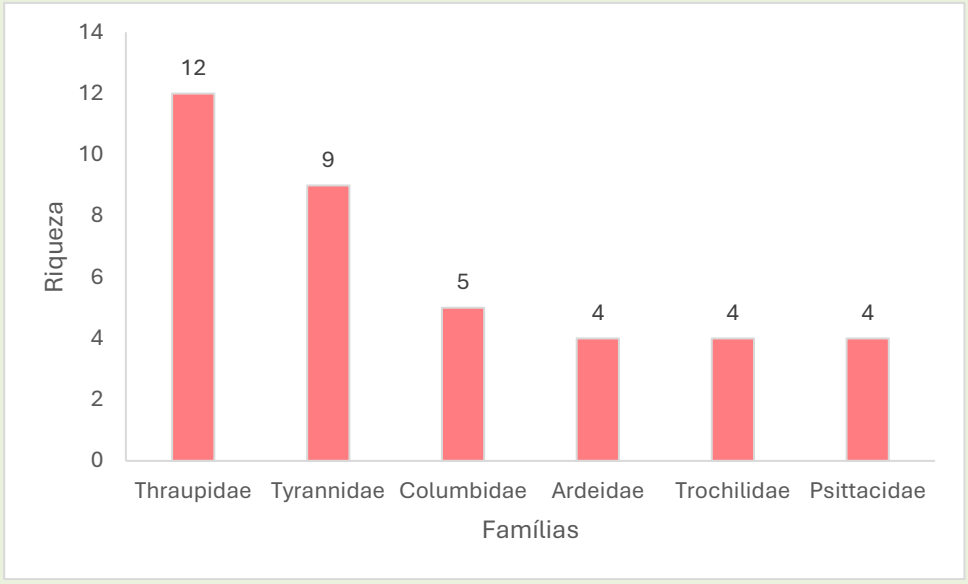


Figura 5.1.3.2.3.2-1: Famílias mais representativas da avifauna durante o Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal.

Thraupidae, a família com o maior número de espécies detectadas é composta por aves de tamanho pequeno, colorido vibrante das penas e canto melodioso, razão pelo qual várias espécies dessa família são alvo de captura para comércio ilegal (FARIAS et al., 2019). Os thraupídeos ocupam preferencialmente o estrato mais alto das árvores (dossel) embora o sub-bosque também seja utilizado para captura de alimento algumas vezes. Traupídeos também são detectados em áreas abertas e antropizadas (SIGRIST, 2009). A guilda alimentar da maioria das espécies é onívora (frutos, invertebrados, néctar e flores) (SICK, 1997; PARRINI, 2015) razão pela qual se adaptam facilmente em diferentes hábitats. São frequentadores assíduos de comedouros de frutas e grãos presentes nas cidades. Possuem boa capacidade de dispersão, atravessando com facilidade áreas abertas.

Tyrannidae a segunda família de maior representatividade em riqueza de espécies de aves é também a família com o maior número de espécies de aves da região neotropical, o que engloba as Américas Central, Sul e Austrália (FITZPATRICK, 2020). As espécies dessa família possuem cor das penas no geral discretas, em tons esverdeados, amarelados ou branco e preto. São generalistas e detectadas em diversas fitofisionomias como áreas florestadas, campos abertos, áreas alagadas e antropizadas (SIGRIST, 2009). Se alimentam de vários itens como artrópodes, frutos e até outros vertebrados (TILMANN et al., 2014). Também possuem elevada capacidade de dispersão e adaptabilidade, sendo a família com o maior número de representantes nas cidades por exemplo.

Columbidae é a família das pombas, juritis e rolinhas, espécies que possuem comportamento gregário (SICK, 1997) e que ocupam um diversificado número de hábitats, sendo bastante comuns nas cidades (SIGRIST, 2009). Possuem dieta baseada em plantas e sementes, embora frutos também sejam consumidos por algumas espécies. Trata-se de um grupo cinegético, principalmente na região nordeste do Brasil, onde foi apontada como a família de aves mais caçada e utilizada para fins de sustento familiar humano (alimentação) (ALVES et al., 2012). No estado do Espírito Santo, essa prática é felizmente pouco difundida e talvez por essa razão é tão comum ver pombas e rolinhas.

Analisando a assembleia de aves detectada por meio dos dados primários sob a ótica dos papéis funcionais/ecológicos a qual pertencem dentro da comunidade tendo como base de análise o recurso alimentar que consomem, nota-se que há representantes de todas as guildas alimentares, com a maior parte das espécies pertencendo à guilda dos invertebrados (**Figura 5.1.3.2.3.2-2).** As aves consumidoras de insetos e artrópodes atuam no controle do tamanho populacional desses seres vivos de modo que não haja um desequilíbrio no número de insetos e artrópodes (SEKERCIOGLU et al., 2016). O desequilíbrio pode fazer com que esses artrópodes se tornem uma praga consumindo as espécies vegetais situadas no interior das unidades amostradas e nos plantios situados na região.

Os consumidores de frutos e néctar representam, a menor guilda registrada na área de estudo juntamente com os consumidores de plantas/sementes **(Figura 5.1.3.2.3.2-2).** Esses seres vivos possuem um importante papel na polinização e consequente na reprodução sexuada das plantas ao mesmo tempo em que ao se alimentares dos frutos, dispersam as sementes, podendo originar um novo indivíduo vegetal. Esse ciclo (polinização/reprodução sexuada das plantas) é muitas vezes espécie específico já que algumas espécies vegetais possuem apenas um agente polinizador. O desaparecimento desse agente polinizador, por exemplo, pode levar em longo prazo a extinção local da espécie vegetal (PARRINI, 2015).

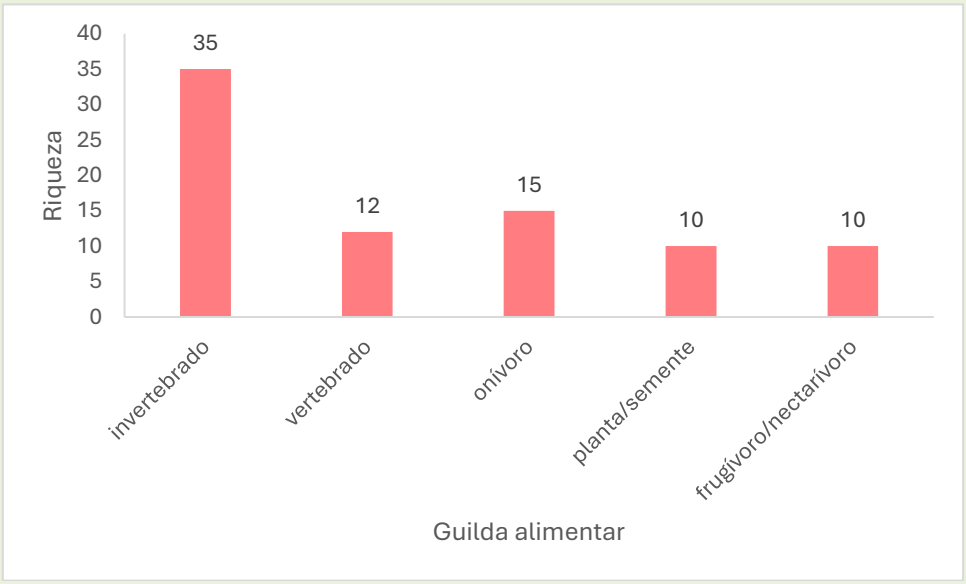


Figura 5.1.3.2.3.2-2: Guilda alimentar das espécies de aves registradas no Diagnóstico de Fauna ArcelorMittal.

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua).

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
Ordem Galliformes										
Família Cracidae										
Penelope superciliaris	jacupemba	1, 2	2ª	Lagoa 7					M	AD, frugívoro/nectarívoro
Ordem Suliformes										
Família Fregatidae										
Fregata magnificens	tesourão	2	1ª	UA3					A	AD, vertebrado
Família Phalacrocoracidae										
Nannopterum brasilianus	biguá	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1					B	AD, vertebrado
Família Anhingidae										
Anhinga anhinga	biguatinga	1, 2	1ª, 2ª	UA3, Lagoa 4					M	AD, vertebrado
Ordem Pelecaniformes										
Família Ardeidae										
Tigrisoma lineatum	Socó-boi	1								
Cochlearius cochlearius	arapapá	1								
Nycticorax nycticorax	savacu	1, 2	2ª	Lagoa 7					B	AD, vertebrado
Butorides striata	socozinho	1, 2							B	AD, vertebrado
Ardea cocoi	Garça-moura	1, 2	2ª	Lagoa 4, Lagoa 7					B	AD, vertebrado
Ardea alba	Garça-branca-grande	1, 2	2ª	UA1, Lagoa 4, Lagoa 7					B	AD, vertebrado
Egretta thula	Garça-branca-pequena	1, 2	2ª	Lagoa 4, UA1					B	AD, onívoro
Ordem Cathartiformes										
Família Cathartidae										
Cathartes aura	Urubu-de-cabeça-vermelha		1ª	Lagoa 7						
Cathartes burrovianus	Urubu-de-cabeça-amarela	1								
Coragyps atratus	Urubu-de-cabeça-preta	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, vertebrado
Ordem Accipitriformes										
Família Pandionidae										
Pandion haliaetus	Águia-pescadora	2						III		MIG
Família Accipitridae										

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua).

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
eranospiza caerulescens	Gavião-pernilongo	2	1ª	UA1				III	M	AD, vertebrado
Rupornis magnirostris	Gavião-carijó	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3				III	B	AD, invertebrado
Geranoaetus albicaudatus	Gavião-de-rabo-branco	2						III		
Buteo brachyurus	Gavião-de-cauda-curta	1						III		
Ordem Gruiformes										
Família Rallidae										
Aramides cajaneus	Saracura-três-potes	1, 2	1ª, 2ª	UA1, UA2, UA3, Lagoa 7					A	AD, onívoro
Aramides saracura	Saracura-do-mato	2								
Gallinula galeata	Frango-d'água-comum	1, 2								
Porphyrio martinicus	Frango-d'água-azul	1, 2								
Pardirallus nigricans	Saracura-sanã	2								
Ordem Charadriiformes										
Família Charadriidae										
Vanellus chilensis	Quero-quero	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Família Scolopacidae										
Actitis macularius	Maçarico-pintado	1								MIG
Tringa solitaria	Maçarico-solitário	2							?	MIG
Família Jacanidae										
Jacana jacana	jaçanã	1, 2								
Ordem Columbiformes										
Família Columbidae										
Columbina minuta	Rolinha-de-asa-canela	1								
Columbina talpacoti	Rolinha-roxa	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, planta/semente
Columbina squammata	Fogo-apagou	2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, planta/semente
Columbina picui	Rolinha-picui	2								
Patagioenas picazuro	Pomba-asa-branca	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, UA1, UA2, UA3					M	AD, planta/semente
Patagioenas cayennensis	Pomba-galega	2	2ª	Lagoa 7					M	AD, frugívoro/nectarívoro
Leptotila verreauxi	Juriti-pupu	1, 2	1ª	UA3					B	AD, planta/semente
Ordem Cuculiformes										
Família Cuculidae										

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua).

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
Piaya cayana	Alma-de-gato	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA3					B	AD, invertebrado
Crotophaga major	Anu-coroca	1, 2	2ª	Lagoa 7					M	AD, onívoro
Crotophaga ani	Anu-preto	1, 2	2ª	Lagoa 7					B	AD, invertebrado
Tapera naevia	saci	2								
Ordem Strigiformes										
Ordem Caprimulgiformes										
Família Caprimulgidae										
Nyctidromus albicollis	bacurau	2								
Ordem Apodiformes										
Família Apodidae										
Chaetura meridionalis	Andorinhão-do-temporal	2								
Família Trochilidae										
Eupetomena macroura	Beija-flor-tesoura	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3				III	B	AD, frugívoro/nectarívoro
Chlorostilbon lucidus	Besourinho-de-bico-vermelho		1ª	UA3				III		
Thalurania glaucopis	Beija-flor-de-fronte-violeta		2ª	UA3				III		End-MA
Chionomesa fimbriata	Beija-flor-de-garganta-verde	1, 2	1ª	UA2, UA3				III	B	AD, frugívoro/nectarívoro
Ordem Coraciiformes										
Família Alcedinidae										
Megaceryle torquata	Martim-pescador-grande	1, 2	2ª	Lagoa 4, Lagoa 7					B	AD, vertebrado
Chloroceryle amazona	Martim-pescador-verde	1, 2	2ª	Lagoa 4, Lagoa 7					B	AD, vertebrado
Chloroceryle americana	Martim-pescador-pequeno	2								
Ordem Piciformes										
Família Ramphastidae										
Pteroglossus aracari	Araçari-de-bico-branco	2							M	AD, frugívoro/nectarívoro
Família Picidae										
Picumnus cirratus	Pica-pau-anão-barrado	1, 2	2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Celeus flavescens	Pica-pau-de-cabeça-amarela	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					M	AD, invertebrado
Ordem Falconiformes										
Família Falconidae										
Caracara plancus	carcará	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, vertebrado

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua).

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
Milvago chimachima	carrapateiro	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Ordem Psittaciformes										
Família Psittacidae										
Psittacara leucophthalmus	Periquitão-maracanã	1	1ª	UA2				II	M	AD, planta/semente
Eupsittula aurea	Periquito-rei	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3				II	M	AD, planta/semente
Forpus xanthopterygius	tuim	1	1ª	UA2				II		
Pionus maximiliani	Maitaca-verde	1	1ª	UA2				II	M	AD, planta/semente
Ordem Passeriformes										
Família Thamnophilidae										
Myrmotherula axillaris	Choquinha-de-flanco-branca		1ª	Lagoa 7					B	AD, invertebrado
Thamnophilus palliatus	Choca-listrada		1ª	UA2					B	AD, invertebrado
Thamnophilus ambiguus	Choca-de-sooretama	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	End-MA, invertebrado
Família Furnariidae										
Furnarius figulus	Casaca-de-couro-da-lama	2	2ª	UA1					B	AD, invertebrado
Furnarius rufus	João-de-barro	2								
Certhiaxis cinnamomeus	curutié	1, 2	2ª	Lagoa 4, Lagoa 7					B	AD, invertebrado
Família Pipridae										
Manacus manacus	rendeira	1	2ª	Lagoa 7					B	AD, frugívoro/nectarívoro
Família Rhynchocyclidae										
Tolmomyias sulphurescens	Bico-chato-de-orelha-preta	2								
Tolmomyias flaviventris	Bico-chato-amarelo	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Todirostrum cinereum	Ferreirinho-relógio	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Myiornis auricularis	miudinho	2	2ª	Lagoa 7, UA2					B	End-MA, invertebrado
Família Tyrannidae										
Camptostoma obsoletum	Risadinha	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua).

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
Elaenia flavogaster	Guaracava-de-barriga-amarela	2	1ª, 2ª	UA1, UA3					B	AD, onívoro
Serpophaga subcristata	Alegrinho		1ª	UA1					B	AD, invertebrado
Myiarchus ferox	Maria-cavaleira	2								
Myiarchus tyrannulus	Maria-cavaleira-do-rabo-enferrujado		1ª, 2ª	UA1, UA2, UA3					B	AD, onívoro
Pitangus sulphuratus	Bem-te-vi	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2 UA3					B	AD, onívoro
Megarhynchus pitangua	Neinei	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Myiozetetes similis	Bentevizinho-de-penacho-vermelho	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, onívoro
Tyrannus melancholicus	Suiriri	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Fluvicola nengeta	Lavadeira-mascarada	1	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA3					B	AD, invertebrado
Família Vireonidae										
Cyclarhis gujanensis	pitiguari	1, 2								
Hylophilus thoracicus	Vite-vite	2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA3					A	AD, invertebrado
Vireo chivi	juruviara	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Família Hirundinidae										
Pygochelidon cyanoleuca	Andorinha-pequena-de-casa	1, 2	2ª	UA1, UA2					B	AD, invertebrado
Stelgidopterix ruficollis	Andorinha-serrana	1, 2	2ª	UA1					B	AD, invertebrado
Progne chalybea	Andorinha-doméstica-grande		2ª	UA1					B	AD, invertebrado
Família Troglodytidae										
Troglodytes musculus	corruíra	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Pheugopedius genibarbis	Garrinchão-pai-avô	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA3					B	AD, invertebrado
Família Donacobiidae										
Família Turdidae										
Turdus leucomelas	Sabiá-barranco	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Continua).

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
Turdus rufiventris	Sabiá-laranjeira	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, onívoro
Família Mimidae										
Mimus saturninus	Sabiá-do-campo		1ª	Lagoa 7, UA2					B	AD, invertebrado
Família Parulidae										
Setophaga pitiayumi	mariquita	1	1ª	Lagoa 7					B	AD, invertebrado
Família Icteridae										
Cacicus haemorrhous	guaxe	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Gnorimopsar chopi	graúna	2								
Família Thraupidae										
Tachyphonus coronatus	Tié-preto	2								End-MA
Ramphocelus bresilia	Tié-sangue	2	2ª	Lagoa 7					B	End-MA, onívoro
Tersina viridis	Saí-andorinha		1ª, 2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, onívoro
Thraupis sayaca	Sanhaçu-cinzento	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, onívoro
Thraupis palmarum	Sanhaçu-do-coqueiro	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, frugívoro/nectarívoro
Stilpnia cayana	Saíra-amarela	2	2ª	Lagoa 4						AD, onívoro
Nemosia pileata	Saíra-de-chapeu-preto	2								
Conirostrum speciosum	Figuinha-de-rabo-castanho	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, invertebrado
Sicalis flaveola	Canário-da-terra	2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, planta/semente
Sicalis luteola	tipio	1								
Chlorophanes spiza	Saí-verde	1								
Hemithraupis ruficapilla	Saíra-ferrugem		1ª	Lagoa 7					M	AD, onívoro
Volatinia jacarina	tiziu	1, 2	1ª	Lagoa 7					B	AD, planta/semente
Cyanerpes cyaneus	Saíra-beija-flor	2								PMIG
Dacnis cayana	Saí-azul	1, 2	1ª	Lagoa 7, UA2					B	AD, onívoro
Coereba flaveola	cambacica	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, frugívoro/nectarívoro

Tabela 5.1.3.2.3.2-1: Lista da avifauna registrada por meio de dados primários, respectivos nomes comuns, dados secundários, campanha de amostragem, unidade amostral, status de conservação e características gerais. Dados secundários: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025); Status de conservação: CR. Criticamente Ameaçada, EN. Em Perigo, VU. Vulnerável, NT. Quase ameaçada; Sensibilidade: A. alta, M. média, B. baixa; Padrão de ocorrência: AD. Ampla distribuição. End-MA. Endêmica de Mata Atlântica. MIG. Migratória. PMIG. Parcialmente migratória. (Conclusão)

Nome do táxon	Nome comum	Dados secundários	Campanha	unidade amostral	Status de conservação			CITES	Sensibilidade	Padrão de ocorrência/hábitos
					GL	BR	ES			
porophila caerulescens	Coleirinho	2								
Saltator maximus	Tempera-viola	1	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA2					B	AD, onívoro
Saltator similis	Trinca-ferro	2					VU			
Família Cardinalidae										
Habia rubica	Tiê-de-bando	1								End-MA
Família Fringillidae										
Euphonia chlorotica	Fim-fim	1, 2	1ª, 2ª	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3					B	AD, frugívoro/nectarívoro
Euphonia violacea	Gaturamo-verdadeiro		1ª	UA3					B	AD, frugívoro/nectarívoro
Família Estrildidae										
Estrilda astrild	Bico-de-lacre	2	1ª, 2ª	UA1, UA2, UA3					B	AD, EX, planta/semente
Família Passeridae										
Passer domesticus	pardal	2								EX

A riqueza registrada pode ser considerada elevada quando se compara com os dados secundários (n = 104) realizados no interior da ArcelorMittal **(Figura 5.1.3.2.3.2-3).** Vale salientar que a fitofisionomia predominante é de floresta secundária antropizada havendo diversos corpos hídricos (lagoas). Nota-se que a riqueza observada no presente estudo está de acordo com o esperado, com números entre 60 e 90 espécies **(Figura 5.1.3.2.3.2-3),** resultado que indica ausência de grande diferenciação na paisagem amostrada de 2023 para 2025.

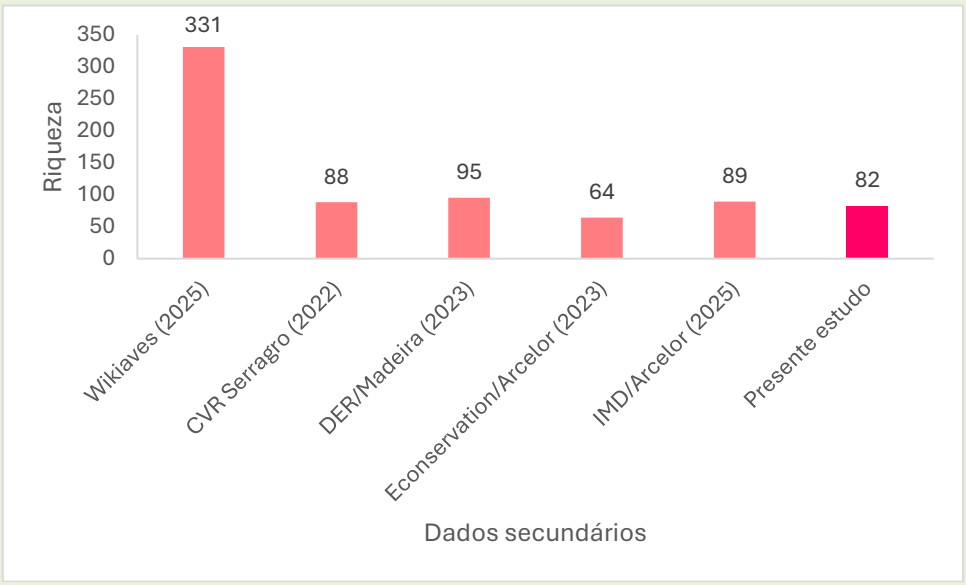


Figura 5.1.3.2.3.2-3: Comparação da riqueza do presente estudo com os dados secundários.

A riqueza registrada (82 espécies) não foi documentada em um único dia de amostragem. Uma análise da suficiência amostral indica que o esforço empregado não foi suficiente para se detectar toda a avifauna ocorrente na região. Esse fato é esperado, principalmente devido a algumas espécies de aves apresentarem comportamento migratório e de deslocamentos altitudinais. Essas espécies tendem a se deslocar para fins de aquisição de alimento ou local/parceiro reprodutor (SOMENZARI et al., 2017; BARÇANTE et al., 2017). Adicionalmente, a densidade populacional das espécies tende a variar no espaço físico, com as espécies consideradas abundantes e dominantes sendo rapidamente detectadas enquanto as espécies raras são mais difíceis de serem detectadas apresentando naturalmente densidades populacionais mais baixas.

Vale salientar que de acordo com o estimador Jacknife-1, 79.6% das espécies esperadas de ocorrer foram registradas nas campanhas realizadas (**Figura 5.1.3.2.3.2-4**).

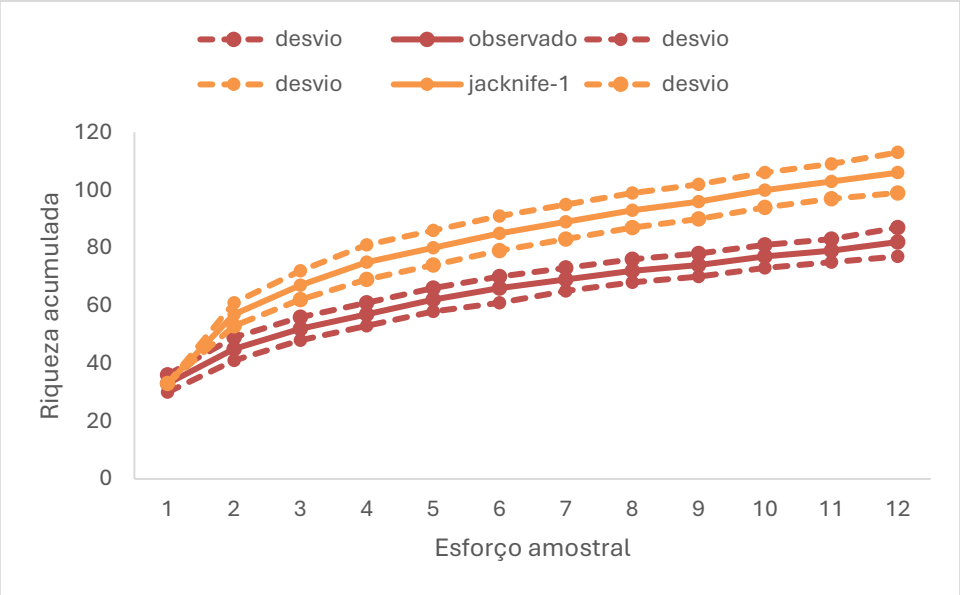


Figura 5.1.3.2.3.2-4: Suficiência amostral da avifauna no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal.

Analisando-se a riqueza registrada de acordo com cada unidade amostral inventariada, nota-se que as áreas amostrais de maior riqueza não foram as mesmas nas duas campanhas realizadas, embora os números estejam bem semelhantes (**Tabela 5.1.3.2.3.2-2**). Na primeira campanha realizada na estação chuvosa, a UA2 foi a que deteve a maior riqueza, possivelmente reflexo da presença de recursos alimentares que deviam se encontrar em abundância enquanto na campanha da estação seca, a Lagoa 7 e suas matas ciliares se destacaram (**Tabela 5.1.3.2.3.2-2**). Essas unidades amostrais apresentam características fitofisionômicas distintas, cabendo destacar a elevada riqueza próxima dos corpos hídricos, os quais naturalmente atraem a fauna. Corpos hídricos não estão distribuídos na paisagem de forma semelhante, sendo, portanto, um recurso valioso em qualquer habitat. A Lagoa 7 é a maior dentro da área da ArcelorMittal.

Tabela 5.1.3.2.3.2-2: Índices ecológicos da avifauna de acordo com cada unidade amostral durante a primeira e segunda campanha diagnóstica do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal.

INDICADOR ECOLÓGICO	PRIMEIRA CAMPANHA (CHUVOSA)						SEGUNDA CAMPANHA (SECA)					
	Lagoa 4	Lagoa 7	UA1	UA2	UA3	Total	Lagoa 4	Lagoa 7	UA1	UA2	UA3	Total
Riqueza	17	37	31	40	39	61	32	44	38	33	37	63
Abundância	20	116	93	125	105	459	118	118	93	152	164	645
Shannon (*H'*)	2,78	3,29	3,12	3,45	3,38	3,61	3,22	3,58	3,38	3,17	3,33	3,66
Equitabilidade (*J*)	0,98	0,91	0,91	0,93	0,92	0,88	0,93	0,94	0,93	0,9	0,92	0,88
Dominância (Simpson)	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03

Ao se analisar a diversidade, expressa por meio do índice de Shannon, nota-se também diferenças entre as campanhas. O índice de diversidade de Shannon (H'), o qual leva em consideração o número de espécies raras e suas respectivas abundâncias ao se calcular a estimativa de diversidade, informa que a UA2 e a Lagoa 7 foram as mais biodiversas em cada campanha, com maior diversidade geral sendo alcançada na campanha da estação seca (**Tabela 5.1.3.2.3.2-2**). Vale salientar que os valores

encontrados para o índice de Shannon na região como um todo foram menores do que aqueles observados em outros estudos em áreas de Mata Atlântica, como o realizado no Parque Estadual da Serra do Mar (H' = 4,02) (AGNELLO, 2007) ou em fragmentos florestais em Anchieta/ES (H' = 4,18) (DÁRIO, 2010), resultado esperado em se tratando da área inventariada se situar em região antropizada e com poluição sonora constante.

Embora a UA2 e a Lagoa 7 tenham se destacado como as que possuem o maior número de espécies raras, ao se analisar os dados tendo como base a equitabilidade de Pielou, nota-se que esta foi elevada em todas as unidades amostrais (números próximos a 1) (**Tabela 5.1.3.2.3.2-2**) independente da campanha, o que indica haver dominância de algumas espécies sobre as outras, não sendo essa dominância sazonal, com as espécies dominantes apresentando elevada abundância. Portanto, em todas as unidades amostrais há elevada abundância de poucas espécies sendo a maioria delas com densidade baixa.

Analisando mais profundamente a composição das espécies em cada unidade amostral, nota-se que a presença de diferentes e diversificados micro-habitats faz com que algumas espécies possam estar presentes em uma área e claramente ausentes em outra, denotando as particularidades de cada hábitat. Em todas as unidades amostrais foram encontradas pelo menos uma espécie exclusiva, ou seja, só registradas naquele local (**Tabela 5.1.3.2.3.2-3).** A área da Lagoa 7 foi a que apresentou o maior número de espécies exclusivas. Em comum, as cinco áreas inventariadas apresentaram 55 espécies de aves, o que corresponde a 67% dos registros feitos.

Tabela 5.1.3.2.3.2-3: Espécies de aves exclusivas de cada unidade amostral durante o diagnóstico de fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na Arcelor Mittal.

UNIDADE AMOSTRAL	ESPÉCIES EXCLUSIVAS
Lagoa 4	*Stilpnia cayana*
Lagoa 7	*Volatinia jacarina, Crotophaga ani, Myrmotherula axillaris, Hemithraupis ruficapilla, Cathartes aura, Manacus manacus, Setophaga pitiayumi, Ramphocelus bresilia, Nycticorax nycticorax, Patagioenas cayennensis, Penelope superciliaris, Crotophaga major*
UA1	*Serpophaga subcristata, Progne chalybea, Furnarius figulus, Geranospiza caerulescens, Stelgidopteryx ruficollis*
UA2	*Forpus xanthopterygius, Thamnophilus palliates, Psittacara leucophthalmus, Pionus maximiliani*
UA3	*Thalurania glaucopis, Euphonia violácea, Leptotila verreauxi, Fregata magnificens, Chlorostilbon lucidus*

De fato, ao se analisar as áreas por meio do dendrograma de similaridade de Cluster nota-se que as unidades amostrais são bastante similares entre si (**Figura 5.1.3.2.3.2-5).** A semelhança era esperada visto a similaridade espacial das unidades amostrais.

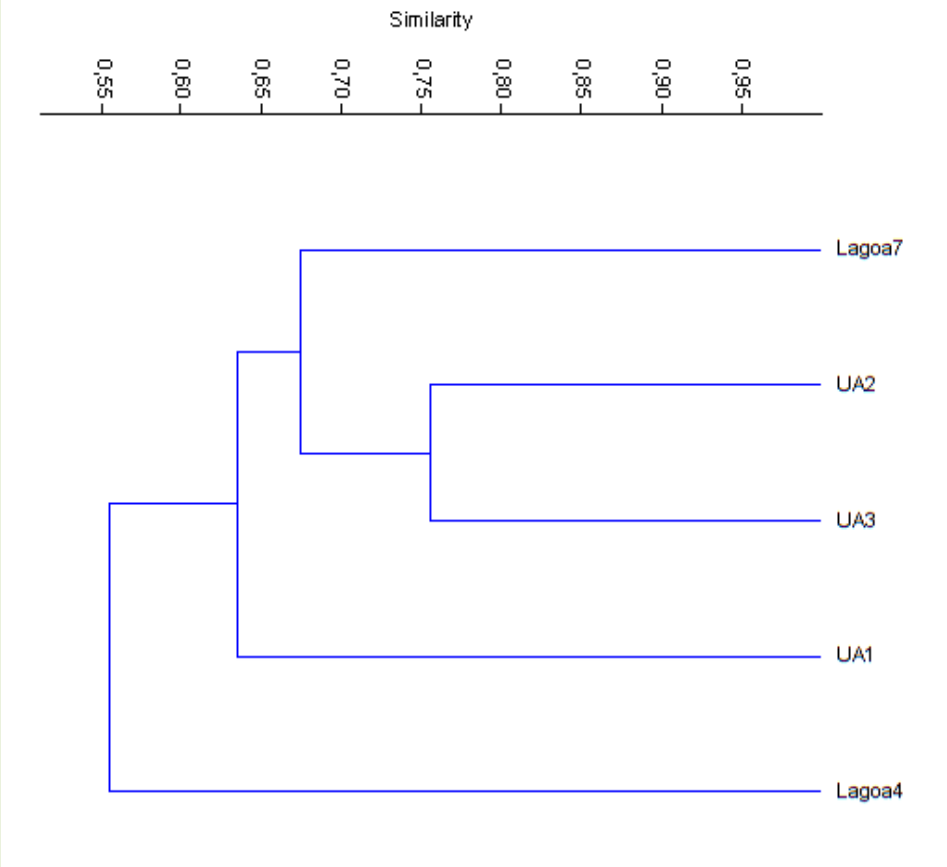


Figura 5.1.3.2.3.2-5: Dendrograma de similaridade de Cluster entre as unidades amostrais no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal. Coeficiente de correlação cofonético: 0,96.

Embora as áreas monitoradas tenham cada uma sua composição de espécies, nota-se que as espécies mais abundantes na primeira e na segunda campanha não foram as mesmas indicando certa diferenciação sazonal (**Figura 5.1.3.2.3.2-6**).

As abundâncias foram menores na segunda campanha (estação seca) o que pode ser relação com os menores índices pluviométricos, característico desse período do ano somado ao período coincidir com o início do período reprodutivo da avifauna, quando as espécies tendem a estarem mais silenciosas e cautelosas como uma forma de evitar a predação de ninhos (SICK, 1997). Dentre as espécies mais abundantes nenhuma é endêmica, ameaçada ou migratória, sendo todas classificadas como residentes, de ampla distribuição geográfica em solo brasileiro e adaptadas a áreas antropizadas (SIGRIST, 2009).

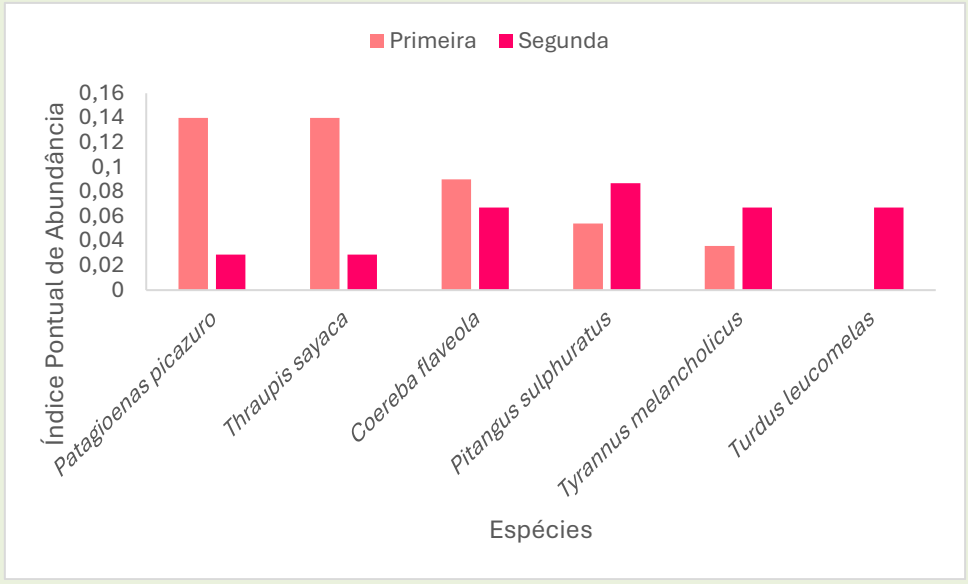


Figura 5.1.3.2.3.2-6: Índice Pontual de Abundância da Avifauna registrada no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal.

Espécies ameaçadas de extinção e endêmicas do bioma Mata Atlântica

Não foram registradas por meio de dados primários, espécies consideradas ameaçadas de extinção em nenhuma das listas vigentes. Quanto aos endemismos do bioma Mata Atlântica, quatro espécies foram registradas: *Thamnophilus ambiguus* (choca-de-sooretama), *Myiornis auricularis* (miudinho), *Ramphocelus bresilia* (tiê-sangue) e *Thalurania glaucopis* (beija-flor-de-fronte-violeta). As espécies endêmicas são assim classificadas porque possuem distribuição geográfica restrita e, portanto, cada área de ocorrência é importante para essas espécies. No geral, as espécies endêmicas não toleram modificações bruscas em seus hábitats.

Espécies bioindicadoras de qualidade ambiental

Frente às modificações que são realizadas constantemente na paisagem com perda florestal e substituição por áreas abertas para pastagem, agricultura em pequena e larga escala e construção das cidades, assim como demais empreendimento vinculados à urbanização, algumas espécies de aves tendem a não conseguir se adaptar e sobreviver à essas modificações, sendo consideradas espécies altamente sensíveis. Sabe-se que a capacidade das espécies de permanecerem numa área com impacto é variável e reflete aspectos fisiológicos, físicos e abióticos e bióticos (*e.g.* interações). Nesse contexto, existem espécies altamente sensíveis os quais tendem a desaparecer e espécies mais resilientes, como as de sensibilidade baixa que podem inclusive vir a aumentar seus tamanhos populacionais com as transformações impostas na paisagem pela instalação de um empreendimento (STOTZ et al., 1996).

A avifauna registrada na área da ArcelorMittal no Espírito Santo foi composta majoritariamente por espécies de baixa sensibilidade, ou sejam, espécies plásticas que toleram e se adaptam a modificações em seus hábitats (**Figura 5.1.3.2.3.2-7**). Entretanto, dentre as 82 espécies registradas, três são consideradas altamente sensíveis e foram registradas: *Fregata magnificens* (tesourão),

Aramides cajaneus (saracura-três-potes) e *Hylophilus thoracicus* (vite-vite). Vale salientar que dentre as espécies altamente sensíveis, uma é marinha (*Fregata magnificens*) e foi detectada sobrevoando a região, principalmente pela proximidade de localização da empresa com a costa espíritossantense. Essa espécie não se utiliza de hábitats presentes no interior da ArcelorMittal. A Lagoa 4 foi a única unidade amostral onde não foram registradas espécies altamente sensíveis.

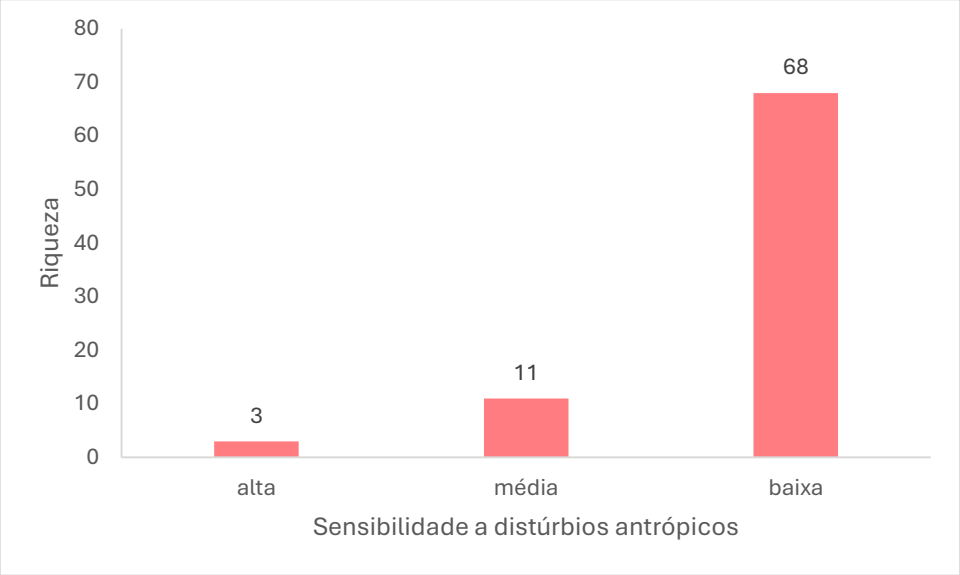


Figura 5.1.3.2.3.2-7: Sensibilidade a distúrbios antrópicos da Avifauna registrada no Diagnóstico de Fauna do Laminação de Bobinas a Frio e Galvanização de Bobinas de Aço na ArcelorMittal.

Espécies migratórias

Migração é o termo utilizado para definir deslocamentos direcionais de grande número de indivíduos de uma mesma espécie de uma região para outra do planeta (BEGON et al., 1990). No sentido mais restrito, é o deslocamento anual de uma dada população animal, que se desloca da sua área de reprodução para áreas de alimentação e descanso, em uma determinada época do ano, retornando após alguns meses à sua área inicial (ALERSTAM & HEDENSTRÖM, 1998).

O Brasil recebe espécies migratórias provindas tanto do hemisfério norte (migrantes neárticos) quanto do hemisfério sul (migrantes austrais). Durante a primeira e segunda campanha diagnóstica da avifauna não foram detectadas espécies migratórias.

Espécies exóticas/invasoras

A introdução e persistência de espécies exóticas na natureza é a segunda maior causa da redução da biodiversidade (ZILLER, 2001; LEVINE et al., 2003). As introduções são, no geral, provocadas por ação humana. Uma vez introduzidas, algumas espécies possuem alta plasticidade de adaptação e conseguem, nestas novas áreas, desenvolver uma população autossustentável (não necessitam mais do aporte de indivíduos da sua região nativa) (WILLIAMSON & FITTER, 2006).

Essas espécies podem então atingir o status de invasora quando sua população, além de se estabelecer na nova localidade, consegue ampliar sua ocorrência, passando a exercer dominância sobre ambientes naturais, ameaçando ecossistemas e espécies nativas (ZILLER et al., 2007). Durante as amostragens foi registrada uma espécie exótica invasora: *Estrilda astrild* (bico-de-lacre) na UA1, UA2 e UA3. Essa espécie chegou ao Brasil por ação humana na época da colonização portuguesa com o intuito de que as novas terras se assemelhassem à terra natal (INSTITUTO HÓRUS 2022). No Brasil, competem com as espécies nativas por recurso alimentar, deslocando as espécies nativas de seu hábitat.

Espécies de importância econômica e cinegéticas

A Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Silvestre em Perigo de Extinção (CITES) foi criada como um acordo entre governos de modo a garantir que o comércio internacional de espécies de fauna e flora não ameace a sobrevivência levando a extinção. A CITES regulamenta a importação, exportação e reexportação de espécies viventes, por meio da emissão de licenças e certificados. De modo a orientar quais espécies atualmente possuem abundância menor, distribuição restrita, entre outros requisitos, a CITES categorizou as espécies em três Apêndices. O Apêndice I lista todas as espécies ameaçadas de extinção que são ou possam ser afetadas pelo comércio, como por exemplo, algumas espécies da família Psittacidae. O Apêndice II já lista todas as espécies que, apesar de não estarem atualmente ameaçadas de extinção, podem chegar a esta situação em função da livre comercialização. É o caso, por exemplo, de espécies das famílias Tinamidae, Anhimidae, Psittacidae, Falconidae, Accipitridae, Strigidae, Trochilidae e Ramphastidae. Por fim, o Apêndice III lista as espécies que necessitam de algum tipo de regulamentação que impeça ou restrinja sua exploração, como as espécies da família Anatidae, por exemplo.

Nesse contexto, cerca de 8% das espécies registradas (n = 10) se enquadram em um dos Apêndices da CITES (**Tabela 5.1.3.2.3.2-4).** Todas se encontram no Apêndice II. As espécies presentes no CITES estão bem distribuídas nas unidades amostrais, resultado esperado, visto que são espécies topo de cadeia alimentar, de maior porte e boa capacidade de voo, o que as confere facilidade para acessar todas as fitofisionomias presentes.

Tabela 5.1.3.2.3.2-4: Espécies, nome comuns, unidade amostral e apêndice das espécies de aves presente na CITES e registradas no Diagnóstico de Fauna na Arcelor Mittal.

ESPÉCIES	NOME COMUM	ÁREA amostral	APÊNDICE
Geranospiza caerulescens	Gavião-pernilongo	UA1	Ap. II
Rupornis magnirostris	Gavião-carijó	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3	Ap. II
Eupetomena macroura	Beija-flor-tesoura	Lagoa 7, UA1, UA2, UA3	Ap. II
Chlorostilbon lucidus	Besourinho-do-bico-vermelho	UA3	Ap. II
Thalurania glaucopis	Beija-flor-de-fronte-violeta	UA3	Ap. II
Chionomesa fimbriata	Beija-flor-de-garganta-verde	UA2, UA3	Ap. II
Psittacara leucophthalmus	Periquitão-maracanã	UA2	Ap. II
Eupsittula aurea	Periquito-rei	Lagoa 4, Lagoa 7, UA1, UA2, UA3	Ap. II
Forpus xanthopterygius	tuim	UA2	Ap. II
Pionus maximiliani	Maitaca-verde	UA2	Ap. II

Abaixo registros fotográficos de algumas espécies encontradas nas áreas de influência (**Figura 5.1.3.2.3.2-8** Demais registros fotográficos estão apresentados no **Anexo 5.II.**



Figura 5.1.3.2.3.2-8: Avifauna registrada durante as campanhas diagnósticas na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

5.1.3.2.4 Mamíferos

A área de inserção do projeto está situada em um parque industrial já consolidado, sendo composta, em sua maioria, por fragmentos florestais com predomínio de espécies exóticas, os quais se encontram imersos em uma matriz antrópica. Ainda que esses fragmentos apresentem baixa qualidade ecológica em termos de composição florística, exercem papel para a fauna, como, por exemplo, refúgio pontual, área de deslocamento e oferta de recursos para a fauna silvestre que persiste na região.

Embora os fragmentos presentes no parque industrial não representem áreas de alta diversidade florística, a fauna local desempenha papel fundamental para a manutenção dos processos ecológicos e da conectividade em escala de paisagem (MEYER et al., 2020; RIPPLE et al., 2016; RIPPLE; BESCHTA, 2012). Por esse motivo, o monitoramento das comunidades biológicas nas áreas diretamente e indiretamente afetadas pela implantação da unidade industrial é essencial para subsidiar estratégias de conservação e manejo adequadas.

Sabe-se que mesmo áreas antropizadas e dominadas por espécies vegetais exóticas podem abrigar espécies endêmicas, ameaçadas ou de importância ecológica, reforçando a necessidade de acompanhamento e avaliação dos efeitos decorrentes da implantação e operação do empreendimento (MEIJER et al., 2018; PINTO; CLEVENGER; GRILO, 2020; MOORE et al., 2023). A supressão vegetal, ainda que em fragmentos alterados, pode intensificar processos como perda de micro-habitat, alteração na disponibilidade de recursos e ruptura de rotas ocasionais de deslocamento da fauna (RIES et al., 2004; FLETCHER, 2005; FLETCHER et al., 2018).

Tais alterações refletem nas relações "indivíduo x ambiente", "espécie x ambiente" e "espécie x espécie", com reflexos negativos nos níveis tróficos e na dinâmica das populações (GALETTI; BOVENDORP; GUEVARA, 2015; GALETTI et al., 2017; BOVENDORP et al., 2019). Além disso, em ambientes industriais, a intensificação da presença humana pode potencializar impactos indiretos como o afugentamento da fauna e o fomento à caça ou captura de animais silvestres (ZANZINI et al., 2018; CAIRES et al., 2019; SCHWARTZ; SHILLING; PERKINS, 2020).

Portanto, mesmo em áreas já alteradas e compostas por vegetação exótica, há a necessidade de acompanhamento das comunidades de fauna no entorno do novo empreendimento, de modo a avaliar possíveis alterações em níveis individuais, populacionais e de comunidade decorrentes das ações de implantação e operação. Com base nas informações supracitadas, este relatório apresenta os resultados de duas campanhas diagnósticas da mastofauna, constituindo a caracterização inicial da comunidade registrada na área de influência direta e indireta do empreendimento e subsidiando a previsão de impactos potenciais relacionados à sua instalação.

5.1.3.2.5 Metodologia

Dados Primários

Para o diagnóstico da mastofauna na área de influência do empreendimento em tela foram utilizados métodos específicos para amostragem que se basearam em: i) busca ativa limitada por tempo; e ii) armadilhas fotográficas. Também foram utilizados os registros ocasionais para compor, também, a lista de espécies ocorrentes na região.

As campanhas diagnósticas tiveram duração de sete dias consecutivos e efetivos e foram realizadas no período entre 10 e 16 de maio de 2025 (1ª campanha) e 05 e 11 de julho de 2025 (2ª campanha). Os métodos estão detalhados nos itens que seguem abaixo.

Busca ativa limitada por tempo

O método de busca ativa consistiu na realização de caminhadas por um transecto de 500m de extensão, na unidade de amostragem, por um período pré-definido. As buscas foram feitas nos micro-habitats disponíveis, onde os indivíduos normalmente estão em atividade ou abrigados. Esse tipo de método permite abranger diferentes ambientes na área em questão. Sendo assim, as buscas pelos mamíferos foram feitas na vegetação arbórea, no sub-bosque, em tocas no solo, em ambientes aquáticos, dentre outros locais (**Figura 5.1.3.2.5-1**).

Ainda, além do contato visual, também se buscou a amostragem através da vocalização dos indivíduos e da observação de vestígios (pegadas, pêlos, fezes, marcações, tocas, restos alimentares etc.). Os vestígios e os espécimes observados foram georreferenciados e fotografados, para a posterior confirmação da espécie, caso necessário.

A busca ativa ocorreu em toda a extensão do transecto, em cada unidade amostral, com o mesmo esforço diário de busca (3h por período), totalizando 06h / dia / UA e 30h no total – considerando as 05 UA's. Assim, o transecto foi percorrido entre 07:00 e 10:00 e entre 18:00 e 21:00, conforme apresentado na **Tabela 5.1.3.2.5-1.**

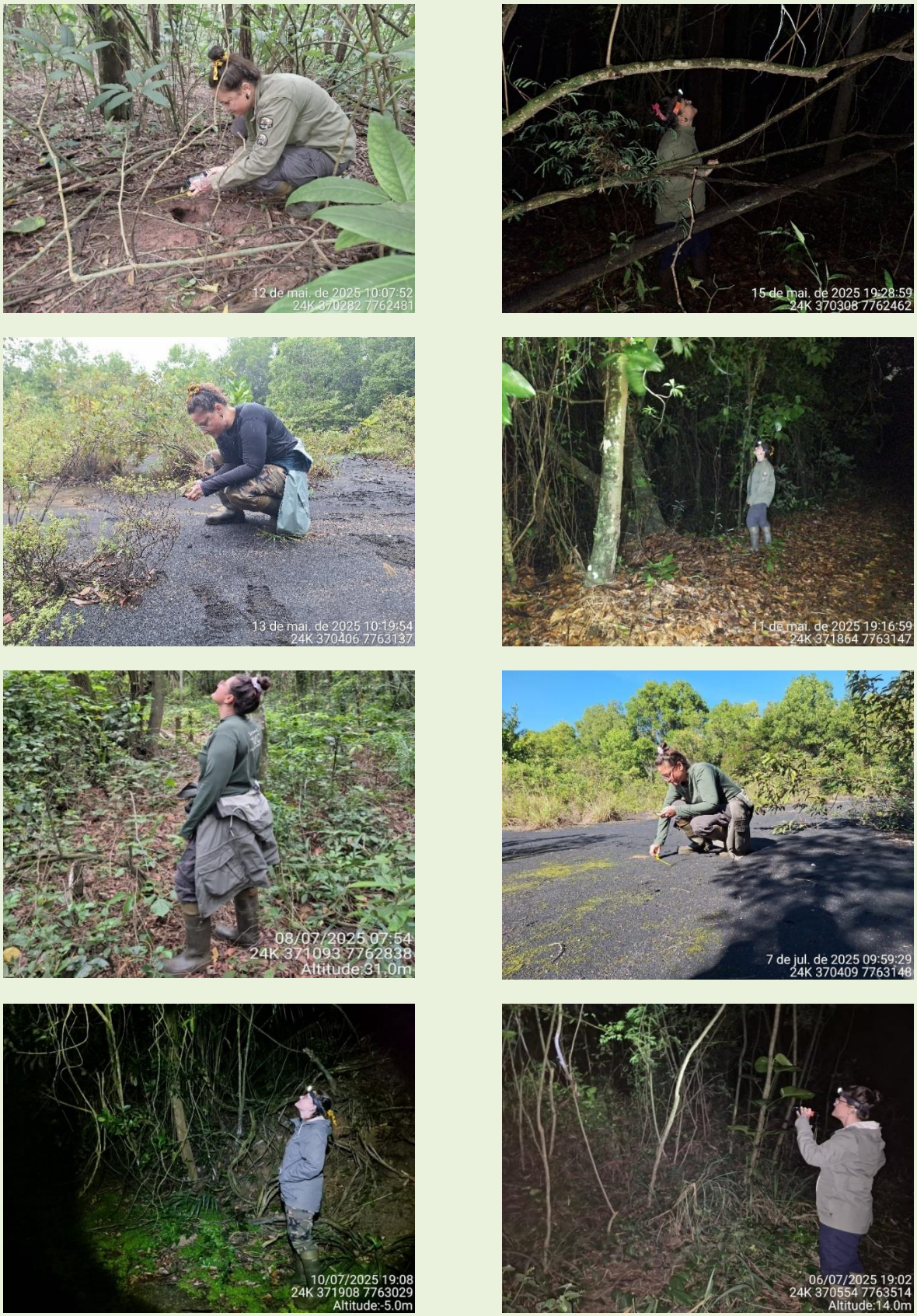


Figura 5.1.3.2.5-1: Execução da busca ativa diurna e noturna durante as campanhas diagnósticas da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Armadilhas fotográficas

O uso de armadilhas fotográficas em estudos com mamíferos é um método eficiente e não invasivo, visto que os equipamentos são fáceis de manusear e detectam espécies de hábitos noturnos, naturalmente raras, crípticas e difíceis de serem avistadas durante o estudo (GÁLVEZ et al., 2016). Através deste método também é possível a estimativa de densidades populacionais, estudos sobre áreas de vida e ocupação do ambiente, dentre outros (BURTON et al., 2015; MEEK et al., 2014).

Para o presente estudo, as armadilhas fotográficas foram utilizadas em associação aos métodos supracitados para obtenção de uma listagem de espécies mais completa. Dessa forma, foram instaladas 05 câmeras, sendo uma em cada unidade amostral. As câmeras foram instaladas em locais considerados estratégicos para uso por mamíferos, como, por exemplo, em trilhas abertas, acessos a corpos d'água, ou em locais onde foram verificados indícios da presença dos indivíduos (ex. pegadas em solo arenoso, latrinas, restos de alimentação etc.) (**Figura 5.1.3.2.5-2**). As armadilhas foram programadas para registrar o horário e a data da foto, possibilitando identificar o período de atividade das espécies.

Os equipamentos foram instalados no primeiro dia de campo e foram retirados no último dia, permanecendo ativos por sete dias consecutivos. Portanto, o esforço empregado para este método foi de 840 horas (05 armadilha-noite x 24 horas x 07 dias).



Figura 5.1.3.2.5-2: Instalação de armadilha fotográfica e registro do equipamento instalado na área durante as campanhas diagnósticas da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho/ 2025).

A **Tabela 5.1.3.2.5-1** apresenta o esforço amostral aplicado para cada método de amostragem.

Tabela 5.1.3.2.5-1: Esforço empregado no diagnóstico de mamíferos, através dos respectivos métodos de amostragem.

MÉTODO AMOSTRAL	PERÍODO		TOTAL DE HORAS / UNIDADE AMOSTRAL X 07 DIAS
	Diurno	Noturno	
Busca ativa visual	3h	3h	30h
Armadilhas fotográficas	24h	24h	840 horas

Registros ocasionais

Todos os mamíferos registrados na área de estudo fora dos métodos convencionais utilizados foram considerados como 'registros ocasionais'. Portanto, indivíduos avistados por membros de outras equipes, ou aqueles registrados por meio do atropelamento ou fora do horário da amostragem, também foram contabilizados, mas não foram considerados para as análises estatísticas. Assim, apenas compuseram a lista de espécies de ocorrência na área de estudo.

Classificação taxonômica e aspectos ecológicos das espécies

A nomenclatura e a organização taxonômica das espécies foram padronizadas de acordo com a Lista de Mamíferos do Brasil (ABREU et al., 2024-2), bem como as informações sobre o endemismo a classificação do tipo de habitat que a espécie ocupa e do estrato de locomoção.

Para a identificação e/ou confirmação dos vestígios (pegadas, fezes, tocas) foram consultadas informações de guias específicos, tais como: Borges; Tomás, 2004; Carvalho Jr; Luz, 2008; Branco Jr; Margonato, 2016; Prist; Silva; Papi, 2020.

Para as espécies ameaçadas e protegidas pela legislação foram utilizadas a "Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado do Espírito Santo", conforme Decreto Estadual Nº 5.237-R, de 25/11/2022 (DIO-ES, 2022), a "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção", de acordo com a Portaria nº 354 de 27 de janeiro de 2023 (MMA, 2023) e a "Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) das espécies ameaçadas" (IUCN, 2025-1).

Também foram identificadas as espécies protegidas que constam nos anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, de acordo com a Instrução Normativa MMA Nº 1, de 15/04/2014 (CITES, 2022).

As análises estatísticas foram padronizadas. Assim, os pontos amostrais foram avaliados de forma independente considerando as espécies registradas na campanha, bem como as respectivas abundâncias. Os resultados foram apresentados conforme segue abaixo:

Lista de Espécies

Foi elaborada uma lista de espécies contendo informações de: a) nome científico e popular; b) ponto amostral onde a espécie foi registrada e as respectivas abundâncias; c) identificação de dados

primários; d) características ecológicas; e) tipo de ambiente do registro; e f) *status* de conservação conforme as categorias das listas estadual, nacional e internacional de espécies ameaçadas.

Parâmetros Ecológicos

Os parâmetros ecológicos foram empregados junto aos dados quantitativos com a finalidade de oferecer resultados estatisticamente confiáveis e comparáveis. Os parâmetros analisados foram:

Abundância e Riqueza

A abundância refere-se ao número de registros observados para as espécies e a riqueza refere-se ao número de espécies registradas. Esses foram os parâmetros ecológicos avaliados para verificar a variação ao longo das campanhas, considerando as condições climáticas e a sazonalidade.

Índices Ecológicos

Índice de Diversidade de Shannon (H')

Este índice representa uma medida não-paramétrica que expressa a diversidade da área inventariada considerando que os indivíduos são amostrados aleatoriamente dentro da comunidade infinitamente grande e que todas as espécies são representadas na amostra (MAGURRAN, 2013). O valor do índice é dado pela equação:

$$\sum_{i=1}^{S} ¿ InPi$$

Onde:
Pi = ni/N;
ni = o número de espécies do táxon i;
N = o número total de espécimes da amostra.

Equitabilidade de Pielou (J)

Este índice foi utilizado para calcular a homogeneidade da amostra, ou seja, se as espécies apresentam abundâncias semelhantes. É dado pela equação:

$$J = \frac{H'}{H_{MAX}}$$

Em que:
H' = corresponde ao valor do índice de diversidade de Shannon-Wiener;
HMax = o valor máximo possível de H' com a riqueza observada, obtido quando todas as espécies são amostradas com o mesmo número de registros. Obtido pela equação:

$$H_{MAX} = In\ (S)$$

Em que:
S = número de espécies observado.

Dominância de Berger-Parker

A dominância foi obtida pelo índice de Berger-Parker (d), que expressa a importância proporcional da espécie mais abundante de uma determinada amostra (MAGURRAN, 2013). O valor deste índice foi obtido pela expressão:

$$d = Nmáx/N$$

Onde:
Nmáx = o número de indivíduos da espécie mais abundante;
N = o número total de indivíduos amostrados na área.

Curva de Acumulação de Espécies e Estimativa de Riqueza:

A curva de acumulação de espécies foi utilizada para representação gráfica da riqueza acumulada em relação ao esforço amostral estipulado. Esta curva permite estimar se a amostragem para a área foi suficiente para registrar a riqueza existente ou se ainda pode-se esperar o aumento do número de espécies com amostragem de novos indivíduos. As curvas de acumulação de espécies foram construídas pelo método de rarefação.

A riqueza estimada foi feita com base no índice que apresentou o menor desvio padrão (SD), através de 1.000 aleatorizações dos dados (COLWEL, 2013).

Análise Cluster de Similaridade

A análise de similaridade pode ser entendida como uma medida que busca apresentar, de maneira objetiva, o nível de proximidade (semelhança) entre as unidades amostrais. Para tal utiliza-se a análise de distâncias baseado no índice Bray-Curtis para ordenação das unidades amostrais com relação à composição e número de registros das espécies.

Dados Secundários

Para discussão dos dados secundários para o grupo Mastofauna foram utilizados dois estudos realizados na área do empreendimento. Para tal, foram considerados os seguintes relatórios:

1. Econservation/Arcelor Mittal. 2023. Diagnóstico da Fauna Lagunar e Terrestre na Área da Arcelor Mittal Tubarão, Vitória/Serra (ES). Relatório técnico não publicado;
2. IMD/Arcelor Mittal. 2025. Relatório do Levantamento de Espécies Focais na Área da Arcelor Mittal Tubarão, Serra/ES. Relatório técnico não publicado.

5.1.3.2.6 Resultados

Durante as duas campanhas de diagnóstico da mastofauna realizadas na área de influência do empreendimento, foi registrada uma abundância total de 20 indivíduos na 1ª campanha (C1) e 19 indivíduos na 2ª campanha (C2). Para a C1, foram identificadas 06 espécies que estão classificadas taxonomicamente em 05 ordens (Pilosa, Cingulata, Primates, Rodentia e Carnivora) e 05 famílias (Brasypodidae, Dasypodidae, Cebidae, Sciuridae e Canidae). Já para a C2, também foram identificadas 06 espécies que estão classificadas taxonomicamente em 05 ordens (Cingulata, Primates, Rodentia, Didelphimorphia e Carnivora) e 05 famílias (Dasypodidae, Cebidae, Canidae, Didelphidae e Chlamyphoridae) (**Figura 5.1.3.2.6-1**).

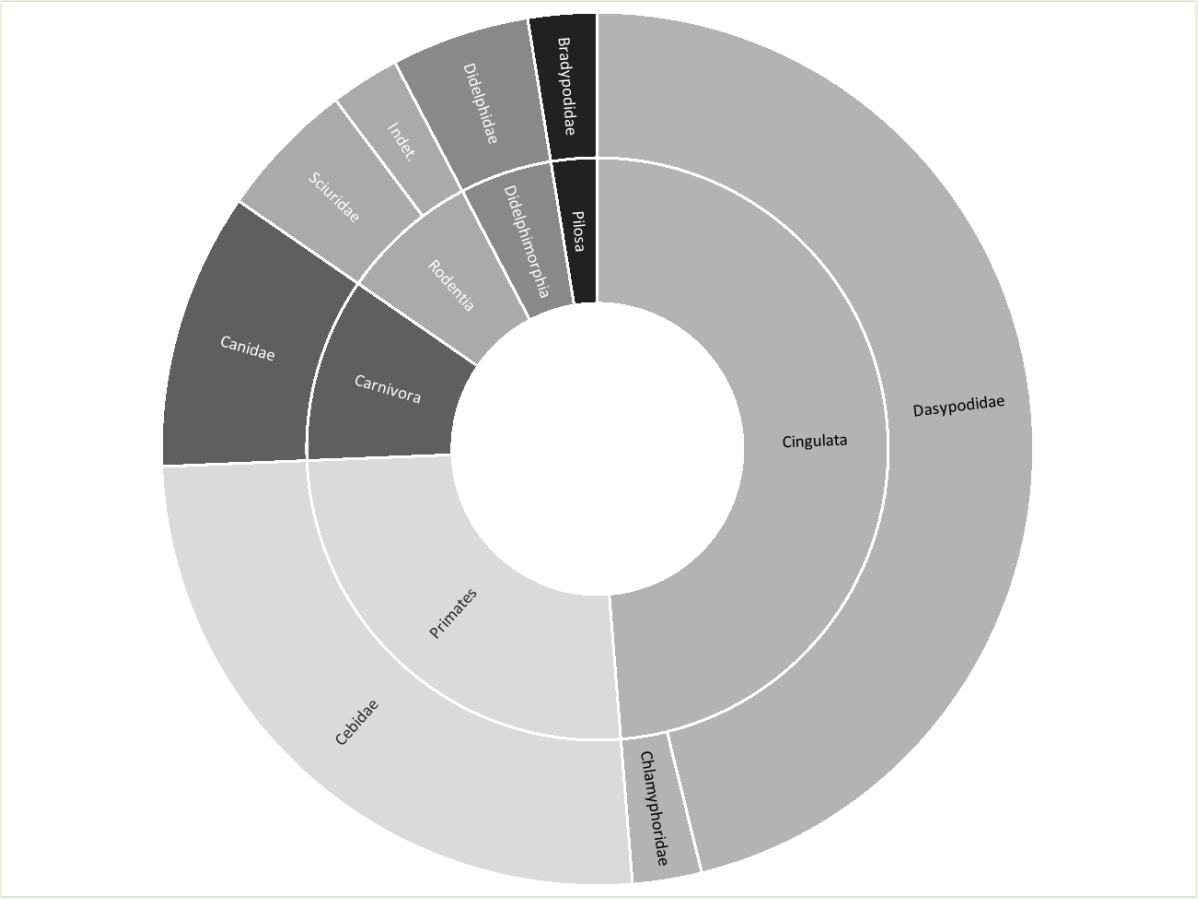


Figura 5.1.3.2.6-1: Relação das ordens taxonômicas e famílias registradas durante as campanhas de diagnóstico da mastofauna na área da ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Com base nestes resultados, sabe-se que, em virtude dos papéis ecológicos que os mamíferos de diferentes grupos taxonômicos desempenham no ecossistema (ex. dispersão e predação de sementes, polinização etc.), é fundamental considerar, também, a diversidade funcional para o ambiente. Isso porque as espécies não são redundantes, ou seja, não são equivalentes em seus papéis ecológicos (DIAS, 2023).

Neste sentido, quanto maior as diferenças entre as características funcionais de um conjunto de espécies, maior complementariedade entre elas e maior diversidade funcional (BELLA;

BITTENCOURT; SETZ, 2022). Tais características reduzem, por exemplo, os riscos de extinções locais (SRBEK-ARAÚJO; KIERULFF, 2016). Logo, quanto maior o número de ordens e/ou famílias taxonômicas, espera-se uma maior diversidade filogenética e, consequentemente, maior diversidade funcional dentro do grupo (BOVENDORP et al., 2019). Assim, mais representativos são os dados quanto à integridade ecológica da área de estudo.

Frente a este contexto, as espécies registradas resultaram na ocorrência de três classificações gerais quanto às guildas tróficas. São estas: folívoro (01 ssp.), frugívoro (03 ssp.) e onívoro (04 ssp.) (**Figura 5.1.3.2.6-2**).

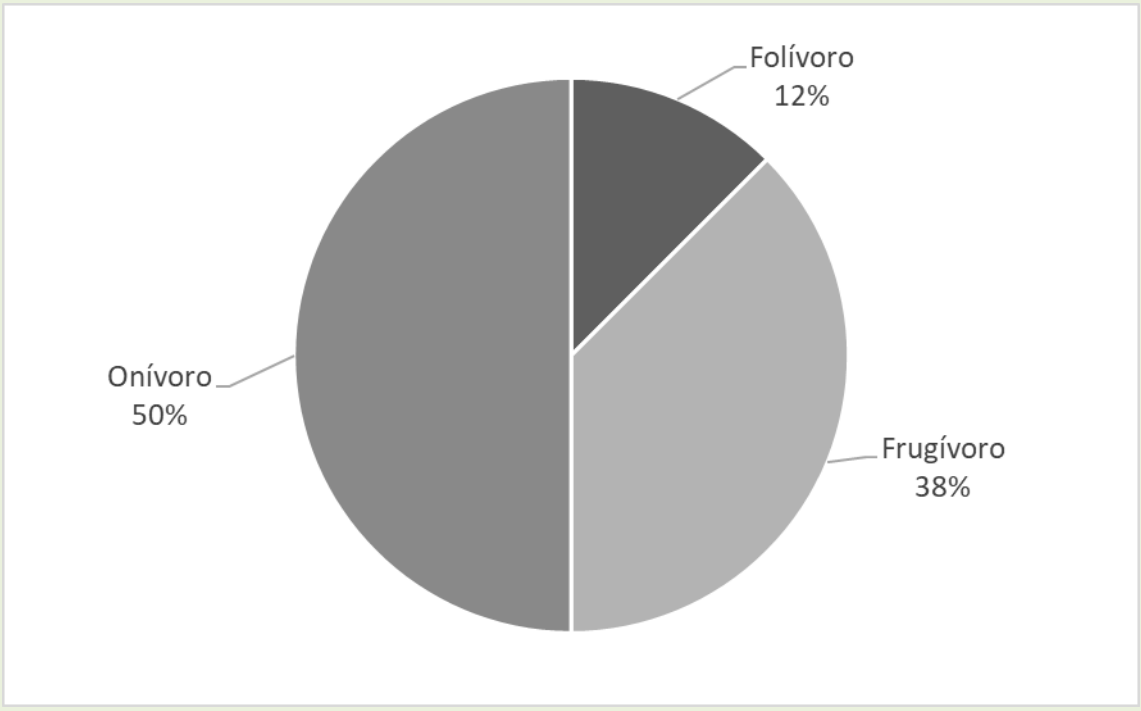


Figura 5.1.3.2.6-2: Representatividade das guildas alimentares por espécie de mamíferos registrados entre as campanhas de diagnóstico da mastofauna na área da ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Apesar da semelhança nos valores de abundância e riqueza entre as campanhas, observou-se a ocorrência de espécies exclusivas em cada período amostral. Na C1, foram registradas exclusivamente as espécies *Dasypus septemcinctus* (tatu-mirim), *Bradypus variegatus* (preguiça-comum) e *Guerlinguetus brasiliensis* (esquilo). Já na 2ª campanha, os registros exclusivos corresponderam a *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), *Didelphis aurita* (gambá-de-orelha-preta) e a um indivíduo identificado apenas como Roedor INDET (**Figura 5.1.3.2.6-3**). Neste mesmo contexto, nota-se que o número de registros por espécie também variou entre as campanhas, como, por exemplo, D. novemcinctus, que teve 10 registros na C1 e seis na C2; e C. geoffroyi, que teve quatro registros na C1 e seis na C2 (**Figura 5.1.3.2.6-3**). Apesar de pequenas variações na abundância de algumas espécies, estatisticamente, não foi detectada uma variação significativa entre C1 e C2 (t=0.15, p=0,88).

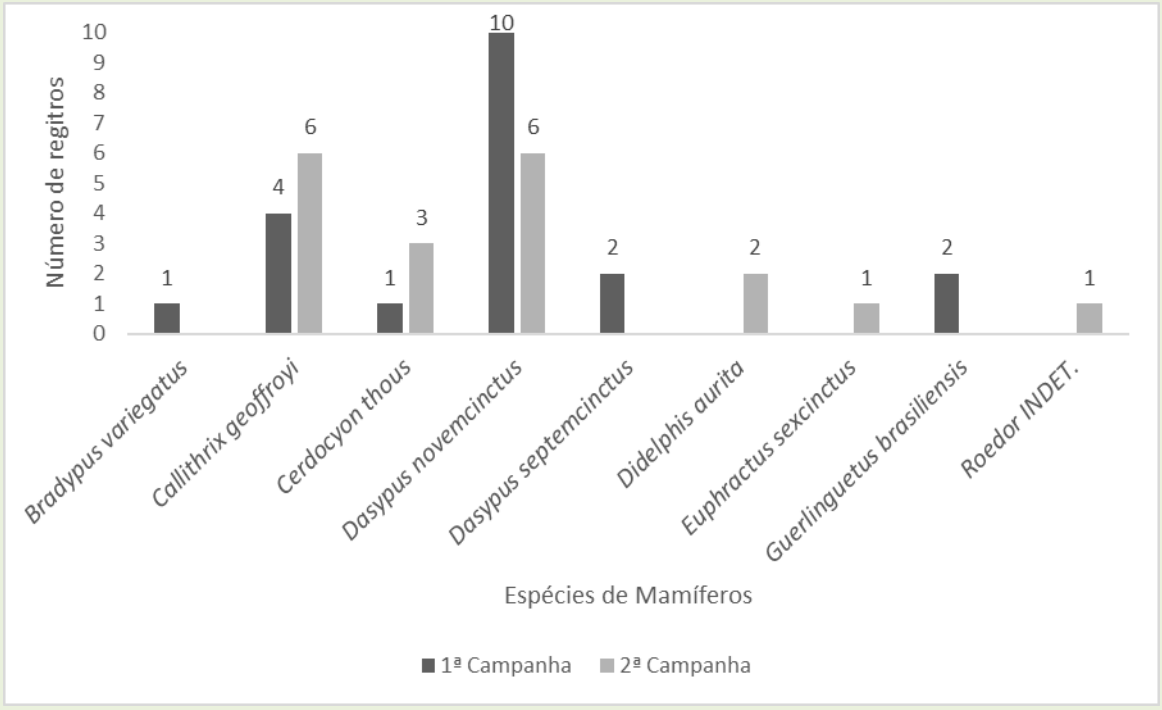


Figura 5.1.3.2.6-3: Ocorrência das espécies de mamíferos entre as campanhas de diagnóstico da mastofauna na área da ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Esses resultados indicam que, embora as campanhas tenham apresentado padrões gerais semelhantes em riqueza e abundância, houve substituição de espécies entre os períodos de amostragem. Tal variação sugere que fatores sazonais e/ou ambientais podem estar influenciando a detecção ou a utilização da área por determinadas espécies. De fato, fatores climáticos como a temperatura e a pluviosidade são importantes variáveis correlacionadas à presença / ausência das espécies em períodos do ano – fator que também está atrelado aos períodos reprodutivos, por exemplo.

Considerando os dados climáticos durante o período das campanhas, em relação à influência da pluviosidade sobre a mastofauna registrada, observa-se que a 1ª campanha, realizada sob maior volume de chuvas (206,4 mm), apresentou 20 indivíduos e seis espécies, enquanto a 2ª campanha (C2), conduzida em período de menor pluviosidade (34 mm), registrou 19 indivíduos e seis espécies. Esses resultados sugerem uma tendência positiva entre a pluviosidade e os parâmetros biológicos avaliados, indicando que períodos mais chuvosos podem favorecer a atividade ou a detecção das espécies (**Figura 5.1.3.2.6-4**).

No entanto, considerando o número reduzido de campanhas realizadas até o momento (n = 2), não é possível testar estatisticamente a significância dessa relação. Dessa forma, os dados devem ser interpretados como indicativos preliminares.

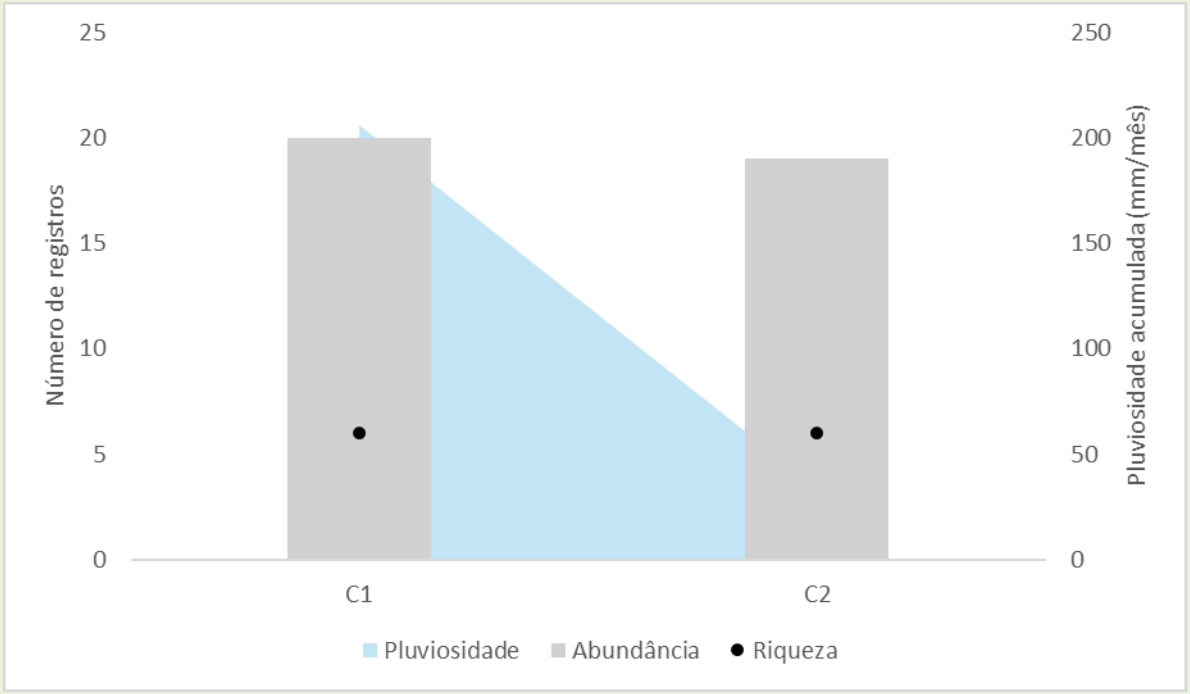


Figura 5.1.3.2.6-4: Relação da abundância e da riqueza com a pluviosidade acumulada por mês, para as campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025). Dados climáticos obtidos da Estação INMET – A612.

A relação das espécies registradas, bem como o status de ameaça e os dados ecológicos estão representados abaixo, na **Tabela 5.1.3.2.6-1**.

Tabela 5.1.3.2.6-1: Lista de espécies de mamíferos registradas durante o diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho / 2025).

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	C1					C2					Status de Conservação				ENDEMICO
				UA1	UA2	UA3	Lagoa 4	Lagoa 7	UA1	UA2	UA3	Lagoa 4	Lagoa 7	GL	BR	ES	CITES	
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis aurita*	gambá-de-orelha-preta						1				1	LC	LC		-	-
Pilosa	Bradypodidae	*Bradypus variegatus*	preguiça-comum	1										LC	LC		-	-
Cingulata	Chlamyphoridae	*Euphractus sexcinctus*	tatu-peba										1	LC	LC		-	-
	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	tatu-galinha		4	3	1	2	1	2		1	2	LC	LC		-	-
		Dasypus septemcinctus	tatu-mirim		1		1							LC	LC		-	-
Primates	Cebidae	*Callithrix geoffroyi*	sagui-da-cara-branca			1	2	1		3	2		1	LC	LC		II	Sim
Rodentia	Indet.	*Roedor INDET.*	rato										1	-	-		-	-
	Sciuridae	*Guerlinguetus brasiliensis*	esquilo		1			1						N/A	LC		-	-
Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	cachorro-do-mato			1				1			2	LC	LC		II	-

O número de registros para cada espécie reflete o nível de dificuldade do encontro desses animais nas áreas em que ocorrem, uma vez que a visualização direta dos indivíduos pode ser um evento estocástico. Isso ocorre mesmo que durante a busca ativa sejam vasculhados locais potenciais para o encontro dos indivíduos. Ainda, é importante ressaltar que, apesar da busca ativa ser considerada eficiente no encontro de vestígios, a visualização de algumas espécies de mamíferos é dificultada devido aos hábitos das espécies.

No mesmo contexto, o registro das espécies feito através do encontro com vestígios (e.g. pegadas, fezes, frutos roídos) também traz bons resultados para o grupo e, normalmente, é através dos vestígios que acaba ocorrendo o maior número de registros para os mamíferos. Cada espécie tem suas características na forma em que deixam os vestígios e, portanto, não é necessária a visualização direta do animal para confirmar sua presença na área. Além disso, o uso de armadilhas fotográficas também tem um papel fundamental na amostragem para este grupo, principalmente os de médio e grande porte. Essas armadilhas aumentam as chances do registro de indivíduos com hábitos mais discretos, ou daqueles que são mais raros e ocorrem em baixas densidades (SRBEK-ARAUJO; CHIARELLO, 2013; GÁLVEZ et al., 2016).

Com base nas informações supracitadas, segue o registro fotográfico contendo as evidências das espécies de mamíferos na área de influência do empreendimento (**Figura 5.1.3.2.6-5** e **Figura 5.1.3.2.6-6**).



Toca de Dasypus septemcinctus.



Toca de Dasypus novemcinctus.



Pegada de Dasypus septemcinctus.



Pegada e fezes de Cerdocyon thous.



Ranhura de Bradypus ssp.



Ranhura de Bradypus ssp.



Fruto roído por Guerlinguetus brasiliensis.



Registro de Dasypus novemcinctus, em armadilha fotográfica.

Figura 5.1.3.2.6-5: Registro fotográfico de vestígios da mastofauna, encontrados durante a 1ª campanha do levantamento de fauna na ArcelorMittal Tubarão (maio / 2025).



Pegada de Cerdocyon thous.



Pegada de Dasypus novemcinctus.



Registro de Camera trap de Didelphis aurita.



Fezes de Cerdocyon thous.



Registro de Camera trap de Cerdocyon thous.



Toca de Dasypus novemcinctus.



Avistamento de Didelphis aurita.



Foto de roedor não identificado.

Figura 5.1.3.2.6-6: Registro fotográfico de vestígios da mastofauna, encontrados durante a 2ª campanha levantamento de fauna na ArcelorMittal Tubarão (julho / 2025).

Considerando os dados de outros estudos já realizados na área do empreendimento nos últimos 05 anos, é conhecida uma riqueza de 16 espécies de mamíferos para a ArcelorMittal Tubarão. Desse

total, sete espécies são comuns ao presente estudo e 01 espécie foi acrescida à lista a partir dos registros deste estudo (Bradypus variegatus) (**Tabela 5.1.3.2.6-2**).

Tabela 5.1.3.2.6-2: Lista das espécies de mamíferos com ocorrência confirmada para a área de influência do empreendimento em tela, elaborada com base em dados secundários, em que: 1. Econservation/ArcelorMittal (2023), 2. IMD/Arcelor Mittal (2025).

Família / Espécie	Nome comum	Dados Secundários
ORDEM DIDELPHIMORPHIA		
Família Didelphidae		
Caluromys philander	Cuica-lanosa	2
Didelphis aurita	Gambá-de-orelha-preta	1, 2
ORDEM CINGULATA		
Família Chlamyphoridae		
Euphractus sexcinctus	tatu-peba	1
Família Dasypodidae		
Dasypus septemcinctus	Tatu-mirim	1
Dasypus novemcinctus	Tatu-galinha	1, 2
ORDEM PILOSA		
Família Myrmecophagidae		
Tamandua tetradactyla	Tamanduá-mirim	1
ORDEM LAGOMORPHA		
Família Leporidae		
Sylvilagus minensis	Tapeti	1
ORDEM PRIMATES		
Família Cebidae		
Callithrix geoffroyi	Sagui-da-cara-branca	1, 2
ORDEM RODENTIA		
Família Caviidae		
Hydrochoerus hydrochaeris	Capivara	1
Família Cuniculidae		
Cuniculus paca	Paca	1
Família Sciuridae		
Guerlinguetus brasiliensis	Esquilo	1, 2
Família Erethizontidae		
Chaetomys subspinosus	Ouriço-preto	
Coendou spinosus	Ouriço-cacheiro	1
ORDEM CARNIVORA		
Família Canidae		
Cerdocyon thous	Cachorro-do-mato	1, 2
Família Felidae		
Herpailurus yagpuaroundi	gato-mourisco	1
Família Procyonidae		
Nasua nasua	Quati	1

Legenda: 1. SpeciesLink, 2025; 2. Única/DER, 2011; 3. DER-ES, 2014.

Os resultados obtidos a partir desta avaliação corroboram com o fato de que novas espécies podem sempre ser registradas na área foco do estudo, independente do tempo decorrido da amostragem. Essa variação da riqueza ocorre, principalmente, pelas flutuações naturais das populações que são influenciadas pela sazonalidade, estação reprodutiva, disponibilidade de recursos, densidades populacionais, dentre outros (JORGE et al., 2013; RIPPLE et al., 2016; SOBRAL et al., 2017).

De fato, a presença e/ou ausência de espécies é esperada, principalmente quando a sazonalidade é considerada. Fatores como a disponibilidade de recursos, por exemplo, podem favorecer a permanência de algumas espécies na área de estudo, da mesma forma como favorecem sua migração para outros locais, em busca de alimentos, quando da ausência destes no ambiente (PAISE,

2005; GASTAUER, 2012). Neste mesmo contexto, também são considerados os ciclos reprodutivos que diferem entre as espécies, o que as tornam mais ou menos abundantes nas áreas dependendo do período do ano (GRAIPEL, 2006; MALLMANN et al., 2011).

Assim, ter o conhecimento dessas informações auxilia no entendimento dos resultados das curvas de acumulação de espécies, visto que esta análise gera uma relação entre o número de espécies e de indivíduos registrados durante o estudo (CHAO et al., 2006; COLWEL, 2013). Estes resultados indicam se as amostragens foram ou não satisfatórias para representar a comunidade local. Entretanto, a análise de rarefação leva em conta o incremento de espécies a cada nova amostragem e, caso não haja esse incremento durante o estudo, a acumulação de espécies alcança um limite e a curva do gráfico tende a permanecer constante. Neste momento, assume-se que a curva alcançou sua estabilização (GOTELLI, 2009; MAGURRAN, 2013).

Em contrapartida, a não estabilização da curva é muito comum em estudos ecológicos, principalmente se consideradas as informações de distribuição espacial das espécies, as interações ecológicas e, principalmente, a raridade das espécies cuja amostragem é favorecida ou não pelo desenho amostral utilizado (MACKENZIE; ROYLE, 2005; KELLY, 2008; LINDEN et al., 2020).

Com base nas informações supracitadas, a amostragem para este estudo, até o presente momento, é satisfatória. Os estimadores de riqueza considerados foram Jackknife 1ª Ordem, Chao 1 e Bootstrap. Optou-se pela utilização e comparação desses índices em virtude da associação de métodos sistemáticos de estudo da mastofauna, que foram capazes de resultar em registros complementares das espécies. Desta forma, Jackk 1ª Ordem estimou uma riqueza de 11,73 espécies; Chao 1 estimou uma riqueza de 10,46 espécies; e Bootstrap estimou uma riqueza de 10,39 espécies (**Figura 5.1.3.2.6-7**).

Este resultado foi considerado satisfatório em vista da representatividade da riqueza para o local de estudo, visto que apresentaram, respectivamente, uma eficiência de coleta de 86, 77 e 87%.

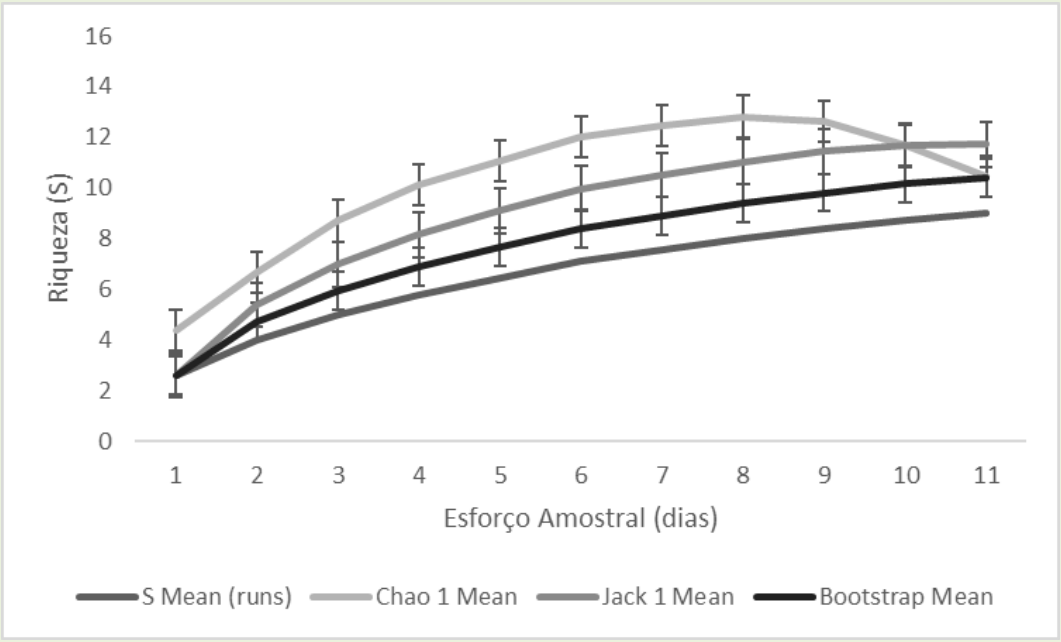


Figura 5.1.3.2.6-7: Curva de rarefação de espécies baseada na riqueza observada e na riqueza estimada dos mamíferos registrados durante as campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho/2025).

A **Figura 5.1.3.2.6-8** mostra a distribuição das espécies nas respectivas unidades amostrais, sendo possível observar as espécies compartilhadas e exclusivas de cada área. Com base nos resultados, a similaridade entre as áreas foi alta para UA2 + UA3, com 74% de compartilhamento de espécies. Este grupo está com 67% de proximidade com a Lagoa 7 que, por sua vez, apresentou 59% de proximidade com a Lagoa 4. A UA1 foi a unidade mais distante, com menos de 20% de similaridade com os demais agrupamentos.

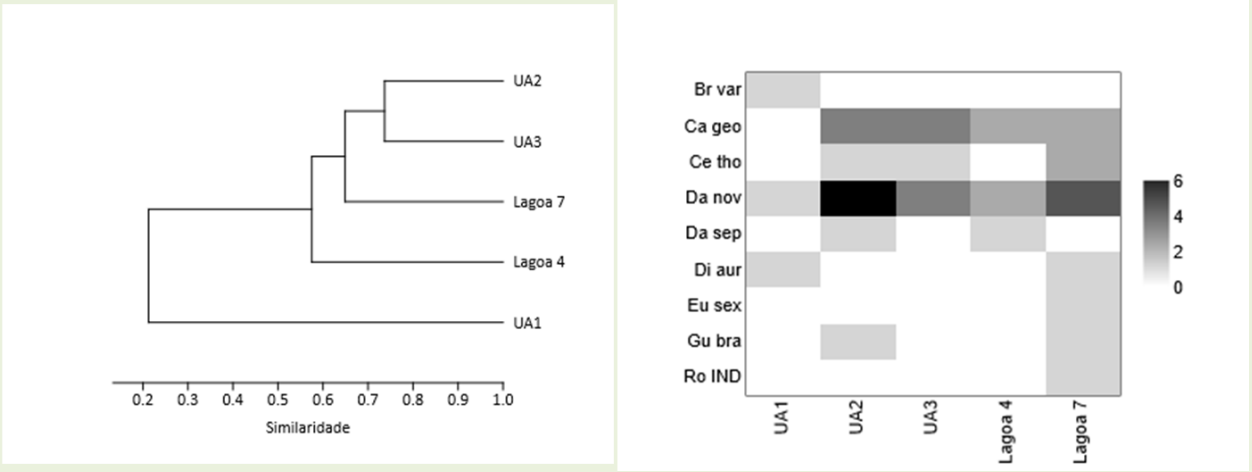


Figura 5.1.3.2.6-8: Dendrograma de Similaridade de Bray-Curtis e gráfico de Matriz representando a ocorrência das espécies nas respectivas unidades amostrais para os mamíferos registrados durante as campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio e julho/2025).

Na 1ª campanha, a riqueza de espécies (Taxa S) variou entre uma e três espécies por unidade amostral, enquanto o número de indivíduos variou entre um e seis registros. Os valores de diversidade de Simpson (1-D) estiveram entre 0,6 e 0,83 (exceto em UA1, onde houve apenas um registro), e o índice de Shannon (H') atingiu valores relativamente baixos, com máximo de 1,29 na Lagoa 4 e Lagoa 7. A equitabilidade (J') foi elevada nessas mesmas lagoas (~0,94), indicando distribuição equilibrada dos indivíduos entre espécies, enquanto a dominância de Berger-Parker (BP) apresentou valores entre 0,5 e 1,0, com UA1 sendo dominada por uma única espécie (*D. novemcinctus*).

Na 2ª campanha, observou-se um aumento na variação dos índices. A riqueza (Taxa S) variou de uma a seis espécies, com destaque para Lagoa 7, que concentrou seis espécies. O número de indivíduos variou entre um e oito, também com maior abundância para a Lagoa 7. O índice de Simpson (1-D) apresentou uma variação, sendo de 0 para UA3 e Lagoa 4, sendo ambas dominadas por uma única espécie, até 0,92 em Lagoa 7. O índice de Shannon (H') variou de 0 a 2,045, com o valor mais alto também em Lagoa 7, indicando elevada diversidade. A equitabilidade (J') manteve-se alta em Lagoa 7 (0,96), reforçando o equilíbrio da comunidade nesse ponto, enquanto a dominância (BP) atingiu valores máximo, sendo de 1,0 em UA3 e Lagoa 4 e 0,25 em Lagoa 7, que apresentou a menor dominância registrada.

De forma geral, os resultados apontam que ambas as campanhas apresentaram riqueza equivalente, mas com diferenças importantes na distribuição espacial da diversidade. Destaca-se a área da Lagoa 7, que concentrou o maior número de indivíduos e apresentou os valores mais elevados de diversidade (H') e menor dominância (BP). Essa condição pode estar relacionada às características estruturais do ambiente local, que se diferencia dos demais pontos por apresentar vegetação mais bem estruturada, com estratificação vertical, serapilheira densa e diversificada, além da presença de recurso hídrico. Por outro lado, algumas unidades, como UA3 e Lagoa 4, apresentaram dominância de poucas espécies, e menor heterogeneidade espacial.

Os valores dos índices estão apresentados na **Tabela 5.1.3.2.6-3** (1ª campanha) e **Tabela 5.1.3.2.6-4** (2ª campanha).

Tabela 5.1.3.2.6-3: Índices ecológicos encontrados para cada unidade de amostragem dos mamíferos durante a 1ª campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (maio / 2025).

Índices Ecológicos (1ª Campanha)	Unidades Amostrais				
	UA1	UA2	UA3	Lagoa 4	Lagoa 7
Taxa_S	1	3	3	3	3
Individuals	1	6	5	4	4
Simpson_1-D	NAN	0,6	0,7	0,8333	0,8333
Shannon_H	0	1,034	1,15	1,29	1,29
Equitability_J		0,7897	0,865	0,9464	0,9464
Berger-Parker	1	0,6667	0,6	0,5	0,5

Tabela 5.1.3.2.6-4: Índices ecológicos encontrados para cada unidade de amostragem dos mamíferos durante a 2ª campanhas de diagnóstico da mastofauna na ArcelorMittal Tubarão (julho / 2025).

Índices Ecológicos (2ª Campanha)	Unidades Amostrais				
	UA1	UA2	UA3	Lagoa 4	Lagoa 7
Taxa_S	2	3	1	1	6
Individuals	2	6	2	1	8
Simpson_1-D	1	0,7333	0	NAN	0,9286
Shannon_H	0,9431	1,178	0	0	2,045
Equitability_J	1	0,9206			0,9671
Berger-Parker	0,5	0,5	1	1	0,25

Aspectos ecológicos das espécies de mamíferos

Dentre as espécies registradas na área de influência do empreendimento, apenas *Callithrix geoffroyi* (sagui-da-cara-branca) é considerada endêmica da Mata Atlântica; as demais espécies são de ampla ocorrência e distribuição geográfica (ABREU et al. 2024-2). As espécies registradas encontram-se classificadas como "Pouco Preocupantes" (Least Concern – LC) em âmbito nacional (MMA, 2023) e global (IUCN, 2025-2), e não houve registros de espécies ameaçadas de extinção entre aquelas detectadas nas campanhas de diagnóstico.

Do ponto de vista do potencial cinegético, espécies como *Didelphis aurita* (gambá-de-orelha-preta), *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) e *Dasypus septemcinctus* (tatu-mirim) são tradicionalmente alvo de caça para alimentação em diversas regiões do Brasil, ainda que essa prática seja proibida pela legislação vigente (Lei nº 9.605/1998).

Em relação à Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), as espécies do gênero *Bradypus* (preguiças) e *Callithrix geoffroyi* encontram-se listadas no Apêndice II, que inclui espécies que não estão necessariamente ameaçadas de extinção, mas que podem tornar-se ameaçadas caso o comércio não seja controlado. Não foram registradas espécies enquadradas no Apêndice I, que contempla aquelas sob maior risco e que não podem ser objeto de comercialização internacional.

5.1.3.2.7 Abelhas

O Brasil, localizado integralmente na faixa tropical, abriga dois biomas considerados hotspots globais de biodiversidade: a Mata Atlântica e o Cerrado (MITTERMEIER et al., 2011). A Mata Atlântica representa a segunda maior formação florestal do país, distribuindo-se por todos os estados litorâneos desde o Ceará até o Rio Grande do Sul, além de porções interiores em Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (MAPBIOMAS, 2020). Na região Sudeste, os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo apresentam cobertura total desse bioma. Apesar de sua fragmentação, a Mata Atlântica mantém elevada diversidade de espécies, muitas delas endêmicas e ameaçadas, concentradas em áreas isoladas inseridas em uma matriz composta por centros urbanos, pastagens e monoculturas, o que reforça sua classificação como um dos 35 hotspots mais importantes e vulneráveis do planeta (MITTERMEIER et al., 2011).

O estado do Espírito destaca-se por concentrar o maior número de espécies vegetais endêmicas da região neotropical (THOMAZ, 2010). A vegetação local é composta por diferentes fitofisionomias da Floresta Ombrófila Densa, entre as quais se destacam: (i) a Mata de Encosta, presente na região serrana, cuja cobertura vegetal em áreas íngremes contribui para a mitigação dos efeitos das chuvas intensas; embora fragmentada, ainda existem mosaicos bem preservados, como os encontrados no município de Cariacica; e (ii) a Mata de Planícies, caracterizada por solos ácidos e pobres em nutrientes, mas que sustentam uma biodiversidade altamente especializada e adaptada às condições locais, incluindo áreas de restinga como as observadas em Guarapari (SEAMA, 2018; THOMAZ, 2010). Essas formações refletem a complexidade ecológica e a resiliência das espécies frente às pressões ambientais.

A conservação da Mata Atlântica é fundamental para a manutenção da biota terrestre e aquática, pois seus ecossistemas florestais desempenham funções essenciais na regulação hídrica, na proteção de nascentes e na preservação da qualidade dos recursos hídricos. A vegetação nativa atua como elemento estratégico na contenção de processos erosivos e na estabilidade de corpos d'água, como rios, lagoas e estuários. Nesse contexto, os fragmentos florestais remanescentes funcionam como corredores ecológicos, promovendo a conectividade entre habitats e favorecendo a dispersão de espécies. Diante da crescente expansão de empreendimentos urbanos e produtivos, torna-se imprescindível adotar abordagens que conciliem desenvolvimento com conservação, reconhecendo que a integridade ecológica não é obstáculo ao progresso, mas sim um componente para sua sustentabilidade. A implementação de estratégias integradas que considerem a interdependência entre os sistemas naturais e as atividades humanas é essencial para garantir a continuidade dos serviços ecossistêmicos e a qualidade de vida das populações envolvidas (MITTERMEIER et al., 2011; SEAMA, 2018).

5.1.3.2.7.1 Metodologia

Foram consideradas cinco unidades amostrais para a realização do levantamento, conforme representado nas (**Figura 5.1.3.2.7.1-1**), que ilustram a localização espacial e a disposição dos pontos de coleta. A caracterização detalhada de cada ponto amostral encontra-se descrita na **Tabela 5.1.3.2.7.1-1**, onde estão organizadas as informações referentes à sua posição.

Tabela 5.1.3.2.7.1-1: Pontos de amostragem utilizados na coleta sistemática de dados primários do estudo de entomofauna.

UNIDADE AMOSTRAL ABELHAS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM	
	LONGITUDE	LATITUDE
UA1	370402.00 m E	7763162.00 m S
UA2	371051.00 m E	7762870.00 m S
UA3	370663.00 m E	7763616.00 m S
UA4	370277.00 m E	7762445.00 m S
UA5	371806.00 m E	7763176.00 m S



Unidade amostral 01.



Unidade amostral 02.



Unidade amostral 03.



Unidade amostral 04.



Unidade amostral 05.

Figura 5.1.3.2.7.1-1: Unidades amostrais de entomofauna.

Rede de Varredura (*Rede Entomológica*)

A rede de varredura, ou rede entomológica (**Figura 5.1.3.2.7.1-2),** é uma técnica de captura ativa amplamente empregada em inventários de abelhas por permitir a coleta direcionada de indivíduos em voo ou forrageando em flores (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; DORNFELD, 2010). Esse método é considerado fundamental para complementar armadilhas passivas, pois permite registrar interações florais e espécies que podem não ser atraídas por cores ou fragrâncias (NOGUEIRA-NETO, 1997; BORTOLI; LAROCA, 1990).

O equipamento é composto por um aro metálico de 50 a 80 cm de diâmetro, ao qual se prende um saco de tecido resistente, preferencialmente cetim italiano, fixado a um cabo de madeira. Os insetos foram capturados por meio de movimentos rápidos sobre a vegetação rasteira e arbustiva, sendo direcionados para o fundo do saco coletor.

Para padronizar o esforço amostral, cada ponto foi subdividido em três locais distantes 20 m entre si, onde foram realizados cinco batimentos por local, totalizando 15 batimentos por ponto amostral. Após cada ciclo, os indivíduos foram transferidos para uma câmara mortífera contendo éter sulfúrico e, em seguida, encaminhados ao laboratório. As amostras foram armazenadas em freezer até a etapa de triagem e identificação. Todas as coletas foram realizadas no período da manhã, entre 8h e 12h, horário em que a atividade de voo das abelhas é mais intensa (RAMALHO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI, 1990).



Figura 5.1.3.2.7.1-2: Aplicando metodologia de rede de varredura.

Armadilhas Moericke (*Pan Traps*)

As armadilhas Moericke, também chamadas de *pan traps* (**Figura 5.1.3.2.7.1-3),** são amplamente utilizadas em inventários de abelhas por se tratar de um método padronizado, eficiente e de baixo custo (LEONG; THORP, 1999; WESTPHAL et al., 2008; AGUIAR; GARÓFALO; ALMEIDA, 2008). Esse método permite a captura passiva de insetos atraídos visualmente por cores, sendo altamente recomendado em levantamentos de diversidade de polinizadores (KLEIN et al., 2007; MENDES et al., 2011).

Cada armadilha foi composta por recipientes plásticos coloridos (amarelo, azul e vermelho), com cerca de 30 cm de diâmetro, preenchidos com água e algumas gotas de detergente neutro. Esses recipientes foram instalados ao nível do solo e em diferentes alturas, buscando representar a variação dos estratos de forrageio.

O princípio de funcionamento baseia-se na atração visual das abelhas pelas cores: o amarelo simula flores e é altamente eficiente para espécies de Apidae; o azul atrai especialmente Halictidae; enquanto o vermelho complementa a captura de grupos específicos (WILLIAMS, 1951; AGUIAR et al., 2008). O detergente reduz a tensão superficial da água, fazendo com que os insetos, ao pousarem, afundem imediatamente, sem possibilidade de fuga.

As armadilhas foram instaladas no período da manhã, entre 7h e 9h, e permaneceram em campo por 48 horas. Após esse período, o conteúdo foi peneirado e os insetos coletados foram transferidos para frascos contendo álcool etílico a 70%, devidamente etiquetados e posteriormente encaminhados ao laboratório para triagem, identificação e armazenamento.



Figura 5.1.3.2.7.1-3: Instalação de armadilha Moericke - Pan Traps.

Armadilhas Aromáticas (*Iscas Odoríferas*)

As armadilhas aromáticas foram utilizadas para a captura de machos da subtribo Euglossina (abelhas das orquídeas), que apresentam comportamento característico de coleta de fragrâncias (DRESSLER, 1982; CAMPOS et al., 1989). Essa técnica (**Figura 5.1.3.2.7.1-4)** é considerada indispensável em inventários de abelhas tropicais, pois a maioria das espécies de Euglossina só é detectada através desse método (NEMÉSIO; SANTOS JÚNIOR, 2014).

Cada armadilha foi confeccionada a partir de garrafas PET adaptadas, contendo 200 mL de solução salina, com um tubo Eppendorf suspenso próximo à tampa por barbante, contendo algodão embebido em uma das essências atrativas.

O conjunto de iscas foi composto por oito compostos químicos: acetato de benzila, cinamato de metila, cineol (eucaliptol), escatol, eugenol, salicilato de metila, vanilina e β-ionona. Esses compostos são internacionalmente reconhecidos como atrativos para machos de Euglossina (DRESSLER, 1982; NEMÉSIO, 2009).

As armadilhas foram fixadas na vegetação a cerca de 1,5 m do solo, com espaçamento aproximado de 50 cm. As vistorias foram realizadas a cada 24 horas, quando os indivíduos atraídos foram coletados com pinça entomológica e transferidos para tubos Falcon contendo álcool absoluto, devidamente rotulados com informações de data, ponto, essência e coletor. Os níveis de fragrância e solução salina foram completados, totalizando 48 horas de exposição.



Figura 5.1.3.2.7.1-4: Instalação e manutenção de armadilha aromática – Iscas odoríferas.

Levantamento de Ninhos Naturais

O levantamento de ninhos naturais de abelhas nativas sem ferrão, bem como de abelhas solitárias, semi-sociais e exóticas, foi conduzido por busca ativa nos transectos de amostragem (500 m). Esse método é amplamente recomendado em estudos de meliponíneos, pois fornece dados sobre disponibilidade de sítios de nidificação e pressão ambiental (NOGUEIRA-NETO, 1997; SOUSA; KLEINERT, 2010).

Dois profissionais percorreram cada módulo, inspecionando potenciais locais de nidificação, como cavidades em troncos, fendas em rochas e solo, além de cupinzeiros abandonados (**Figura 5.1.3.2.7.1-5**).

Os ninhos localizados seriam georreferenciados com GPS, sinalizados com fita zebrada, fotografados e registrados em fichas de campo. O esforço amostral correspondeu a um dia de busca por módulo, totalizando cinco de busca ativa. Ressalta-se que a eficiência desse método depende fortemente das condições climáticas, sendo menos eficiente em dias chuvosos ou frios (IMPERATRIZ-FONSECA; DIETZ, 1995).



Figura 5.1.3.2.7.1-5: Busca ativa de ninhos de abelhas nativas.

Instalação de ninhos-isca

Como medida complementar, foram instaladas 20 ninhos-iscas para abelhas sem ferrão em pontos estratégicos da área de estudo (**Figura 5.1.3.2.7.1-6).** Essa técnica é tradicionalmente utilizada em programas de conservação e manejo de meliponíneos, visando aumentar a probabilidade de captura de colônias em enxameação (CORTOPASSI-LAURINO; IMPERATRIZ-FONSECA, 1996; VENTURIERI, 2008).

Cada ninho-isca foi borrifado com solução atrativa à base de cerume e própolis, que potencializa a ocupação. Em caso de colonização, os ninhos seriam monitorados periodicamente, e posteriormente transferidos para caixas racionais, sendo então translocados para áreas de soltura adequadas, garantindo a manutenção e acompanhamento das colônias.

Os ninhos-isca são utilizados principalmente para ampliar a captura de colônias de abelhas nativas sem ferrão, especialmente em situações em que os ninhos naturais estão inacessíveis para remoção segura (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

Caso abelhas nativas sem ferrão fossem capturadas nos ninhos-isca, no momento da obtenção da colônia, esta seria monitorada durante as semanas seguintes e, posteriormente, transferida para

caixas racionais e translocada para a área de soltura previamente selecionada, seguindo protocolos de manejo sustentável (NOGUEIRA-NETO, 1997; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012).



Figura 5.1.3.2.7.1-6: Instalação de ninhos-iscas nas estações amostrais definidas.

Manejo de Ninhos

Para o manejo de ninhos de abelhas nativas sem ferrão foram previstas algumas técnicas, conforme descritas a seguir.

Segundo (Oliveira et al., 2013), o período de maior enxameação é de setembro a janeiro, período de temperaturas elevadas e de floração da maioria das espécies de plantas, ocasionando aumento na disponibilidade de alimento para as abelhas.

Caso houvesse identificação de ninhos de abelhas nativas sem ferrão em substratos de nidificação fáceis de serem manejados, que estiverem caídos no chão ou, ainda, localizados em ocos acessíveis, estes devem ser cortados com uso de serrinha para serem transferidos para caixas racionais de tamanho apropriado ao ninho. Estes ocos ou caixas permanecem à noite no local para que os indivíduos que estejam forrageando voltem à colônia. No dia seguinte, pelo início da manhã, as caixas seriam transportadas fechadas para a área de soltura selecionada.

Para os demais grupos de abelhas nativas (como abelhas solitárias), os ninhos encontrados construídos em galhos e troncos de árvores e de arbustos, devem ter os substratos de vegetação cortados. Ainda, as respectivas entradas dos ninhos devem ser tampadas com algodão, com os fragmentos destes ninhos transferidos para as áreas de soltura.

O encontro com colmeias da abelha *Apis mellifera*, conhecida popularmente como abelha africanizada, espécie exótica no Brasil, pode representar um risco à segurança das pessoas quando alojada em determinado local, principalmente, onde há maior circulação. De maneira geral, o manejo dos ninhos desta espécie é realizado de forma manual, com o uso de roupas de proteção e equipamentos específicos. Assim, a possibilidade de retirada do ninho desta espécie para caixas racionais seria avaliada individualmente para cada ninho observado.

Ressalta-se que no caso de espécies exóticas, não deve ser realizada a soltura, seguindo as premissas da Instrução Normativa IBAMA nº 23, de 31 de dezembro de 2014. Desta forma, visando o resgate e realocação dos ninhos de exóticas, deve ser realizado contato com apicultores locais para doação do possível material a ser resgatado, que poderá ser agregado à produção local como forma de complementação de renda deles. Ainda, caso os ninhos não sejam retirados *à priori,* estes serão mapeados para compor o plano de ação de resgate futuro, e segurança durante etapa de supressão vegetal.

A **Tabela 5.1.3.2.7.1-2** apresenta o esforço amostral aplicado para cada método de amostragem.

Tabela 5.1.3.2.7.1-2: Esforço amostral para abelhas nativas no diagnóstico de fauna.

Método amostral	Período	Total de horas/Dia/Estação	Total de horas/Estação/Campanha	Total geral de horas/Campanha
	Diurno			
Levantamento de Ninhos Naturais	2h	2h	2 horas x 01 dias = 2 horas área	2 horas x 1 dia x 5 estações = 10 horas/campanha
Rede de Varredura	2h	2h	2 horas x 01 dia = 2 horas área	2 horas x 1 dia x 5 estações = 10 horas/campanha
Pan Traps	48h	48h	24 horas x 02 dias = 48 horas área	24 horas x 2 dias x 5 estações = 240 horas/campanha
Armadilhas Aromáticas	24h	48h	24 horas x 02 dias = 48 horas área	24 horas x 2 dias x 5 estações x 7 atrativos = 1680 horas/campanha
Ninhos Iscas	24h	24h	96 horas x 05 dias = 480 horas área	96 horas x 5 dias x 5 estações = 2400 horas/campanha

Triagem e identificação das espécies

O material coletado referente às abelhas nativas foi triado e identificado até o nível de morfoespécie e espécie, com base em chaves taxonômicas e descrições disponíveis na literatura especializada, incluindo MICHENER (2007), SILVEIRA et al. (2002), NOGUEIRA-NETO (1997), NEMÉSIO (2009) e RIBEIRO (2021). Para os táxons identificados ao nível de espécie, procedeu-se à avaliação do grau de ameaça considerando a Lista de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado do Espírito Santo (Decreto Estadual, 2022) e a Lista Nacional das Espécies Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 148, de 07 de junho de 2022). Ressalta-se que nenhuma das espécies identificadas foi

enquadrada como ameaçada de extinção em tais instrumentos normativos (MICHENER, 2007; SILVEIRA et al., 2002; NOGUEIRA-NETO, 1997; NEMÉSIO, 2009; RIBEIRO, 2021).

O material coletado foi destinado ao Instituto Nacional Mata Atlântica – INMA, devidamente identificado e acompanhado de dados completos de coleta (Carta de Aceite no **Anexo 5.III** deste documento).

Dados secundários

Foram realizadas consultas e a compilação de dados sobre a entomofauna local e regional, mediante informações existentes na literatura científica, acadêmica e em relatórios técnicos referentes a empreendimentos localizados no entorno da área em questão.

Para a elaboração de lista de espécies baseada em dados secundários para entomofauna foram considerados os registros de abelhas nativas por meio das seguintes fontes bibliográficas: (1) Google Acadêmico, com o uso das palavras-chaves, "*abelhas nativas, ansf, abelhas das orquideas, abelhas*"; (2) espécimes depositados em coleções zoológica (CRIA Species Link, 2025); e (3) relatórios técnicos de estudos de impacto ambiental desenvolvidos nos municípios do entorno.

Considerando o recorte da região de abrangência deste estudo, foram compiladas informações de duas fontes de dados, conforme segue:

1. https://scholar.google.com/?hl=pt-BR;
2. *species*Link network, 27-Ago-2025 19:37, *specieslink.net/search*;
3. INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p.

Análise de dados

Nos parágrafos subsequentes serão apresentadas as metodologias referentes às análises estatísticas efetuadas no presente estudo para abelhas nativas sem ferrão. As metodologias foram divididas de acordo com sua classificação estatística para maior organização dos métodos e dos dados, posteriormente. A escolha de todas as metodologias foi referenciada por trabalhos anteriormente analisados.

Índice de Diversidade de Shannon (H'):

Este índice representa uma medida não-paramétrica que expressa a diversidade da área inventariada considerando que os indivíduos são amostrados aleatoriamente dentro da comunidade infinitamente grande e que todas as espécies são representadas na amostra (MAGURRAN, 2013). O valor do índice é dado pela equação:

$$\sum_{i=1\mathrm{Pi}}^{S} * InPi$$

Onde:
Pi = ni/N;
ni = o número de espécies do táxon i;

N = o número total de espécimes da amostra.

Índice de Equitabilidade de Pielou (J):

Este índice foi utilizado para calcular a homogeneidade da amostra, ou seja, se as espécies apresentam abundâncias semelhantes. É dado pela equação:

$$J = \frac{H'}{H'\max}$$

Em que:
H' = corresponde ao valor do índice de diversidade de Shannon-Wiener;
HMax = o valor máximo possível de H' com a riqueza observada, obtido quando todas as espécies são amostradas com o mesmo número de registros. Obtido pela equação:

$$H_{MAX} = In\ (S)$$

Em que:
S = número de espécies observado.

Dominância de Berger-Parker:

A dominância foi obtida pelo índice de Berger-Parker (d), que expressa a importância proporcional da espécie mais abundante de uma determinada amostra (MAGURRAN, 2013). O valor deste índice foi obtido pela expressão:

$$d = Nmáx/N$$

Onde:
Nmáx = o número de indivíduos da espécie mais abundante;
N = o número total de indivíduos amostrados na área.

Curva de Acumulação de Espécies e Estimativa de Riqueza:

A curva de acumulação de espécies será utilizada para representação gráfica da riqueza acumulada em relação ao esforço amostral estipulado e foi feita separadamente para cada grupo. Esta curva permite estimar se a amostragem para a área foi suficiente para registrar a riqueza existente ou se ainda pode-se esperar o aumento do número de espécies com amostragem de novos indivíduos. As curvas de acumulação de espécies serão construídas pelo método de rarefação.

A riqueza estimada será com base no índice que apresentou o menor desvio padrão (SD), através de 1.000 aleatorizações dos dados (COLWEL, 2013).

Análise Cluster de Similaridade

A análise de similaridade pode ser entendida como uma medida que busca apresentar, de maneira objetiva, o nível de proximidade (semelhança) entre as unidades amostrais. Para tal utiliza-se a análise de distâncias baseado no índice Bray-Curtis para ordenação das unidades amostrais / módulos com relação à composição e número de registros das espécies.

5.1.3.2.7.2 Resultados

As amostragens de entomofauna ocorreram durante cinco dias consecutivos, nos dias 21 a 27 de julho de 2025, sendo realizado das 8:00 às 17:00 horas.

Em cada unidade amostral (UA) foram aplicados diferentes métodos de captura e prospecção de abelhas nativas, a fim de ampliar a representatividade do esforço amostral. Para isso, foram dispostos três conjuntos de armadilhas do tipo *pan-trap*, distanciados entre si em 50 m, visando a captura passiva de indivíduos atraídos pelas cores e líquidos utilizados. Também foram instalados três kits de armadilhas aromáticas, posicionados a cada 100 m, utilizando essências florais para atrair especialmente abelhas Euglossini. Adicionalmente, em cada UA foram realizados cinco batimentos com rede de varredura, distribuídos em três pontos distintos, espaçados em 20 m, possibilitando a coleta ativa de indivíduos em voo e em atividade floral.

Paralelamente, foi conduzida a busca ativa de ninhos, consistindo na inspeção sistemática de árvores e estruturas próximas ao transecto, verificando fendas, ocos, troncos encostados e cupinzeiros. Por fim, foram instalados 20 ninhos-isca, quatro em cada UA, preparados com atrativos de cerume e própolis, técnica empregada para a captura de colônias de abelhas sem ferrão durante processos de enxameação.

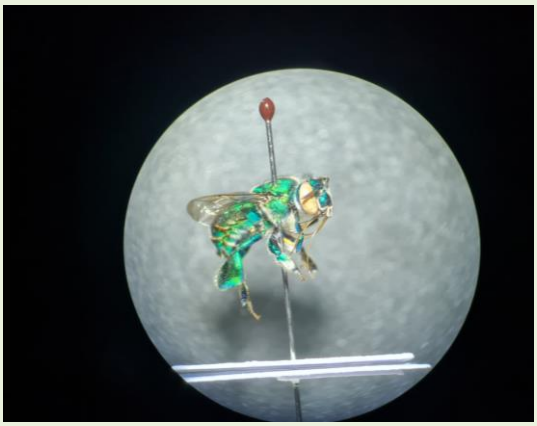
Esse conjunto metodológico integrado, distribuído de forma padronizada entre as unidades amostrais, assegurou maior abrangência na amostragem, contemplando tanto abelhas solitárias quanto sociais, além de diferentes estratégias de forrageamento e nidificação.

A partir do levantamento de dados primários referentes às abelhas, foram registrados 186 indivíduos, distribuídos em diferentes gêneros e espécies. A espécie com maior representatividade foi *Euglossa* sp. 1, responsável por 68 indivíduos, seguida por *Eulaema marcii* e *Plebeia cf. poecilochroa*, ambas com 34 registros cada. Outras espécies registradas em menor abundância foram *Megalopta* sp. 1, com 12 indivíduos, e *Augochloropsis* sp. 1, com 8 indivíduos. Esse padrão evidencia a dominância de poucos táxons na assembleia, em especial das abelhas da tribo Euglossini, reforçando a importância desses grupos como componentes estruturais da comunidade local em ambiente industrial.

Com base nos dias de levantamento, não foram localizados ninhos nem houve capturas nas armadilhas/isca de abelhas nativas sem ferrão ao longo dos transectos analisados. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de a área estar inserida em um grande centro industrial.

A seguir, são apresentadas as imagens (**Figura 5.1.3.2.7.2-1**) das espécies registradas durante o levantamento. Entre elas, destaca-se *Euglossa sp*. 1, *Eulaema marcii*, *Plebeia cf. poecilochroa Megalopta sp. 1* e *Augochloropsis sp. 1*. E na (

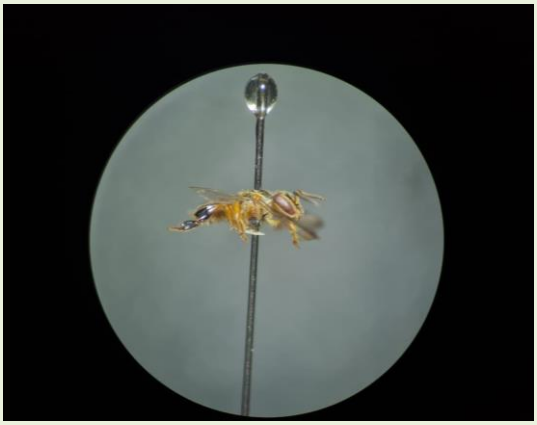
Tabela 5.1.3.2.7.2-1) estão as Morfoespécies de abelhas nativas amostradas.



Euglossa sp. 1



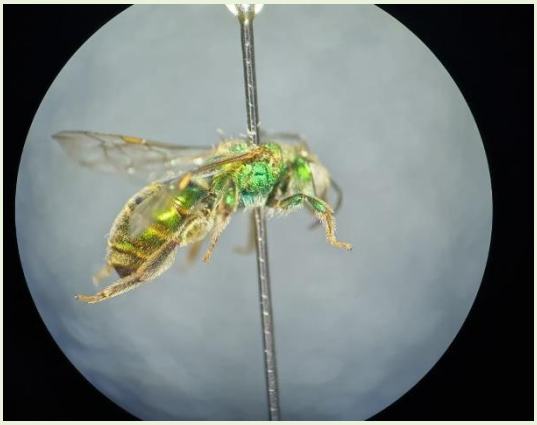
Eulaema marcii



Plebeia cf. poecilochroa



Megalopta sp. 1



Augochloropsis sp. 2



T. Spinipes

Figura 5.1.3.2.7.2-1: Espécimes de abelhas nativas registradas.

Tabela 5.1.3.2.7.2-1: Morfoespécies de abelhas nativas amostradas. Legenda: Ambiente: MA = Mata Atlântica Status espécies: En = Endêmica; Ra = Raras; Ci: Cinegéticas: Dados secundários: 1 = speciesLink network, 27-Ago-2025 20:01, specieslink.net/Search; 2 - INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p.

Morfoespécie	Nome popular	Estações Amostrais	Ambiente	Dados Secundários	Status da Espécie			Característica
					IUCN (2025)	MMA (2022)	ES (2022)	
Família Apidae								
Gênero Euglossa								
Euglossa carolina	Abelha	UA1	MA	-	-	-	-	Ra
Euglossa fimbriata	Abelha	UA1	MA	-	-	-	-	Ra
Euglossa securigera	Abelha	UA1	MA	-	-	-	-	Ra
Euglossa sp. 1	Abelha	UA1, UA2, UA3, UA4, UA5	MA	-	-	-	-	-
Gênero Eulaema								
Eulaema marcii	Abelha	UA1, UA2, UA3, UA4, UA5	MA	-	-	-	-	-
Gênero Melipona								
Melipona aff. mondury	Abelha	UA5	MA	-	-	-	-	En
Gênero Plebeia								
Plebeia cf. poecilochroa	Abelha	UA1, UA2, UA3, UA4, UA5	MA	-	-	-	-	Ci
Gênero Trigona								
Trigona cf. brauer	Abelha	UA4	MA	-	-	-	-	-
Trigona spinipes	Abelha	UA1, UA3	MA	-	-	-	-	Ci
Família Halictidae								
Gênero Augochlora								
Augochlora sp. 1	Abelha	UA1, UA3	MA	-	-	-	-	-
Gênero Augochloropsis								
Augochloropsis sp. 1	Abelha	UA1, UA2, UA3, UA4	MA	-	-	-	-	-
Augochloropsis sp. 2	Abelha	UA1, UA2, UA3, UA4	MA	-	-	-	-	-
Gênero Megalopta								
Megalopta sp. 1	Abelha	UA2, UA4, UA5	MA	-	-	-	-	-

A análise de agrupamento, representada pelo dendrograma de similaridade (**Figura 5.1.3.2.7.2-2),** evidencia padrões de composição das comunidades de abelhas entre as cinco unidades amostrais (UAs). Observa-se que UA2 e UA3 apresentam maior proximidade, formando um agrupamento coeso em valores acima de 0,70 de similaridade, o que indica condições ambientais semelhantes ou recursos florais compartilhados. Em seguida, esse grupo se associa à UA4 e, posteriormente, à UA1, enquanto a UA5 se mantém mais isolada em relação às demais, sugerindo diferenças na composição de espécies ou particularidades ambientais locais.

Esse padrão evidencia que, embora exista homogeneidade parcial entre algumas unidades (UA2, UA3 e UA4), a UA5 representa um núcleo diferenciado, possivelmente associado a variações

microambientais, estrutura de vegetação ou maior influência de fatores antrópicos. A literatura destaca que diferenças na composição de abelhas podem refletir diretamente a heterogeneidade do ambiente e a disponibilidade de recursos, sendo fortemente influenciadas por perturbações antrópicas e pela fragmentação da paisagem (MAGURRAN, 2013; COLWELL, 2013).

Assim, a manutenção de áreas mais distintas, como a UA5, pode ser estratégica do ponto de vista de conservação da diversidade funcional, uma vez que comunidades singulares podem desempenhar papéis ecológicos específicos na manutenção da polinização e dos serviços ecossistêmicos (OLSON et al., 2001).

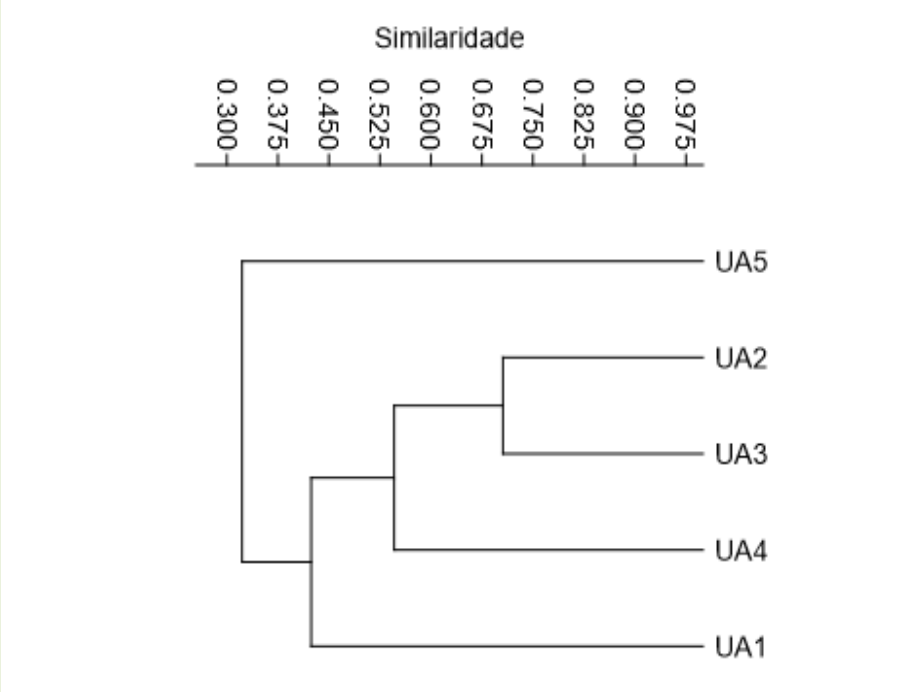


Figura 5.1.3.2.7.2-2: Índice de similaridade de Jaccard.

Assim, quando as amostragens são realizadas em períodos de estiagem, os registros tendem a se concentrar em áreas úmidas, que, assim como em áreas fortemente antropizadas, como é o caso da área em estudo, são dominadas por poucas espécies comuns, em grandes densidades. Ressalta-se que por serem ambientes simplificados, os mesmos tendem a abrigar diversidade relativamente baixa em relação ao que se espera para ambientes estruturalmente complexos e conservados.

A análise dos indicadores ecológicos dos dados compilados obtidos para as cinco unidades amostrais (UAs) evidenciou diferenças relevantes na composição e diversidade das assembleias de abelhas. A riqueza de espécies (Taxa S) variou de 5 espécies (UA5) a 10 espécies (UA1), com um total de 13 espécies registradas no conjunto da amostragem. Em termos de abundância, destacou-se a UA4, com 72 indivíduos, representando quase 40% do total de abelhas amostradas (187), enquanto a UA5 apresentou apenas 10 indivíduos, confirmando sua baixa representatividade numérica.

O índice de diversidade de Simpson (1-D) apontou maior diversidade para a UA2 (1,0) e para a UA1 (0,847), sugerindo comunidades relativamente equilibradas. Já a UA4 apresentou o menor valor

(0,6283), refletindo maior dominância de poucas espécies. O índice de Shannon-Wiener (H') variou entre 1,0 (UA4) e 2,105 (UA1), com valor total de 1,944, corroborando que a UA1 apresentou maior diversidade, enquanto a UA4 foi a mais empobrecida.

Quanto à equitabilidade de Pielou (J'), que mede o grau de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies, os valores oscilaram entre 0,6833 (UA4) e 0,8965 (UA2). Esses resultados indicam que a UA2 apresentou a comunidade mais equilibrada, sem forte dominância de espécies, enquanto a UA4 apresentou maior desigualdade, com forte concentração em poucos táxons.

De modo geral, observa-se que, embora a UA4 tenha registrado a maior abundância, a sua diversidade efetiva foi baixa devido à dominância de algumas espécies. Em contraste, a UA1 e a UA2 apresentaram maiores índices de diversidade e equitabilidade, refletindo comunidades mais estruturadas. Por outro lado, a UA5 se destacou pelo baixo número de indivíduos e riqueza, mas com diversidade intermediária, reforçando seu caráter diferenciado em relação às demais unidades. (**Tabela 5.1.3.2.7.2-2**).

Tabela 5.1.3.2.7.2-2: Índice compilado de equabilidade de abelhas nativas.

COMPILADO						
Indicador ecológico	**UA1**	**UA2**	**UA3**	**UA4**	**UA5**	**TOTAL**
Taxa_S	10	6	7	7	5	**13**
Individuals	37	36	32	72	10	**187**
Simpson_1-D	0,847	1	0,8004	0,6283	0,76	**0,7954**
Shannon_H	2,105	2	1,756	1	2	**1,944**
Equitability_J	0,861	0,8965	0,8542	0,6833	0,84	**0,7453**

O atrativo acetato de benzila (**Tabela 5.1.3.2.7.2-3**) resultou na captura de 59 indivíduos, distribuídos em 5 espécies. A UA4 concentrou a maior parte dos registros (46), enquanto as demais apresentaram baixa abundância. Os índices indicam diversidade moderada (Shannon H' = 1,211; Simpson 1-D = 0,6236) e equitabilidade intermediária (J' = 0,7313), refletindo a dominância de poucas espécies em unidades específicas.

A curva de rarefação para a comunidade de abelhas sem ferrão revela baixa riqueza geral, com tendência de estabilização da curva logo nas primeiras unidades amostrais. Esse padrão indica que a amostragem realizada capturou praticamente todas as espécies presentes nas estações amostrais analisadas, embora a diversidade absoluta do grupo na área seja reduzida.

Tabela 5.1.3.2.7.2-3: Índice de equabilidade.

Atrativo/ACETATO DE BENZILA Indicador ecológico	**UA1**	**UA2**	**UA3**	**UA4**	**UA5**	**TOTAL**
Taxa_S	1	2	2	4	1	**5**
Individuals	1	5	3	46	4	**59**
Simpson_1-D	NAN	0	0,6667	0,4686	0	**0.6236**
Shannon_H	0	1	0,8032	1	0	**1211**
Equitability_J	NAN	0,7219	0,9183	0,6523	NAN	**0.7313**

O atrativo ANSF (**Tabela 5.1.3.2.7.2-4**) registrou 12 indivíduos, distribuídos em 3 espécies. As capturas foram baixas em todas as UAs, variando de 1 a 4 indivíduos. Os índices revelam baixa

diversidade (Shannon H' = 0,6494; Simpson 1-D = 0,3182) e equitabilidade reduzida (J' = 0,5153), indicando domínio acentuado e representatividade limitada.

Tabela 5.1.3.2.7.2-4: Índice de equabilidade.

Atrativo/ANSF Indicador ecológico	UA1	UA2	UA3	UA4	UA5	TOTAL
Taxa_S	1	1	1	1	1	**3**
Individuals	4	4	1	2	1	**12**
Simpson_1-D	0	0	NAN	0	NAN	**0.3182**
Shannon_H	0	0	0	0	0	**0.6494**
Equitability_J	0	0	0	0	0	**0.5153**

O atrativo cinamato de metila (**Tabela 5.1.3.2.7.2-5)** resultou na captura de 28 indivíduos, distribuídos em 6 espécies. Apesar da riqueza relativamente maior, a maioria das UAs apresentou baixa abundância. Os índices revelam diversidade baixa (Shannon H' = 0,8459; Simpson 1-D = 0,3307) e equitabilidade limitada (J' = 0,4223), indicando forte concentração de indivíduos em poucas espécies.

Tabela 5.1.3.2.7.2-5: Índice de equabilidade.

Atrativo/CINAMATO DE METILA Indicador ecológico	UA1	UA2	UA3	UA4	UA5	TOTAL
Taxa_S	5	1	1	1	1	**6**
Individuals	5	9	8	5	1	**28**
Simpson_1-D	1	0	0	0	NAN	**0.3307**
Shannon_H	2,009	0	0	0	0	**0.8459**
Equitability_J	1	NAN	NAN	NAN	NAN	**0.4223**

O atrativo ionona-β registrou 26 indivíduos (**Tabela 5.1.3.2.7.2-6),** distribuídos em 6 espécies. Houve maior captura nas UAs 1 e 2, com 7 e 8 indivíduos, respectivamente. Os índices indicam diversidade moderada (Shannon H' = 1,531; Simpson 1-D = 0,7508) e equitabilidade elevada (J' = 0,8009), evidenciando uma comunidade relativamente equilibrada, sem forte dominância de espécies.

Tabela 5.1.3.2.7.2-6: Índice de equabilidade.

Atrativo/IONANA-β Indicador ecológico	UA1	UA2	UA3	UA4	UA5	TOTAL
Taxa_S	4	3	1	2	1	**6**
Individuals	7	8	4	6	1	**26**
Simpson_1-D	0.8095	0.6071	0	0.5333	NAN	**0.7508**
Shannon_H	1491	1.025	0	0.7198	0	**1531**
Equitability_J	0.9212	0.8194	NAN	0.9183	NAN	**0.8009**

O atrativo vanilina (**Tabela 5.1.3.2.7.2-7)** capturou 36 indivíduos, distribuídos em 6 espécies. As maiores abundâncias ocorreram na UA3 (13) e UA1 (11). Os índices indicam alta diversidade (Shannon H' = 1,768; Simpson 1-D = 0,9431) e elevada equitabilidade (J' = 0,918), refletindo uma comunidade equilibrada, com boa distribuição entre as espécies.

Tabela 5.1.3.2.7.2-7: Índice de equabilidade.

Atrativo/VANILINA Indicador ecológico	UA1	UA2	UA3	UA4	UA5
Taxa_S	6	4	5	3	2
Individuals	11	6	13	4	2
Simpson_1-D	0.8	0.8667	0.6282	0.8333	1
Shannon_H	1768	1.58	1333	1.29	0.9431
Equitability_J	0.8597	0.9591	0.7323	0.9464	1

As metodologias aplicadas com atrativos aromáticos específicos (eucaliptol e salicilato de metila), pan-traps, ninhos-isca e a busca ativa de ninhos apresentaram baixa captura de indivíduos ou ausência de registros, o que inviabilizou o cálculo confiável dos índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade. Esses resultados refletem a baixa eficiência desses métodos nas condições locais de amostragem, possivelmente influenciada pela seletividade dos atrativos, pela atividade reduzida das abelhas no período amostrado. Ainda assim, tais técnicas devem ser consideradas como complementares em levantamentos mais extensos, especialmente quando aplicadas em diferentes épocas do ano, pois podem aumentar a representatividade do esforço amostral e a detecção de espécies de ocorrência menos frequente.

A curva de rarefação individual (**Figura 5.1.3.2.7.2-3**) permite avaliar a riqueza esperada de espécies em função da abundância total de indivíduos, considerando intervalo de confiança de 95% (MAGURRAN, 2013; COLWELL; CODDINGTON, 1994).

A UA1 se destaca pela maior diversidade relativa, apresentando alta riqueza com menor esforço amostral. A UA4, por outro lado, mostra abundância elevada, mas diversidade restrita, sugerindo dominância de poucas espécies. A UA5 representa o ponto menos diverso e menos abundante, refletindo baixa representatividade faunística. Já UA2 e UA3 apresentam composição intermediária, sem extremos de riqueza ou abundância.

A sobreposição das áreas sombreadas (intervalos de confiança) indica que algumas diferenças podem não ser estatisticamente significativas; entretanto, UA1 e UA4 se destacam em padrões opostos, sendo a primeira a mais diversa e a segunda a mais abundante (MAGURRAN, 2013; COLWELL, 2013).

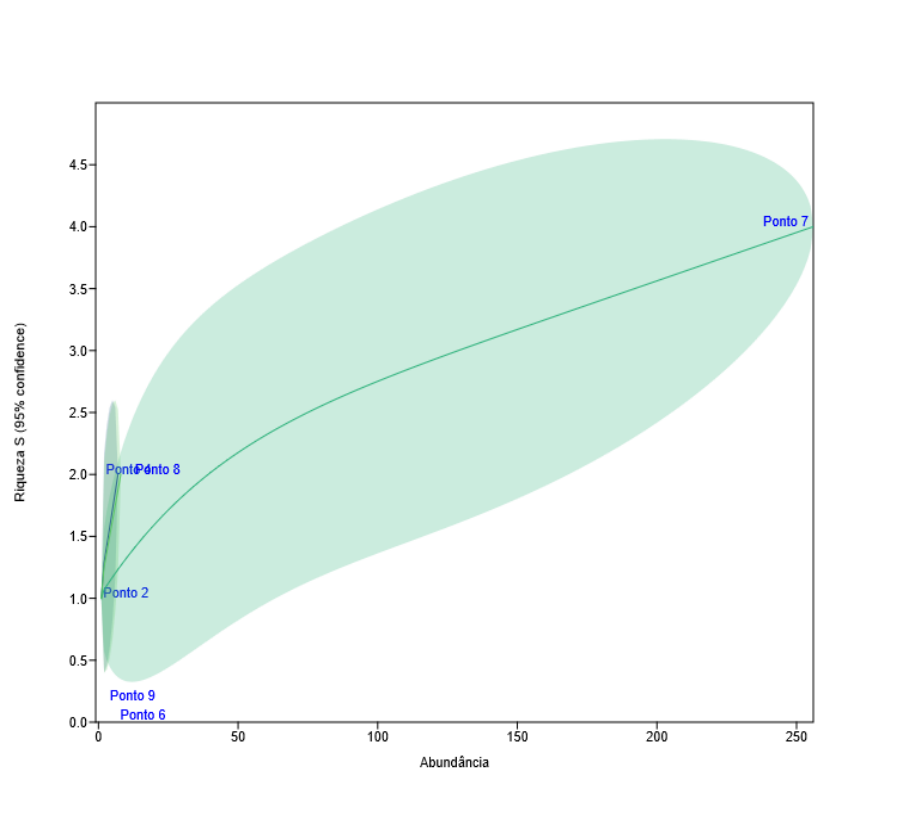


Figura 5.1.3.2.7.2-3: Curva de espécie e abundância para Abelhas Nativas.

As curvas de rarefação obtidas para os diferentes atrativos aromáticos (**Figura 5.1.3.2.7.2-4** à **Figura 5.1.3.2.7.2-8**) demonstram variações na riqueza estimada em função das unidades amostrais, refletindo a seletividade e eficiência de cada substância.

O acetato de benzila (**Figura 5.1.3.2.7.2-4**) apresentou riqueza moderada, estabilizando-se em torno de cinco espécies, com os estimadores Jackknife e Bootstrap projetando valores ligeiramente superiores ao observado, sugerindo a possível detecção de espécies adicionais em maior esforço. O ANSF (**Figura 5.1.3.2.7.2-5**) apresentou baixa riqueza (até quatro espécies), confirmando sua seletividade restrita, ainda que com estimativas Jackknife superiores à curva observada.

No caso do cinamato de metila (**Figura 5.1.3.2.7.2-6**), a curva revelou riqueza mais elevada, com grande diferença entre os estimadores, sobretudo o Chao 1, que indicou a presença de várias espécies raras não detectadas. Esse resultado sugere que esse atrativo possui potencial para capturar maior diversidade, desde que complementado por esforço adicional.

O atrativo ionona-β (**Figura 5.1.3.2.7.2-7**) apresentou resultados intermediários, com até seis espécies registradas e boa concordância entre os estimadores, refletindo maior equilíbrio na captura de espécies comuns e raras. Já a vanilina (**Figura 5.1.3.2.7.2-8**) destacou-se por apresentar uma das maiores riquezas acumuladas (até 14 espécies estimadas pelo Jackknife), evidenciando sua alta eficiência como atrativo para abelhas Euglossini.

De modo geral, os diferentes atrativos apresentaram padrões distintos de captura, sendo a vanilina e o cinamato de metila os mais promissores em termos de riqueza estimada, enquanto o ANSF mostrou desempenho limitado. Esses resultados confirmam que a utilização combinada de múltiplos atrativos é essencial para ampliar a representatividade da comunidade amostrada (MAGURRAN, 2013; COLWELL; CODDINGTON, 1994; GOTELLI; COLWELL, 2001).

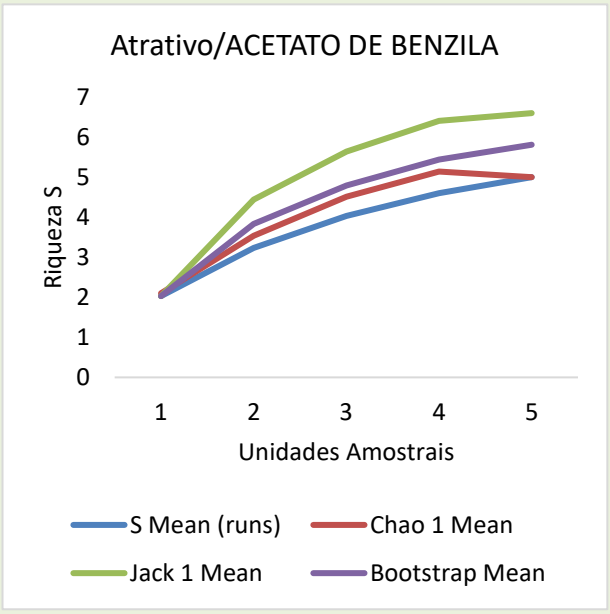


Figura 5.1.3.2.7.2-4: Acetato de benzila.

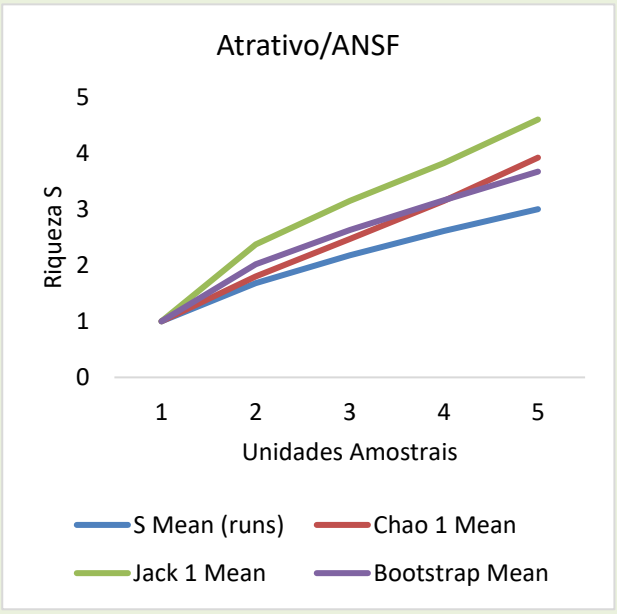


Figura 5.1.3.2.7.2-5: ANSF.

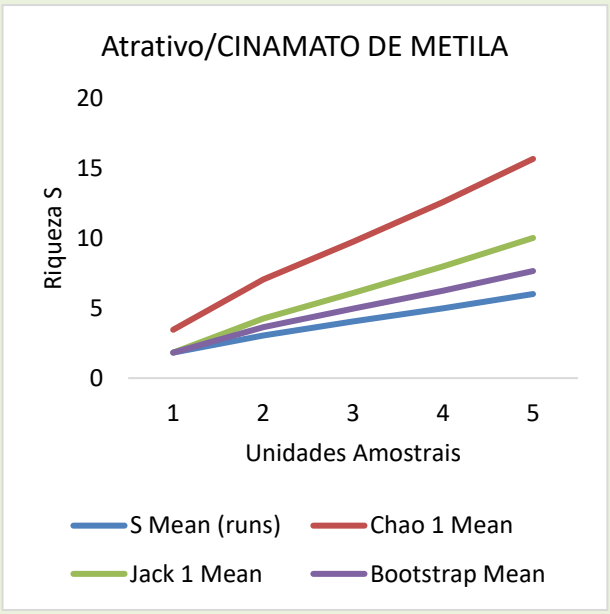


Figura 5.1.3.2.7.2-6: Cinamato de metila.

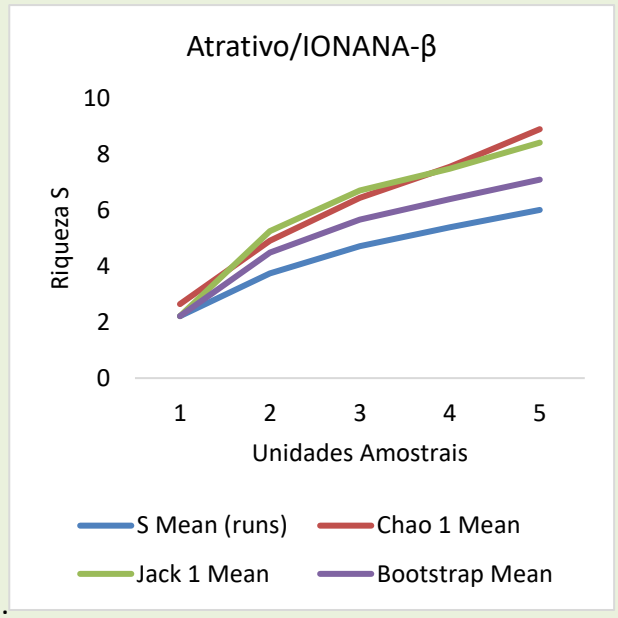


Figura 5.1.3.2.7.2-7: Ionona-β.

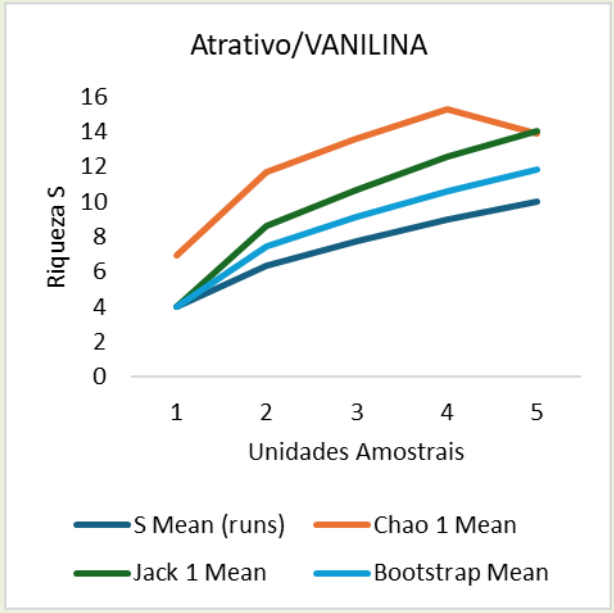


Figura 5.1.3.2.7.2-8: Vanilina.

As metodologias aplicadas com os atrativos eucaliptol e salicilato de metila, bem como a rede entomológica, as pan-traps e os ninhos-isca, apresentaram baixo número de registros de indivíduos, o que inviabilizou a construção de curvas de rarefação e o cálculo confiável de índices ecológicos. Essa limitação pode estar relacionada à baixa atratividade das substâncias testadas, à seletividade metodológica e à atividade reduzida das abelhas no período amostrado. Apesar disso, essas técnicas mantêm importância como abordagens complementares, especialmente em levantamentos mais longos ou conduzidos em diferentes épocas do ano, quando podem aumentar a representatividade da fauna amostrada (MAGURRAN, 2013; GOTELLI; COLWELL, 2001).

O teste do Qui-quadrado (**Figura 5.1.3.2.7.2-9**) evidenciou que a distribuição das capturas entre os diferentes atrativos não foi uniforme ($\chi^2 = 84{,}48$; $p < 0{,}0001$), indicando variação significativa na eficiência de cada isca. O Acetato de Benzila destacou-se como o atrativo mais eficiente, apresentando abundância muito superior ao esperado, seguido pela Vanilina, ambos com resíduos padronizados positivos expressivos. Em contraste, atrativos como Eucaliptol, Salicilato de Metila e ANSF mostraram baixo desempenho, ficando aquém do esperado, enquanto Cinamato de Metila e Ionona-β apresentaram resultados próximos à média esperada. Esses padrões reforçam que a escolha do atrativo influencia diretamente a representatividade da amostragem, sendo fundamental a utilização de múltiplos compostos odoríferos para evitar sub-amostragem da diversidade de abelhas e garantir diagnósticos mais robustos e abrangentes (CAMPOS et al., 1989; NEMÉSIO, 2009; NEMÉSIO; SANTOS JÚNIOR, 2014).

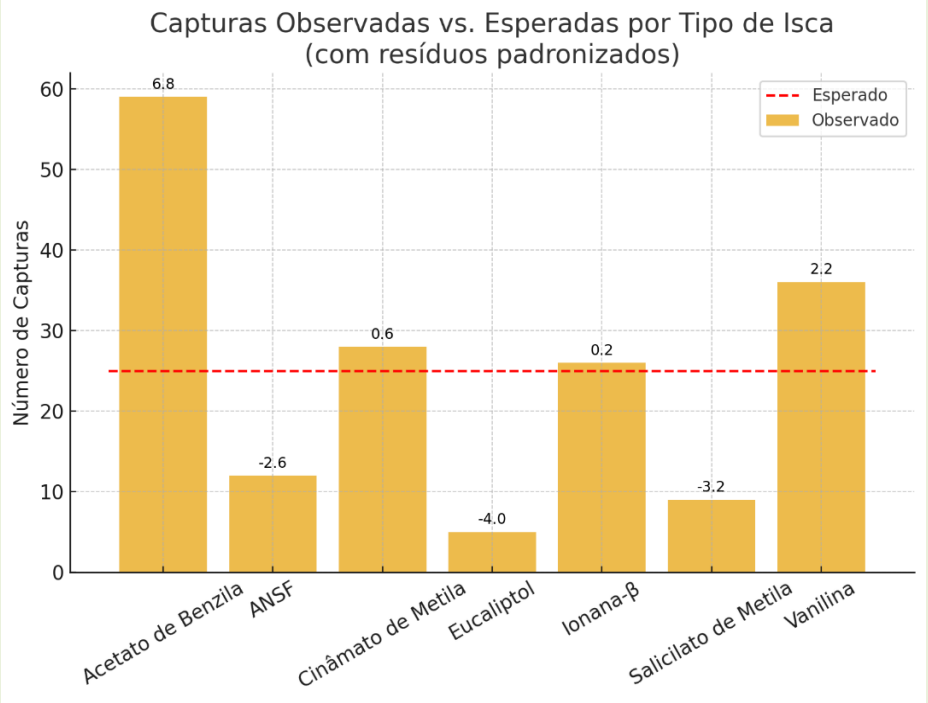


Figura 5.1.3.2.7.2-9: Teste de Qui-quadrado.

O teste do Qui-quadrado para riqueza (**Figura 5.1.3.2.7.2-10)**não indicou diferenças significativas entre os atrativos avaliados ($\chi^2 = 9,6$; $p = 0,143$), evidenciando que o número de espécies registradas por cada isca não diferiu estatisticamente do esperado ao acaso. Apesar de variações visuais, como a maior riqueza observada para a Vanilina e a menor para o Eucaliptol, tais discrepâncias não foram suficientes para caracterizar um padrão estatisticamente robusto. Esse resultado sugere que os atrativos diferem mais em relação à abundância de indivíduos do que à diversidade de espécies que conseguem capturar, corroborando achados de outros estudos que destacam a complementaridade do uso de diferentes substâncias odoríferas em levantamentos de abelhas (CAMPOS et al., 1989; NEMÉSIO, 2009; NEMÉSIO; SANTOS JÚNIOR, 2014).

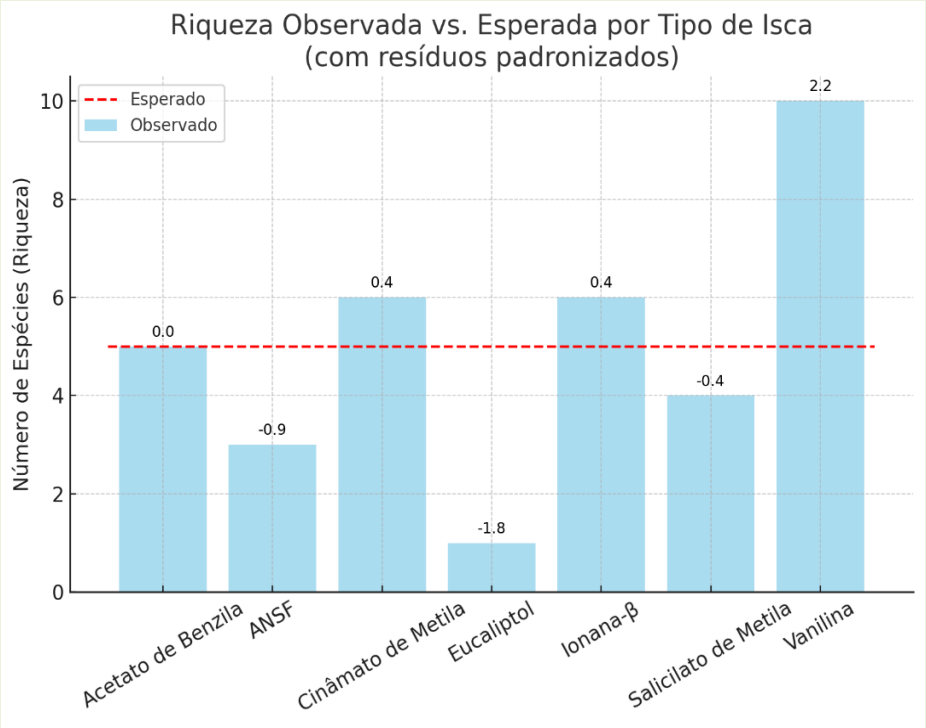


Figura 5.1.3.2.7.2-10: Teste do Qui-quadrado para riqueza.

Foram realizadas consultas e a compilação de dados sobre a entomofauna local (**Tabela 5.1.3.2.7.2-8**) e regional, mediante informações existentes na literatura científica, acadêmica e em relatórios técnicos referentes a empreendimentos localizados no entorno da área em questão.

Tabela 5.1.3.2.7.2-8: Morfoespécies de dados secundários: Legenda: Status espécies: MMA, IUCN, Decreto ES - En = Endêmica; Ra = Raras; Ci: Cinegéticas; LC = Pouco Preocupante: Dados secundários: 1 = speciesLink network, 25-Ago-2025 20:05, specieslink.net/search; 2 - INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p. (Continua).

Morfoespécie	Nome popular	Ambiente	Dados Secundários	Status da Espécie			Característica
				IUCN (2025)	MMA (2022)	ES (2022)	
Família Apidae							
Gênero Anthidium							
Anthidium latum	-	Mata Atlântica	1, 2	-	-	-	-
Gênero Austrostelis							
Austrostelis vernoniae	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Bombus							
Bombus brasiliensis	-	Mata Atlântica	1	-		-	-
Bombus brevivillus	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Bombus morio	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Bombus pauloensis	-	Mata Atlântica	2	-	-	-	-
Gênero Dicranthidium							

Tabela 5.1.3.2.7.2-8: Morfoespécies de dados secundários: Legenda: Status espécies: MMA, IUCN, Decreto ES - En = Endêmica; Ra = Raras; Ci: Cinegéticas; LC = Pouco Preocupante: Dados secundários: 1 = speciesLink network, 25-Ago-2025 20:05, specieslink.net/search; 2 - INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p. (Continua).

Morfoespécie	Nome popular	Ambiente	Dados Secundários	Status da Espécie			Característica
				IUCN (2025)	MMA (2022)	ES (2022)	
Dicranthidium seabrai	-	Mata Atlântica	1, 2	-	-	-	-
Gênero Epanthidium							
Epanthidium maculatum	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Hypanthidioides							
Hypanthidioides flavofasciata	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Hypanthidium							
Hypanthidium foveolatum	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Melipona							
Melipona marginata carioca	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Neocorynura							
Neocorynura aethra	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Neocorynura arethusa	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Neocorynura codion	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Neocorynura lamellata	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Neocorynura pseudobaccha	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Oxytrigona							
Oxytrigona tataira	-	Mata Atlântica	2	-	-	-	-
Gênero Parapsaenythia							
Parapsaenythia serripes	-	Mata Atlântica	2	-	-	-	-
Gênero Partamona							
Partamona	-	Mata Atlântica	1, 2	-	-	-	-
Partamona criptica	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Partamona helleri	-	Mata Atlântica	1, 2	-	-	-	-
Gênero Protandrena							
Protandrena avulsa	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Saranthidium							
Saranthidium furcatum	-	Mata Atlântica	2	-	-	-	-
Saranthidium marginatum	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Saranthidium musciforme	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Thectochlora							
Thectochlora brachycera	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-

Tabela 5.1.3.2.7.2-8: Morfoespécies de dados secundários: Legenda: Status espécies: MMA, IUCN, Decreto ES - En = Endêmica; Ra = Raras; Ci: Cinegéticas; LC = Pouco Preocupante: Dados secundários: 1 = speciesLink network, 25-Ago-2025 20:05, specieslink.net/search; 2 - INCAPER. Abelhas Nativas Sem Ferrão: Criação e Conservação no Espírito Santo. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016. 52 p. (Conclusão).

Morfoespécie	Nome popular	Ambiente	Dados Secundários	Status da Espécie			Característica
				IUCN (2025)	MMA (2022)	ES (2022)	
Gênero Trigona							
Trigona braueri	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Família -							
Gênero Euglossa							
Euglossa cordata	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Gênero Eulaema							
Eulaema flavescens	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-
Eulaema nigrita	-	Mata Atlântica	1	-	-	-	-

O levantamento realizado possibilitou o registro de diferentes espécies de abelhas nativas, entre elas representantes das tribos Euglossini e Meliponini, grupos reconhecidamente relevantes para a polinização de plantas tropicais e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos na Mata Atlântica (RAMALHO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI, 1990; WILMS; WIECHERS, 1997; BIESMEIJER et al., 2006). As espécies identificadas não constam entre aquelas listadas como ameaçadas de extinção nas listas oficiais vigentes — a Lista Nacional (MMA, 2022), a Lista Estadual do Espírito Santo (DECRETO ESTADUAL Nº 5.237-R, 2022) e a Lista Vermelha da IUCN (IUCN, 2023). Entretanto, a ocorrência de espécies endêmicas da Mata Atlântica reforça a importância da área estudada como refúgio para polinizadores associados a ecossistemas de elevada fragilidade (NOGUEIRA-NETO, 1997; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA; HRNCIR, 2007).

Em um contexto mais amplo, diversos estudos têm destacado que declínios nas comunidades de abelhas representam riscos diretos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos, já que esses insetos desempenham papel essencial na polinização de plantas nativas e cultivadas (CARDOSO; GONÇALVES, 2018; VAN DER SLUIJS, 2020; BROCK et al., 2021; PEREIRA et al., 2021). A sensibilidade das abelhas às alterações ambientais reflete-se em variações na abundância, riqueza e distribuição das comunidades (RHODES, 2018; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2021). Nesse sentido, compreender como fatores bióticos e abióticos influenciam suas populações é fundamental para prever cenários futuros sob a influência das mudanças climáticas (TSCHARNTKE et al., 1998; POTTS et al., 2005; HELMUTH et al., 2010; STANGLER et al., 2015, 2016; MARQUES, 2019; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019).

A urbanização e a modificação do uso da terra se destacam como fatores cruciais no declínio da biodiversidade, promovendo a perda de habitats e a fragmentação dos remanescentes florestais (CZECH et al., 2000). Apesar disso, paisagens heterogêneas, incluindo áreas urbanas e industriais, podem manter significativa abundância e riqueza de espécies de insetos, particularmente abelhas que nidificam em cavidades preexistentes (CANE et al., 2006; SMITH et al., 2006). Contudo, essas espécies geralmente apresentam nicho ecológico estreito e curta distância de forrageamento, o que as torna indicadoras sensíveis de mudanças locais (ZURBUCHEN et al., 2010; STAAB et al., 2018).

No Brasil, variáveis abióticas como altitude, pressão atmosférica, exposição solar, precipitação, temperatura, umidade e velocidade do vento têm sido apontadas como determinantes na ocupação de ninhos por abelhas nativas em diferentes biomas (Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, áreas agrícolas e urbanas). No entanto, revisões recentes indicam que fatores como radiação solar e vento ainda são pouco considerados nos estudos, apesar de seu impacto potencial sobre a distribuição e a atividade das abelhas (CUI; CORLETT, 2016; KUUSSAARI et al., 2016; ROCHA, 2021).

Os resultados apresentados para o grupo das abelhas nativas sem ferrão representam um retrato parcial da comunidade de abelhas na área de estudo, refletindo as condições do período em que a amostragem foi realizada. Para ampliar a representatividade dos dados é recomendável a realização de uma campanha complementar previamente a etapa de supressão de vegetação, para subsidiar as ações de resgate e manejo de espécies alvo, endêmicas ou que constem na lista de espécies ameaçadas que porventura venham a ser identificadas.

5.1.4 Áreas Protegidas

5.1.4.1 Áreas de Preservação Permanente - APP

A definição das Áreas de Preservação Permanente (APP) segue os critérios estabelecidos pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Essas áreas possuem função ambiental relevante, tais como a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, bem como o auxílio na proteção do solo e no bem-estar das populações humanas.

No âmbito do empreendimento, foi realizado o mapeamento e a caracterização das APPs inseridas na área de influência direta (AID), com foco especial nas porções de maior proximidade com a Área Diretamente Afetada (ADA). O detalhamento dessas áreas visa subsidiar o diagnóstico ambiental e orientar as medidas de mitigação e compensação a serem adotadas, conforme exigido pelos instrumentos de licenciamento ambiental.

O levantamento considerou elementos como cursos d'água e nascentes em conformidade com os parâmetros legais e diretrizes técnicas pertinentes. As APPs identificadas foram georreferenciadas e integradas ao mapa temático abaixo (**Figura 5.1.4.1-1** e **Figura 5.1.4.1-2**).

Conforme se observa nos mapas a seguir, não correrá intervenção em APP na área diretamente afetada que é adjacente a algumas nascentes e cursos d'água tributários do córrego Pelado, cuja sub-bacia percorre a área industrial da ArcelorMittal Tubarão formando lagoas internas até sua foz no Oceano Atlântico, em cujas margens foram APPs.

Na porção nordeste no entorno do empreendimento existem outras nascentes e cursos d'águas, componentes da sub-bacia do Córrego Carapebus, com suas respectivas APPs, sendo que alguns desses recursos hídricos estão inseridos na área da empresa, na AID do empreendimento.

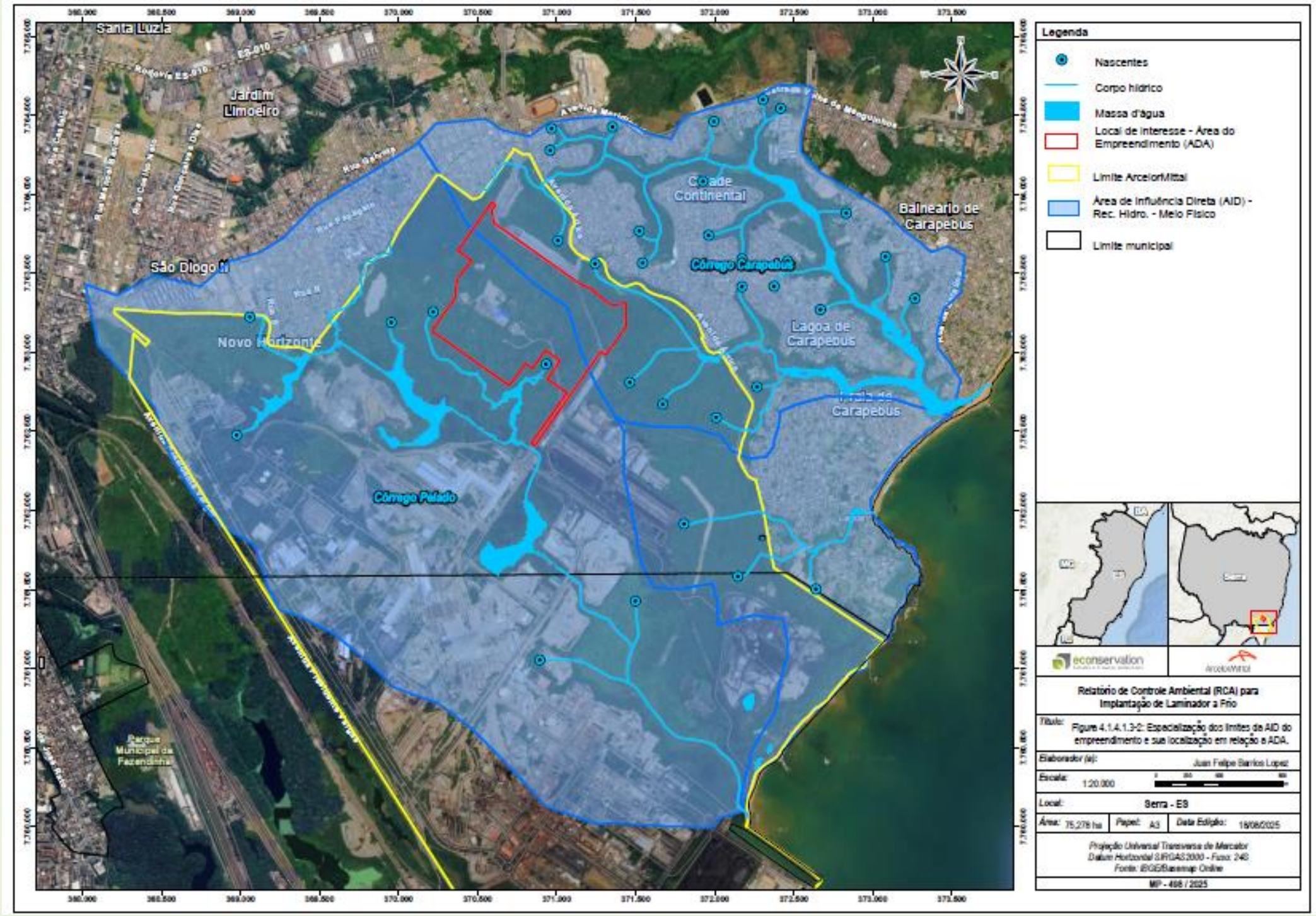


Figura 5.1.4.1-1: Áreas de Preservação Permanente (APPs) na área do empreendimento e entorno do empreendimento.

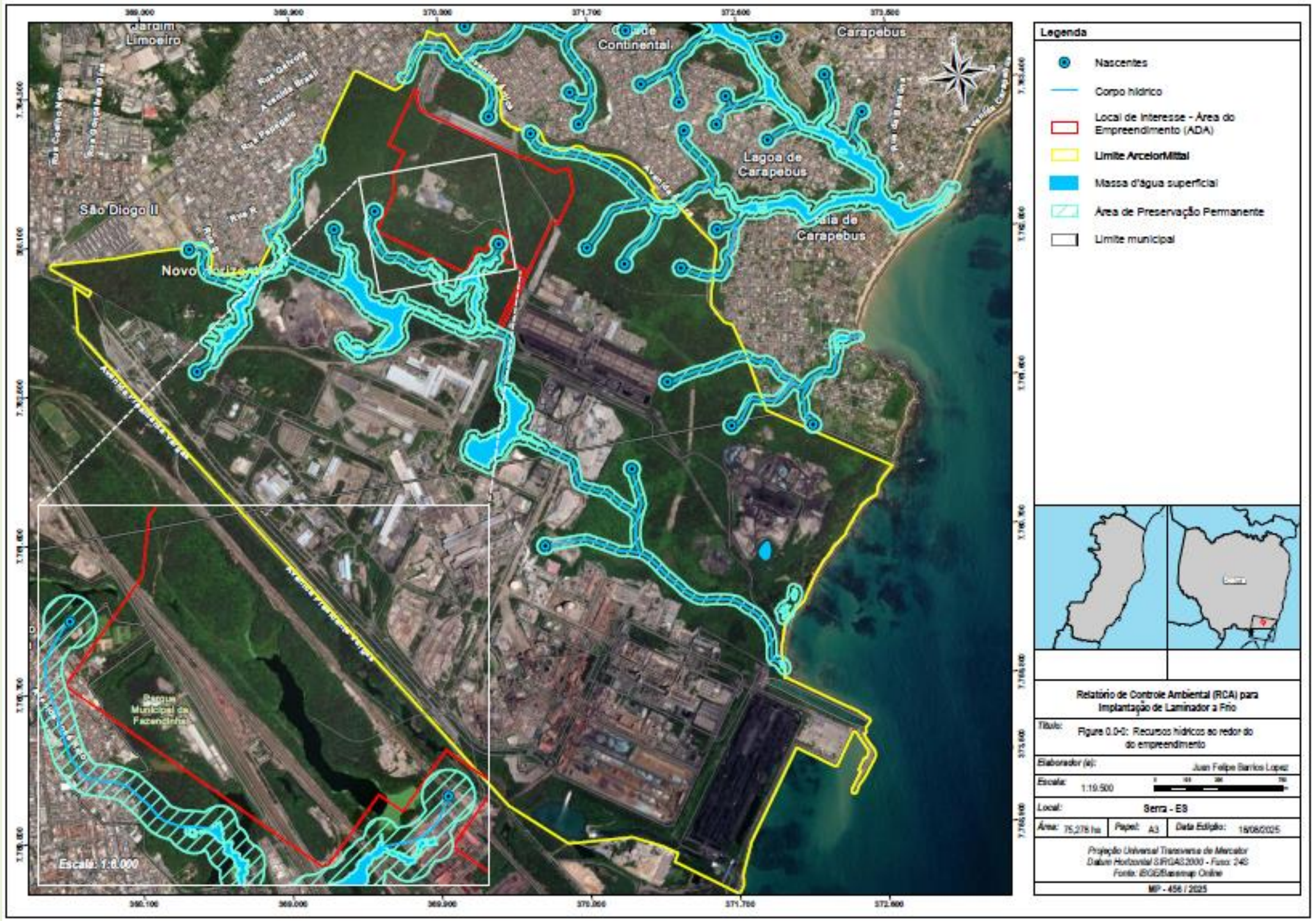


Figura 5.1.4.1-2: Áreas de Preservação Permanente (APPs) na área do empreendimento.

5.1.4.2 Áreas de Reserva Legal

O inciso III do artigo 3º da Lei 12.651/12 (novo Código Florestal) define Reserva Legal como a "área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do artigo 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa".

Tendo em vista que o empreendimento em análise se encontra no perímetro urbano do município de Serra, não se aplica o enquadramento de áreas como Reserva Legal.

5.1.4.3 Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985/2000) define Unidades de Conservação (UC) como:

"...espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias de proteção."

As Unidades de Conservação são divididas em dois grupos, sendo: Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável.

As Unidades de Proteção Integral são espaços delimitados com a função de preservação da natureza com permissão de uso apenas indireto dos recursos naturais, assim possuem regras e normas mais limitativas. Neste grupo estão as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Refúgios de Vida Silvestre e Monumentos Naturais.

Já as Unidades de Uso Sustentável têm como objetivo conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável parcial dos recursos naturais. Neste grupo estão as seguintes categorias: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e a Reserva Particular do Patrimônio Natural.

A Lei Estadual nº 9.462 de 2010 (e alterações) instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SISEUC) e estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação. A legislação estadual replica parcialmente a lei federal e ainda institui, dentro da categoria de Unidades de Proteção Integral, os Parques Estaduais e Parques Naturais Municipais, que têm como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de importância ecológica e beleza cênica. Nestas áreas são possíveis realizar, pesquisas científicas, desenvolver atividades de educação e interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico.

<u>Base de Dados</u>

A obtenção dos dados geoespaciais foi realizada a partir de bases oficiais e institucionalmente reconhecidas, assegurando a confiabilidade e legitimidade da informação utilizada. As principais fontes foram:

Ministério do Meio Ambiente (MMA): responsável pela Política Nacional de Meio Ambiente e coordenador do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), forneceu os shapefiles com a delimitação das UCs federais, estaduais e municipais.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio): autarquia vinculada ao MMA, gestora direta das UCs federais de Proteção Integral e Uso Sustentável, forneceu informações detalhadas sobre categoria, status legal, área e órgão gestor das unidades sob sua responsabilidade.

Os dados foram fornecidos no formato vetorial (shapefile), projetados em sistema de coordenadas geográficas compatível com o Datum SIRGAS2000, categorizados conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

Delimitação da Área de Estudo

Para fins de recorte espacial e análise local, conforme preconiza a resolução CONAMA 428/2010, definiu-se um buffer com raio de 10 km a partir de área de interesse já georreferenciada (Área Diretamente Afetada – ADA). Essa delimitação permitiu a identificação de 11 Unidades de Conservação (UC) (**Tabela 5.1.4.3-1**; **Figura 5.1.4.3-1**).

Conforme observa-se o empreendimento não intercepta nenhuma UC ou sua zona de amortecimento (ZA). A UC mais próxima é a APA de Praia Mole que nesta categoria de UC (APA) não possui ZA, segundo o SNUC e Código de Meio Ambiente Municipal.

A Resolução CONAMA nº 428, de 17/12/2010, indica em seu Artigo 1º que o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental que possam afetar Unidade de Conservação (UC) específica ou sua Zona de Amortecimento (ZA), assim considerados pelo órgão ambiental licenciador, com fundamento em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC ou, no caso das Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), pelo órgão responsável pela sua criação.

O parágrafo 2ª deste 1º artigo define que durante o prazo de 5 anos, contados a partir da publicação desta Resolução, o licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, localizados numa faixa de 2 mil metros a partir do limite da UC, cuja ZA não esteja estabelecida, sujeitar-se-á ao procedimento previsto no caput, com exceção de RPPNs e Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Ressalta-se que a Resolução CONAMA nº 473, de 11/12/2015, prorrogou por mais 5 anos o prazo indicado no parágrafo anterior.

Desta forma verifica-se que não haverá necessidade de o órgão licenciador consultar a administração das referidas UCs tendo em vista que seu traçado não intercepta nenhuma unidade de conservação ou zona de amortecimento.

Tabela 5.1.4.3-1: **Identificação e caracterização das unidades de conservação (UCs) na área de 10 km ao redor do empreendimento da ArcelorMittal Tubarão.**

NOME DA UC	DISTANCIA DA ADA (KM)	ÁREA DENTRO DA AE (HA)	NORMATIVA DE CONSTITUIÇÃO	MUNICÍPIO	CATEGORIA DE PROTEÇÃO	ESFERA
01 - Área de proteção ambiental de Praia Mole	0,1	398,18	Decreto 3802-N de 29-12-1994	Serra	Uso Sustentável	Estadual
02 - Área de proteção ambiental estadual Mestre Álvaro	6,14	1457,15	Lei ordinária 4507 de 07-01-1991	Serra	Uso Sustentável	Municipal
03 - Área de proteção ambiental municipal da Lagoa Jacuném	2,72	1331,27	Lei ordinária 2.135 de 25-11-1998	Serra	Uso Sustentável	Municipal
04 - Parque natural municipal de Bicanga	1,67	87,95	Decreto 7.463 de 26-04-2007	Serra	Proteção Integral	Municipal
05 - Estação ecológica municipal Ilha do Lameirão	4,12	871,92	Lei ordinária 3377 de 27-05-1986	Vitória	Proteção Integral	Municipal
06 - Parque natural municipal Von Schilgen	8,71	7,12	Decreto 12137 de 10-12-2004	Vitória	Proteção Integral	Municipal
07 - Parque natural municipal Dom Luiz Gonzaga Fernandes	8,8	63,88	Decreto 10179 de 01-06-1998	Vitória	Proteção Integral	Municipal
08 - Área de proteção ambiental do Maciço Central	9,24	20,51	Decreto 8911 de 18-09-1992	Vitória	Uso Sustentável	Municipal
09 - Área de proteção ambiental municípal Manguezal Sul da Serra	4,77	794,24	Lei ordinária 3895 de 13-06-2012	Serra	Uso Sustentável	Municipal
10 - Refúgio da vida silvestre municipal da Mata Paludosa	3,28	28,68	Decreto 17341 de 23-03-2018	Vitória	Proteção Integral	Municipal
11 - Área de proteção ambiental Baía das Tartarugas	3,21	1595,6	Decreto 17342 de 23-03-2018	Vitória	Uso Sustentável	Municipal

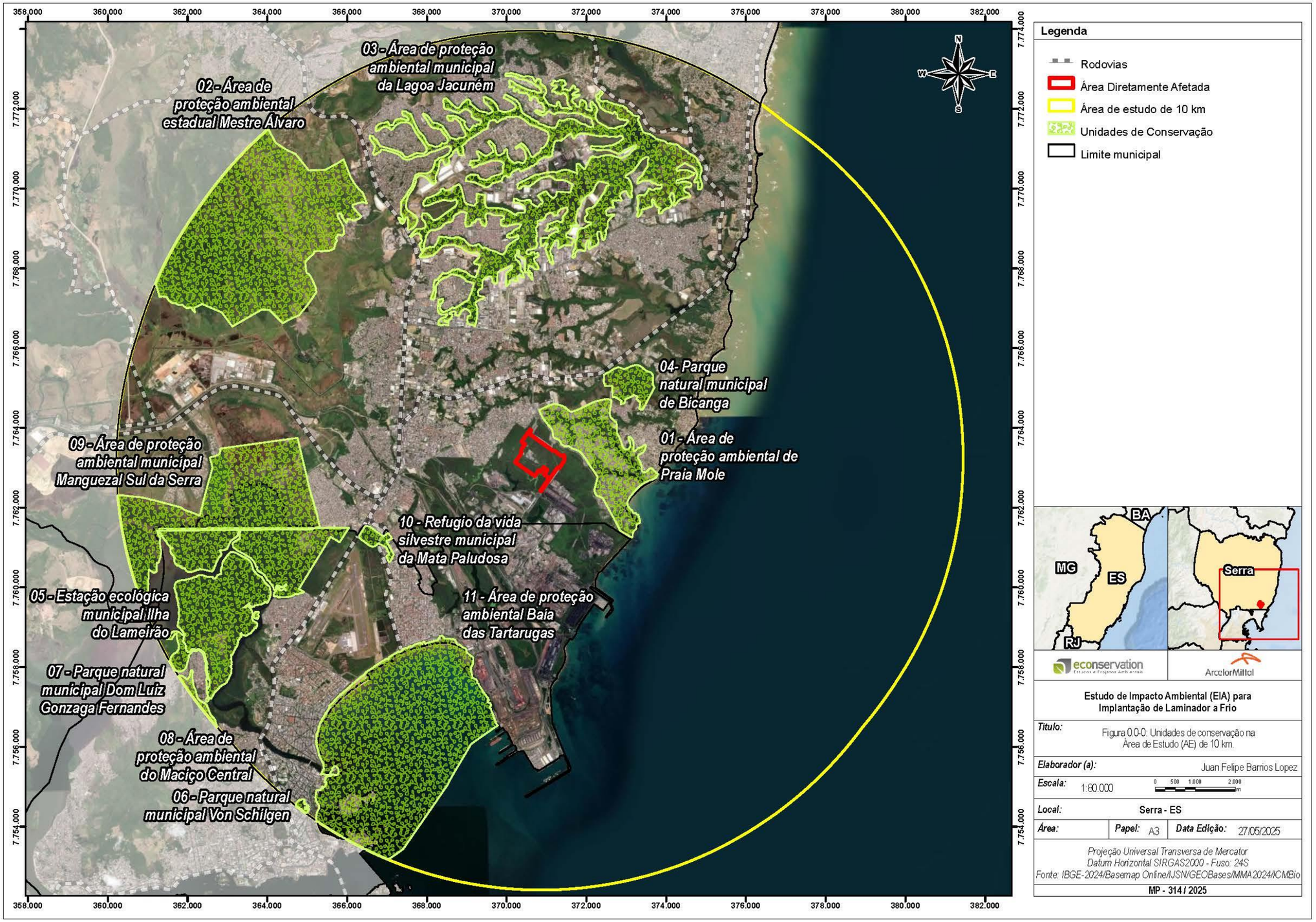


Figura 5.1.4.3-1: Unidade de conservação no entorno do empreendimento.

A seguir são pormenorizadas informações acerca de cada uma das UCs ocorrentes no entorno do empreendimento na ArcelorMittal Tubarão.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE PRAIA MOLE

A Área de Proteção Ambiental (APA) de Praia Mole foi criada pelo Decreto Estadual nº 3.802-N, de 29 de dezembro de 1994 no dia 30/12/1994 e com Plano de Manejo da APA aprovado pela Portaria Nº 14-R, de 23 de abril de 2013 localizada no município da Serra, abrangendo uma área de mais de 389 hectares.

Com seu objetivo principal de servir como zona de integração entre áreas industrial, residencial, turística e de proteção ambiental, promovendo o desenvolvimento econômico aliado à conservação da natureza e ao manejo sustentável dos recursos naturais, configurada na esfera estadual e como órgão gestor o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA.

A região da APA inclui importantes remanescentes de Mata Atlântica, vegetação de restinga, lagoas e lagunas, compondo um mosaico de ecossistemas de alta relevância ecológica e paisagística. Os principais núcleos urbanos inseridos na APA são os bairros Cidade Continental, Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus.

Os objetivos e Instrumentos de gestão segundo o decreto de criação e seu plano de manejo são:

- Promover o desenvolvimento econômico com proteção ambiental e disciplinamento do uso do solo;
- Integrar áreas industriais, residenciais e turísticas, assegurando a proteção de remanescentes de vegetação nativa;
- Garantir a qualidade dos recursos hídricos;
- Fomentar o turismo sustentável, valorizando os ecossistemas e a beleza cênica;
- Preservar sítios abióticos de rara beleza e os recursos de flora e fauna;
- Implantar equipamentos e serviços necessários à consecução desses objetivos.

A gestão da APA é realizada por um conselho consultivo composto por representantes do poder público, sociedade civil e população local, conforme regulamentação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Desde sua criação, a APA de Praia Mole tem passado por processos de fortalecimento institucional e ações de recuperação ambiental, como projetos de arborização e recuperação de áreas degradadas, especialmente em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Destaca-se a atuação conjunta de órgãos ambientais, associações de moradores, surfistas e empresas locais para consolidar a gestão participativa da unidade.

A APA está inserida em uma região de intensa pressão antrópica devido à proximidade de áreas urbanas, industriais e turísticas. Entre os principais desafios foram identificados, lançamento de efluentes e resíduos sólidos, ocupação irregular do solo (pressão urbana), supressão de vegetação nativa e pressão por expansão urbana e turística.

É importante destacar que o Plano de Manejo da APA de Praia Mole redefiniu os limites da APA indicados pelo Decreto 3.802-N/1994 (**Figura 5.1.4.5-1**). O novo limite corrigiu possíveis distorções presentes do decreto original que não levou em consideração nenhum marco físico, como estradas, nem possíveis sítios com presença de espécies de interesse para a biologia da conservação na hora de estabelecer os limites da APA de Praia Mole (CPM, 2011).

A principal diferença entre o limite presente no decreto de criação da UC e o utilizado no Plano de Manejo é o refinamento do traçado original sobrepondo marcos de referência, como a estrada de acesso à praia de Carapebus e a de acesso a Bicanga, o muro da ArcelorMittal e áreas de interesse para a conservação, com a mata ciliar da Lagoa de Carapebus (CPM, 2011). O Plano de Manejo da APA de Praia Mole foi aprovado pela Portaria SEAMA / IEMA Nº 14-R, de 23/04/2013, confirmando a nova delimitação da APA.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTADUAL MESTRE ÁLVARO

A Área de Proteção Ambiental Estadual Mestre Álvaro, localizada no município da Serra, Espírito Santo, representa uma unidade de conservação de extrema relevância ecológica para o estado. Criada em 1991 através do Decreto Estadual nº 1.451-R, esta APA estadual abrange uma área de 3.152 hectares e está inserida no bioma Mata Atlântica, um dos hotspots de biodiversidade mais ameaçados do planeta.

A presente análise técnica tem como objetivo caracterizar detalhadamente os aspectos físicos, biológicos e socioambientais desta unidade de conservação, fornecendo subsídios para sua gestão integrada e conservação efetiva.

O maciço do Mestre Álvaro apresenta uma formação geológica singular, composta predominantemente por gnaisses migmatíticos do Complexo Cristalino, com idade estimada em aproximadamente 600 milhões de anos. O relevo acidentado apresenta declividades variando entre 30° e 45° nas encostas, culminando no Pico do Mestre Álvaro com 833 metros de altitude, que constitui o ponto mais elevado da região metropolitana da Grande Vitória.

Geomorfológicamente pode ser dividida em: Setor Norte: Vale do rio Jacaraípe com planícies aluviais; Setor Central: Encostas íngremes com presença de ravinamentos; e Setor Sul: Cristas alongadas e divisores de água.

A APA desempenha função crucial na regulação hídrica regional, abrigando as nascentes do rio Jacaraípe e do córrego do Mestre Álvaro. Estdos hidrogeológicos identificaram 12 nascentes perenes, sendo que 45% da área constitui zona de recarga do aquífero cristalino. aquífero cristalino.

O ecossistema da APA Mestre Álvaro compreende três formações vegetais principais: Floresta Ombrófila Densa Submontana (65% da área), formações pioneiras (15%) e restinga arbórea (20%) mesmo com sua vegetação e áreas de preservação permanente sofre de pressões antrópicas significativas, como a expansão urbana desordenada (15% do entorno já urbanizado), extração ilegal de palmito (*Euterpe edulis*). Incêndios florestais (média de 5 ocorrências/ano).

Para combater essas pressões foi confeccionado o Plano de Manejo (Resolução IEMA n° 45/2019), determinando o zoneamento detalhado com restrições de uso, o programa de monitoramento contínuo e determinar regras específicas para atividades turísticas.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL MUNICIPAL DA LAGOA JACUNÉM

Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal da Lagoa Jacuném está localizada no município da Serra, Espírito Santo, e foi criada pela Lei Municipal nº 2.135, de 1998. Sua área total é de aproximadamente 1.418,95 hectares, abrangendo o entorno da Lagoa Jacuném, um dos principais corpos hídricos lacustres do município, com cerca de 1,46 km² de superfície e 3,5 km de extensão.

A APA está inserida na bacia hidrográfica do Rio Jacaraípe, sendo alimentada principalmente pelos córregos Jacuném, Barro Branco e Venner. A região pertence à planície costeira do litoral norte do Espírito Santo, caracterizada por solos de baixa declividade e presença de remanescentes de Mata Atlântica de Tabuleiro em diferentes estágios de sucessão, declarados de preservação permanente.

A unidade abriga fragmentos importantes de Mata Atlântica, com áreas de vegetação ciliar e de restinga. Esses remanescentes desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade local, na proteção dos recursos hídricos e na estabilidade das margens da lagoa.

Historicamente, a Lagoa Jacuném foi uma importante fonte de abastecimento público de água para a região de Carapina até a década de 1980. Com o avanço imobiliário e industrial, houve significativa degradação ambiental, como a supressão da vegetação nativa, assoreamento, poluição por resíduos urbanos e industriais e diminuição da mata ciliar, o que comprometeu a qualidade hídrica e a paisagem da lagoa.

A qualidade da água da Lagoa Jacuném é monitorada regularmente, utilizando parâmetros físicos, químicos e biológicos reunidos no Índice de Qualidade da Água (IQA). Os principais pontos de coleta mostram que as áreas próximas à zona urbana e industrial são as mais comprometidas, devido à deficiência de saneamento e à pressão do crescimento urbano. Apesar disso, houve progressiva melhora nos índices de qualidade da água nos últimos anos, resultado de investimentos em infraestrutura e saneamento básico.

A APA possui sede administrativa no bairro Barcelona e conta com um plano de manejo que orienta o uso sustentável dos recursos naturais, a recuperação de áreas degradadas e o controle da ocupação do solo. O Código Municipal de Meio Ambiente da Serra (Lei nº 2.199/1999) estabelece diretrizes para a proteção, controle e recuperação dos recursos hídricos, proibindo o parcelamento do solo em áreas de mananciais.

Entre os principais desafios para a conservação da APA estão, a ocupação urbana e expansão imobiliária desordenada, lançamento de efluentes domésticos e industriais, redução da vegetação ciliar e aumento do assoreamento, necessidade de educação ambiental e participação comunitária para garantir o uso sustentável e a recuperação da área degradada.

PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE BICANGA (PNM BICANGA)

O Parque Natural Municipal de Bicanga (PNM Bicanga) foi criado pelo Decreto Municipal nº 7.463, em 21 de março de 2016, embora sua instituição inicial tenha ocorrido em 2007. Localiza-se no bairro Bicanga, no município da Serra, Espírito Santo, abrangendo uma área aproximada de 87,9 hectares (879.526 m²).

Está inserido em uma região de grande relevância para a proteção dos recursos hídricos locais, especialmente por abrigar nascentes e cursos d'água que contribuem para a bacia hidrográfica do município. Além disso, protege ecossistemas de mata paludosa e áreas de restinga em processo de recuperação, situando-se dentro do corredor ecológico da Mata Atlântica, o que é fundamental para a conservação e conectividade dos ecossistemas associados.

A vegetação predominante no PNM Bicanga é a mata paludosa, um tipo de formação vegetal característica de áreas úmidas, que desempenha papel essencial na regulação hídrica e na manutenção da biodiversidade local. Também existem áreas de restinga em processo de recuperação, o que reforça a importância da unidade para a restauração ambiental regional.

O parque está situado na Avenida Meridional, bairro Bicanga, e conta com uma sede administrativa que está em fase de construção, visando apoiar as ações de gestão, educação ambiental e recepção de visitantes.

O Parque Natural Municipal de Bicanga integra o conjunto de unidades de conservação do município da Serra, que inclui outras APAs e parques com diferentes graus de proteção, como a APA Estadual do Mestre Álvaro, APA Municipal da Lagoa Jacuném e APA Estadual de Praia Mole. Essa rede fortalece a proteção dos ecossistemas remanescentes da Mata Atlântica, restinga e manguezal na região.

Os objetivos do parque incluem a proteção dos recursos hídricos, a conservação dos ecossistemas de mata paludosa e restinga, a promoção da educação ambiental e o desenvolvimento de atividades de lazer sustentável. A gestão é municipal, com previsão de implantação de infraestrutura para apoio à visitação e ações educativas, conforme o Plano de Manejo em elaboração.

O parque está inserido em uma área urbana e periurbana, o que implica desafios relacionados à pressão antrópica, como ocupação irregular, poluição e fragmentação dos habitats naturais. A recuperação das áreas de restinga e a manutenção da qualidade dos recursos hídricos são prioridades para a conservação da unidade.

ESTAÇÃO ECOLÓGICA MUNICIPAL ILHA DO LAMEIRÃO

A Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, criada pela Lei Municipal nº 3.377 em 1986, está localizada na região noroeste da cidade de Vitória, Espírito Santo. Ocupa uma área de aproximadamente 871,92 hectares, sendo considerada um dos maiores e mais belos manguezais urbanos do mundo.

A unidade é composta predominantemente por manguezal, que cobre cerca de 92,66% da área total. Abriga três espécies principais de mangue: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* (mangue preto ou siriúba).

Além do manguezal, a Estação possui uma pequena área de 5.052 m² de terra firme conhecida como Ilha do Apicum, caracterizada por solo de restinga com vegetação esclerófila litorânea, incluindo orquidáceas, bromeliáceas e remanescentes típicos da Mata Atlântica, além de afloramentos rochosos.

A fauna local é diversificada, composta principalmente por peixes, crustáceos (como o caranguejo-uçá), moluscos, répteis, aves e pequenos mamíferos, que utilizam o manguezal como habitat e berçário natural.

O manguezal da Estação Ecológica é um ecossistema fundamental para a ligação entre o mar, a terra e os rios, funcionando como berçário para inúmeras espécies marinhas. A mistura de água salgada com sedimentos dos rios promove a transferência de matéria orgânica, sustentando a cadeia alimentar costeira e garantindo o sustento de famílias de pescadores locais.

A Estação Ecológica foi criada para preservar e proteger permanentemente os ecossistemas e recursos naturais da área, especialmente como reserva genética da flora e fauna, com finalidades científicas e educacionais. O uso público é vetado, sendo permitida apenas a visitação embarcada para fins de pesquisa e educação ambiental.

A Estação está situada ao norte do Parque Natural Municipal Dom Luiz Gonzaga Fernandes, próximo à foz do Rio Santa Maria da Vitória, integrando um mosaico de áreas protegidas na Baía de Vitória e contribuindo para a conservação dos ecossistemas costeiros associados à Mata Atlântica.

PARQUE NATURAL MUNICIPAL VON SCHILGEN

O Parque Natural Municipal Von Schilgen está localizado no bairro Praia do Canto, em Vitória, Espírito Santo, especificamente no Morro do Gajuru, também conhecido popularmente como Morro do Cruzeiro. A unidade ocupa uma área de aproximadamente 71.259,27 m² (cerca de 7,12 hectares), com perímetro de 1.503,63 metros e altitude máxima de 65 metros no topo do morro.

O parque foi instituído pelo Decreto nº 12.137, de 10 de dezembro de 2004, em uma área que anteriormente abrigava a chácara da família Von Schilgen. No local existem duas residências históricas da família, datadas do início do século XX, sendo uma delas utilizada atualmente como sede administrativa do parque, que conta também com um pequeno auditório para atividades educativas e culturais.

O Parque Von Schilgen preserva importantes remanescentes de vegetação rupestre sobre solos pouco profundos, típicos de maciços graníticos, em meio a uma planície marinha. A vegetação nativa do parque é fundamental para a manutenção do microclima local, além de contribuir para o paisagismo e qualidade ambiental da região da Praia do Canto.

O parque serve como refúgio para diversas espécies de aves silvestres, tornando-se um ponto importante para a conservação da avifauna urbana da cidade. A diversidade de árvores e plantas nativas oferece habitat e alimento para essas espécies.

Aberto à visitação pública, o parque é bastante frequentado para caminhadas, trilhas e momentos de contemplação da natureza. O Morro do Gajuru oferece vistas panorâmicas da Praia do Canto e da Curva da Jurema, sendo um local propício para atividades de lazer e meditação em meio à natureza.

Inserido em uma área urbana densamente ocupada, o Parque Von Schilgen representa importante ilha de vegetação nativa e área verde para a cidade de Vitória, contribuindo para a conservação da biodiversidade local, o equilíbrio climático e a qualidade de vida dos moradores da região.

A administração do parque é municipal, com equipe responsável pela manutenção, segurança e monitoramento do local. O parque é considerado seguro para os visitantes, contando com guardas e infraestrutura básica para garantir a preservação ambiental e o conforto dos usuários.

PARQUE NATURAL MUNICIPAL DOM LUIZ GONZAGA FERNANDES

O Parque Natural Municipal Dom Luiz Gonzaga Fernandes, popularmente conhecido como Baía Noroeste, está localizado no bairro Redenção, na cidade de Vitória, Espírito Santo. Criado em 1998 pelo município, o parque possui uma área aproximada de 63,88 hectares, sendo uma importante unidade de conservação municipal voltada para a proteção do ecossistema de manguezal da Baía de Vitória.

O parque é constituído integralmente pelo ecossistema manguezal, que desempenha papel fundamental na manutenção da biodiversidade local, proteção costeira e equilíbrio ambiental da baía. O manguezal atua como berçário para diversas espécies aquáticas, além de contribuir para a qualidade da água e controle da erosão das margens.

O principal objetivo do Parque Dom Luiz Gonzaga Fernandes é proteger o manguezal da Baía de Vitória, além de promover atividades de educação ambiental, turismo sustentável e lazer em contato direto com a natureza. O parque conta com infraestrutura para áreas de lazer, academia popular e áreas esportivas, oferecendo opções de recreação para a população local.

A gestão do parque é realizada pela Prefeitura Municipal de Vitória, que mantém o local aberto à visitação pública de terça a domingo, inclusive feriados, das 8h às 17h30. O parque desenvolve ações de educação ambiental e atividades voltadas para a conscientização da importância dos manguezais.

Além da proteção da flora e fauna típicas do manguezal, o parque integra a rede de áreas protegidas da Baía de Vitória, contribuindo para a conservação dos ecossistemas costeiros e para a qualidade de vida da população urbana. A proteção do manguezal é fundamental para a estabilidade ambiental da região, prevenindo a degradação causada pela urbanização e atividades antrópicas.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MACIÇO CENTRAL

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Maciço Central é uma unidade de conservação municipal de uso sustentável criada pelo Decreto Municipal nº 8.911, de 1992. Abrange uma área de aproximadamente 1.100 hectares (11 km²), localizada na porção insular da cidade de Vitória, Espírito Santo. A APA protege o maior fragmento de Mata Atlântica da capital, com cerca de 80% de sua cobertura vegetal composta por árvores nativas, e possui 35,74% de sua área com proteção legal efetiva.

A APA engloba toda a área do entorno do Parque Estadual da Fonte Grande, que está inserido dentro do Maciço Central, e inclui outras unidades de conservação municipais, como os parques naturais da Pedra dos Olhos, Gruta da Onça, Tabuazeiro e Vale do Mulembá, além da Reserva Ecológica Municipal da Pedra dos Olhos. Essa região é um importante corredor ecológico que abriga a maior diversidade de fauna silvestre da cidade.

O Maciço Central apresenta diferentes formações vegetacionais do bioma Mata Atlântica, em variados estágios de regeneração e fitofisionomia. Destacam-se áreas de floresta ombrófila densa e vegetação rupestre, além de nascentes importantes para o abastecimento hídrico local — cerca de 50 nascentes foram identificadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAM).

Os objetivos são:

- Proteger o maior remanescente de Mata Atlântica da capital;
- Assegurar a conservação da biodiversidade, incluindo fauna e flora nativas;
- Regularizar e disciplinar o uso e ocupação do solo para garantir a sustentabilidade dos recursos naturais;
- Servir como zona de amortecimento para unidades de proteção integral, como o Parque Estadual da Fonte Grande;
- Promover a educação ambiental, pesquisa científica, ecoturismo e atividades sustentáveis.

A APA do Maciço Central possui um Plano de Manejo elaborado em 1992. Em 2023, foi lançado edital para a elaboração de um novo plano de manejo, com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), visando:

- Diagnóstico ambiental dos meios físico, biológico e social;
- Zoneamento ambiental e definição de normas para uso e ocupação;
- Identificação de oportunidades para uso público sustentável;
- Proposição de programas ambientais com metas e indicadores;
- Estabelecimento de estratégias de sensibilização e educação ambiental;
- Criação de um Centro de Referência e apoio para a gestão da APA e funcionamento do Conselho Consultivo.

Localizada em meio à malha urbana, a APA enfrenta pressões antrópicas significativas, como expansão urbana, ocupações irregulares, desmatamento e riscos de deslizamentos, especialmente em áreas de encosta. A tragédia do Morro do Macaco em 1985, causada por deslizamentos em encostas desprotegidas, reforça a importância da conservação e manejo adequado da área.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL MUNICIPAL MANGUEZAL SUL DA SERRA

A Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal Manguezal Sul da Serra foi criada em 2012 pelo município da Serra, Espírito Santo, e possui uma extensão aproximada de 1.061 hectares. Está localizada nas proximidades dos bairros Jardim Carapina e André Carloni, próximos ao Terminal Intermodal da Serra (TIMS) e ao loteamento Alphaville Jacuhy.

A APA foi designada para proteger os ecossistemas de manguezal e apicum, que são de extrema importância para a conservação da biodiversidade local. Esses ecossistemas formam um mosaico ambiental que favorece a diversidade de espécies da fauna e flora da região, funcionando como berçário natural para peixes, moluscos, crustáceos e outras espécies aquáticas.

O manguezal é um ecossistema estuarino que ocorre no encontro das águas doces dos rios com as águas salgadas do mar, característico das regiões tropicais e subtropicais. Ele é fundamental para o equilíbrio ecológico, servindo de refúgio, local de reprodução e desenvolvimento para diversas espécies residentes e migratórias. Além disso, o manguezal produz biomassa que sustenta a cadeia alimentar costeira e marinha, sendo também uma fonte importante para a pesca comercial e artesanal.

A APA Manguezal Sul integra o Mosaico de Áreas de Manguezal da Baía de Vitória, contribuindo para a proteção e conservação da diversidade biológica da região. Ela disciplina a ocupação do espaço, evitando impactos negativos sobre esses ecossistemas frágeis.

A unidade conta com uma sede administrativa que funciona concomitantemente ao Centro de Educação Ambiental (CEA) Jacuhy, onde são desenvolvidos diversos projetos socioambientais, atividades de educação ambiental, pesquisas e ações de recuperação ambiental ao longo do ano.

Entre as principais ações realizadas estão:

- Plantio de mudas de mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue preto (*Avicennia schaueriana*), com mudas produzidas em viveiros municipais;
- Repovoamento do manguezal com larvas de caranguejo-uçá, importante espécie econômica e ecológica;
- Sensibilização e fiscalização durante os períodos de defeso e reprodução dos crustáceos, para garantir a sustentabilidade da coleta;
- Mutirões de limpeza periódicos para remoção de resíduos sólidos;
- Projetos educativos, como o “Mangueando na Educação”, que envolve escolas e comunidades locais em atividades lúdicas e socioambientais;
- Benefício financeiro aos catadores de caranguejo durante os períodos de proibição da coleta, promovendo a sustentabilidade social.

A APA Manguezal Sul enfrenta desafios típicos de áreas urbanas e periurbanas, como a pressão por ocupação irregular, poluição e degradação ambiental. Contudo, sua criação e gestão têm sido fundamentais para garantir a conservação desses ecossistemas essenciais para a biodiversidade, a qualidade ambiental e a economia local.

REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE MUNICIPAL DA MATA PALUDOSA

O Refúgio da Vida Silvestre Municipal da Mata Paludosa, também conhecido como Parque da Fazendinha, está localizado no extremo norte da cidade de Vitória, entre a rodovia Norte-Sul e os bairros Jardim Camburi e de Fátima. Criado oficialmente em 2018 por decreto municipal, o refúgio ocupa uma área de aproximadamente 29 hectares (290.000 m²), sendo uma unidade de conservação de proteção integral destinada à preservação dos ecossistemas de mata paludosa, um tipo de floresta de planície característica de solos mal drenados.

A unidade protege remanescentes de Mata Atlântica, com destaque para a mata paludosa, que é uma formação florestal adaptada a áreas alagadiças e solos saturados por água. A vegetação é composta por espécies típicas da mata atlântica e apresenta grande diversidade de flora, incluindo árvores frutíferas como mangueiras, cajueiros, jambeiros e laranjeiras, além de exemplares nativos introduzidos no ambiente.

No centro do refúgio há uma nascente e um grande lago, que contribuem para a manutenção da umidade do solo e da biodiversidade local. Em uma área mais elevada, encontra-se um platô que funciona como mirante natural, oferecendo vistas panorâmicas da região.

O Refúgio serve de habitat para diversas espécies de aves, mamíferos e peixes, incluindo animais típicos dos ecossistemas aquáticos e florestais da Mata Atlântica. É um espaço fundamental para a conservação da fauna local e para a manutenção dos ciclos naturais.

O local é aberto ao público de terça a domingo, das 8h às 17h30, sendo fechado às segundas-feiras para manutenção. O refúgio é um espaço ideal para atividades de lazer, contemplação da natureza e educação ambiental, especialmente para crianças e escolas.

No local está instalado o Centro Ecológico Projeto Caiman, que desenvolve atividades de pesquisa, educação ambiental e ecoturismo com foco na conservação do jacaré-do-papo-amarelo, espécie emblemática da Mata Atlântica. O projeto oferece visitas guiadas, oficinas, trilhas interpretativas e outras ações educativas que promovem a sensibilização ambiental da comunidade.

A gestão do Refúgio da Vida Silvestre da Mata Paludosa é realizada pela Prefeitura de Vitória, em parceria com o Instituto Marcos Daniel, que coordena o Projeto Caiman. Essa cooperação fortalece as ações de conservação, monitoramento e educação ambiental no local.

A unidade é estratégica para a proteção dos recursos hídricos da região, pois abriga nascentes e áreas úmidas essenciais para o equilíbrio ambiental. Além disso, contribui para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica em uma área urbana, oferecendo um refúgio para espécies silvestres e um espaço de contato da população com a natureza.

Área De Proteção Ambiental (APA) Baía Das Tartarugas

A Área de Proteção Ambiental (APA) Baía das Tartarugas é a primeira APA marinha do município de Vitória, Espírito Santo, instituída em 2018 pelo Decreto Municipal nº 17.342/2018. Abrange uma área total de aproximadamente 1.685 hectares na Baía do Espírito Santo, estendendo-se desde o início da Praia de Camburi até a Terceira Ponte. A APA inclui diversas ilhas, como as ilhas do Fato,

do Socó, dos Índios, Rasa, da Galheta de Dentro, da Galheta de Fora, além das ilhas urbanizadas do Boi e do Frade, e trechos da orla de Camburi e da Praia do Canto.

A APA foi criada com o objetivo de conservar e recuperar a vida marinha e os ecossistemas costeiros da região, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais. Destaca-se pela alta biodiversidade, abrigando espécies como tartarugas marinhas (especialmente juvenis de tartaruga-verde, *Chelonia mydas*), golfinhos, cavalos-marinhos, corais, baleias jubarte, aves costeiras e uma grande variedade de peixes coloridos.

Além da importância ambiental, a área possui relevância social, histórica e cultural, pois abriga comunidades tradicionais de pesca artesanal que atuam na região há décadas, mantendo práticas sustentáveis e contribuindo para a conservação dos recursos pesqueiros.

A gestão da APA é realizada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Vitória (SEMMAM). Em dezembro de 2024, foi assinado o contrato para elaboração do Plano de Manejo da APA, que terá duração de 360 dias corridos, com vigência de 720 dias. O plano de manejo é fundamental para definir o zoneamento, normas de uso e diretrizes para a conservação e o manejo sustentável da unidade.

Entre as etapas previstas para o plano estão a avaliação estratégica, diagnóstico socioambiental integrado (meios abiótico, biótico e antrópico) e a elaboração de programas de gestão focados em temas prioritários para a APA, garantindo decisões baseadas em dados científicos e evidências técnicas.

A APA Baía das Tartarugas é estratégica para a conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros em uma área urbana, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a qualidade ambiental da Baía de Vitória. A proteção da fauna e flora marinhas auxilia na retenção de carbono, mitigando os efeitos das mudanças climáticas e promovendo a qualidade de vida da população local.

5.1.4.4 Áreas prioritárias para conservação

Como um instrumento de política pública para dar suporte a tomada de decisão na criação, delimitação e gestão de unidades de conservação, as Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são de extrema importância e devem ser constantemente atualizadas e foram estabelecidas em nível nacional pelo Decreto Federal nº 5092 de 21 de maio de 2004 – atualizado pela Portaria de nº 223, de 21 de junho de 2016 (BRASIL, 2004).

O Decreto Federal estabelece cinco conjuntos de biomas para a identificação das áreas e ações prioritárias para a conservação, sendo elas: Amazônia; Cerrado e Pantanal; Caatinga; Mata Atlântica e Campos Sulinos; e Zona Costeira Marinha. Estas áreas são prioritárias para a criação de Unidades de Conservação, pesquisa e inventário da biodiversidade, recuperação e aplicação de ações visando o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004).

Através do decreto foram estabelecidas regras para identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade. Foram realizados diversos seminários e estudos para a instituição destas áreas, de acordo com as características de

cada região. Estes seminários envolveram representantes do governo, setor acadêmico, organizações ambientais, comunidades tradicionais e outros (BRASIL, 2004).

Após a identificação das áreas, estas foram categorizadas de acordo com a importância do ponto de vista biológico e sensibilidade e estabelecidas quatro categorias de prioridades para conservação, sendo:

- Extremamente Alta;
- Muito Alta;
- Alta; e
- Insuficientemente Conhecida.

Assim, a partir desta classificação espera-se sejam implementadas, pelo poder público e pela sociedade, ações sugeridas voltadas para cada área. Foram definidas basicamente quatro vertentes de ações prioritárias: Ações de conservações; Ações de manejo; Ações de pesquisa; e Ações institucionais; assim temos: (BRASIL, 2007).

- Ações de conservação: criação de Unidades de Conservação, ampliação de Unidades de Conservação existentes, estabelecimento de áreas de exclusão de pesca, incentivo ao estabelecimento de mosaicos de áreas protegidas, fiscalização e controle, entre outros;
- Ações de manejo: Implementação e consolidação de Unidades de Conservação, manejo de bacias hidrográficas e dos recursos hídricos, recuperação de áreas degradadas, estabelecimento de corredores ecológicos, manejo sustentável dos recursos naturais, manejo de espécies-praga ou invasoras, solução de conflitos de gestão em áreas protegidas, fiscalização e controle, entre outros;
- Ações de pesquisa: Realização de inventários biológicos, monitoramento da biodiversidade, estudo de dinâmicas populacionais específicas, pesquisas de longo prazo, entre outros;
- Ações institucionais: homologação de Terras Indígenas, reconhecimento de Terras de Quilombos, implantação de Comitês de Bacias, Zoneamento Ecológico-econômico, implantação de programas de educação ambiental, implementação de mecanismos econômicos para apoiar a conservação da biodiversidade, entre outros; e outras ações necessárias.

Em nível estadual, o Decreto nº 2530-R, de 02/05/2010, estabeleceu áreas consideradas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, doravante denominadas Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade no Estado, para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades sob a responsabilidade do Governo Estadual, voltados à:

- conservação da biodiversidade;
- utilização sustentável de componentes da biodiversidade;
- repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado;
- pesquisa e inventários sobre biodiversidade;
- recuperação de áreas degradadas e de espécies sub-exploradas ou ameaçadas de extinção;
- valorização econômica da biodiversidade; e
- planejamento territorial.

O Decreto Estadual definiu as seguintes categorias de prioridade de conservação:

- Extrema prioridade: áreas com alta riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas e raras, ou com ocorrência de fenômenos biológicos ou processos ecológicos especiais;
- Muito alta prioridade: áreas com média riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas ou raras, ou que possuam remanescentes de vegetação, altamente ameaçados ou com alto grau de conservação; e
- Alta prioridade: áreas com alta riqueza de espécies em geral, com ocorrência de espécies raras ou ameaçadas, ou que possuam remanescentes de vegetação significativos ou com alto grau de conectividade.

O Artigo 6º do referido Decreto determina que os estudos ambientais de empreendimentos, obras ou atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daqueles que sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, a serem objeto de análise no licenciamento ambiental, deverão ser considerados como prioritários para destinação das ações compensatórias, em conformidade com o que estabelece a Lei nº 9.985/2000, as áreas identificadas como prioritárias para a conservação.

E o parágrafo 1º deste artigo indica que as áreas identificadas neste Decreto serão consideradas prioritárias para a definição e validação de qualquer nova Unidade de Conservação pelo Estado.

Considerando as áreas prioritárias estabelecidas em nível federal e estadual verifica-se que o empreendimento se situa próximo da área de extrema prioridade denominada Grande Vitória (Estadual) e MA-199 (Federal), sem que ocorra intercepção do empreendimento em tais áreas (**Figura 5.1.4.5-1**), ficando distante cerca de 3,2 km e 1,6 km, respectivamente dessas duas áreas prioritárias.

O ecossistema da APA Mestre Álvaro compreende três formações vegetais principais: Floresta Ombrófila Densa Submontana (65% da área), formações pioneiras (15%) e restinga arbórea (20%) mesmo com sua vegetação e áreas de preservação permanente sofre de pressões antrópicas significativas, como a expansão urbana desordenada (15% do entorno já urbanizado), extração ilegal de palmito (*Euterpe edulis*). Incêndios florestais (média de 5 ocorrências/ano).

5.1.4.5 Corredores ecológicos

A Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituiu os Corredores Ecológicos definindo-os como *"porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais"* (BRASIL, 2000).

Corredores Ecológicos são áreas nas quais são implantadas ações coordenadas com objetivo de proteger a diversidade biológica na escala de biomas. Estas ações visam fortalecer e expandir áreas protegidas através da criação de espaços de que possibilitem a conexão entre Unidades de Conservação. Nestas áreas (Corredores), segundo o Ministério de Meio Ambiente devem ser

incentivado *"usos de baixo impacto, como o manejo florestal e os sistemas agroflorestais; além do desencorajamento de uso de alto impacto, como o desmatamento em larga escala"* (BRASIL, 2000).

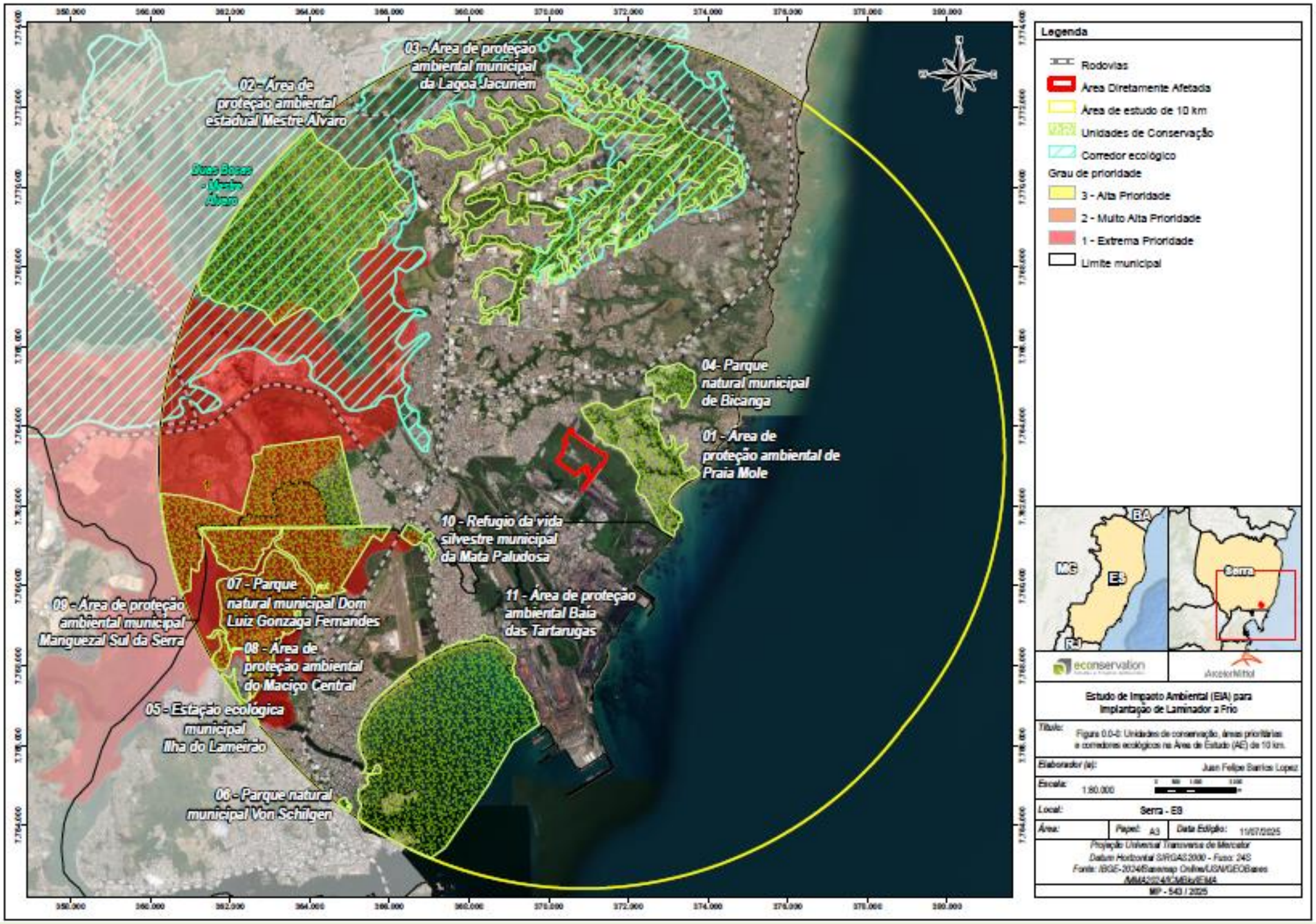


Figura 5.1.4.5-1: UC Área Prioritária – Corredores.

Os Corredores Ecológicos proporcionam o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e aumento da cobertura vegetal. São criados a partir de informações e estudos sobre os hábitos das espécies, as regiões onde estas vivem e a distribuição da população. A partir das informações obtidas são estabelecidas diretrizes de ocupação, visando a manutenção e ampliação da vegetação de forma que seja possível o deslocamento das espécies entre os fragmentos florestais, consequentemente a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, possibilitando o fluxo de gentes e o movimento da biota. Portanto, os corredores ecológicos são uma maneira de amenizar os impactos das atividades humanas sob o meio ambiente, através do ordenamento da ocupação humana e manutenção das funções ecológicas no mesmo território (BRASIL, 2000).

Vale destacar que os Corredores Ecológicos não são Unidades de Conservação, mas áreas geográficas delimitadas para fins de planejamento e conservação ambiental. A implantação de um corredor ecológico possibilita a implementação de ações visando o fortalecimento, expansão e interligação entre as áreas protegidas, impulsionando um uso mais sustentável para a terra, privilegiando atividades de baixo impacto (NOVELLI, 2011).

Dada a situação da fragmentação da Mata Atlântica, bem como a necessidade de cumprimento de metas relacionadas a conservação e recuperação da cobertura florestal nativa definidas no Plano de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo foi criado o Decreto nº 2529-R de 02 de junho de 2010, que instituiu os Corredores Ecológicos Prioritários do Espírito Santo no âmbito do Corredor Central da Mata Atlântica (ESPÍRITO SANTO, 2010). Para a definição dos corredores foram utilizados os seguintes critérios:

- Área total dos fragmentos;
- Proximidade entre os fragmentos/Unidades de Conservação;
- Localização das Unidades de Conservação;
- Situação dos recursos hídricos;
- Presença de instituições de ensino e/ou sociedade civil organizada; e
- Existência de projetos de desenvolvimento sustentável na região.

O Decreto estabelece em seu artigo primeiro, dez corredores ecológicos prioritários (na parte terrestre) no Estado, sendo eles: Córrego do Veado; Pedra do Elefante; Sooretama-Comboio-Goytacazes; Alto Misterioso; Centro Norte Serrano; Duas Bocas-Mestre Álvaro; Saíra-Apunhalada; Guanandy; Burarama-Pacotuba-Canfundó; e Caparaó. Na porção marinha, o artigo segundo do decreto determina a criação do Corredor Marinho do Rio Doce (ESPÍRITO SANTO, 2010).

Os dez corredores ecológicos prioritários do Espírito Santo ocupam aproximadamente 604 mil ha, abrigando diversas espécies de fauna e flora. Distribuídos por todo o território do Estado, os corredores abarcam diferentes climas, relevos e estágios vegetacionais.

É definido pelo Decreto que corredores ecológicos são: *"grandes extensões de áreas que contém ecossistemas florestais biologicamente prioritários para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica, definidos estrategicamente para fins de planejamento e implementação de políticas públicas que permitam a conciliação de ações conservacionistas com as tendências de desenvolvimento econômico. Os Corredores ecológicos terrestres são compostos por conjunto de unidades de conservação, terras indígenas, fragmentos florestais privados e áreas intersticiais estratégicas para estabelecimento de micro-corredores de conexão"* (ESPÍRITO SANTO, 2010).

Nos artigos 7º e 8º fica estabelecido que a instituição de um corredor ecológico não impedirá o licenciamento ambiental de atividades, contudo os empreendimentos deverão propor, em conjunto com o órgão licenciador (IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente) medidas compensatórias que venham atender as estratégias de implantação dos corredores ecológicos prioritários. Além disso, o IEMA e outros órgãos federais ou municipais que estejam aptos para realizar licenciamento, também poderão apontar medidas ou diretrizes compensatórias necessárias para a implantação e funcionamento do empreendimento (ESPÍRITO SANTO, 2010).

Ressalta-se que o empreendimento em análise não transpassa nenhum Corredor Ecológico, estando próximo (cerca de 3,2 km) apenas do Corredor Ecológico Duas Bocas-Mestre Álvaro (**Figura 5.1.4.5-1**).

O Corredor Duas Bocas-Mestre Álvaro abrange cerca de 38.380,03 ha, compreendida entre os munícipios de Cariacica/ES, Serra/ES, Viana/ES e Santa Leopoldina/ES. Conta com várias Unidades de Conservação (Estaduais e Municipais) de extrema importância (NOVELLI, 2011).

As duas principais Unidades de Conservação neste Corredor Ecológico são a Reserva Biológica (REBIO) Duas Bocas (Cariacica/ES) e a Área de Proteção Ambiental do Mestre Álvaro (Serra/ES). A REBIO Duas Bocas é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e possui uma ampla área de mata primária onde habitam diversas espécies de fauna e flora que são muito importantes para manutenção do patrimônio natural. Destaca-se que este corredor engloba UC localizadas bem próximas a área urbana, assim, está sujeito a pressões antrópicas da Grande Vitória (ESPÍRITO SANTO, 2010).

5.1.5 Considerações Finais

Flora

A área de estudo está completamente inserida no bioma Mata Atlântica, abrangendo ambientes característicos da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, também conhecida como Floresta dos Tabuleiros Costeiros. Na área do empreendimento e em seu entorno, são encontrados remanescentes de floresta ciliar dos tabuleiros costeiros e, com menor frequência, fragmentos de florestas de várzea, todos em diferentes estágios de conservação. Nos fundos de vale, onde geralmente se localizam corpos hídricos, é possível encontrar lagoas de variadas dimensões.

O empreendimento será implantado em uma área de 75,27 hectares (Área Diretamente Afetada – ADA), composta majoritariamente por áreas de reflorestamento com espécies exóticas. Também estão presentes espécies nativas oriundas de regeneração natural, além de pequenos trechos com vegetação esparsa ou isolada, como vias, pátios e áreas de macega.

O diagnóstico da flora realizado na ADA identificou a presença de táxons legalmente protegidos, como *Bactris caryotifolia* (coqueirinho), incluída na lista de espécies ameaçadas do estado, e *Paubrasilia echinata* (pau-brasil), que consta tanto na lista estadual quanto na nacional de espécies ameaçadas, além de estar listada nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Silvestres Ameaçadas de Extinção – CITES.

Além dessas espécies, foram registrados exemplares terrestres e/ou epífitos pertencentes às famílias Cactaceae e Orchidaceae, também protegidos por sua inclusão nos Anexos da CITES.

Dessa forma, é fundamental que, durante a análise de impactos ambientais, sejam propostas medidas mitigadoras e atenuadoras adequadas para garantir a conservação do germoplasma dessas espécies.

Comunidades aquáticas e bentônicas

As comunidades aquática e bentônica apresentam variações espaciais e temporais naturais, influenciadas por fatores biológicos, como a interação entre espécies e a disponibilidade de alimento, além de fatores externos, como o aporte de nutrientes e as condições físicas e químicas do substrato da área de estudo.

O monitoramento dessas comunidades já está previsto nos programas ambientais atualmente em execução pela empresa, abrangendo as áreas de influência do novo empreendimento. Os resultados obtidos fornecem importantes índices ecológicos dessas comunidades, constituindo uma linha de base (baseline) para futuras análises comparativas.

A continuidade desses monitoramentos é essencial para a identificação e avaliação de possíveis alterações ambientais decorrentes da implantação e operação do empreendimento.

Fauna Terrestre

Para Herpetofauna foram registradas 9 espécies de anfíbios e 6 de répteis durante as duas campanhas de amostragem. Apesar da baixa riqueza, as áreas amostradas possuem valor ecológico, abrigando espécies endêmicas e sensíveis à perda de habitat. A diversidade observada é influenciada pelas características dos fragmentos florestais.

A presença do jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), espécie vulnerável, destaca a importância da conservação local. O principal impacto previsto com o empreendimento é a descaracterização do habitat, embora a região já esteja sob forte pressão antrópica, o que pode ter contribuído para a baixa abundância registrada.

Quanto a Avifauna, devido às características das áreas de estudo está situada localizada em uma área antropizada e industrial com presença de reflorestamentos, corpos hídricos e áreas alteradas, há o favorecimento da ocorrência de aves adaptadas a diferentes tipos de habitat. Em duas campanhas de campo, foram registradas 82 espécies de aves, majoritariamente residentes e adaptadas às alterações antrópicas do ambiente.

Apesar disso, foram registradas espécies endêmicas da Mata Atlântica e altamente sensíveis a impactos ambientais, cuja presença requer monitoramento contínuo. A riqueza de aves foi elevada e similar entre unidades amostrais terrestres e aquáticas, bem como entre as duas campanhas realizadas.

A comparação com dados de campanhas anteriores (2023–2025) mostrou estabilidade na composição da avifauna. Entre os impactos previstos com o novo empreendimento destacam-se a

perda de habitat, poluição hídrica e sonora — sendo que estes últimos já são observados atualmente, com a avifauna residente demonstrando adaptação ao ambiente local.

O diagnóstico da mastofauna registrou 6 espécies em cada uma das duas campanhas (maio e julho/2025), com abundância semelhante, mas variação na composição entre os períodos, destacando a importância do monitoramento sazonal. A maioria das espécies é generalista e adaptada a ambientes alterados, com destaque para *Callithrix geoffroyi*, endêmica da Mata Atlântica.

A Lagoa 7 apresentou maior diversidade e equilíbrio ecológico, indicando sua relevância como refúgio de fauna. Recomenda-se a continuidade do monitoramento para acompanhar possíveis impactos e subsidiar ações de conservação.

Os resultados apresentados para o grupo das abelhas nativas sem ferrão representam um retrato parcial da comunidade de abelhas na área de estudo, refletindo as condições do período em que a amostragem foi realizada. Para ampliar a representatividade dos dados é recomendável a realização de uma segunda campanha de campo em período distinto, como sugestão previamente a etapa de supressão de vegetação. Esse esforço adicional contribuirá para reduzir possíveis lacunas amostrais, e subsidiar decisões relacionadas à conservação, manejo e monitoramento da fauna polinizadora em ambientes sujeitos a pressões antrópicas significativas.

Considerando as áreas protegidas, o conjunto das UCs analisadas demonstra uma ampla diversidade de categorias de proteção ambiental, incluindo Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Parques Naturais Municipais, Estações Ecológicas, Refúgios da Vida Silvestre e APAs marinhas. Essa diversidade permite a proteção de variados ecossistemas, tais como:

- Floresta ombrófila densa;
- Manguezais urbanos e periurbanos;
- Áreas de restinga, apicum e ecossistemas costeiros;
- Áreas de vegetação rupestre e formações graníticas urbanas;
- Ecossistemas aquáticos e lagunares.

Essa variedade assegura a conservação de diferentes habitats e espécies, promovendo a conectividade ecológica e a manutenção dos serviços ambientais essenciais, como proteção hídrica, regulação climática e refúgio para fauna e flora.

Quando comparada ao empreendimento, a APA de Praia Mole é a unidade mais próxima do projeto, sem que ocorra intervenção direta sobre ela. A APA está situada em paisagem urbana entremeada com elementos naturais, especialmente nos trechos de florestas em APPs nos fundos de vale dos terrenos.

5.2 Avaliação de Impactos Ambientais e Proposições de Medidas de Controle no Meio Biótico

Neste tópico, serão discutidos os impactos ambientais sobre o meio biótico decorrentes das ações do empreendimento nas fases de implantação e operação, assim como suas respectivas medidas mitigadoras preventiva ou corretivas, potencializadoras e compensatórias.
Ressalta-se que a metodologia e os critérios de valoração são comuns estre os meios avaliados, portanto, pode ser verificada no **Anexo 12.**

5.2.1 Descrição e Identificação dos Impactos

No presente tópico é apresentada a identificação dos impactos considerando as diversas atividades associadas. Durante as fases de implantação e operação foram mapeadas duas atividades causadoras de impactos:

- Terraplanagem (corte e aterro);
- Processo produtivo.

Os aspectos ambientais são entendidos por quaisquer elementos das atividades sobre as quais o empreendedor tenha algum controle e que interagem com o meio ambiente. Para o propósito desta Avaliação de Impacto, os aspectos coincidem com as fontes de impactos. Cada atividade pode apresentar diversos aspectos e cada aspecto resultar em certo número de efeitos ou impactos.

A **Tabela 5.2.1-1** apresenta a planilha de classificação e valoração dos impactos identificados para o meio biótico, sendo detalhado a seguir a descrição e a classificação dos impactos ambientais. A descrição consiste em uma consolidação das análises e discussões efetuadas por equipe multidisciplinar autora do presente estudo.

A listagem de impactos ambientais identificou ao todo três impactos inerentes ao meio biótico.

Tabela 5.2.1-1: Levantamento das atividades, aspectos e impactos ambientais previstos durante a implantação e operação da Planta de Laminação a Frio (Meio Biótico).

FASE	ATIVIDADE	ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS
Operação Implantação	Terraplanagem (corte e aterro)	Supressão vegetal/limpeza do terreno	Supressão de espécies de flora legalmente protegidas
		Supressão vegetal/ limpeza de terreno, movimentação de máquinas e equipamentos, geração de ruído	Afugentamento e Alteração Comportamental da Fauna
		Supressão vegetal/ limpeza de terreno e tráfego de veículos	Redução do Habitat Disponível, Efeito de Borda e Atropelamento de Fauna
Operação	Processo produtivo	Geração de ruído e iluminação artificial noturna	Afugentamento e Alteração Comportamental da Fauna
		Presença física da estrutura (barreira) e tráfego de veículos	Redução do Habitat Disponível, Efeito de Borda e Atropelamento de Fauna

Neste item, apresenta-se a descrição dos impactos e fatores ambientais afetados, bem como as respectivas tabelas de classificação e valoração dos impactos, associando-os aos aspectos ambientais, que também se encontram relacionados às ações do empreendimento e estas às respectivas fases de ocorrência.

Na presente avaliação de impactos ambientais foi levada em consideração os impactos advindos das atividades supracitadas. Na sequência da avaliação do impacto, apresenta-se as medidas mitigadoras sugeridas.

5.2.1.1 Impacto 01 – Supressão de espécies de flora legalmente protegidas

Fase	Atividade	Aspecto
Implantação	Terraplanagem (corte e aterro)	Supressão vegetal/ limpeza de terreno

No diagnóstico de flora na ADA do empreendimento foram registrados exemplares de táxons legalmente protegidos: *Bactris caryotifolia* (coqueirinho) que consta na lista estadual de ameaçadas e *Paubrasilia echinata* (pau-brasil), presente tanto na lista estadual como na nacional e que também integra os Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES.

A espécie protegida *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) está representada em trecho fora das parcelas amostrais por meio de um indivíduo de porte arbóreo. Pode-se inferir que esse exemplar foi plantado na área de estudo, tendo em vista o histórico de ocupação antrópica dessa região e as modificações no ambiente promovidas pela implantação da unidade industrial, à época denominada Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), além do fato dessa espécie ser comumente utilizada em reflorestamentos e plantios comemorativos, estando presente em algumas áreas da própria ArcelorMittal Tubarão.

A palmeira *Bactris caryotifolia* (coqueirinho) ocorreu como elemento de regeneração natural em trecho do reflorestamento. Essa espécie consta na lista estadual das ameaçadas, na categoria "vulnerável", e apresenta distribuição pela Mata Atlântica dos estados da Bahia e Espírito Santo (CRIA, 2025).

Além desses táxons também ocorrem na ADA exemplares terrestres e/ou epífitos de Cactaceae e Orchidaceae que são legalmente protegidos por constarem nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, que são: *Rhipsalis floccosa* e *Selenicereus setaceus* (Cactaceae) e *Catasetum luridum*, *Cyrtopodium polyphyllum*, *Eltroplectris triloba*, *Prescottia plantaginifolia* e *Vanilla bahiana* (Orchdiaceae).

Tanto *B. caryotifolia* como as espécies de Orchidaceae e Cactaceae supracitadas ocorrem em outras áreas da ArcelorMittal Tubarão, tanto em trechos de vegetação natural (mata nativa em estágio médio de regeneração) como em reflorestamentos do cinturão verde.

A supressão da vegetação dos trechos de reflorestamento na ADA causará a perda dos exemplares das espécies legalmente protegidas. No entanto as famílias Arecaceae, Cactaceae e Orchidaceae

possui características biológicas (LORENZI et al., 2010; SOUZA & LORENZI, 2012) que permitem o transplantio dos indivíduos adultos para outros ambientes e, assim, criar possibilidade de sua sobrevivência e permanência do banco genético das populações das espécies transplantadas.

Em relação à supressão de espécies de flora legalmente protegidas, este impacto é considerado **negativo** pela forma como se manifesta no ambiente, com incidência **direta** sobre os exemplares vegetais, de abrangência **local** por se tratar de supressão na ADA, com duração **permanente**, grau de reversibilidade classificada como **irreversível** e com temporalidade avaliada como **imediata**, pois se manifestará tão logo se inicie a operação de supressão. Ainda, este impacto tem probabilidade **real** tão logo seja iniciada a atividade de supressão, sendo sua magnitude classificada como **média**, considerando que mesmo protegidas, são espécies de menor grau de ameaça, que ocorrem no entorno do empreendimento e são passíveis de resgate. Este impacto **não é cumulativo e/ou sinérgico** pois tem ação apenas sobre o componente flora. Ao cruzar a sensibilidade ambiental, classificada como **alta** pela presença das espécies legalmente protegidas com a intensidade desse impacto ponderada como **média** (55%), logo verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **grande**.

Atributo	Qualificações	Pontuação
Categoria	Negativa	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Não	1
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**55%**
Sensibilidade do ecossistema	**Alta**	**-**
Grau de importância	**Grande**	**-**

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:
    - Limitar a supressão de vegetação ao necessário para realização das atividades de implantação do empreendimento;
    - Resgate e transplantio de indivíduos adultos das espécies legalmente protegidas antes das atividades de supressão;
    - Para acompanhamento e controle deste impacto, recomenda-se a implementação do Programa de Resgate de Germoplasma como medida mitigadora.

No TR é sugerido ainda os Programas de Controle de Espécies Exóticas Invasoras e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Avaliando as características do empreendimento, juntamente com o impacto supracitado, não se faz necessário a implementação destes programas.

5.2.1.2 Impacto 02 – Afugentamento e Alteração Comportamental da Fauna

Fase	Atividade	Aspecto
Implantação	Terraplanagem (corte e aterro)	Supressão vegetal/ limpeza de terreno, movimentação de máquinas e equipamentos, geração de ruído
Operação	Processo produtivo	Geração de ruído e iluminação artificial noturna

Dentre os impactos ocasionados pela implantação e operação do empreendimento, destaca-se o mascaramento acústico com o possível comprometimento da reprodução das aves e dos anfíbios. Esses animais necessitam, principalmente, da vocalização para propiciar o encontro de parceiros sexuais, e o ruído de fundo constante da planta industrial pode restringir a distância de comunicação, forçando as espécies a desenvolverem adaptações que representam maior gasto fisiológico e podem comprometer seu sucesso reprodutivo a longo prazo. A avifauna, no geral, possui grande mobilidade e plasticidade de adaptação. Os anfíbios, por sua vez, têm a mobilidade mais limitada, principalmente devido ao seu tamanho e pequena área de vida, mas também possuem plasticidade de adaptação.

Uma grande parte dos animais depende da comunicação de longo alcance para reconhecimento de coespecíficos, seleção de parceiros e defesa territorial. Uma vez que a capacidade de se comunicar é limitada pela distância com a qual um sinal pode ser reconhecido, o ruído de fundo do hábitat pode restringir essa distância, interferindo na comunicação animal. Os sons antropogênicos ocupam geralmente a faixa de frequência entre zero e 3kHz, a mesma utilizada por diversas espécies animais, fazendo, portanto, com que o sinal enviado pelo emissor possa não ser detectado pelo receptor. Nesse sentido, as espécies precisam desenvolver adaptações as quais podem diminuir sua longevidade ou comprometer seu sucesso reprodutivo. De fato, dentre as adaptações, são reconhecidas quatro: i) elevação da frequência de emissão dos sinais acústicos de modo que se tornem mais altos do que o barulho de fundo (maior gasto fisiológico) (TOLENTINO et al. 2018, CAORSI et al. 2018), ii) emissão de sinais em intervalo diferente da poluição sonora de fundo (CARTWRIGHT et al. 2013), iii) aumento do número de vezes em que o sinal é emitido, competindo com o barulho de fundo (maior gasto fisiológico) (HOSKIN; GOOSEM, 2010) ou iv) diminuição na emissão de sinais acústicos (comprometendo a taxa de sucesso reprodutivo) (LENGAGNE, 2008).

Além disso, as obras previstas para a implantação deste empreendimento contribuem para o aumento do fluxo de veículos na localidade, o que aumenta o nível de pressão sonora local. As perturbações sonoras provocadas pela movimentação de máquinas, equipamentos e pessoas, assim como as ocasionadas pelas atividades de melhoria e abertura de acessos (supressão vegetal) e preparo do solo, tendem a provocar o afugentamento natural dos indivíduos para áreas adjacentes, sejam elas propícias ou não à presença da fauna.

Diferente do ruído da construção, o ruído operacional é constante e pode ocupar faixas de frequência que se sobrepõem às utilizadas pela fauna local para comunicação, defesa de território e seleção de parceiros. Soma-se a isso a iluminação artificial noturna, um aspecto proeminente na fase de operação. A luz constante altera os ciclos circadianos de espécies noturnas, interfere em rotas de voo de morcegos e insetos, e pode alterar a dinâmica entre predadores e presas, favorecendo predadores que caçam visualmente e expondo presas que dependem da escuridão.

As perturbações contínuas (ruído e luz) tendem a criar um ambiente de estresse crônico, favorecendo espécies generalistas e adaptadas a ambientes antropizados, enquanto espécies mais sensíveis, especialmente aquelas com fotofobia ou dependentes de comunicação acústica complexa, podem ter suas populações localmente reduzidas ou serem permanentemente afastadas da área de influência direta.

Destaca-se que algumas espécies possuem baixo potencial de dispersão, bem como fotofobia, habitando ambientes com sub-bosque sombreado e denso. Tais espécies, em um contexto de perturbação sonora, tendem a não conseguir se deslocar para outros fragmentos próximos, o que poderia causar a perda de indivíduos, gerando uma redução no tamanho populacional local destas espécies.

Em relação a este impacto é considerado **negativo** pela forma como se manifesta no ambiente. O impacto tem incidência **direta**, pois é consequência direta e inevitável das atividades do projeto. A escala é **local**, uma vez que os efeitos ocorrerão nas áreas diretamente afetada e de influência direta do empreendimento. Considerando a geração de ruídos, para a duração o impacto é **permanente**. Embora o ruído da obra seja temporário, as alterações na dinâmica e na estrutura das populações de espécies com baixa mobilidade podem se estender de forma indefinida, consolidando um novo cenário ecológico local. O prazo para manifestação é **imediato**, pois o afugentamento e a perturbação da fauna se iniciam instantaneamente com o começo das atividades ruidosas e da movimentação no canteiro de obras. Ainda, mesmo com o fim das atividades geradoras do ruído, as alterações na dinâmica populacional (como a perda de indivíduos de espécies com baixo potencial de dispersão) dificilmente retornarão às condições naturais pré-existentes. Assim, a ocorrência do impacto é **real**, estando diretamente associada às atividades previstas para a implantação do empreendimento, assim como a geração de ruídos e a perturbação ocorrerão de forma constante e regular ao longo de toda a fase de implantação. Considerando a combinação dos atributos, especialmente o caráter permanente e **irreversível** das alterações na dinâmica populacional de espécies mais sensíveis, o impacto é classificado como de magnitude **média**. Este impacto **não é cumulativo e/ou sinérgico** pois além dos aspectos ambientais que geram esse impacto, não existem outros que possam impactar o componente fauna. Ao cruzar a sensibilidade ambiental, classificada como **média** com a intensidade desse impacto ponderada como **média** (55%), logo verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **médio**.

Atributo	Qualificações	Pontuação
Categoria	Negativa	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Não	1
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**55%**
Sensibilidade do ecossistema	**Média**	**-**
Grau de importância	**Médio**	**-**

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

  - Executar o Programa de Resgate da Fauna Silvestre e de Prevenção do Atropelamento da Fauna silvestre. Tal programa consiste no recolhimento de espécimes animais, principalmente vertebrados, e na destinação dos mesmos à ambientes próximos e seguros;
  - Executar o Programa de Monitoramento de Fauna. Este programa permitirá avaliar como as populações de espécies, especialmente as mais sensíveis ao ruído e à iluminação, respondem à presença contínua do empreendimento.

5.2.1.3 Impacto 03 – Redução do Habitat Disponível, Efeito de Borda e Atropelamento de Fauna

Fase	Atividade	Aspecto
Implantação	Terraplanagem (corte e aterro)	Supressão vegetal/ limpeza de terreno e tráfego de veículos
Operação	Processo produtivo	Presença física da estrutura (barreira) e tráfego de veículos

Para a implantação do empreendimento serão necessárias intervenções no ambiente, levando em consideração a necessidade de abertura e/ou manutenção de acessos e a implantação do empreendimento propriamente dito. Dentre as intervenções, a supressão vegetal e a movimentação de terras acarretam a redução da quantidade e da qualidade do habitat disponível para a fauna terrestre. A descaracterização dos ambientes naturais pode provocar impactos negativos sobre a fauna, uma vez que pode gerar modificação das dinâmicas populacionais em consequência das alterações diversas nas interações ecológicas (ex. competição, predação, reprodução).

Neste contexto, as modificações do ambiente natural, principalmente a remoção da vegetação, tendem a desencadear processos ecológicos inerentes ao aumento da densidade de bordas, da fragmentação e da perda de habitat. Tais processos interferem nas relações complexas entre as espécies e, dessa forma, favorecem a simplificação das cadeias tróficas e a consequente perda da diversidade.

Além das alterações apontadas acima, o tombamento de árvores e a remoção da vegetação podem provocar a mortalidade de indivíduos não vistos anteriormente ao início das atividades. Destaca-se que algumas espécies possuem baixo potencial de dispersão, bem como fotofobia, habitando ambientes com sub-bosque sombreado e denso. Tais espécies, em um contexto de perturbação, tendem a não conseguir se deslocar para outros fragmentos próximos, o que poderia causar a perda direta de indivíduos.

Ainda, o aumento da movimentação de pessoas e de maquinários na área do empreendimento, bem como a abertura de novos acessos potencialmente poderá provocar o atropelamento da fauna silvestre presente na localidade. A abertura de novos acessos e/ou aumento da movimentação de acessos já existentes (intensificação de tráfego) tem sido associada a uma maior probabilidade de acidentes com fauna de uma maneira geral, em que as espécies mais afetadas são aquelas de deslocamentos lentos.

Adicionalmente, as áreas onde os novos acessos atravessam habitats favoráveis para a ocupação das espécies (*e.g.* áreas de vegetação nativa, ambientes alagados) naturalmente existe a possibilidade de atropelamento da fauna; principalmente nesses ambientes favoráveis à ocorrência dos animais. De fato, os principais fatores relacionados aos atropelamentos da fauna estão associados à distribuição espacial da cobertura vegetal e do uso do solo.

Já com a planta industrial em operação, a consequência da supressão vegetal realizada na fase anterior se consolida como um impacto permanente de fragmentação de habitat. A estrutura física do empreendimento funciona como uma barreira, dificultando ou impedindo o deslocamento da fauna entre os fragmentos de vegetação remanescentes. Isso pode levar ao isolamento de pequenas populações, aumentando sua vulnerabilidade.

Adicionalmente, a presença da planta cria um acentuado efeito de borda. As áreas de vegetação adjacentes à estrutura industrial sofrem alterações microclimáticas (aumento de luz, vento e temperatura) que modificam a composição da flora e, por consequência, da fauna que dela depende. Esse efeito tende a favorecer espécies generalistas e pioneiras em detrimento de espécies especialistas, que necessitam do interior de habitats mais conservados, simplificando a comunidade biológica local a longo prazo.

O tráfego de veículos associado à logística e ao deslocamento de funcionários mantém o risco de atropelamento da fauna como um impacto crônico. Embora o volume de tráfego possa ser diferente da fase de implantação, a constância do fluxo em acessos que atravessam áreas de vegetação representa uma ameaça contínua, principalmente para espécies de deslocamento mais lento ou com hábitos noturnos.

Em relação a este impacto é considerado **negativo** pela forma como se manifesta no ambiente. Diante das informações supracitadas, este impacto é de incidência **direta**, passível de ocorrer na fase de implantação e operação do empreendimento. A área de abrangência deste impacto, considerando o atropelamento da fauna nos acessos para o empreendimento, é **regional**, uma vez que os efeitos podem se manifestar também na área de influência indireta do empreendimento. Uma vez que ocorre a mortalidade da fauna em consequência da supressão vegetal e/ou do atropelamento, este impacto é **permanente**, **irreversível** e **imediato**. Entretanto, os efeitos da perda dos indivíduos nas populações e nas comunidades biológicas podem ser refletidos a médio e longo prazo. A ocorrência do impacto a partir das atividades descritas é **real**, estando associada aos aspectos relacionados a presença do empreendimento. Ainda, o risco de atropelamento e a pressão sobre o habitat devido à movimentação de máquinas e veículos ocorrerão de forma constante ao longo de toda a fase de implantação. Considerando a combinação dos atributos, em especial a irreversibilidade da mortalidade da fauna, a permanência da perda de habitat e a escala regional do risco de atropelamento, o impacto é classificado como de magnitude **forte**. Este impacto **não é cumulativo e/ou sinérgico** pois além dos aspectos ambientais que geram esse impacto, não existem outros que possam impactar o componente fauna. Ao cruzar a sensibilidade ambiental, classificada como **média** com a intensidade desse impacto ponderada como **forte** (80%), logo verifica-se que se trata de um impacto com grau de importância **médio**.

Atributo	Qualificações	Pontuação
Categoria	Negativa	-
Incidência	Direta	2
Abrangência	Regional	2
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Não	1
Magnitude	Forte	5
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Forte**	**80%**
Sensibilidade do ecossistema	**Média**	**-**
Grau de importância	**Grande**	**-**

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:
    - Executar o Programa de Monitoramento de Fauna. Tal programa consiste na coleta sistemática de dados em campo, para acompanhar as populações de espécies, principalmente de vertebrados;
    - Executar o Programa de Resgate da Fauna Silvestre e de Prevenção do Atropelamento da Fauna silvestre que deverá incorporar o monitoramento da fauna atropelada nas vias de acesso, gerando dados que podem subsidiar a implementação de medidas mitigadoras, como a instalação de sinalização de advertência e ações de educação ambiental.

5.3 Programas De Controle E Monitoramento Para Meio Biótico

5.3.1 Programa de Monitoramento de Fauna Silvestre

5.3.1.1 Objetivos

- Acompanhar as populações da fauna silvestre ao longo das fases de implantação e operação, avaliando variações na composição, riqueza, abundância e diversidade de espécies;
- Avaliar a eficácia das medidas de mitigação e controle ambiental implementadas, como o Programa de Resgate de Fauna e Prevenção do Atropelamento da Fauna Silvestre;
- Detectar impactos não previstos sobre a fauna, gerando dados técnicos que subsidiem a adoção de ações de manejo adaptativas;
- Contribuir para o conhecimento científico da biodiversidade regional, disponibilizando os dados gerados para instituições de pesquisa e órgãos ambientais.

5.3.1.2 Justificativa

A instalação de um empreendimento industrial modifica permanentemente a paisagem e as condições do ambiente. O monitoramento é a ferramenta fundamental para compreender a real dimensão dos impactos sobre a fauna residente. Este programa se justifica pela necessidade de avaliar as respostas das comunidades faunísticas não apenas à fase de implantação, mas também aos impactos da fase de operação, como o ruído contínuo e a fragmentação do habitat. A execução deste programa é essencial para verificar a eficiência das medidas mitigadoras.

5.3.1.3 Procedimentos Metodológicos

O monitoramento será realizado por meio de campanhas sazonais (contemplando estações seca e chuvosa) para abranger a variação temporal das comunidades. As metodologias serão padronizadas para permitir a comparação dos dados.

- **Monitoramento da Mastofauna (Mamíferos):**
  - **Mamíferos de médio e grande porte:** Serão utilizadas armadilhas fotográficas (câmeras-trap) instaladas em pontos estratégicos (trilhas, corpos d'água) e transectos para busca ativa por vestígios (pegadas, fezes, carcaças);
  - **Pequenos mamíferos (não voadores):** Serão utilizadas armadilhas de captura viva (Sherman e Tomahawk) dispostas em transectos lineares. Os indivíduos capturados serão identificados, biometrados e soltos no mesmo local.
- **Monitoramento da Avifauna (Aves):**
  - Serão aplicados métodos de pontos de escuta e transecção por faixas, registrando todas as espécies avistadas e ouvidas em horários de pico de atividade (início da manhã e final da tarde).
- **Monitoramento da Herpetofauna (Anfíbios e Répteis):**
  - Serão instaladas armadilhas de queda (pitfall traps) interligadas por cercas-guia, método eficaz para a captura de espécies com hábitos fossoriais e errantes;
  - Será realizada a procura ativa em transectos, método que consiste na busca visual e auditiva por indivíduos em seus diferentes micro-habitats (folhiço, troncos, corpos d'água).
- Análise de Dados e Base de Campo.

Os dados coletados em campo serão analisados para calcular índices ecológicos (riqueza, diversidade de Shannon, equitabilidade) e parâmetros populacionais (abundância relativa). Uma base de campo será utilizada para o armazenamento de equipamentos e para a triagem e processamento inicial dos dados coletados. Os espécimes que porventura vierem a óbito serão preparados para encaminhamento a coleções científicas.

5.3.1.4 Indicadores

- Variação da riqueza e abundância de espécies por grupo faunístico ao longo do tempo;
- Variação nos índices de diversidade e equitabilidade;
- Registro e frequência de espécies bioindicadoras, endêmicas ou ameaçadas;
- Número de relatórios técnicos de monitoramento entregues ao órgão ambiental.

5.3.1.5 Público-alvo

Órgãos ambientais (IEMA), a própria gestão ambiental do empreendimento e instituições científicas regionais.

5.3.1.6 Inter-relação com outros Programas

Este programa é central e integrador. Ele recebe informações do Programa de Resgate de Fauna Prevenção do Atropelamento da Fauna Silvestre (fornecendo um registro das espécies presentes na área suprimida), utilizando esses dados para compor uma análise mais robusta sobre o estado de conservação da fauna e a eficácia geral das medidas de proteção.

5.3.1.7 Cronograma de Execução

O programa será executado em todas as fases do empreendimento, com campanhas sazonais durante toda a fase de implantação e se estendendo por até dois anos durante a fase de operação, para avaliação dos impactos de longo prazo.

5.3.2 Programa de Resgate da Fauna Silvestre e de Prevenção do Atropelamento da Fauna silvestre

5.3.2.1 Objetivos

- Afugentar o máximo de espécies de deslocamento rápido e evitar que estas retornem à ADA;
- Minimizar stress e injúrias aos representantes da fauna vertebrada, que habitam as áreas diretamente afetadas pelas obras deste empreendimento;
- Afugentar espécies que possuem capacidade de dispersão e fuga rápida;
- Translocar para áreas de soltura imediatamente após a captura os espécimes que forem capturados com boas condições de saúde;
- Enviar ao Centro de Triagem de Aninais silvestres ou clínicas veterinárias aptas para tratamento médico-veterinário os animais feridos ou debilitados que não tenham condições imediatas de soltura;
- Preparar e encaminhar para coleções científicas todos os espécimes mortos acidentalmente durante o processo de supressão vegetal ou remoção de solo orgânico;
- Evitar o Atropelamento de Fauna Silvestre através da conscientização dos condutores de veículos envolvidos na implantação das obras da população circunvizinha ao empreendimento;
- Qualificar e quantificar a perda de indivíduos da fauna silvestre por atropelamento ao longo das rotas internas de acesso ao empreendimento.

5.3.2.2 Justificativa

A instalação de qualquer empreendimento em área natural implica diretamente na remoção de hábitat da fauna residente, logo, a execução do programa de resgate de fauna silvestre é de fundamental importância para reduzir a mortalidade de animais silvestres durante as obras de implantação e pavimentação deste empreendimento. Além dos efeitos diretos da supressão de vegetação, a fauna afugentada também fica susceptível aos eventos de atropelamento nas vias de acesso às obras.

5.3.2.3 Procedimentos metodológicos

- ✓ Pré- supressão

Previamente ao início da supressão, os talhões ou áreas demarcadas/georreferenciadas deverão ser vistoriadas. Sugere-se que as áreas destinadas à supressão sejam subdivididas em talhões de até um hectare afim de facilitar a quantificação de frentes de supressão e o dimensionamento do quantitativo de equipes de resgate. É proposto que no primeiro dia que antecede a supressão sejam realizadas as seguintes atividades identificação de ninhos ativos, sendo as áreas protegidas até o voo dos ninhegos, identificação e remoção das colmeias de abelhas nativas, realização da Procura Visual Ativa (PVA).

- ✓ Resgate durante a supressão de vegetação

Finalizada essa etapa de pré supressão, inicia-se o resgate durante o processo de supressão. Esse processo consiste no acompanhamento da retirada do sub-bosque e do tombamento das árvores, onde cada frente de trabalho será acompanhada por uma equipe. Cada equipe deverá ser composta propor biólogos e/ou veterinários com experiência comprovada em atendimento de animais silvestres. A depender da quantidade e distanciamento das frente de supressão, os profissionais poderão atuar em outra frente por acionamento.

Cada máquina em operação deverá ser acompanhada por biólogos, quando das seguintes atividades: supressão de sub-bosque e bosque, tombamento de árvores, e supressão eventual de áreas úmidas. Nenhum maquinário poderá atuar sem a presença de um biólogo.

A distância mínima de tombamento das árvores deverá ser respeitada por questões de segurança da equipe de resgate. No entanto, deve haver proximidade suficiente entre o motosserrista e a equipe de resgate para que seja possível a observação dos animais em fuga ou acuados.

Ao avistar um animal em meio a vegetação recém-tombada, o biólogo ou veterinário deve se comunicar com o operador de motosserra e imediatamente interrompe a frente de supressão a qual acompanha. Após ter sido efetuado o resgate do espécime, o mesmo Biólogo que paralisou a frente de supressão autoriza a continuidade.

✓ Resgate durante a destoca e remoção do top soil (solo orgânico)

Durante o processo de destoca e remoção do top soil (solo orgânico) a maior parte das espécies arborícolas e terrícolas já foi removida da área da obra, restando apenas as espécies de répteis e anfíbios fossoriais ou semi-fossoriais. A fase da obra em que a cobertura vegetal está completamente ausente é a etapa de grande resgate de répteis e anfíbios.

Os amphisbaenídeos são animais ápodes e serpentiformes, de hábitos fossoriais estes répteis escavam galerias no solo onde passam grande parte de suas vidas. A remoção da camada orgânica do solo durante as obras revela grandes populações de amphisbaenídeos, tornando-se a maior preocupação do resgate na fase de terraplanagem.

Para o resgate dos amphisbaenídeos as equipes devem se concentrar no acompanhamento das escavações; os profissionais devem ficar ao lado das máquinas em funcionamento em tempo integral respeitando a distância de segurança. Cada profissional responsável pela frente de serviço deve manter comunicação direta com o operador da escavadeira, seja visualmente, seja por via de rádio. Ao visualizar qualquer espécime durante a remoção do solo orgânico o biólogo deve solicitar ao operador a paralisação momentaneamente da operação da máquina, e certificando-se da paralização total da máquina, efetuar o resgate do animal com segurança para ambas as partes. A captura de amphisbaenídeo é feita com o auxílio de luvas de couro.

Além dos amphisbaenídeos, na etapa de remoção de raízes e topsoil também podem ser encontradas serpentes, lagartos e anfíbios fossoriais e semi-fossoriais, portanto a atenção a estes animais deve ser mantida até o final da remoção completa do solo orgânico.

✓ Triagem dos animais resgatados e marcação

Os animais capturados (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) durante o resgate de fauna ´passarão por procedimento de avaliação veterinária em campo. Durante a avaliação médica dos indivíduos no posto de triagem provisório descrito logo abaixo, os indivíduos que necessitarem de estabilização clínica e intervenção cirúrgica serão estabilizados com atendimento aos primeiros socorros e deverão ser direcionados para as clínicas veterinárias especializadas em animais Silvestres ou para o Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS). Todos os animais serão identificados a nível de espécie. Todos os espécimes terão seus dados coletados, sexo identificado quando possível e fotografados.

✓ Posto de triagem provisório e fixo

Durante a execução do programa de resgate de fauna, será instalado um posto de triagem móvel no local das atividades e uma base em local estratégico.

O posto de triagem móvel será constituído por uma tenda, mesa e cadeiras, material para os primeiros socorros e estabilização primária dos animais e com a finalidade central de deixar por um curto período os recipientes dos animais resgatados, antes que estes sejam encaminhados para a base da equipe. A intenção é que sejam coletados os dados pertinentes a cada indivíduo e que os animais tenham uma recuperação em caso de avarias mais simples.

- 1 Tenta;
- 1 Mesa;
- Cadeiras;
- Materiais médicos para primeiros socorros.

A base fixa tem como finalidade central servir de ponto de referência para equipe de resgate de fauna durante os procedimentos de avaliação, avaliação do animal levemente avariado, biometria, coleta de dados dos animais capturados e preparação de material zoológico. Os espécimes que porventura vierem a óbito durante a supressão, destoca ou remoção de top soil, serão triados nesta base e, se tiverem condições de serem incorporados à coleção, serão fixados e etiquetados. A base fixa conterá todos os equipamentos necessários para esta atividade.

✓ Resgate e identificação da fauna Atropelada

Previamente ao início das atividades de supressão, uma equipe de resgate de fauna deverá fazer uma vitória através da execução de um percurso definido. Um rotograma contido dentro da área da ArcelorMittal Tubarão deverá ser percorrido durante todos os dias em que houver atividades de supressão e terraplenagem, no início da manhã para identificar possíveis atropelamentos da fauna afugentada.

Essa atividade deverá ser percorrida por veículo com velocidade máxima de 40km/h, para garantir que não haja perda de informações. Para o registro de atropelamento de fauna deverá ser utilizadas fichas de campo permitindo o preenchimento dos dados e posterior consolidação junto ao banco de dados brutos. Registos fotográficos de cada espécimes deverão compor também o banco fotográfico.

Os animais encontrado vivos deverão receber o primeiro atendimento do médico veterinário e em seguida destinado a locais legalmente habilitados para recebimento e tratamento de animais silvestres.

Para a identificação, a classificação e a categorização das espécies sugerem-se a utilização de literaturas específicas para cada grupo, com opor exemplo: para os anfíbios, informações extraídas de HADDAD et al., (2013), ROSSA-FERES et al., (2017) e SEGALLA et al., (2021). Para os répteis, eCASTRO; SILVA-SOARES, (2016), COSTA; GUEDES; BÉRNILS (2021) e NOGUEIRA et al., (2020). Para as aves, a literatura de PACHECO et al., (2021) e VALE et al., (2018). Já para os mamíferos extraídas de ABREU et al., (2024-1). Para as espécies ameaçadas e protegidas pela legislação deverão ser utilizadas a "Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado do Espírito Santo", conforme Decreto Estadual Nº 5.237-R, de 25/11/2022 (DIO-ES, 2022) , a "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção", de acordo com a Portaria nº 354 de 27 de janeiro de 2023 (MMA, 2023) e a "Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) das espécies ameaçadas" (IUCN, 2025-1).

✓ Educação Ambiental para os trabalhadores

A educação ambiental voltada para **prevenir o atropelamento da fauna** é fundamental, especialmente em ambientes onde há tráfego intenso de veículos.

Nesse contexto, são propostas algumas iniciativas para mitigar os efeitos das interferências:

- Sinalização Ambiental;
- Instalar placas educativas e de advertência nas áreas com maior incidência de fauna;
- Distribuição de Materiais Informativos;
- Integração ao DDS (Diálogo Diário de Segurança).

5.3.2.4 Indicadores

- Número de indivíduos translocados com vida para as áreas de soltura;
- Número de indivíduos aproveitados em coleções científicas;
- Número de indivíduos afugentados para áreas do entorno, sem necessidade de captura;
- Número de animais atropelados;
- Taxa de sobrevivência de animais resgatados;
- Taxa de aproveitamento para coleções científicas;
- Taxa de afugentamento;
- Taxa de sobrevivência de animais atropelados.

5.3.2.5 Público-alvo

Órgãos ambientais e Instituições científicas regionais.

5.3.2.6 Inter-relação com outros Programas

O programa de resgate de fauna silvestre tem relação direta com o programa de monitoramento de fauna silvestre e de fauna atropelada, pois eventualmente, espécimes translocados pela equipe de resgate, poderão ser capturados pela equipe de monitoramento, assim como podem ser atropelados durante a implantação e/ou operação da rodovia. Também há interrelação com o Programa de educação ambiental enfatizando a importância e os cuidados com a fauna silvestre.

5.3.2.7 Cronograma de execução

O programa será executado durante todo período que houver supressão vegetal, ou remoção de solo orgânico, independente se houver cobertura vegetal neste solo.

5.3.3 Programa de Resgate de Germoplasma

5.3.3.1 Objetivo

- Selecionar e resgatar o maior número possível de espécies-alvo (legalmente protegidas), a fim de conservar parte de seu conteúdo genético;
- Transplantar os indivíduos resgatados para áreas ecologicamente similares àquela de origem.

5.3.3.2 Justificativas

O histórico de alteração da vegetação na região prevista para implantação do empreendimento provocou a alteração ambiental e pressão sobre áreas remanescentes, fazendo com que ações visando a conservação de espécies prioritárias para a conservação sejam essenciais para a manutenção do patrimônio genético.

Para a implantação do empreendimento da LFT haverá necessidade de supressão de vegetação de reflorestamento que abrigam espécies legalmente protegidas: *Bactris caryotifolia* (coqueirinho) que consta na lista estadual de ameaçadas e *Paubrasilia echinata* (pau-brasil), presente tanto na lista estadual como na nacional, além de exemplares terrestres e/ou epífitos de Cactaceae e Orchidaceae que são legalmente protegidos por constarem nos Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, que são: *Rhipsalis floccosa* e *Selenicereus setaceus* (Cactaceae) e *Catasetum luridum*, *Cyrtopodium polyphyllum*, *Eltroplectris triloba*, *Prescottia plantaginifolia* e *Vanilla bahiana* (Orchdiaceae).

O Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012) indica que "nas áreas passíveis de uso alternativo do solo, a supressão de vegetação que abrigue espécie da flora ou da fauna ameaçada de extinção, segundo lista oficial publicada pelos órgãos federal ou estadual ou municipal do Sisnama, ou espécies migratórias, dependerá da adoção de medidas compensatórias e mitigadoras que assegurem a conservação da espécie".

A execução das atividades de terraplanagem (corte e aterro) para implantação do empreendimento provocará a perda da cobertura vegetal, fazendo-se necessário o resgate de germoplasma apto a ser propagado, das espécies protegidas supracitadas.

As amílias Arececaceae, Cactaceae e Orchidaceae possuem características biológicas (LORENZI et al., 2010; SOUZA & LORENZI, 2012) que permitem o transplantio dos indivíduos adultos para outros ambientes e, assim, criar possibilidade de sua sobrevivência e permanência do banco genético das populações das espécies transplantadas.

5.3.3.3 Procedimentos Metodológicos

- **Mobilização**

Antes de iniciar as atividades de resgate, a empresa responsável deverá selecionar a equipe que dirigirá os serviços no campo e treiná-los devidamente quanto ao presente programa. Somente após garantir que toda a equipe dirigente esteja treinada e informada é que ela deverá se dirigir para o local das atividades.

- **Seleção das áreas de resgate e destinação**

O resgate das plantas deve ocorrer antes da supressão da vegetação nos reflorestamentos na área diretamente afetada pelo empreendimento, sendo a atividade concentrada nesses locais.

As áreas para realocação deverão ser escolhidas conforme sua proximidade com o empreendimento e que apresentem a mesma tipologia vegetal do local onde as plantas foram resgatadas.

Sugere-se que esse transplantio ocorra para áreas da própria empresa.

- **Resgate de germoplasma**

O resgate de germoplasma será focado em espécies legalmente protegidas, seguindo a "Lista Oficial de Espécies da Flora Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo", conforme Decreto Nº 5238-R, de 25/11/2022; a "Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção", de acordo com a Portaria GM/MMA Nº 300, de 13/12/2022; e os Anexos da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, de acordo com a Portaria GM/MMA nº 1020, de 26 de março de 2024.

Durante o diagnóstico de flora deste estudo ambiental foram identificados alguns táxons ameaçados e/ou integrantes do CITES, no entanto durante a execução do programa de resgate de germoplasma outras espécies protegidas poderão ser registradas e incluídas no rol de plantas a serem transplantadas.

O método utilizado para o levantamento das espécies a serem resgatadas consiste em realizar o caminhamento pelas áreas que serão suprimidas verificando a possível ocorrência das espécies de interesse para o resgate. Todas as áreas de supressão vegetal devem ser vistoriadas, procedendo-se o resgate. As espécies de interesse serão identificadas para facilitar a visualização e identificação dos exemplares.

Cada indivíduo resgatado deverá ser registrado em uma ficha de cadastro, contendo informações sobre a espécie, hábito, fitofisionomia, data e localização, para facilitar a escolha do local de destinação. Os exemplares resgatados deverão ser devidamente etiquetados e registrados fotograficamente.

Indivíduos ou ramos férteis deverão ser coletados, processados e destinados à herbários locais para registro e confirmação da identificação botânica.

A metodologia de resgate varia de acordo com a forma de vida da espécie em questão, conforme detalhamento a seguir. São apresentados métodos para outras formas além das herbáceas, considerando a possibilidade de registro de novas espécies protegidas na área de supressão.

Herbáceas terrestres, epífitas e hemiepífitas

Neste grupo de plantas estão incluídos elementos de famílias como Araceae, Arecaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Heliconiaceae, Marantaceae e Orchidaceae, com representantes terrestres e epífitos. O resgate deverá ocorrer em momento anterior à supressão, evitando-se dessa forma impacto das árvores abatidas sobre esses indivíduos, exceto para as epífitas que ocorrem sobre forófitos de grande porte, que serão coletadas após a derrubada dessas árvores.

O resgate dessas plantas deverá obedecer às etapas a seguir:

- A retirada dos indivíduos deverá ser realizada manualmente ou com o auxílio de tesoura de poda, pá de jardinagem ou chibanca, atentando-se para não danificar a planta;
- Durante a retirada dos indivíduos, estruturas como caules e folhas suculentas, velame, escamas foliares e cisternas acumuladoras de água deverão ter sua integridade mantida a fim de assegurar o estabelecimento posterior desses indivíduos no ambiente definitivo;
- Os indivíduos deverão ser acondicionados em vasilhames plásticos, sendo transportados através de veículo com tração até a área de destino.

Plântulas de indivíduos arbustivo-arbóreos e palmeiras

As plântulas serão resgatadas antes do início das atividades de supressão, preferencialmente no período chuvoso. Para o resgate das plântulas e plantas jovens (regenerantes) será adotado como critério de inclusão as plântulas que vão de 10 a 40 cm de altura, medidos do nível do solo até a inserção da última gema e seguidos alguns procedimentos indicados a seguir. Para a palmeira (*Bactris caryotifolia*) o resgate pode ocorrer em exemplares de até 1m de altura.

Os regenerantes serão extraídos do solo com auxílio de pá de jardinagem, pás retas ou enxadões, de forma cautelosa para não causar quebras ou danos às raízes. Ao redor da base das plântulas de indivíduos arbóreos e arbustivos, serão cavadas trincheiras circulares, de forma a desagregar o solo da rizosfera das mesmas. Posteriormente, elas serão extraídas cuidadosamente para que se retire o maior volume de raízes nuas.

Após o destorroamento das raízes os indivíduos coletados serão imediatamente colocados em baldes contendo água. Nesta condição as plântulas podem permanecer até o transplantio para sacos de mudas por até 36 horas após sua retirada do solo (VIDAL, 2008). Mas o quanto antes acondicioná-las nos sacos plásticos com substrato, melhor será o pegamento e desenvolvimento.

Os devidos cuidados com o material resgatado serão tomados desde o resgate em si, até a produção da muda e sua utilização. Desta maneira, ressalta-se a importância de um transporte adequado, em que as plântulas com raiz nua devem estar imersas em água e protegidas do vento e sol, para evitar a desidratação. Indivíduos com torrões serão envoltos em sacos de aniagem e posteriormente acondicionados em engradados.

As plântulas permanecerão imersas em água até o momento da poda da parte aérea e sistema radicular, em que é necessário eliminar cerca de 50% da área foliar para diminuir a desidratação (MARTINS, 2001; VIDAL, 2008) e parte do sistema radicular para melhor acomodar as plântulas nos recipientes, onde serão plantadas em sacos plásticos com substrato logo em seguida.

- **Destinação do material resgatado**

Herbáceas terrestres, epífitas e hemiepífitas

Os indivíduos resgatados deverão ser transplantados para locais com características físicas e ecológicas próximas àquelas do local de origem. No caso de epífitas e hemiepífitas, além das características mencionadas, deve-se selecionar o melhor forófito (tamanho, diâmetro do caule, rugosidade do tronco, presença de forquilhas, sombreamento).

As espécies herbáceas terrestres deverão ser plantadas ou dispostas diretamente sobre o solo, conforme sua expressão em campo. As epífitas, incluindo galhos e lascas de casca que foram coletados, devem ser amarradas com barbante de algodão de espessura média ou sisal. As bromélias, com exceção do gênero *Tillandsia* sp., devem ser colocadas na posição vertical, para que possam efetuar a captação da água da chuva.

Após a fixação deve-se molhar não apenas as raízes como também a parte aérea (folhas e caules), pois muitas epífitas absorvem água e sais minerais pelas folhas (no caso de algumas Bromeliaceae e Orchidaceae) e/ou pelos caules (no caso de algumas Cactaceae e também Orchidaceae).

Os indivíduos transplantados deverão ser identificados, utilizando plaquetas nos forófitos ou nos locais de plantio.

Plântulas de indivíduos arbustivo-arbóreos e palmeiras

As plântulas das espécies arbustivo-arbóreas e palmeiras serão plantadas na área de destinação logo após seu resgate.

Deverão ser plantadas em covas com uso de hidrogel e adubo orgânico e irrigadas semanalmente durante dois meses, para garantir seu pegamento e sobrevivência, exceto naturalmente em caso de chuvas contínuas nesse período.

Outra opção de destinação dessas plântulas é o encaminhamento para coleções vivas de instituições de ensino / pesquisa ou hortos municipais, para sua manutenção nesses locais, como forma de conservação *ex situ* desse patrimônio genético.

Plantio de mudas

Para a espécie *Paubrasilia echinata* que é ameaçada de extinção e foi registrada na ADA do empreendimento com indivíduo que provavelmente foi plantado no local, não é indicado o transplantio em razão do seu porte e pelo fato do resgate de suas plântulas ser incerto, considerando não se tratar de táxon com populações naturais na região do empreendimento.

Dessa forma, como medida mitigadora e compensatória pela perda de exemplar desse táxon ameaçado é proposto o plantio de mudas dessa espécie no interior da empresa.

Essas mudas devem ser oriundas de viveiros comerciais legalmente licenciados e seu plantio e manutenção deve seguir os trâmites usuais adotados em reflorestamentos (ALMEIDA, 2000; NAVE et al., 2009; MARTINS, 2001).

A ação de plantio conforme descrição acima também pode ser adotada para o coqueirinho (*Bactris caryotifolia*) caso encontre mudas disponíveis em viveiro, como medida complementar ao resgate de germoplasma.

- **Avaliação e monitoramento**

O monitoramento das plantas resgatadas será realizado trimestralmente no primeiro ano e semestralmente no segundo ano.

Nestes monitoramentos, além da sobrevivência no material resgatado, deverão ser observadas as condições fitossanitárias dos indivíduos e quando constatada a presença de pragas e doenças, deverão ser tomadas as medidas fitossanitárias necessárias à solução do problema (pulverização com fungicida ou inseticida, realocação etc.).

Deverão também ser observados eventos como o surgimento de brotos, rosetas jovens, raízes e de fenologia (aparecimento de flores, frutos e folhas jovens), além da porcentagem de sobrevivência e capacidade de recrutamento que indicam uma boa aceitação do transplante por parte do espécime.

A partir do resultado das amostragens serão tomadas medidas corretivas nos processos de resgate e reintrodução.

Produtos

São previstos a entrega de relatório de atividades anualmente. Os relatórios deverão conter, no mínimo, introdução, metodologia, informações de campo, apresentação e discussão dos resultados, conclusões e anexos (ART do responsável técnico pela elaboração do relatório).

Todos os relatórios deverão conter as fotografias referentes a cada campanha, identificação e coordenadas geográficas das áreas monitoradas, tabelas, gráficos e interpretação dos resultados, o último relatório deverá conter ainda a consolidação dos resultados finais das atividades de salvamento, transplante e destinação do germoplasma vegetal.

Recursos

Os recursos devem contemplar a mão de obra técnica necessária à execução e procedimentos, como os equipamentos específicos para as tarefas, meio de transporte, viagens, diárias, alimentação, hospedagens.

- Resgatar todas as espécies legalmente protegidas no âmbito Municipal, Estadual e Federal ocorrentes na vegetação a ser suprimida;
- Garantir a sobrevivência de 70% dos indivíduos resgatados;
- Garantir a sobrevivência de 90% das mudas plantadas.

5.3.3.4 Indicadores Ambientais

- Número e abundância de espécies resgatadas;
- Índice de sobrevivência do material transplantado /plantado;
- Execução dos serviços dentro dos prazos previstos.

5.3.3.5 Público-Alvo

O público-alvo é constituído pelo conjunto de empresas envolvidas na instalação do empreendimento, órgãos ambientais e a sociedade em geral.

5.3.3.6 Inter-relacionamento com outros Programas

O programa de supressão da vegetação apresenta inter-relação com os seguintes programas / planos ambientais:

- Plano de Comunicação Social (PCS);
- Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT).

5.3.3.7 Cronograma de execução

O programa de resgate de germoplasma deverá ser executado antes das atividades de supressão vegetal, desconsiderando a etapa de mobilização de equipe e material. Tendo em vista o tamanho da área de supressão e as características das atividades inerentes à esse programa, a execução do resgate é previsto para durar um mês para a coleta e transplantio dos exemplares das espécies legalmente protegidas.

5.3.4 Programa de Monitoramento Físico-Químico Biológico e Ecotoxicológico Das Lagoas Internas da Arcelor Mittal Tubarão

Este programa já está em execução, atendendo à Condicionante nº 11, item "a", da Licença de Operação LO GCA/SAIA nº 282/2008, concedida à ArcelorMittal Tubarão, e incorpora as áreas de influência do novo empreendimento.

5.3.5 Programa de Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão

Este programa já está em execução, atendendo à Condicionante Ambiental Nº 13, item “b” Licença de Operação LO GCA/SAIA Nº 282/2008, concedida à ArcelorMittal Tubarão, e incorpora as áreas de influência do novo empreendimento.

6 Meio Socioeconômico

O Diagnóstico Socioeconômico apresentado neste estudo foi elaborado com base em dados secundários provenientes de fontes oficiais e reconhecidas, garantindo a confiabilidade e atualidade das informações utilizadas. Entre as principais instituições consultadas, destacam-se o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), as Prefeituras Municipais de Vitória e da Serra, entre outras. O detalhamento completo dessas fontes pode ser consultado no item 6.1.7 Fontes de Dados e Indicadores.

Complementarmente, foram realizadas pesquisas primárias para percepção social (**ANEXO 6.I** e **ANEXO 6.II**), abrangendo a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, nos bairros Praia de Carapebus, Lagoa de Carapebus, Balneário de Carapebus, Novo Horizonte e Cidade Continental, e Área de Influência Indireta (AII), incluindo bairros dos municípios de Serra e Vitória. A seleção desses bairros seguiu critérios definidos pelos instrumentos do IEMA, especialmente a Instrução Normativa IEMA nº 013/2024. Também foram considerados fatores como proximidade geográfica, potencial de exposição a impactos ambientais e relevância socioeconômica.

Essa abordagem mista, combinando análise quantitativa de dados secundários com pesquisa qualitativa primária, proporcionou uma compreensão abrangente e aprofundada do contexto socioeconômico e das percepções ambientais na área de influência. Essa base analítica foi essencial para embasar a avaliação dos impactos potenciais do novo empreendimento, além de subsidiar o planejamento de medidas de mitigação e desenvolvimento local.

6.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO SOCIOECÔNOMICO

6.1.1 Uso e Ocupação do Solo e dos Recursos Naturais

A análise do uso e ocupação do solo na área de influência do futuro empreendimento, no município da Serra, constitui etapa fundamental para a compreensão dos potenciais impactos socioambientais decorrentes de sua implantação. Este tópico busca apresentar um panorama detalhado das características atuais do território, visando subsidiar a avaliação dos efeitos diretos e indiretos do empreendimento, possibilitando a elaboração de medidas mitigadoras que preserve a integração entre o desenvolvimento industrial e as dinâmicas socioespaciais existentes.

6.1.1.1 Ocupação territorial

Com uma extensão territorial de 547,631km², o município da Serra (Espírito Santo), que compõe a Área de Influência Indireta deste relatório, assim como a maioria dos municípios do Estado, teve seu território percorrido principalmente por jesuítas. Os Termiminós, do grupo indígena Tupi, foram os primeiros habitantes da região, trazidos do Rio de Janeiro em 1555, e em 1556, com o apoio do Cacique Maracaiaguaçu (Gato Grande), o padre Brás Lourenço fundou a Aldeia de Nossa Senhora da Conceição da Serra, aos pés do monte Mestre Álvaro.

A população inicial dessa aldeia, por sua vez, era composta de colonizadores portugueses que lá estabeleceram seus engenhos e povos escravizados. O município só é elevado à condição de cidade com a denominação de Serra, pela Lei Provincial n.º 06 de 06-11-1875.

A Prefeitura Municipal da Serra, ainda registra que a bandeira do município foi escolhida durante a administração do então prefeito Aldary Nunes em 1975, por meio de um concurso cultural. Contendo três faixas horizontais, a faixa verde superior simboliza as matas da região, a faixa branca, ao centro, representa a paz e carrega duas meias-luas amarelas, que remetem ao clima tropical e à primeira sílaba da palavra Serra, ao fundo, aparece o monte Mestre Álvaro, um símbolo da navegação marítima e do turismo no município. À frente do monte, uma chaminé e uma parede de fábrica representam a indústria e a construção civil, setores econômicos relevantes. A última faixa, azul simboliza o mar. Todos esses elementos combinados retratam a identidade geográfica, econômica e cultural da Serra.

O município também abriga patrimônios jesuíticos, ruínas históricas, eventos gastronômicos e diversas áreas de proteção ambiental. Além disso, é sede do Ciclo Folclórico e Religioso de São Benedito. Segundo a cultura popular ainda, o congo, uma das principais manifestações do folclore capixaba, teria se originado em Putiri, área rural da Serra (PMS, 2025).

Atualmente, o município é composto administrativamente por cinco distritos – Sede Municipal, Calogi, Carapina, Nova Almeida **(Figura 6.1.1.1-1)** e Queimado e seis regiões de saúde: Carapina, Jacaraípe, CIVIT, Serra Sede, Novo Horizonte e Feu Rosa.



Figura 6.1.1.1-1: Falésia fóssil em Nova Almeida (ES) – 1960.

Fonte: IBGE Cidades, 2025

O município de Vitória (Espírito Santo), segunda cidade que compõe a Área de Influência Indireta deste relatório (**Figura 6.1.1.1-2**), tem sua história iniciada quando as terras brasileiras são divididas em capitanias hereditárias, e Vasco Fernandes Coutinho recebe a capitania do Espírito Santo em 1535. Mais tarde, em setembro de 1551, quando colonizadores portugueses vencem os indígenas Goitacazes na disputa pelas terras, o local passa a se chamar "Ilha de Vitória".

A data de 24 de fevereiro de 1823 marca a emancipação política deste município, através de um Decreto-Lei Imperial, que concedia um Fórum de Cidade a Vitória. A Prefeitura do município ainda registra que, no século XX, Vitória recebe o título de "Cidade Presépio do Brasil", em função das luzes das casas construídas sobre os morros, que refletem nas águas da baía.

A Ilha de Vitória, o centro da região metropolitana que congrega mais seis municípios, inclusive a Serra a que se limita ao norte, tem extensão territorial de 97,123km² e é formada por um arquipélago de 33 ilhas, além de rios, encostas, enseadas e praias, o município ainda abriga os manguezais, ecossistema que transformou a panela de barro e as paneleiras em patrimônios históricos culturais.

A bandeira do município fica instituída pela Lei Municipal 2.55 de 26 de maio de 1978, e carrega o brasão de Vitória, formado por um escudo Ibérico disposto sobre flechas douradas cruzadas e, acima dele, uma coroa de cinco torres visíveis na cor prata (PMV, 2025), enquanto o escuto retoma a colonização portuguesa, as flechas simbolizam os povos originários, enquanto a coroa é o símbolo de sua emancipação política.

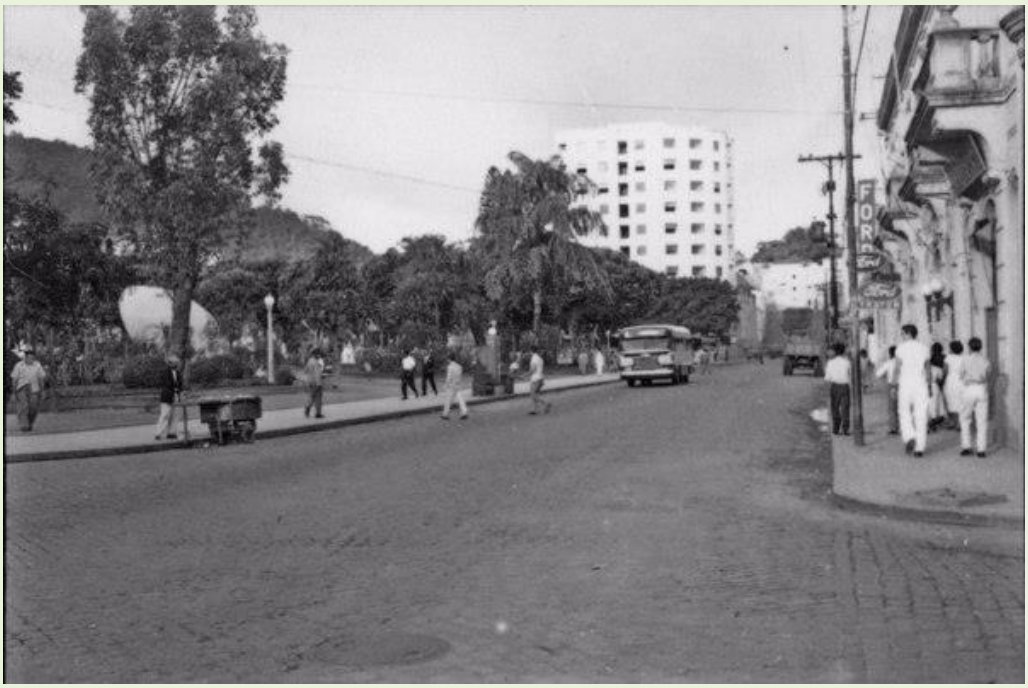


Figura 6.1.1.1-2 Aspecto de Vitória, vendo-se o parque Moscoso (ES) – 1958.

Fonte: IBGE Cidades, 2025

6.1.1.2 Análise socioespacial dos aglomerados populacionais

Para a identificação e caracterização dos núcleos populacionais no entorno do empreendimento, destaca-se a presença dos bairros Cidade Continental, Novo Horizonte, Balneário de Carapebus, Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus, no município da Serra, que compõem a Área de Influência Direta. Esses núcleos apresentam características urbanas e semiurbanas, com densidade populacional variada e uma infraestrutura que reflete tanto a expansão recente quanto a presença de comunidade tradicional pesqueira, em Carapebus. A organização espacial dessas localidades é marcada por um padrão construtivo predominantemente residencial, com habitações construídas em alvenaria e estruturas mistas, que variam entre moradias unifamiliares e conjuntos habitacionais de densidade média.

Na Área de Influência Direta (AID), que compreende os bairros de Cidade Continental, Novo Horizonte, Balneário de Carapebus, Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus, observa-se um padrão residencial majoritariamente consolidado com edificações de alvenaria, em geral contendo um ou dois pavimentos. Essa configuração demonstra um grau considerável de urbanização, refletindo a estabilidade da ocupação e a prevalência de moradias permanentes em detrimento de habitações precárias. As casas geralmente apresentam espaços de quintal e estruturas típicas do padrão residencial médio da região metropolitana ((**Figura 6.1.1.2-1 a Figura 6.1.1.2-9**).

As redes viárias nestes bairros apresentam predominância de ruas asfaltadas, propiciando bom nível de circulação e acessibilidade para veículos leves e pesados, fator relevante dada a movimentação logística decorrente da proximidade com o empreendimento industrial. Contudo, ainda existem algumas ruas com pavimento em chão batido, especialmente nos perímetros mais periféricos e em áreas de recente expansão urbana, como em partes do Balneário de Carapebus e em trechos da Praia de Carapebus**.** Essa característica indica a necessidade potencial de investimentos em infraestrutura para assegurar melhores condições de mobilidade e acessibilidade, além de amenizar impactos ligados à poeira e erosão.

Além disso, esses bairros configuram um território misto, onde a predominância residencial convive com áreas destinadas a usos comerciais e industriais adjacentes, como portuárias, logísticas e instalações do setor siderúrgico. Essa mescla exige cuidados especiais com o ordenamento territorial para garantir qualidade de vida aos moradores, sobretudo quanto à gestão de ruídos, movimentação de veículos pesados e adequação dos espaços públicos. As comunidades estruturadas, especialmente em Jardim Limoeiro (AII), por exemplo, apresentam forte mobilização social relacionada à qualidade ambiental e infraestrutura urbana, evidenciando demandas por melhorias e regularização do território.

Por fim, a composição socioeconômica e demográfica dos moradores da AID reflete a presença expressiva de famílias de renda média e baixa, com diferentes graus de acesso a serviços públicos, habitação e infraestrutura. Essa heterogeneidade impõe desafios para políticas públicas voltadas ao desenvolvimento urbano integrado, onde se destaca a importância de programas que promovam a regularização fundiária, a ampliação dos serviços básicos e melhorias habitacionais, garantindo a sustentabilidade da expansão urbana no entorno do empreendimento industrial.

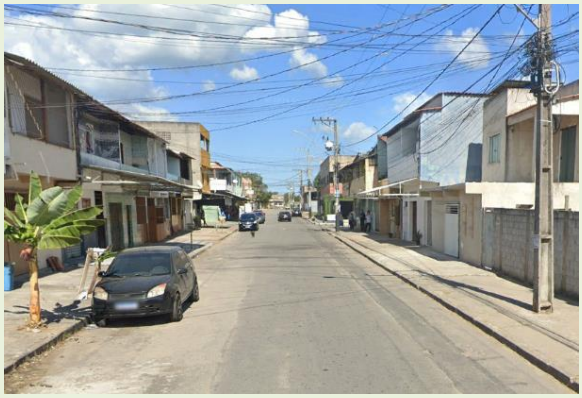


Figura 6.1.1.2-1 – Unidades residenciais típicas do bairro Praia de Carapebus na AID – Rua Martin Lutero.



Figura 6.1.1.2-2 – Unidade residencial típica do bairro Praia de Carapebus. Pequena parte do bairro com ruas não asfaltadas – Rua Lavras.



Figura 6.1.1.2-3 – Bairro Novo Horizonte, Av. Brasil. Parte do Bairro tipicamente comercial. Principal avenida comercial do Bairro e da região da AID.



Figura 6.1.1.2-4 – Unidade residencial típica do bairro Novo Horizonte – Rua Mandarim.



Figura 6.1.1.2-5 – Unidade residencial típica do bairro Balneário de Carapebus, parte não asfaltada no bairro, próximo a praia. Rua da Casuarina.



Figura 6.1.1.2-6 – Unidade residencial típica do bairro Balneário de Carapebus, parte asfaltada no bairro, de ocupação mais antiga. Rua Bicuda.



Figura 6.1.1.2-7 – Unidade residencial típica do bairro Cidade Continental – Setor América. Rua Quechua.



Figura 6.1.1.2-8 – Unidade residencial típica do bairro Cidade Continental – Setor Europa. Av Romana



Figura 6.1.1.2-9 – Unidade residencial típica do bairro Cidade Continental – Setor Oceania. Av Asteca

Os padrões construtivos nas áreas analisadas revelam uma diversidade que reflete o desenvolvimento urbano desigual, com setores dotados de infraestrutura básica adequada — como abastecimento de água, energia elétrica e saneamento — e outros que ainda enfrentam limitações, especialmente em áreas de ocupação mais recente ou informal.

Além disso, a infraestrutura urbana dos bairros vizinhos ao empreendimento apresenta variações em termos de acesso a serviços públicos, como transporte, saúde e educação, o que influencia diretamente as condições de vida e as vulnerabilidades sociais dessas comunidades.

Nos bairros que compõem a AID do empreendimento dispõem de uma rede de equipamentos públicos **(Figura 6.1.1.2-10)** essenciais que atendem às demandas da população local, especialmente nas áreas de educação, saúde, assistência social e segurança pública.

O **Item 6.1.8** Infraestrutura Social e de Serviços descreve detalhadamente a estrutura de Saneamento básico, Transporte, Saúde, Segurança Pública e de Educação. Entretanto, cabe destacar que a disponibilidade desses equipamentos é desigual entre os bairros da região. O bairro Lagoa de Carapebus, por exemplo, destaca-se como o único da AID que ainda não possui equipamentos públicos instalados, o que evidencia a necessidade de políticas públicas direcionadas para a ampliação da infraestrutura social local (MUNIZ, 2024). A seguir podemos observar o Mapa de Equipamentos Públicos e sua distribuição no território.

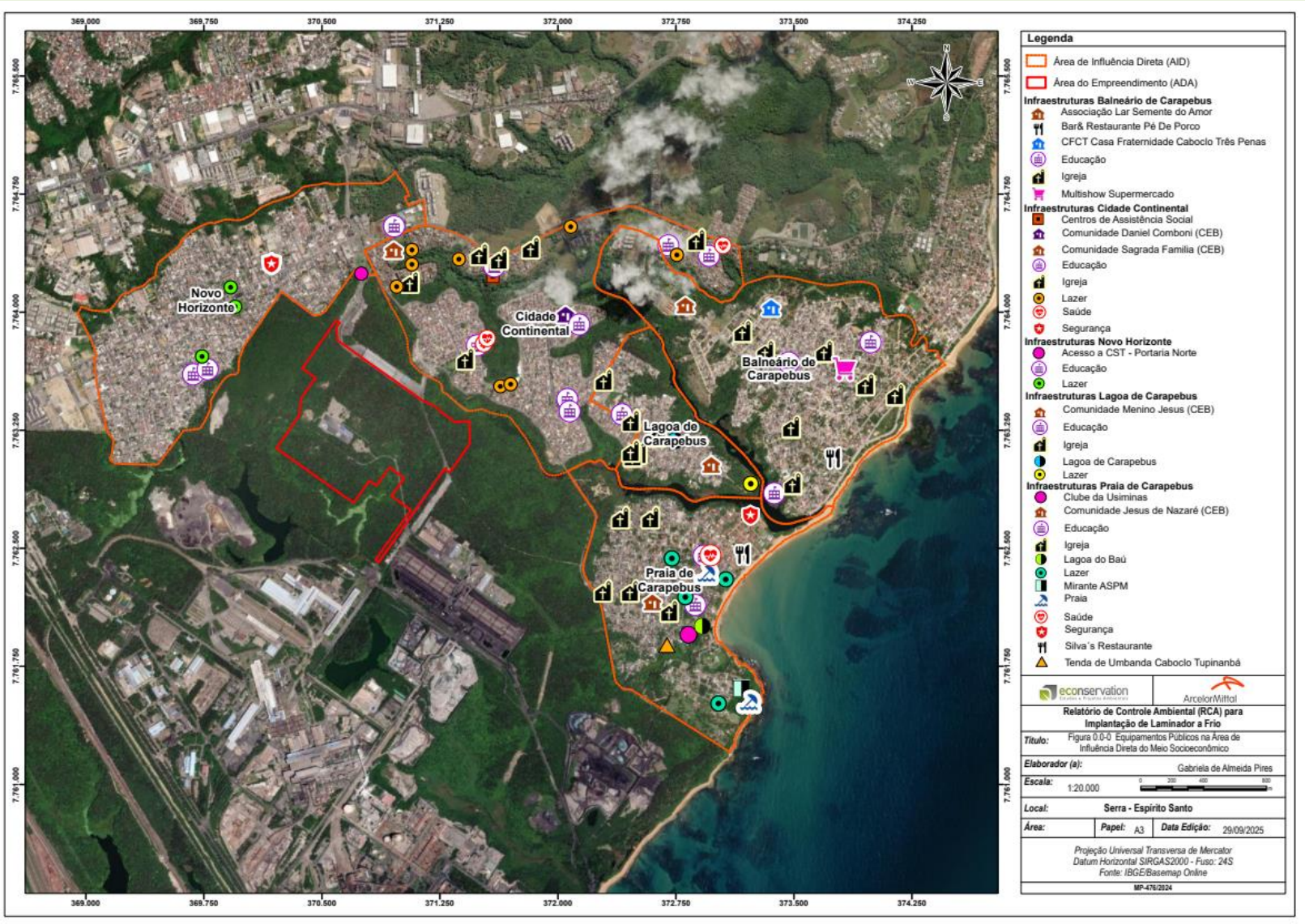


Figura 6.1.1.2-10: Mapa de equipamentos públicos na Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico.

Na Área de Influência Indireta (AII), que abrange os municípios de Serra e Vitória, observa-se maior concentração e diversidade de equipamentos públicos, reflexo da elevada densidade populacional e do grau de desenvolvimento urbano dessas localidades. A estrutura de equipamentos públicos localizadas na Área de Influência Direta (AID) é fundamental para garantir atendimento às demandas da região, tanto no entorno imediato do empreendimento quanto em toda a Região Metropolitana da Grande Vitória. Essa dinâmica evidencia as inter-relações entre infraestrutura, desenvolvimento urbano e bem-estar social da população regional.

6.1.1.3 Identificação de interferências e restrições ao uso do solo e da água

A instalação do empreendimento ocorrerá integralmente na área já pertencente à ArcelorMittal, como exposto no Item 3.6 Áreas de Estudo (Áreas de Influência). Essa condição indica que não haverá interferência na dinâmica de uso e ocupação do solo das regiões correspondentes à Área de Influência Direta (AID) e à Área de Influência Indireta (AII). Dessa forma, as atividades atualmente existentes nos bairros e municípios do entorno, bem como os padrões de ocupação territorial, seguirão sua trajetória conforme a dinâmica atual de incremento, sem induzir novos processos de expansão urbana ou modificações no parcelamento do solo.

Quantos às interferências e no uso da água, o Item 3.5.2 Descrição do Processo Produtivo, detalha a utilização da água no processo, apontando para a não interferência nas disponibilidades atuais de água da região, em especial no rio Santa Maria da Vitória, não haverá captação adicional de água deste manancial.

Atualmente, a ArcelorMittal Tubarão alcança índices superiores a 97% de recirculação e reaproveitamento da água doce consumida em seus processos produtivos. Além disso, a empresa firmou um contrato para aquisição de água de reuso proveniente da Estação de Produção de Água de Reuso (EPAR) que tratará efluentes sanitários e fornecerá, para a ArcelorMittal Tubarão, água de reuso, para fim industrial. A ArcelorMittal Tubarão utilizará aproximadamente 720 m³/h desta fonte de abastecimento. Essa estratégia integra uma planta de dessalinização, que produz água de alta qualidade a partir da água do mar, contribuindo para a redução do consumo de água doce e o aumento da segurança hídrica do processo industrial (ARCELOMITTAL, 2024; CESAN, 2024; ARCELOMITTAL, 2021).

O Mapeamento das interferências do empreendimento do sistema viário local é um fator relevante a ser detalhado, o que está sendo realizado ao item relativo ao Estudo do Tráfego.

6.1.1.4 Dinâmica de expansão urbana e rural

Em 2022, segundo o IBGE, o município da Serra possuía 520.653 habitantes, como uma Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA)[1] de 1,86% entre 2010 e 2022, se aplicada à população estimada para 2024, de 572.274 habitantes, têm-se um crescimento menos significativo, com TCGA igual a 0,95%.

Com uma área territorial de 547,631km², sua densidade demográfica é de 950,74 habitantes por km². Apesar da significativa expansão territorial, apenas 93,69km² compõem área urbanizada no município, aspecto que chama atenção considerando quase a totalidade da população residente em área urbana (99,54%).

O município de Vitória, por sua vez, possuía em 2022 (IBGE) 322.869 habitantes, com TGCA igual a 0,08% entre 2010 e 2022. Considerando a população estimada de 342.800 habitantes para 2024, a TGCA entre 2022 e 2024 é igual a 0,6%.

Considerando uma área territorial de 97,123km², Vitória tem densidade demográfica de 3.324,33 habitantes por km², um número significativamente alto que requer infraestrutura de serviços, planejamento urbano e distribuição de renda que atendam as demandas deste território de maneira organizada. A área urbanizada no município, de 46,15km², compreende 100% de sua população residente **(Tabela 6.1.1.4-1).**

Tabela 6.1.1.4-1 Dinâmica da Expansão da ocupação territorial.

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO RESIDENTE (TOTAL)	TGCA*	ÁREA DA UNIDADE TERRITORIAL	ÁREA URBANIZADA	DENSIDADE DEMOGRÁFICA	SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO			
						Urbana	%	Rural	%
Serra	520.653	1,86	547,631km²	93,69km²	950,74	518.261	99,54 %	2.392	0,46%
Vitória	322.869	0,08	97,123km²	46,15km²	3.324,33	322.869	100%	-	-

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.
Fonte: IBGE Cidades, 2019.
***Para a obtenção da taxa de crescimento geométrico do período 2010/2022 foram utilizadas a população residente em 2010 (reconstituída de acordo com a base territorial de 2022) e a população residente em 2022, sendo que para este último ano foi incluída a população estimada (aproximadamente 8 milhões de habitantes) para os domicílios particulares permanentes ocupados sem entrevista.**

A dinâmica da expansão urbana da região da AII e AID do empreendimento está intimamente ligada a dinâmica da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), que foi criada oficialmente pela Lei Complementar nº 58 de 1995, integra os municípios de Vitória, Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha, Guarapari e Fundão, abrangendo uma área de aproximadamente 2.319 km². A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) representa 49% da população do estado, passando de 1.687.704 habitantes em 2010, para 1.880.828 habitantes em 2022. (IJSN,2022). Esse aglomerado urbano-metropolitano é o principal polo econômico e industrial do estado, respondendo por mais de 50% da riqueza gerada e concentrando a maior parte da infraestrutura crítica estadual.

[1] **Nota**: A Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA) é obtida através da seguinte fórmula:

TGCA=nPt+npt-1x100

onde n é o número de anos no período; Pt é o dado inicial, no começo do período; e, Pt+n é o dado final, no fim do período.

A expansão urbana e rural em Vitória e Serra está diretamente ligada a esse contexto metropolitano. Vitória, fundada em 1551, desenvolveu-se inicialmente como centro portuário e comercial, com limitações geográficas que condicionaram sua verticalização e a ocupação de áreas periféricas. A partir da década de 1950, com a intensificação da industrialização nacional e a erradicação dos cafezais no Espírito Santo, houve um forte processo de urbanização que se acelerou nas décadas seguintes, especialmente em Vitória e nos municípios vizinhos, como Serra, que passou a receber grandes investimentos industriais e um expressivo fluxo migratório (PUC-SP, 2001; Governo ES, 2023). O município de Serra, em particular, experimentou uma rápida transformação de sua estrutura socioespacial, com a expansão de bairros e a redução das áreas rurais, incluindo as localidades da área de influência direta do empreendimento, como Cidade Continental, Novo Horizonte, Balneário de Carapebus, Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus.

Essa expansão, muitas vezes marcada por ocupações informais e desafios no ordenamento territorial, reflete a pressão sobre o uso do solo imposta pelo crescimento metropolitano e pela concentração das atividades industriais. Em Vitória, a expansão urbana se deu em direção às áreas continentais e periféricas, impulsionada pela demanda habitacional e pela ampliação dos serviços, mas sempre condicionada pela presença de ecossistemas sensíveis, como manguezais e áreas costeiras (PUC-SP, 2001; Governo ES, 2023).

6.1.1.5 Instrumentos de Ordenamento Urbano

Município de Serra

A Lei Complementar n° 05 de 16 de março de 2023, dispõe sobre o Plano Diretor Municipal Sustentável do município da Serra. Os tipos de uso do solo e as atividades desenvolvidas no município serão avaliados conforme seu potencial de impacto urbano e ambiental, de acordo com a seguinte classificação:

- I – Residencial:

Aquele voltado para habitação unifamiliar ou multifamiliar.

- II – Não residencial:

Aquele destinado a atividades comerciais, de serviços, lazer, institucionais e industriais.

- III – Misto:

Combinação de usos residencial e não residencial em um mesmo lote ou edificação.

Segundo o PDMS, os tipos de usos do solo e atividades desenvolvidas no território municipal devem ser analisados em função de seu potencial como gerador de impacto, conforme a classificação acima. As atividades não residenciais ainda são classificadas em grupos, devido ao seu porte e grau de impacto urbano e ambiental. São eles:

- Grupo 1: uso não residencial compatível com o uso residencial ou que permita sua instalação nas proximidades do uso residencial e possuam área vinculada a atividade igual ou menor do que 450,00 m²;

- Grupo 2: uso não residencial cujo impacto permita sua instalação apenas em locais nos quais gerem baixo impacto viário ou usos do Grupo 1 com área vinculada a atividade igual ou menor do que 900,00 m²;
- Grupo 3: uso não residencial incompatível com o uso residencial ou usos do Grupo 1 ou 2 com área vinculada a atividade maior do que 900,00 m²;
- Grupo especial: uso não residencial cuja instalação é condicionada à aprovação do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança (EIV).

O PDMS também veta situações em que haja mudança da destinação do uso para implantação de atividades de uso não permitido na zona, e a realização de obras de ampliação ou reformas destinadas a essas mesmas atividades.

O Capítulo V do PDMS dispõe sobre o parcelamento do solo, procedido sob a forma de loteamento (subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, logradouros públicos ou prolongamentos, modificações ou ampliação das vias existentes), desmembramento (subdivisão de gleba em lotes, com aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique na abertura de novas vias e logradouros públicos, nem no prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes) e remembramento (unificação de lotes urbanos com aproveitamento do sistema viário existente).

Na sequência, o Capítulo VI dispõe sobre o perímetro e o zoneamento urbano sendo que, este último, consiste na divisão do território em zonas, estabelecendo as diretrizes para o uso, a ocupação e o parcelamento do solo, a partir das características dos ambientais naturais e construídos. As zonas, por sua vez, são unidades territoriais que guiam a definição dos parâmetros de uso, parcelamento e ocupação do solo.

O PMDS ainda apresenta o Zoneamento do Município da Serra, que fica dividido em 9 (nove) tipos de zonas:

- I - o Eixo Estruturante (EE):

O EE configura os principais eixos de mobilidade urbana e desenvolvimento do município, cuja ocupação obedece aos projetos viários e busca fomentar o desenvolvimento empresarial municipal, viabilizando o crescimento da área por meio de projetos de relevância, promovendo a instalação de empreendimentos-âncora, capazes de transformar sua área de influência direta.

- II - a Zona de Ocupação Preferencial (ZOP):

As ZOPs são áreas que apresentam infraestrutura consolidada, com predomínio de uso residencial, essa classificação busca promover o adensamento de forma compatível às características da área, para tanto, é estimulado o uso múltiplo com a interação de usos residências e não residenciais, bem como a preservação dos locais de interesse ambiental e paisagístico.

- III - a Zona de Ocupação Controlada (ZOC):

As ZOCs são áreas com uso predominantemente residencial que apresentam ocupação dispersa em áreas que apresentam deficiência de infraestrutura e/ou estão próximas as zonas ambientalmente frágeis e áreas de risco. Essa classificação objetiva, entre muitos pontos, prover essas áreas de equipamentos urbanos e sociais e incentivar seu desenvolvimento socioeconômico, principalmente quando da concentração de patrimônio histórico, arquitetônico, paisagístico, ambiental, arqueológico e cultural.

- IV - a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS):

As ZEIS são porções do território municipal destinadas à regularização fundiária, à urbanização e à produção de habitação. Essa classificação objetiva eliminar os riscos decorrentes de ocupações em áreas inadequadas e, quando não for possível, reassentar seus ocupantes.

- V - a Zona de Proteção Ambiental (ZPA):

As ZPAs compreendem as Áreas de Preservação Permanente e os espaços territoriais protegidos pelo Código Municipal de Meio Ambiental, como faixas marginais de cursos d'água natural, áreas no entorno de lagos e lagoas naturais, no entorno de reservatórios d'água, no entorno de nascentes, os vales fluviais, áreas brejosas, pantanosas, encharcadas, entre outras, os manguezais, as restingas, falésias, encostas, topo de morros, montes montanhas e serras, áreas de cinturão verde e fragmentos de mata atlântica e ecossistemas associados, sedo que o Conselho Municipal de Meio Ambiente ainda pode definir faixas marginais distintas das citadas. Essas zonas também sobrepõem os zoneamentos urbanísticos.

- VI - as Zonas de Unidade de Conservação (ZUC):

As ZUCS, por sua vez, têm uso e ocupação definidos pelos seus planos de manejo. Estão compreendidas nesta classificação, com base no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei Federal n° 9985/2000 e no Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SISEUC), Lei Estadual n° 9462/2010:

I - o Parque Natural Municipal de Bicanga PNM;

II - a Área de Proteção Ambiental Federal Costa das Algas - APA;

III - a Área de Proteção Ambiental Estadual de Praia Mole - APA;

IV - a Área de Proteção Ambiental Estadual do Mestre Álvaro - APA;

V - a Área de Proteção Ambiental Municipal do Morro do Vilante - APA;

VI - a Área de Proteção Ambiental Municipal da Lagoa Jacuném - APA;

VII - a Área de Proteção Ambiental Municipal Manguezal Sul da Serra - APA.

Além disso, o PMDS destaca as seguintes áreas que, devido a sua relevância ambiental, possuem potencial para serem classificadas Unidades de Conservação:

I - o Mangue Integrante da Baía de Vitória;

II - a Mata da Serra Mororon;

III - o Morro da Cavada;

IV - a Mata do Morro do Céu;

V - a Mata do Guaranhuns;

VI - a Mata de Aruaba;

VII - a Mata do Córrego Relógio;

VIII - o Morro Agudo/Itapocu;

IX - a Mata do Córrego Fundo;

X - a Mata do Morro Xavier;

XI - a Mata do Morro das Araras;

XII - a Mata do Morro Grande;

XIII - a Mata da Chapada Grande;

XIV - a Mata de Caçaroca;

XV - a Restinga de Nova Almeida;

XVI - a Restinga de Capuba;

XVII - a Sub-Bacia Hidrográfica da Lagoa do Largo do Juara;

XVIII - a Bacia Hidrográfica da Lagoa Maringá;

XIX - as áreas brejosas, pantanosas e sujeitas à inundação do Ribeirão Brejo Grande;

XX - as áreas brejosas, pantanosas e sujeitas à inundação do Córrego Relógio e do Rio Santa Maria da Vitória; e

XXI - o Vale do Rio Reis Magos.

- VII - a Zona Histórica (ZH);

As ZHs são áreas destinadas à preservação de elementos com relevância social, temporal e cultural, regulando a proteção do patrimônio histórico, arquitetônico, cultural, paisagístico e arqueológico. Essas zonas incluem edificações e ambientes de valor histórico, áreas de alto valor cultural e vias características da ocupação original.

- VIII - a Zona Industrial (ZI);

As ZIs compreendem as parcelas do território municipal destinadas à implantação de atividades econômicas, funcionais ou industriais de grande e médio porte, objetivando promover novas oportunidades funcionais e geração de trabalho e renda.

- IX - a Zona Agro Sustentável (ZAS).

A Zona Agro Sustentável é uma área destinada ao turismo rural integrado à produção agropecuária sustentável, com baixo impacto ambiental. Ela promove o comércio e turismo rural local, valoriza as atividades produtivas tradicionais e incentiva o uso racional dos recursos naturais.

Nos casos em que o lote ou terreno não estiver totalmente em uma única zona, ou pertencer a duas zonas distintas, os limites entre as zonas delimitadas são ajustados pela Comissão Municipal de Avaliação de Impacto de Vizinhança (CMAIV).

Município de Vitória

No município de Vitória, o Plano Diretor Urbano é instituído pela Lei n° 9.271 de maio de 2018, constituindo-se como o principal mecanismo municipal de planejamento territorial com abrangência integral, baseado em cinco princípios:

I – Função social da cidade (fruição dos benefícios decorrentes do processo de urbanização como o acesso à terra, à infraestrutura urbana, aos equipamentos e serviços públicos, à moradia, à paisagem, à preservação do meio ambiente, à mobilidade urbana, à geração de emprego e renda e ao lazer);

II – Função social da propriedade (exercício do titular de seu direito de uso e ocupação);

III – Gestão democrática da cidade (quando incorpora a participação dos diferentes segmentos da sociedade em sua formulação, execução e acompanhamento);

IV – Equidade (busca pela uniformização dos direitos e qualidade de vida entre os diferentes grupos sociais e os locais de sua fixação no território municipal);

V – Sustentabilidade da cidade (integração das demandas por melhoria da qualidade ambiental e o respeito às condicionantes e limitações do meio ambiente).

Este PDU define o ordenamento territorial do município de Vitória, classificando-o em:

- I – Macrozonas:

Grandes porções territoriais com características e demandas comuns de infraestrutura urbana e serviços públicos, ainda que representativa de bairros diferentes quanto as suas características de ocupação. Essa classificação objetiva orientar o processo de urbanizar. Ainda são caracterizadas em:

a. Macrozona de Interesse Ambiental (contenção do processo de urbanização e prevalência de espaços territoriais protegidos, direcionada a resguardar áreas ambientalmente sensíveis e relevantes);

b. Macrozona Urbana Consolidada (maior disponibilidade de infraestrutura urbana, equipamentos e serviços públicos e privados, e áreas de lazer, compatibilizando a ocupação futura às limitações e potencialidades da infraestrutura instalada);

c. Macrozona Urbana de Reestruturação (menor disponibilidade de infraestrutura urbana, sendo direcionada à promoção de melhores condições);

d. Macrozona Industrial e Portuária (presença predominante e intensiva de indústrias de transformação e apoio logístico).

- II – Zonas:

As zonas são caracterizadas pelas similaridades das condições de infraestrutura urbana e de sua situação ambiental. Essa classificação define as condições de uso e ocupação do solo no território. Ainda são caracterizadas em:

a. Zona de Proteção Ambiental (ZPA):

As ZPA são caracterizadas pela presença de componentes importantes para o equilíbrio ambiental, demandando preservação, conservação, restauro e recuperação;

b. Zona de Ocupação Restrita (ZOR):

As ZOR são áreas com predominância de usos residencial e maiores restrições ao aumento da ocupação urbana, uma vez que buscam compatibilizar o adensamento construtivo com as características do sistema viário, dos marcos visuais e do acesso à diferentes áreas;

c. Zona de Ocupação Controlada (ZOC):

As ZOC têm uso diversificado, que combinam as exigências urbanas e de adensamento construtivo com a oferta adequada de equipamentos públicos e infraestrutura urbana;

d. Zona de Ocupação Preferencial (ZOP):

As ZOP são áreas de maior potencial de adensamento devido a sua infraestrutura apropriada, permitindo a combinação de usos residenciais e não residenciais;

e. Zona Arterial (ZAR):

As ZAR são áreas com concentração de transporte coletivo e a presença de usos não residências ou mistos. Essas zonas também se integram à dinâmica da Região Metropolitana da Grande Vitória;

f. Zona de Ocupação Limitada (ZOL):

As ZOL são áreas com grande demanda por instalação de atividades que gerem emprego e renda e de adequação urbanísticas, relacionadas principalmente ao sistema viário e infraestrutura de saneamento básico, limitantes do uso;

g. Zona Especial de Interesse Social (ZEIS):

As ZEIS são zonas onde se busca promover a regularização urbana e fundiária de assentamentos habitacionais, além de serem direcionadas ao desenvolvimento de programas habitacionais;

h. Zona do Parque Tecnológico (ZPT):

Essas zonas estão sujeitas à análise do Conselho Municipal de Política Urbana e consulta ao Conselho Municipal de Ciência e Tecnologia, para enquadramento nos grupos de inovação tecnológica ou comprometidas com o desenvolvimento e produção de novos produtos e processos;

i. Zona Industrial (ZI):

As ZI são caracterizadas por área onde estão localizadas atividades industriais, portuárias e correlatas, desde que submetidas a métodos adequados de controle ambiental;

j. Zona de Ocupação Específica (ZOE):

As ZOE são caracterizadas por estarem ocupadas de equipamentos públicos que dispõem de parâmetros de ordenamento específicos.

- III – Zonas Especiais:

Abrange menores parcelas do território, mas que possuem regramentos específicos, de forma a salvaguardar aspectos urbanísticos, paisagísticos, econômicos, históricos, arqueológicos, ambientais ou de interesse social;

- IV – Mapeamento de Altura:

De forma a proteger a paisagem urbana, a visibilidade de elementos naturais e para garantir a manutenção da ambiência, o mapeamento de altura monitora a altura máxima a ser adotada nas construções no município;

- V – Rede Viária Hierarquizada e Rede Cicloviária:

Essa classificação objetiva ordenar e subsidiar planos de mobilidade urbana e de transporte no território municipal.

Além do ordenamento territorial, o PDU do município de Vitória também define as categorias de uso, como segue:

I – Uso Residencial (R):

Destinado à habitação permanente, ainda é caracterizado em:

a. Unifamiliar – R1(uma unidade residencial);
b. Multifamiliar de Pequeno porte – R2 (até três unidades residenciais, vertical ou horizontal);
c. Multifamiliar Horizontal – R3 (condomínios constituídos por unidades autônomas e edificações independentes, limitadas a três pavimentos);
d. Multifamiliar Vertical – R4 (edificações ou o conjunto delas com mais de três unidades residenciais autônomas e sobrepostas);

II – Uso Não Residencial (NR):

Compreende atividades de comércio, prestação de serviços e indústrias, ainda é caracterizado, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) em:

a. Grupo 1 – G1 (atividades de pequeno porte que não causem incômodo e poluição ambiental quando adotas as medidas adequadas, nem atraem tráfego);
b. Grupo 2 – G2 (atividades de médio porte que podem causar algum tipo de incômodo);
c. Grupo 3 – G3 (atividades urbanas que independente do porte são potencialmente gerados de impactos);
d. Grupo 4 – G4 (atividades relacionadas à indústria de transformação geradoras de grande impacto e incompatíveis com uso residencial).

III – Uso Misto (M):

Compreende os empreendimentos que apresentam associação ao uso residencial com o não residencial.

O artigo 79 deste PDU destaca: a ocupação do solo está condicionada ao atendimento de índices de controle urbanístico estabelecido para a zona em que se situarem.

O parcelamento do solo no município de Vitória, segundo o PDU, pode acontecer nas modalidades de loteamento, quando da subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, logradouros públicos ou prolongamento, modificação e/ou ampliação de vias existentes, e de desmembramento, quando da subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, mas que aproveitem o sistema viário existente.

Ainda é previsto em PDU, a Política de Proteção ao Patrimônio Histórico, Cultural e Paisagístico do Município, sendo que:

Art. 179. Constitui o patrimônio arqueológico, cultural, histórico, natural e paisagístico do Município, os bens de natureza material e imaterial, públicos ou particulares, tomados de maneira individual ou em conjunto, que contenham referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos da sociedade e que sejam de interesse público proteger, preservar e conservar. (VITÓRIA, 2018).

Desta forma, a proposta é que o município, em colaboração com seus comunitários, promova e proteja seu patrimônio por meio de:
I – Inventário (identificação e cadastro de bens culturais materiais móveis e imóveis e imateriais);

II – Registro (reconhecimento, proteção e inscrição em livro próprio como patrimônio cultural);

III – Tombamento (regulação administrativa de conservação e proteção, não podendo ser o bem descaracterizado, demolido, destruído ou mutilado);

IV – Identificação como de interesse de preservação;

V – Outras formas de acautelamento e preservação.

Compatibilidade do empreendimento com os PDMs

Com base na análise dos instrumentos de ordenamento urbano dos municípios de Serra e Vitória, verifica-se que a instalação do empreendimento está devidamente alinhada e em conformidade com os respectivos Planos Diretores Municipais (PDMS). Esses planos estabelecem diretrizes claras para o uso e ocupação do solo, promovendo o desenvolvimento urbano ordenado, sustentável e compatível com as características socioeconômicas e ambientais locais.

No caso específico deste empreendimento, sua localização foi estrategicamente definida considerando as zonas industriais e áreas destinadas ao desenvolvimento econômico, conforme previsto nos PDMS. Essa escolha assegura a integração com os eixos de mobilidade, infraestrutura urbana e proteção ambiental, contribuindo para a harmonização entre crescimento econômico e planejamento territorial.

6.1.1.6 Utilização dos recursos naturais pela população da AID

A população local na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento da ArcelorMittal, no município da Serra, mantém uma relação íntima e tradicional com os recursos naturais, destacando-se as praias, a Lagoa de Carapebus e a atividade da pesca artesanal, que é fundamental para a subsistência e identidade cultural da comunidade pesqueira local (INCAPER, 2025).

Ao observarmos os dados da Pesquisa do Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local referente aos principais elementos valorizados pela comunidade (**Tabela 6.1.1.6-1**), identificamos a menção frequente nos usos dos recursos naturais da região de estudo, como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 6.1.1.6-1: Principais elementos valorizados pelos entrevistados na AID e AII

ELEMENTOS	FREQ.	%
Tranquilidade	57	27,8
Bairro bem estruturado (Comércio, Localização, Acesso)	51	24,9
Praia	25	12,2
Praça e áreas de lazer	19	9,3
Boa convivência com os vizinhos	16	7,8
Meio Ambiente (Praia, lago, Natureza)	11	5,4
Segurança	9	4,4
Não gosta de nada	4	2,0
Gosta de Tudo	4	2,0
Outros	9	4,4
TOTAL GERAL	**205**	**100**

Nota: Coleta de dados primários.

O reconhecimento direto de recursos naturais como praia e meio ambiente — incluindo lagos e outras formações naturais — é apontado como um dos recursos mais valorizados pelos entrevistados, representando quase 18% das menções entre os 205 participantes. Esses elementos ficaram atrás apenas de atributos como tranquilidade e bairro bem estruturado.

Esses recursos naturais são utilizados para pesca, lazer e extração seletiva, evidenciando um uso multifuncional e sustentável, baseado no conhecimento tradicional e na dependência direta desses ecossistemas (DIEGUES, 2008).

Adicionalmente, a Lagoa de Carapebus constitui um importante ecossistema de referência para a comunidade, oferecendo serviços ambientais essenciais, como a manutenção da biodiversidade e a regulação microclimática. A utilização dos recursos naturais pela população local, incluindo a pesca e o uso das praias e áreas verdes, integra dimensões econômicas, socioculturais e ambientais, exigindo atenção contínua para sua preservação.

A atividade pesqueira artesanal, concentrada em uma extensa faixa costeira, será caracterizada com mais detalhes no item 6.1.1.1 — Comunidades e Associações de Pescadores.

Conforme descrito no Item 3.5.2 – Descrição do Processo Produtivo, o novo processo tem como finalidade a produção de um material mais acabado, ou seja, um produto diferenciado, sem implicar expansão da produção de aço. Parte das bobinas será escoada por transporte marítimo, outra por ferrovia e uma menor parcela por rodovia, contudo, esse volume é considerado inferior em relação à movimentação portuária já existente. Por esse motivo, não se prevê aumento da pressão sobre as comunidades pesqueiras locais nem sobre suas atividades artesanais, sendo esperado que essas comunidades mantenham suas práticas nas áreas já utilizadas, sem alterações no acesso às zonas de pesca ou nas rotas tradicionais (INCAPER, 2025; DIEGUES, 2008).

6.1.2 Condição Socioeconômica e Ambiental

A análise da condição socioeconômica e ambiental da área de influência do empreendimento deve partir de uma caracterização do ordenamento urbano, usos do solo, acesso a serviços públicos e a infraestrutura urbana disponível. Além disso, é importante integrar informações sobre a saúde da população do entorno, para identificar possíveis vulnerabilidades coletivas e subsidiar a identificação e avaliação dos impactos socioambientais diretos e indiretos que podem advir das fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento. Esta análise será direcionada para a AII do empreendimento, municípios de Serra e Vitória como um todo, e em pontos mais específicos será centralizada na AID, bairros de Praia de Carapebus, Lagoa de Carapebus, Balneário de Carapebus, Novo Horizonte e Cidade Continental.

6.1.2.1 Indicadores de Renda, Emprego e Atividade Econômica

O Índice de Gini é um instrumento matemático utilizado para medir a desigualdade social e o grau de concentração de renda de determinados grupos, apontando a diferença entre os rendimentos entre os mais ricos e os mais pobres. A medição se dá a partir de uma escala de vai de 0 (sem desigualdade) a 1 (desigualdade máxima), nesse sentido, quanto menor é o valor numérico do índice de Gini, menos desigualdade existe na localidade avaliada.

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010), com base em dados do IBGE, o Índice de Gini nacional registra 0,60, indicando alta desigualdade de renda. No mesmo período, o Espírito Santo apresentou um índice de 0,56, ainda elevado, porém ligeiramente menor que a média do país.

Entre os municípios da AII, observam-se diferenças significativas: Serra tem um Gini de 0,47, refletindo desigualdade moderada, já Vitória segue o padrão nacional, com 0,60, um nível de desigualdade considerado alto, sinalizando forte concentração de renda.

A tabela a seguir apresenta dados econômicos dos municípios da Área de Influência Indireta do empreendimento, com base em indicadores como Produto Interno Bruto (PIB), impostos, valor adicionado bruto e participação setorial. O PIB a preços correntes ou PIB nominal é o valor total de todos os bens e serviços finais produzidos no município, já o PIB per capita é um indicador econômico que divide o PIB total do município, por sua população, mostrando o valor médio da produção econômica por habitante. A **Tabela 6.1.2.1-1** demonstra algumas diferenças entre os municípios, a Serra apresenta PIB nominal maior, a capital exibe PIB per capita consideravelmente superior. Essa aparente contradição pode ser explicada pela combinação de dois principais fatores: disparidade demográfica e a possível maior concentração de atividades econômicas de alto valor agregado em Vitória.

Analisando a estrutura produtiva através do Valor Adicionado Bruto, é possível observar que ambos os municípios apresentam baixa participação da agropecuária. O cenário muda no setor da indústria, onde a Serra demonstra predominância, respondendo por 46% do seu VAB contra 38% em Vitória. Este dado reforça o perfil industrial do município da Serra, provavelmente impulsionado pela presença de grandes empresas no setor.

No segmento de serviços, os municípios apresentam valores próximos no setor privado, entretanto, quando observados os serviços públicos, Serra se destaca com investimentos significativamente maiores, o que pode estar relacionado tanto a densidade demográfica quanto a necessidades específicas de infraestrutura.

Esta análise revela dois modelos econômicos distintos na região metropolitana de Vitória: o município de Serra com economia fortemente industrializada e Vitória com características de centro urbano desenvolvido, onde os serviços e a maior produtividade por habitante se destacam.

Tabela 6.1.2.1-1- Dados econômicos dos municípios da Área de Influência Indireta do empreendimento.

	SERRA/ES	VITÓRIA/ES
PIB a preços correntes	37.279.405,58R$ (×1000)	31.423.572,897R$ (×1000)
Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos, a preços correntes	8.471.036,879R$ (×1000)	6.232.814,062R$ (×1000)
PIB per capita	69.452,01R$	85.035,67R$
Valor adicionado bruto a preços correntes	28.808.368,701R$ (×1000)	25.190.758,835R$ (×1000)
Agropecuária	34.538,545R$ (×1000)	26.153,77R$ (×1000)
Indústria	13.151.406,577R$ (×1000)	9.518.388,696R$ (×1000)
Serviços - Exclusive Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social	13.219.358,737R$ (×1000)	13.650.872,563R$ (×1000)
Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social	2.403.064,842R$ (×1000)	1.995.343,806R$ (×1000)

Tabela: Produto Interno Bruto e variações em Serra/ES e Vitória/ES em 2021.
Fonte: IBGE, 2025.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) organiza e divulga os dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), dispositivo de monitoramento da situação da mão de obra forma no Brasil **(Figura 6.1.2.1-1).**

Ao longo do ano de 2024, o município de Serra apresentou um saldo positivo entre admissões e demissões, com exceção dos meses de agosto e dezembro. O primeiro semestre, no município, apresentou crescimento gradual de admissões, com recuo em maio e junho. Julho, porém, retrata um pico de contratações. Dezembro é o mês de pior desempenho, com saldo negativo na variação. De toda forma, de um total de 101.528 admissões e 92.657 demissões, o município termina o ano com a criação de 8.871 vagas.

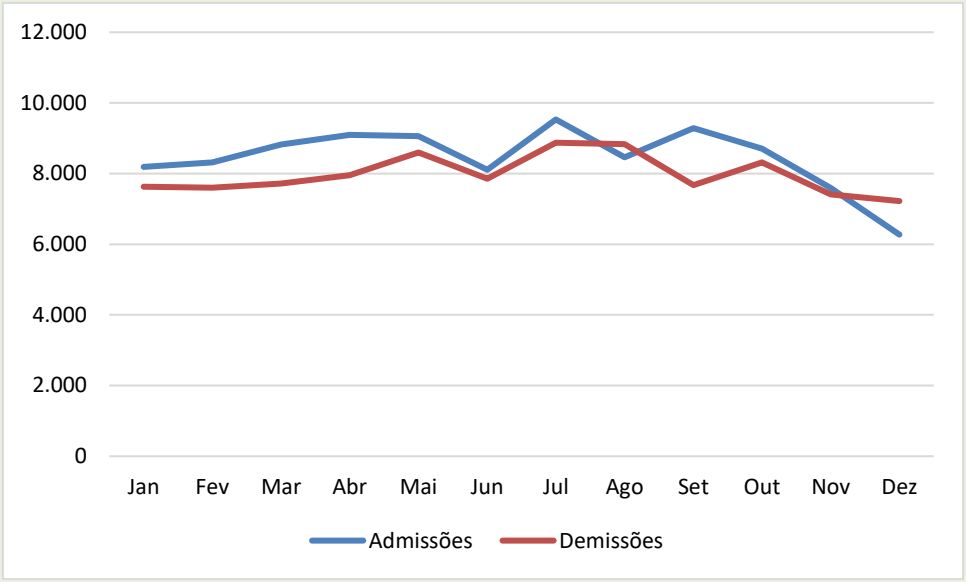


Figura 6.1.2.1-1 Demissões e admissões mensais no ano de 2024, Serra/ES.

Fonte: IPEA, CAGED, 2025.

No município de Vitória, ao longo de 2024, houve 88.445 admissões e 81.123 demissões, resultando em um saldo positivo de 7.322 vagas. O primeiro semestre apresenta crescimento nas contratações, com destaque para o mês de março. Já o mês de julho se destaca pela crescente de demissões, apresentando saldo negativo. Dezembro, assim como no munícipio da Serra, tem o pior desempenho, padrão comum que sugere encerramento de contratos temporários e redução das atividades no fim do ano, por exemplo. Ainda assim, a variação de admissões e demissões na capital é menos acentuada que no município de Serra, conforme é possível verificar na figura abaixo.

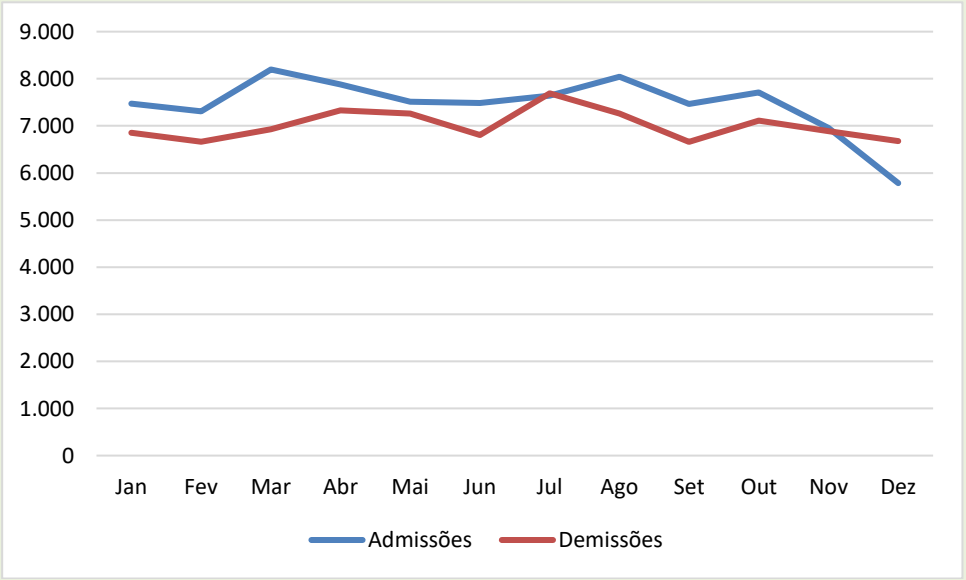


Figura 6.1.2.1-2 Demissões e admissões mensais no ano de 2024, Vitória/ES.

Fonte: IPEA, CAGED, 2025.

6.1.2.2 Níveis de escolaridade e acesso à educação

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) foi criado em 2007 e reúne os resultados de dois conceitos: o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações. O Ideb é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar do Censo Escolar, e das médias de desempenho no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb).

Em 2017, o Brasil registrou o Ideb em 5,50, o Estado do Espírito Santo registrou 5,70, enquanto ambos, Serra e Vitória registraram Ideb igual a 5,60 nos anos iniciais do ensino fundamental. Para os anos finais, o índice nacional era de 4,40, no Espírito Santo 4,40 enquanto Serra e Vitória registraram 4,10 e 4,30, respectivamente. Considerando que este índice varia de 0 a 10 com média 6, valor que corresponde a um sistema educacional de qualidade, os municípios da AII sempre estiveram abaixo da média, sejam nas etapas iniciais ou nas etapas finais do ensino fundamental. Observar esse índice, portanto, é importante na regulação e condução de políticas públicas que visam a melhoria do sistema educacional.

Os dados do Censo Demográfico de 2022 revelam um cenário marcado por desigualdades interseccionais no município da Serra. A população apresenta um alto índice de alfabetização (96%), mas com disparidades significativas quando analisadas por gênero e raça/cor.

As mulheres apresentam uma taxa de alfabetização 4 pontos percentuais superior à dos homens. No entanto, na pequena parcela não alfabetizada (3,88%), as mulheres ainda são maioria, representando 2,22% desse grupo. A distribuição dos alfabetizados acompanha a composição demográfica do município: pardos (52,92%), brancos (27,88%) e pretos (14,91).

Entretanto, entre os não alfabetizados, observa-se uma sobrerrepresentação de pardos e pretos, mesmo que os brancos sejam o segundo maior grupo populacional. Isso sugere que desigualdades raciais persistem no acesso à educação (**Tabela 6.1.2.2-1**).

Tabela 6.1.2.2-1: Pessoas de 15 anos ou mais de idade total e as alfabetizadas por sexo, cor ou raça – Serra/ES.

COR OU RAÇA	ALFABETIZADAS						NÃO ALFABETIZADOS					
	Total		Homens		Mulheres		Total		Homens		Mulheres	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs	%
Total	394.895	96,12	189.027	46,01	205.868	50,11	15.934	3,88	6.798	1,65	9.136	2,22
Branca	114.532	27,88	52.803	12,85	61.729	15,03	3.324	0,81	1.310	0,32	2.014	0,49
Preta	61.256	14,91	31.729	7,72	29.527	7,19	3.449	0,84	1.600	0,39	1.849	0,45
Amarela	680	0,17	317	0,08	363	0,09	20	0	9	0	11	0
Parda	217.398	52,92	103.687	25,24	113.711	27,68	9.039	2,20	3.841	0,93	5.198	1,27
Indígena	1.025	0,25	489	0,12	536	0,13	101	0,02	38	0,01	63	0,02

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Assim como na Serra, o município de Vitória apresenta um cenário de alfabetização marcado por disparidades de gênero e raça, porém em proporções distintas. As mulheres são maioria entre os alfabetizados, com uma diferença ainda mais expressiva em relação aos homens do que no município da Serra.

A distribuição dos alfabetizados acompanha a composição demográfica, mas com hierarquias evidentes: brancos (45,67%), pardos (39,36%) e pretos (12,26%). Entre os não alfabetizados, contudo, a desigualdade racial se acentua: pardos (1,13%) e pretos (0,56%). Apesar de representarem uma parcela pequena da população não alfabetizada, pardos e pretos aparecem em proporções desproporcionais em relação à sua participação no total de alfabetizados, reforçando um padrão de exclusão educacional.

Essa análise reforça a necessidade de políticas públicas direcionadas a grupos vulneráveis para garantir equidade educacional, em ambos os municípios (**Tabela 6.1.2.2-2).**

Tabela 6.1.2.2-2: Pessoas de 15 anos ou mais de idade total e as alfabetizadas por sexo, cor ou raça – Vitória/ES.

COR OU RAÇA	ALFABETIZADAS						NÃO ALFABETIZADOS					
	Total		Homens		Mulheres		Total		Homens		Mulheres	
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs	%
Total	263.472	97,46	119.743	44,42	143.759	53,34	6.043	2,24	2.283	0,85	3.760	1,40
Branca	123.093	45,67	54.171	20,10	68.922	25,57	1.468	0,54	520	0,19	948	0,35
Preta	33.032	12,26	15.934	5,91	17.098	6,34	1.497	0,56	589	0,22	908	0,34
Amarela	694	0,26	335	0,12	359	0,13	3	0,0	1	0,00	2	0,00
Parda	106.093	39,36	49,024	18,19	57.069	21,17	3.038	1,13	1.160	0,43	1.878	0,70
Indígena	548	0,20	245	0,09	303	0,11	36	0,01	12	0,00	24	0,01

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

O município da Serra ainda pode ser observado a partir da ótica de nível de instrução de sua população, sendo que uma porção significativa dos respondentes (41,95%) ingressou no ensino superior, mas não concluiu esta etapa, os que de fato concluíram o ensino superior somam 16,15% da população analisada **(Figura 6.1.2.2-1).**

Ainda assim, uma porção expressiva encontra-se em uma posição de vulnerabilidade educacional, sem instrução e fundamental incompleto (24,9%). Aqueles que paralisaram o processo formativo antes que concluíssem o ensino médio representam 17,01% do total de referência. É interessante notar que o município segue tendências nacional e estadual, com a maior parte da população concentrada entre aqueles que concluíram o ensino médio, mas não concluíram o ensino superior.

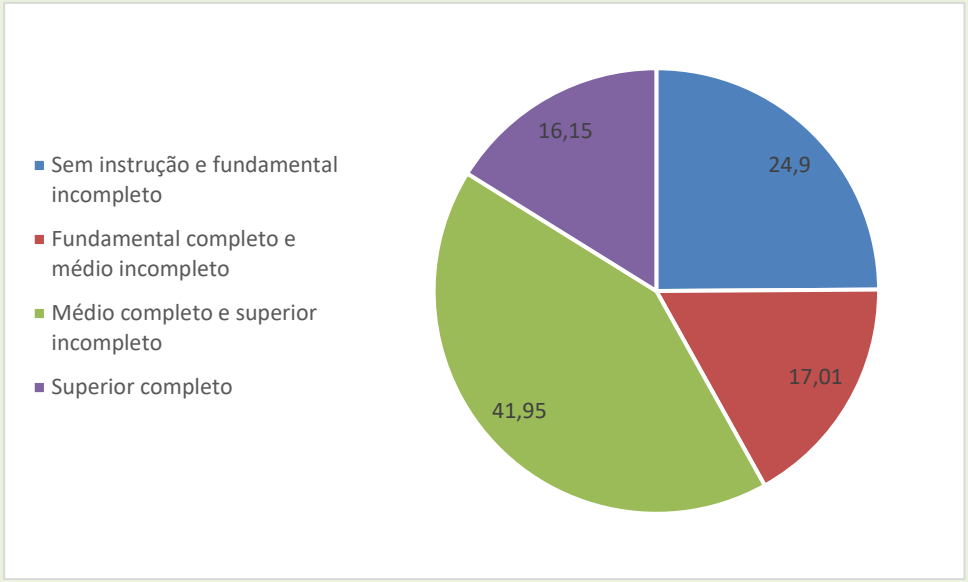


Figura 6.1.2.2-1 pessoas com 18 anos ou mais de idade por grau de instrução – Serra/ES

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Em Vitória, um formato interessante se desenha quando a maior parte da população está concentrada entre os que finalizaram o ensino superior (38,04%). Ainda assim, o estrato daqueles que concluíram o ensino médio, mas não concluíram o ensino superior é o segundo de maior concentração, com 36,15% da população residente. Na sequência, aparecem aqueles sem instrução e fundamental incompleto (14,93%) e os que paralisaram o processo formativo sem concluir o ensino médio (10,83%) conforme **Figura 6.1.2.2-2.**

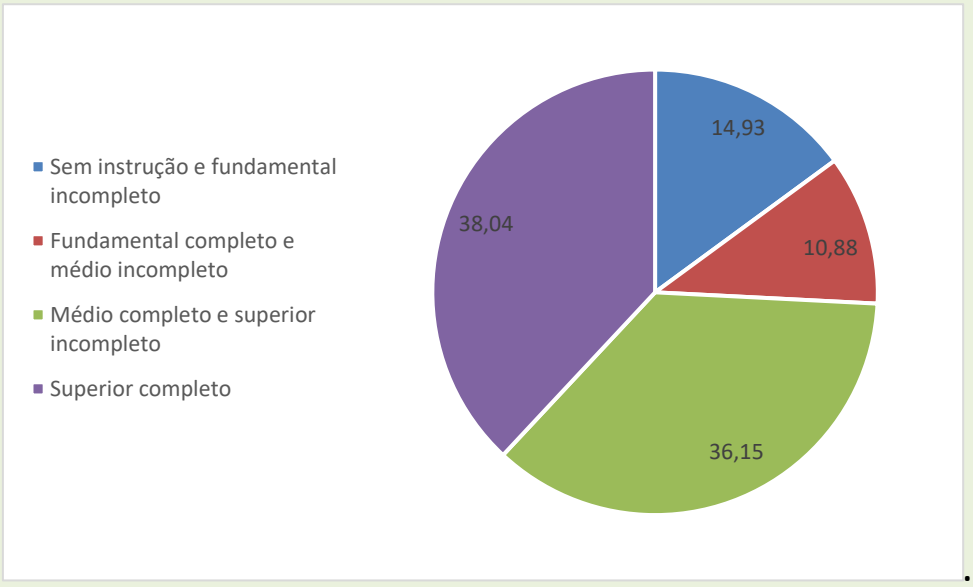


Figura 6.1.2.2-2 pessoas com 18 anos ou mais de idade por grau de instrução – Vitória/ES

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Em 2014 é decretada a Lei número 13.005, que aprova o Plano de Nacional de Educação – PNE, com vigência por dez anos. Este plano estabelece diretrizes como a erradicação do analfabetismo, a universalização do atendimento escolar, a superação das desigualdades educacionais, a melhoria da qualidade da educação, entre outras condutas que aparecem distribuídas nas 20 metas do PNE.

Através da observação da taxa de frequência escolar bruta, registrada pelo Censo Demográfico em 2022, é possível verificar se as metas relacionadas à frequência escolar elaboradas no âmbito do PNE foram alcançadas.

A meta 01 da PNE esperava atender 50% das crianças de 0 a 3 anos, na tabela é possível observar que apenas o município de Vitória ultrapassa esse valor percentual, enquanto o município da Serra se assemelha aos níveis estadual e nacional de taxa de frequência. Para mais, previa a universalização do acesso à educação infantil para crianças de 4 a 5 anos. Embora nenhum dos municípios da AII tenha alcançado 100% de atendimento, Vitória foi o que mais se aproximou desse objetivo, com 96,47% das crianças dessa faixa etária matriculadas na rede educacional.

A meta 02 do PNE esperava garantir que pelo menos 95% dos estudantes entre 6 a 14 anos concluíssem o ensino fundamental na idade recomendada, meta alcançada por ambos os municípios, sendo que Vitória esteve próxima da universalização da meta.

Com a intenção de elevar a taxa de matrícula no ensino médio para 85%, a meta 03 do PNE foi ultrapassada no município de Vitória, com 89,96% dos estudantes entre 15 e 17 anos em frequência escolar.

Avançando para a meta 12 do PNE, que se refere à educação superior, era esperado uma elevação na taxa de matrícula de jovens entre 18 e 24 anos para 50%, entretanto, nenhum dos municípios da AII alcançaram a meta. Embora Vitória ainda tenha se aproximado com uma taxa de frequência de 43,74% dos estudantes, a diferença é expressiva no município da Serra, ainda assim, este último acompanha as médias estadual e nacional.

Isto observado, fica clara a necessidade de políticas públicas que priorizem o ingresso ao sistema educacional, sobretudo para os jovens que estão em transição para o mercado de trabalho. Esse cenário retratado sugere pressões econômicas que levam à priorização do trabalho, muitas vezes mal remunerado dado ao grau de escolaridade dos indivíduos, quanto problemas estruturais relacionados ao ingresso e principalmente à permanência no sistema de ensino, políticas de educação profissionalizante, flexibilização de horários e auxílios financeiro, por exemplo, podem mudar o nível de instrução dos municípios em observação e, consequentemente, do Estado, impactando positivamente os dados nacionais **(Tabela 6.1.2.2-3)**.

Tabela 6.1.2.2-3: taxa de frequência escolar (%).

	TOTAL	0 A 3 ANOS	4 A 5 ANOS	6 A 14 ANOS	15 A 17 ANOS	18 A 24 ANOS
Brasil	26,46	33,88	86,73	98,26	85,25	27,68
Espírito Santo	25,35	34,43	89,24	98,49	83,55	28,19
Serra	28,20	33,12	89,06	98,34	84,37	29,71
Vitória	26,61	60,08	96,47	99,24	89,96	43,74

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

6.1.2.3 Condições de Saúde e acesso aos Serviços de saúde

As condições de saúde e o acesso aos serviços de saúde nas Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) do empreendimento são elementos essenciais para avaliar o bem-estar e a qualidade de vida das populações residentes nesses territórios. Esses aspectos consideram os determinantes sociais, econômicos e ambientais que impactam a saúde da população local, assim como a disponibilidade e qualidade dos serviços públicos de saúde ofertados. Nesse tópico são apresentados indicadores de saúde da população, que se complementa com as informações do **Item 6.1.8** Estrutura Social e de Serviços.

A partir da Classificação Internacional de Doenças (CID), sistematizamos informações para entendermos os principais indicadores de saúde. Essa classificação possibilita a padronização na nomenclatura de doenças e, atualmente, encontra-se em sua décima versão. Cada capítulo da CID 10 descreve um grupo de doenças semelhantes ou que foram causadas por um mesmo fator, sendo:

Cap. I: Algumas doenças infecciosas e parasitárias;
Cap. II: Neoplasmas (tumores);
Cap. III: Doenças do sangue e dos órgãos hematopoiéticos e alguns transtornos imunitários;
Cap. IV: Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas;
Cap. V: Transtornos mentais e comportamentais;
Cap. VI: Doenças do sistema nervoso;
Cap. VII: Doenças do olho e anexos;
Cap. VIII: Doenças do ouvido e da apófise mastoide;
Cap. IX: Doenças do aparelho circulatório;
Cap. X: Doenças do aparelho respiratório;
Cap. XI: Doenças do aparelho digestivo;
Cap. XII: Doenças da pele e do tecido subcutâneo;
Cap. XIII: Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo;
Cap. XIV: Doenças do aparelho geniturinário;
Cap. XV: Gravidez, parto e puerpério;
Cap. XVI: Algumas afecções originadas no período perinatal;
Cap. XVII: Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas;
Cap. XVIII: Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte;
Cap. XIX: Lesões, envenenamentos e algumas outras consequências de causas externas;
Cap. XX: Causas externas de morbidade e de mortalidade;
Cap. XXI: Fatores que influenciam o estado de saúde e o contato com os serviços de saúde.

O Ministério da Saúde, por meio do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), registrou 3.502 óbitos no município da Serra em seus dados mais recentes, disponibilizados na plataforma DATASUS **(Figura 6.1.2.3-1).**

De acordo com a classificação da CID-10, a principal causa de morte em 2023 foi relacionada a doenças do aparelho circulatório (Capítulo IX), responsável por 24% dos óbitos. Em segundo lugar, aparecem as causas externas de morbidade e mortalidade (Capítulo XX), como acidentes, suicídios, agressões e complicações médicas, correspondendo a 15% dos casos. Outras causas significativas incluem neoplasmas (tumores) e doenças do sistema nervoso.

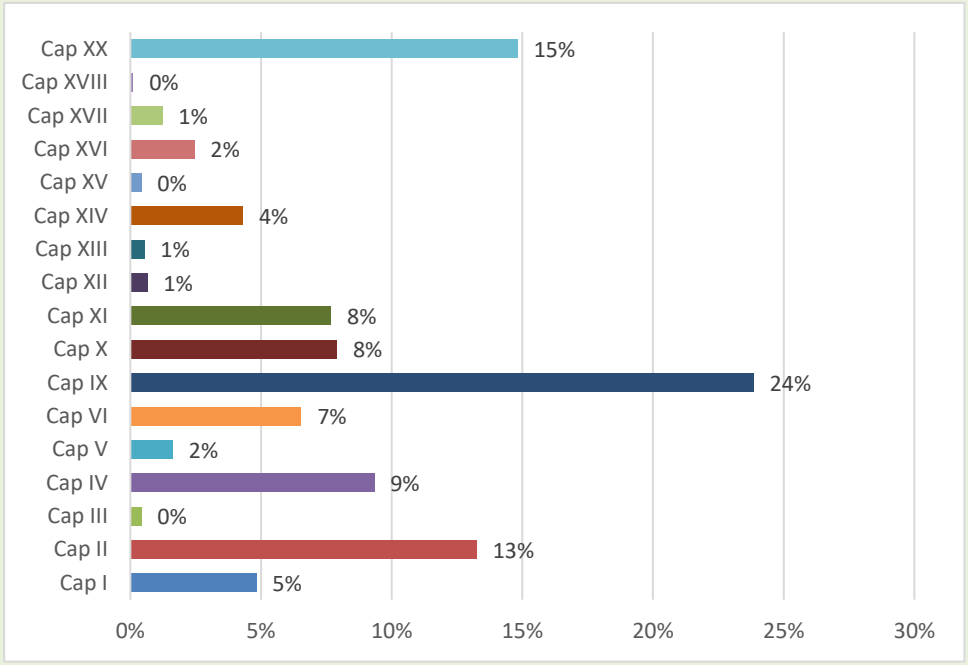


Figura 6.1.2.3-1: Óbitos por capítulo CID-10 – Serra/ES.

Fonte: DATASUS, 2023.

Em 2023, o município de Vitória registrou 5.172 óbitos, segundo dados oficiais. As neoplasias (tumores), classificadas no Capítulo II da CID-10, representaram a principal causa de mortalidade, responsáveis por 31% do total de óbitos. Em segundo lugar, as doenças do aparelho circulatório (Capítulo IX) corresponderam a 24% dos casos. As causas externas de morbidade e mortalidade (Capítulo XX) apareceram em terceiro lugar, com 13% dos registros. Os demais capítulos da CID-10 apresentaram incidência significativamente menor na mortalidade do município no período analisado (**Figura 6.1.2.3-2).**

Chama atenção, em ambos os municípios, os altos índices de óbitos por doenças do aparelho circulatório, agrupadas no Capítulo IX do CID 10. Esse grupo engloba doenças cardíacas, doenças cerebrovasculares, doenças vasculares, hipertensão, entre outras, doenças que figuram entre as principais causas de mortalidade também no Brasil. Essas patologias causam impactos significativos no sistema de saúde, porque, além de responderem por significativa parcela dos óbitos, elas também representam altas taxas de hospitalização, necessidade de procedimentos médicos complexos e custos elevados de tratamento. Esse cenário traz luz à necessidade do fortalecimento da prevenção primária e ampliação do acesso aos serviços básicos de saúde.

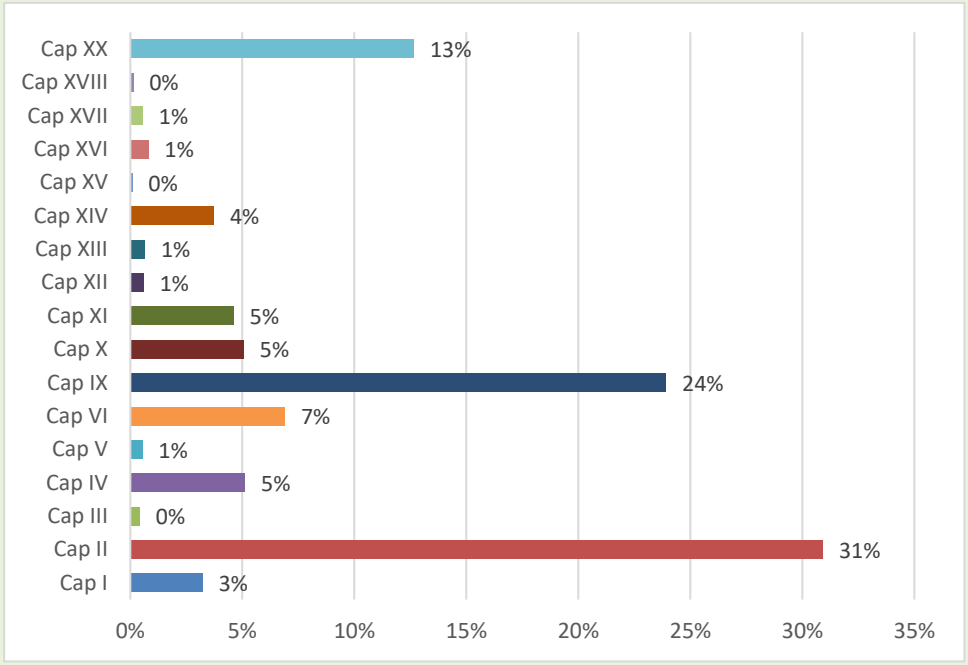


Figura 6.1.2.3-2: Óbitos por capítulo CID-10 – Vitória/ES.

Fonte: DATASUS, 2023.

A Prefeitura Municipal da Serra divulgou, em 2024, o Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (dengue, Zika, Chikungunya, e febre amarela) e assistência ao paciente **(Figura 6.1.2.3-3**). Este plano traça três principais objetivos: reduzir a morbimortalidade do conjunto das arboviroses; realizar ações de contenção epidemiológica para as arboviroses que não estão com circulação viral e nortear ações integradas nos âmbitos municipal, estadual e nacional.

O Ministério da Saúde (2025) define arboviroses como um grupo de doenças virais que são transmitidas principalmente por artrópodes, como mosquitos e carrapatos. A palavra "arbovirose" deriva de "arbovírus", que significa "vírus transmitido por artrópodes".

Além disso, o documento aponta os casos notificados de doenças como a dengue, Zika e Chikungunya, ou seja, ocorrências de doenças ou agravos à saúde que são comunicados obrigatoriamente por profissionais de saúde, hospitais ou laboratórios às autoridades sanitárias. Os casos notificados podem ser, por tanto, aqueles que são reportados enquanto ainda estão em observação e incluir aqueles que já foram confirmados por um diagnóstico. No município, em 2023, 26.988 casos de dengue foram notificados. Os casos de Chikungunya, embora apareçam em menor quantidade em relação aos de dengue, ainda é expressivo no território.

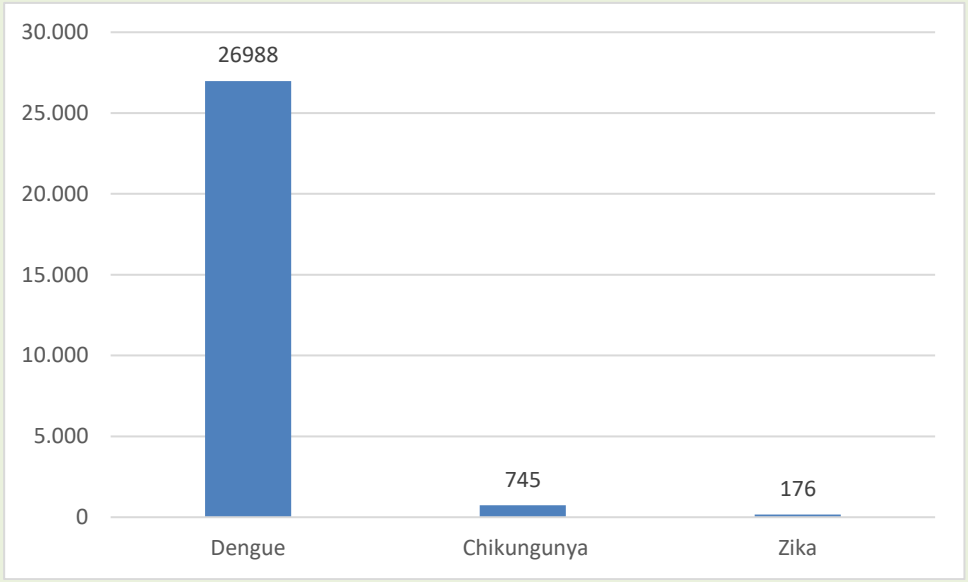


Figura 6.1.2.3-3: casos notificados de dengue, Chikungunya e Zika em 2023 – Serra/ES.

Fonte: PMS, Plano de Contingência para Controle das Arboviroses, 2024

O Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (dengue, Zika e Chikungunya) e assistência ao paciente, no município de Vitória, estabelecido para os anos de 2024 e 2025, tem como objetivo geral, de forma muito similar à Serra, reduzir a morbimortalidade por dengue, Chikungunya e Zika, e o impacto das epidemias no município, além de garantir a atenção integral ao paciente nos diversos serviços da rede municipal de saúde **(Figura 6.1.2.3-4).**

Por fim, são registrados os casos notificados de dengue, Zika e Chikungunya no município em 2023. São 19.380 casos de dengue notificados, sejam confirmados ou não, e 983 casos de Chikungunya, são mais de duzentos casos em relação ao município da Serra.

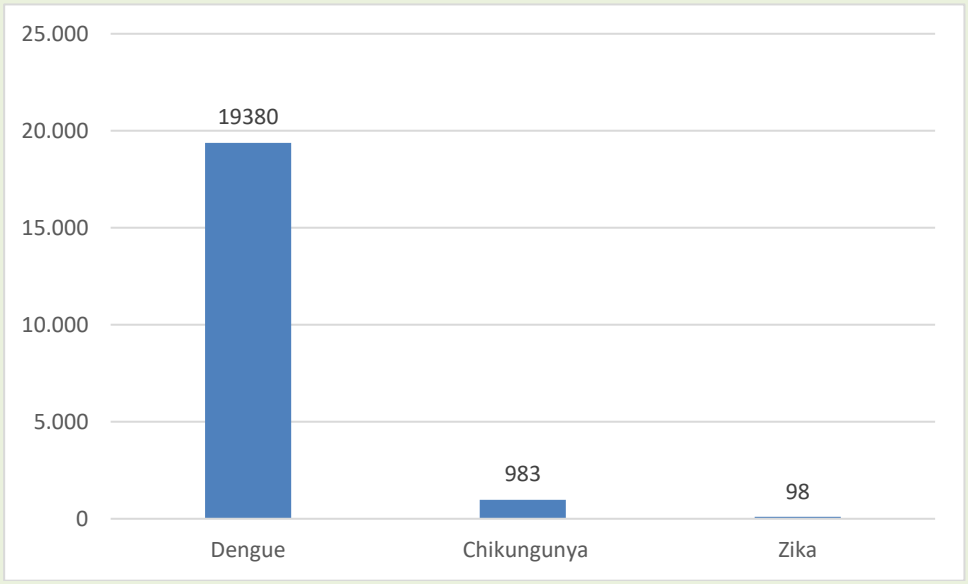


Figura 6.1.2.3-4: casos notificados de dengue, Chikungunya e Zika em 2023 – Vitória/ES.

Fonte: PMV, Plano de Contingência para Controle das Arboviroses, 2025.

6.1.3 Levantamento da Oferta Local de Mão de Obra

Na fase de instalação, prevista inicialmente para o período entre 2026 e 2029, o projeto deve gerar uma demanda por até 3.120 empregos diretos (no pico da obra, em 2028), variando conforme a função e o ano. A **Tabela 6.1.3-1** abaixo detalha a quantidade de profissionais previstos para cada função, por ano.

Tabela 6.1.3-1:Distribuição de profissionais e postos de trabalho, por ano de ocorrência. (Continua)

SEÇÃO	FUNÇÃO	2026	2027	2028	2029
Montagem de Estruturas, Mecânica e Manutenção	Mecânico montador	20	220	362	210
	Montador de andaime	30	134	220	60
	Montador de estruturas metálicas	4	80	80	16
	Ajudante de montagem de estruturas metálicas	2	50	50	8
	Encarregado de montagem de andaime	3	20	40	15
	Técnico mecânico	1	26	56	30
	Ajustador mecânico	0	10	17	4
	Ferramenteiro	1	8	12	4
	Lubrificador de veículos	2	4	10	4
	Oficial polivalente de manutenção	0	8	20	10
	Trabalhador da manutenção de edificações	2	6	10	6
	Operador de equipamentos	10	30	52	32
	Operador de guindaste	3	6	10	5
	Rigger	2	6	14	10
	Sinaleiro	0	4	6	2
	Ajudante de ferramentaria	4	10	17	6
	Oficial polivalente	20	80	95	30
Soldagem	Soldador de chaparia	8	30	40	10
	Soldador mig	2	40	60	20
	Soldador tig	0	22	50	20
	Caldeireiro	4	42	65	10
	Inspetor de soldagem	0	2	6	2
Tubulação e Caldeiraria	Encanador	4	98	162	86
	Fiscal de tubulação	1	2	4	2
	Instalador de isolante térmico de caldeira e tubulações	0	0	6	2
Elétrica e Instrumentação	Eletricista montador	20	60	142	68
	Eletricista de força e controle	15	40	137	72
	Técnico elétrica e instrumentação	1	8	27	12
	Instrumentista tubista	0	4	21	12
	Coordenador Técnico de Elétrica	0	4	15	4
Civil e Construção	Pedreiro	60	196	154	35
	Servente de obras	20	80	105	20
	Carpinteiro	12	32	44	10
	Armador de estrutura de concreto armado	6	42	58	14
	Auxiliar de pavimentação	34	12	20	10
	Especialista de pavimentação	5	2	2	2
	Pintor	2	10	30	10
	Funileiro industrial	0	0	8	2
	Serralheiro	0	2	8	0
Almoxarifado e Logística	Almoxarife	2	10	18	7
	Auxiliar de almoxarifado	0	8	14	4
	Técnico de materiais	0	8	12	4
	Analista de logística	**0**	**3**	**5**	**1**

Tabela 6.1.3-1: Distribuição de profissionais e postos de trabalho, por ano de ocorrência. (Conclusão)

SEÇÃO	FUNÇÃO	2026	2027	2028	2029
Serviços Gerais	Auxiliar de serviços gerais	2	15	27	12
	Faxineiro	6	15	25	8
	Vigia	4	8	17	8
	Motorista	9	64	116	41
	Arquivista	0	1	2	1
	Apontador de produção	0	1	1	0
Qualidade e inspeção	Inspetor de qualidade	2	9	15	4
	Metrologista	0	0	4	1
	Ajustador de instrumentos de precisão	0	0	4	2
Fiscais e Supervisores	Supervisor de montagem eletromecânica	3	26	53	16
	Fiscal de obras civis	3	8	8	3
	Fiscal de montagem eletromecânica	4	18	36	22
	Supervisor de montagem de andaime	1	9	15	3
	Inspetor de qualidade	1	3	6	2
Gerência e Coordenação	Encarregado	10	52	84	30
	Gerente	1	10	29	10
	Coordenador de obras	2	12	25	8
	Coordenador técnico de mecânica	0	6	18	8
	Diretor administrativo	0	2	4	1
	Diretor administrativo e financeiro	0	1	2	1
Engenharia e Projetos	Engenheiro	1	20	38	10
	Engenheiro de planejamento	0	6	8	2
	Projetista mecânico	0	2	8	1
	Desenhista projetista de construção civil	2	6	6	1
	Desenhista projetista elétrico	0	1	6	1
	Desenhista técnico	0	2	4	0
	Coordenador de engenharia	0	2	4	2
Topografia	Topógrafo	3	6	8	2
	Auxiliar de topografia	4	6	8	2
TI e Sistemas	Analista de sistemas	0	0	2	2
	Programador de sistemas de informação	0	0	2	2
	Analista de suporte computacional	0	0	2	2
Administrativo, Planejamento e Contratos	Administrativos	6	40	67	46
	Técnico de planejamento	5	16	25	14
	Assistente de planejamento	0	4	8	2
	Assistente de planejamento	3	6	12	6
	Auxiliar de planejamento	2	10	18	6
	Analista de orçamento	0	2	6	2
	Analista de medição e controle	0	2	4	1
	Gestor de contratos e obras	0	4	8	2
	Analista de riscos	0	1	2	1
	Analista de contratos	0	1	6	1
	Especialista de compras	0	2	5	0
	Analista	0	12	20	4
	Auxiliar técnico	0	3	5	0
Segurança e Saúde	Técnico em segurança no trabalho	8	26	49	28
	Enfermeiro	0	4	8	2
	Médico	0	2	4	2
	Socorrista	0	1	2	1
TOTAL		**382**	**1906**	**3120**	**1217**

Fonte: Interno.

De forma a avaliar a disponibilidade de mão de obra local capaz de atender à demanda do empreendimento, foram considerados indicadores principais: o número de pessoas com nível superior completo em áreas correlatas nos municípios de referência, e a distribuição de profissionais por famílias ocupacionais da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO 2002). Essa análise permite identificar se a força de trabalho local é suficiente para suprir as necessidades do projeto ou se será necessária a contratação de profissionais de outras regiões.

De acordo com os dados do Censo Demográfico (2022), é possível observar a concentração de profissionais com nível superior completo por área de formação. As maiores disponibilidades estão nas áreas de Administração e Engenharia e Construção, com destaque para o município de Vitória, que apresenta o maior número de registros. Em contrapartida, as áreas com menor oferta de profissionais são Tecnologia da Informação (TIC) e Saúde, indicando possíveis desafios na contratação local para essas especialidades.

Destaca-se, ainda, a significativa disparidade de gênero entre as áreas analisadas: as engenharias e TI apresentam predominância masculina, enquanto a enfermagem e a administração têm maioria feminina. Essa desigualdade pode representar um desafio para a implementação de políticas de contratação inclusiva. Quanto a capacidade de absorção, o município de Vitória apresenta maior base qualificada que o município da Serra **(Tabela 6.1.3-2)**.

Tabela 6.1.3-2: Áreas gerais, específicas e detalhadas de formação do curso superior de graduação que concluiu.

ÁREAS GERAIS, ESPECÍFICAS E DETALHADAS DE FORMAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO QUE CONCLUIU	SERRA/ES			VITÓRIA/ES		
	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres
041 - Negócios e administração	16742	7851	8891	21005	10501	10503
0411 - Contabilidade e tributação	3086	1403	1684	4489	2131	2358
0412 - Finanças, bancos e seguros	225	103	123	166	115	51
0413 - Gestão e administração	12535	6027	6508	14709	7530	7179
048 - Programas interdisciplinares e cursos gerais abrangendo negócios, administração e direito	-	-	-	32	23	9
06 - Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)	1627	1387	239	2601	2187	414
07 - Engenharia, produção e construção	6918	4772	2146	13801	9720	4081
071 - Engenharia e profissões correlatas	3108	2538	570	5944	4884	1061
0713 - Eletricidade e energia	682	603	80	1709	1536	173
0714 -Eletrônica e automação	568	549	20	849	739	110
0715 - Engenharia mecânica e metalurgia	1052	995	57	2169	1930	239
0732 - Engenharia civil e construção	1424	998	426	3302	2420	882
078 - Programas interdisciplinares e cursos gerais abrangendo engenharia, produção e construção	428	332	97	890	712	178
0912 - Medicina	559	228	331	4563	1960	2604
0913 - Enfermagem	2472	291	2181	2136	147	1990
0917 - Medicina e terapia tradicional e complementar	56	-	56	10	-	10
102 - Higiene e serviços de saúde ocupacional	142	79	63	85	50	35
1022 - Saúde e segurança no trabalho	142	79	63	85	50	35

Fonte: Censo Demográfico, IBGE, 2022.

O Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho (PDET), coordenado pelo Ministério da Economia, disponibiliza o acesso a dados estratégicos sobre o mercado de trabalho, provenientes dos registros administrativos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED).

A partir dos microdados da RAIS, é possível analisar os vínculos empregatícios nos municípios de Serra e Vitória (**Tabela 6.1.3-3),** categorizados conforme as famílias ocupacionais da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO 2002), destacando aquelas famílias cuja descrição está relacionada às funções mapeadas acima.

No município da Serra, se destacam os vínculos inativos em ocupações da indústria pesada, como soldagem e montagem.

Se destacam em ambos e municípios e tipo de vínculo, aquelas ocupações que podem ser categorizadas nas seções "Serviços Gerais", "Almoxarifado e Logística" e "Administrativo, Planejamento e Contratos".

O número significativo de profissionais sem vínculo empregatício, no ano de referência, principalmente em ocupações da indústria pesada, como soldagem e montagem. sugere um cenário de precarização deste de tipo trabalho, muitas vezes operado de forma sazonal e terceirizada, sem vínculos empregatícios duradouros.

Ao passo em que o município de Serra se destaca nas ocupações da indústria pesada e até mesmo nas áreas de logística, Vitória se destaca nas demandas de saúde, gestão e tecnologia.

Tabela 6.1.3-3: CBO 2002 Família por município, por vínculo ativo ou inativo. (Continua)

CBO 2002 FAMÍLIA	VÍNCULO ATIVO		VÍNCULO INATIVO	
	Serra/ES	Vitória/ES	Serra/ES	Vitória/ES
Engenheiros mecânicos	100	301	33	61
Técnicos em eletromecânica	96	167	43	31
Técnicos mecânicos na fabricação e montagem de máquinas, sistemas e instrumentos	747	1188	238	273
Técnicos mecânicos (ferramentas)	21	11	16	2
Técnicos mecânicos na manutenção de máquinas, sistemas e instrumentos	269	96	75	41
Desenhistas técnicos da mecânica	3	13	1	5
Desenhistas técnicos em eletricidade, eletrônica, eletromecânica, calefação, ventilação e refrigeração	3	4	2	1
Desenhistas projetistas da mecânica	72	16	44	9
Supervisores da montagem metalmecânica	97	5	108	38
Ajustadores mecânicos polivalentes	127	229	159	190
Mecânicos de instrumentos de precisão (exceto técnicos)	32	21	42	8
Mecânicos de manutenção de bombas, motores, compressores e equipamentos de transmissão	119	32	67	23
Mecânicos de manutenção de máquinas industriais	3121	1033	3187	635
Mecânicos de manutenção de máquinas pesadas e equipamentos agrícolas	290	80	185	39
Supervisores de manutenção eletromecânica	185	130	46	53
Montadores de estruturas de concreto armado	319	284	337	359
Montadores de máquinas, aparelhos e acessórios em linhas de montagem	79	27	66	13
Montadores de máquinas industriais	666	63	788	84
Preparadores e operadores de máquinas-ferramenta convencionais	491	19	198	14
Operadores de máquinas de aglomeração e prensagem de chapas	0	1	0	0
Operadores de máquinas e equipamentos de elevação	1336	166	471	242
Operadores de equipamentos de movimentação de cargas	995	297	511	92
Operadores de laminação	352	8	24	13
Operadores de equipamentos de acabamento de chapas e metais	364	10	205	2
Técnicos em construção civil (obras de infraestrutura)	105	201	25	57
Técnicos em metalurgia (estruturas metálicas)	86	20	25	15
Trabalhadores de estruturas de alvenaria	2679	2220	2342	2610

Tabela 6.1.3-3: CBO 2002 Família por município, por vínculo ativo ou inativo. (Conclusão)

CBO 2002 FAMÍLIA	VÍNCULO ATIVO		VÍNCULO INATIVO	
	Serra/ES	Vitória/ES	Serra/ES	Vitória/ES
Montadores de estruturas de concreto armado	319	284	337	359
Trabalhadores de montagem de estruturas de madeira, metal e compósitos em obras civis	963	646	1087	749
Trabalhadores da pintura de equipamentos, veículos, estruturas metálicas e de compósitos	392	196	400	233
Trabalhadores de traçagem e montagem de estruturas metálicas e de compósitos	2119	123	2011	143
Trabalhadores de soldagem e corte de metais e de compósitos	2072	423	2332	331
Trabalhadores de caldeiraria e serralheria	1007	205	852	210
Encanadores e instaladores de tubulações	379	270	320	367
Eletricistas-eletrônicos de manutenção	1217	376	738	177
Desenhistas projetistas da eletrônica	17	54	11	59
Técnicos em calibração e instrumentação	157	197	110	59
Técnicos em construção civil (edificações)	281	957	188	862
Técnicos em construção civil (obras de infraestrutura)	105	201	25	57
Desenhistas técnicos da construção civil e arquitetura	29	52	17	34
Desenhistas projetistas de construção civil e arquitetura	99	73	44	37
Supervisores da construção civil	827	736	505	662
Operadores de instalações e equipamentos de fabricação de materiais de construção	62	2	88	0
Pintores de obras e revestidos de interiores (revestimentos flexíveis)	208	190	197	233
Almoxarifes e armazenistas	9468	2208	9322	1711
Gerentes de operações de serviços em empresa de transporte, de comunicação e de logística (armazenagem e distribuição)	301	110	130	45
Profissionais de planejamento, programação e controles logísticos	420	224	131	72
Trabalhadores nos serviços de manutenção de edificações	9961	9063	6220	5355
Vigilantes e guardas de segurança	8055	2738	1518	893
Porteiros, guardas e vigias	3348	5579	1881	2631
Motoristas de veículos de pequeno e médio porte	1244	1164	683	732
Motoristas de veículos de cargas em geral	5374	1384	3597	1216
Profissionais da metrologia	0	1	0	0
Diretores administrativos e financeiros	57	164	17	22
Gerentes administrativos, financeiros e de riscos	973	1865	344	586
Administradores de empresas	550	1430	215	427
Profissionais de administração econômico-financeira	174	387	61	110
Técnicos em administração	72	195	26	54
Supervisores de serviços administrativos (exceto contabilidade, finanças e controle)	1298	2007	518	755
Escriturários em geral, agentes, assistentes e auxiliares administrativos	10597	14447	6425	7671
Engenheiros mecatrônicos	18	54	7	12
Engenheiros em computação	0	87	1	16
Engenheiros ambientais e afins	27	118	5	44
Engenheiros civis e afins	161	814	51	445
Engenheiros eletroeletrônicos e afins	140	352	46	72
Engenheiros mecânicos	100	301	33	61
Engenheiros metalurgistas e de materiais	5	37	3	9
Engenheiros industriais, de produção e segurança	175	358	56	157
Técnicos em topografia, agrimensura e hidrografia	169	154	126	146
Analistas de sistemas computacionais	585	3176	191	1069
Técnicos em segurança no trabalho	1280	1129	990	900
Enfermeiros de nível superior e afins	900	1544	284	694
Técnicos e auxiliares de enfermagem	2720	4470	806	1354
Médicos clínicos	211	169	39	53

Fonte: PDTE, RAIS, 2024.

Em linhas gerais, a análise dos dados da RAIS sugere que os municípios da Área de Influência Indireta (AII) possuem, em tese, um contingente de trabalhadores suficiente para suprir a demanda do empreendimento pelas funções mapeadas. No entanto, a disponibilidade efetiva desses profissionais no momento exato da demanda requer uma avaliação mais aprofundada. Fatores concorrenciais, como a implantação de outros empreendimentos públicos e privados na região, ou a variação dos níveis de emprego e desemprego, principalmente durante o ápice das atividades, previsto para 2027 e 2028, podem tensionar o mercado de trabalho local. Diante desse cenário, é prudente prever a necessidade de complementação da mão de obra com profissionais de outras regiões.

Apesar dessa eventual necessidade, não se projeta um fluxo migratório significativo para a área, tampouco impactos relevantes na dinâmica demográfica local. A oferta de mão de obra local, portanto, pode permanecer como base para recrutamento inicial, com reforços externos quando a mão de obra local não atender as expectativas/qualificações necessárias. Convém salientar, que devido ao porte e especificidade da obra/operação, poderá ser necessário contratar empresas com sede fora da área de influência, que já possuem equipes próprias mobilizadas/contratada.

Além disso, estima-se que o empreendimento demande os seguintes serviços e insumos:

Serviços de Engenharia e Construção

- Serviços de engenharia;
- Serviços de obras civis;
- Serviços de montagem eletromecânica;
- Serviços de montagem refratária;
- Fornecimento e montagem de andaimes;
- Fornecimento de materiais diversos para obras civis e montagens;
- Fabricação de peças e equipamentos em geral.

Logística e Transporte

- Transporte de funcionários;
- Transporte de equipamentos e materiais diversos;
- Aluguel de veículos automotores, empilhadeiras e guindastes de diferentes capacidades;
- Despachante aduaneiro.

Infraestrutura e Apoio Operacional

- Aluguel de máquinas e ferramentas diversas;
- Locação de casas, pousadas e hotéis para acomodação de mão de obra externa;
- Serviço de alimentação e restaurante;
- Higienização e limpeza.

Gestão e Segurança

- Serviços de fiscalização técnica e de segurança;
- Serviço de vigilância e administração de contratos em geral.

Serviços Técnicos Especializados

- Topografia;
- Filmagem (registro documental).

Considerando as demandas de serviços e insumos identificados, foram selecionados, a partir dos microdados da RAIS, os estabelecimentos registrados na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) que apresentam relação com as atividades em análise nos municípios de Serra e Vitória, utilizando como referência o ano de 2024 (último período disponível), sendo, conforme tabela abaixo:

Tabela 6.1.3-4: Estabelecimentos registrados na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

CNAE 2.0 CLASSE	SERRA/ES	VITÓRIA/ES
Obras de Engenharia Civil não Especificadas Anteriormente	59	67
Serviços de Engenharia	69	174
Atividades Técnicas Relacionadas à Arquitetura e Engenharia	18	23
Obras de Urbanização - Ruas, Praças e Calçadas	15	33
Obras de Instalações em Construções não Especificadas Anteriormente	20	25
Obras de Acabamento	99	42
Obras de Fundações	9	10
Montagem de Instalações Industriais e de Estruturas Metálicas	56	13
Manutenção e Reparação de Máquinas e Equipamentos da Indústria Mecânica	106	36
Comércio Atacadista Especializado de Materiais de Construção não Especificados Anteriormente e de Materiais de Construção em Geral	77	27
Comércio Varejista de Tintas e Materiais para Pintura	29	22
Transporte Rodoviário Coletivo de Passageiros, Sob Regime de Fretamento, e Outros Transportes Rodoviários não Especificados Anteriormente	19	7
Transporte Rodoviário de Carga	404	71
Atividades Relacionadas à Organização do Transporte de Carga	74	46
Locação de Meios de Transporte, Exceto Automóveis, sem Condutor	10	4
Aluguel de Máquinas e Equipamentos para Construção sem Operador	65	18
Aluguel de Máquinas e Equipamentos para Escritórios	4	7
Aluguel de Máquinas e Equipamentos não Especificados Anteriormente	49	31
Serviços de Usinagem, Solda, Tratamento e Revestimento em Metais	44	6
Fabricação de Ferramentas	1	0
Fabricação de Máquinas para a Indústria Metalúrgica, Exceto Máquinas-Ferramenta	2	0
Representantes Comerciais e Agentes do Comércio de Madeira, Material de Construção e Ferragens	3	8
Comércio Atacadista de Ferragens e Ferramentas	35	7
Comércio Varejista de Ferragens, Madeira e Materiais de Construção	358	162
Hotéis e Similares	33	29
Atividades Imobiliárias de Imóveis Próprios	21	86
Gestão e Administração da Propriedade Imobiliária	20	52
Restaurantes e Outros Estabelecimentos de Serviços de Alimentação e Bebidas	554	1093
Serviços Ambulantes de Alimentação	20	9
Serviços de Catering, Bufê e Outros Serviços de Comida Preparada	113	148
Limpeza em Prédios e em Domicílios	30	43
Atividades de Limpeza não Especificadas Anteriormente	13	6
Suporte Técnico, Manutenção e Outros Serviços em Tecnologia da Informação	25	62
Serviços Combinados de Escritório e Apoio Administrativo	122	209
Serviços Móveis de Atendimento a Urgências	4	2
Atividades de Vigilância e Segurança Privada	38	15
Atividades Técnicas Relacionadas à Arquitetura e Engenharia	18	23
Comércio Varejista Especializado de Eletrodomésticos e Equipamentos de áudio e Vídeo	57	61
Atividades de Produção Cinematográfica, de Vídeos e de Programas de Televisão	0	10

Os dados revelam que a Serra possui uma infraestrutura mais robusta voltada para logística pesada, montagem industrial e aluguel de equipamentos, enquanto Vitória se destaca na oferta de serviços técnicos especializados, alimentação e gestão urbana. Essa complementaridade entre os dois municípios pode ser estrategicamente aproveitada para otimizar a cadeia de suprimentos do empreendimento, uma vez que a Serra aparenta ter condições de servir como base operacional para atividades de grande porte, ao passo que Vitória tem potencial para fornecer suporte técnico-administrativo e serviços mais especializados.

Entretanto, além da análise inicial, é necessário validar a disponibilidade efetiva desses serviços e insumos no momento exato da demanda. Essa avaliação deve incluir a capacidade produtiva, o porte e o status de regularização das empresas mapeadas. Além disso, fatores concorrenciais, como a implantação simultânea de outros empreendimentos regionais durante o ápice das atividades podem sobrecarregar a cadeia de suprimentos local, exigindo que se amplie progressivamente o raio de busca por fornecedores.

Uma informação importante para entendimento da disponibilidade de mão de obra local para suprir a demanda do empreendimento, é um olhar sobre as principais instituições de formação de Mão de Obra na AII.

A região de Serra e Vitória conta com ampla oferta de instituições de formação técnica e superior, destacando-se pela variedade de cursos diretamente relacionados à construção civil, como Técnico em Edificações, Eletrotécnica, Mecânica, Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Arquitetura **(Tabela 6.1.3-5).** Essa estrutura educacional robusta contribui para a disponibilidade local de mão de obra técnica e superior, reduzindo a necessidade de importação de profissionais e promovendo o desenvolvimento socioeconômico da região. A tabela a seguir lista as principais instituições e os cursos oferecidos, para uma melhor visualização das possibilidades de fornecimento de mão de obra local para a instalação e operação do empreendimento.

Tabela 6.1.3-5:Principais cursos oferecidos por instituições de formação técnica e superior. (Continua)

MUNICÍPIO	INSTITUIÇÃO	TIPO	PRINCIPAIS CURSOS
Serra	SENAI Serra	Técnica	Técnico em Eletrotécnica, Mecatrônica, Eletromecânica, Torneiro Mecânico, Operação de Empilhadeira, Energias Renováveis
	IFES Campus Serra	Técnica/ Superior	Técnico em Informática, Automação Industrial, Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Redes de Computadores
	Grau Técnico Serra	Técnica	Técnico em Edificações, Eletrotécnica, Mecânica Industrial, Administração, Logística, Informática, Enfermagem
	CEDTEC Serra	Técnica	Gestão da Qualidade, Administração, Logística, Recursos Humanos, Segurança do Trabalho, Informática, Saúde
	Faculdade Multivix Serra	Superior	Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Administração, Direito, Psicologia, Enfermagem, Arquitetura e Urbanismo
	CESA - Escola de Ensino Superior Alternativo	Superior	Pedagogia, Letras (Inglês), Administração, Ciências Contábeis, Gestão de Recursos Humanos
	Claretiano Polo Serra	Superior	Biologia, Educação Física, História, Geografia, Administração, Ciências Contábeis, Engenharia de Produção, Enfermagem, Serviço Social

Tabela 6.1.3-5:Principais cursos oferecidos por instituições de formação técnica e superior. (Conclusão)

MUNICÍPIO	INSTITUIÇÃO	TIPO	PRINCIPAIS CURSOS
Vitória	IFES Campus Vitória	Técnica/ Superior	Técnico em Edificações, Eletrotécnica, Estradas, Mecânica, Metalurgia, Geoprocessamento, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica
	Escola Técnica do SUS Vitória (ETSUS)	Técnica	Técnico em Enfermagem, Técnico em Saúde Bucal, Técnico em Vigilância em Saúde
	Instituto Humboldt	Técnica	Técnico em Meio Ambiente, Técnico em Química, Técnico em Segurança do Trabalho
	Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	Superior	Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Administração (cursos de Ciências Humanas, Exatas e Biomédicas)
	Faculdade de Direito de Vitória (FDV)	Superior	Direito
	Fucape	Superior	Administração, Ciências Contábeis, Economia
	Multivix Vitória	Superior	Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Administração, Direito, Psicologia, Enfermagem, Arquitetura e Urbanismo
	Faesa	Superior	Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Arquitetura e Urbanismo, Administração, Direito
	Emescam	Superior	Medicina, Enfermagem, Fisioterapia, Odontologia
	UniSales	Superior	Administração, Direito, Psicologia, Educação Física
	Estácio de Sá Vitória	Superior	Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Administração, Direito, Arquitetura e Urbanismo

Nota: Esta lista não contempla toda a oferta de cursos disponível, mas destaca aqueles que possuem maior relação com o empreendimento e que são mais relevantes em termos de demanda.

6.1.4 Fluxos Migratórios e Dinâmica Populacional

Em ambos os municípios da AII, o IBGE (2022) registra que a população feminina é singelamente maior que a população masculina, seguindo tendência estadual e nacional **(Figura 6.1.4-1; Figura 6.1.4-2; Figura 6.1.4-3).**

O IBGE mantém o registro da Razão de Sexo[2] nos municípios em 2022. Na Serra, o índice é de 93,38, enquanto em Vitória é de 86,18. Isso indica que, embora ambos os municípios tenham mais mulheres do que homens, como já apontado pelo Censo, a diferença é menos acentuada na Serra, onde a proporção entre os sexos é mais equilibrada.

[2] A razão de sexo (RS) representa o número de homens em relação a um grupo de 100 mulheres em uma população. É determinada pela seguinte fórmula: RS = (PH / PM) x 100
Sendo PH representando a população de homens e PM a população de mulheres.
Expressa a relação quantitativa entre os sexos. Se igual a 100, o número de homens e de mulheres se equivalem; acima de 100, há predominância de homens e, abaixo, predominância de mulheres. O indicador é influenciado por taxas de migração e de mortalidade diferenciadas por sexo e idade.

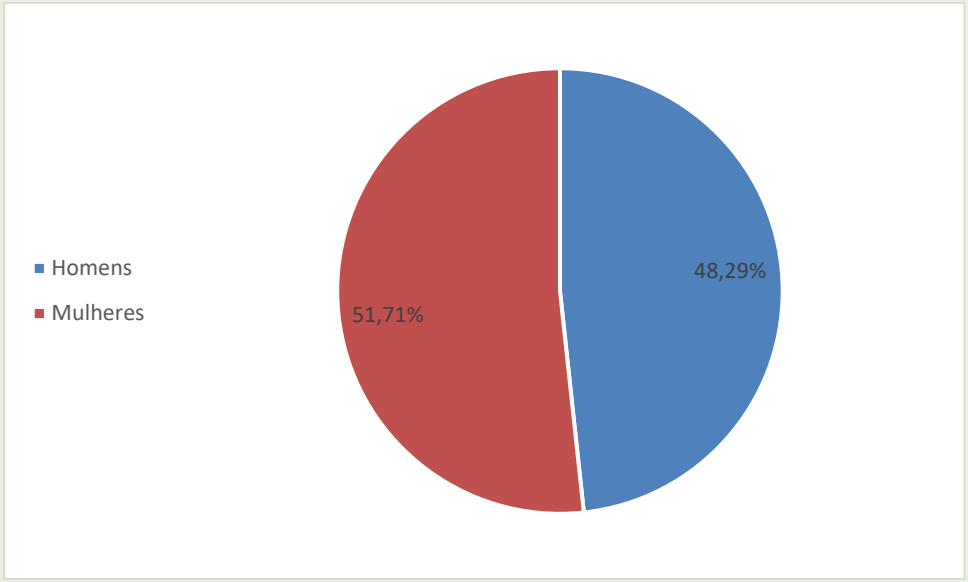


Figura 6.1.4-1: População residente por sexo. – Serra/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022.

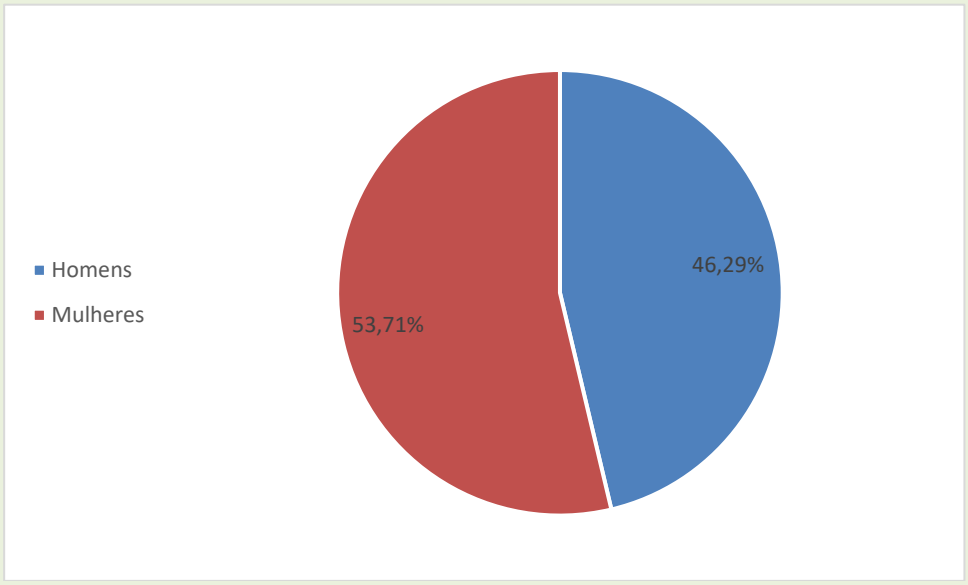


Figura 6.1.4-2 População residente por sexo. – Vitória/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022.

Os dados da figura a seguir apresentam a distribuição da população da Serra em 2022 por autodeclaração de cor e raça. No município, há prevalência para população parda, que representa 56,33% da população de referência. Quando somados pretos e pardos, verifica-se 72% de população negra na Serra, valor acima da média nacional, que é de 55%.

Quanto ao registro daqueles que se autodeclaram amarelos ou indígenas, estes representam 0,26% e 0,23%, respectivamente. A população que se autodeclara branca indica 28% do total de referência.

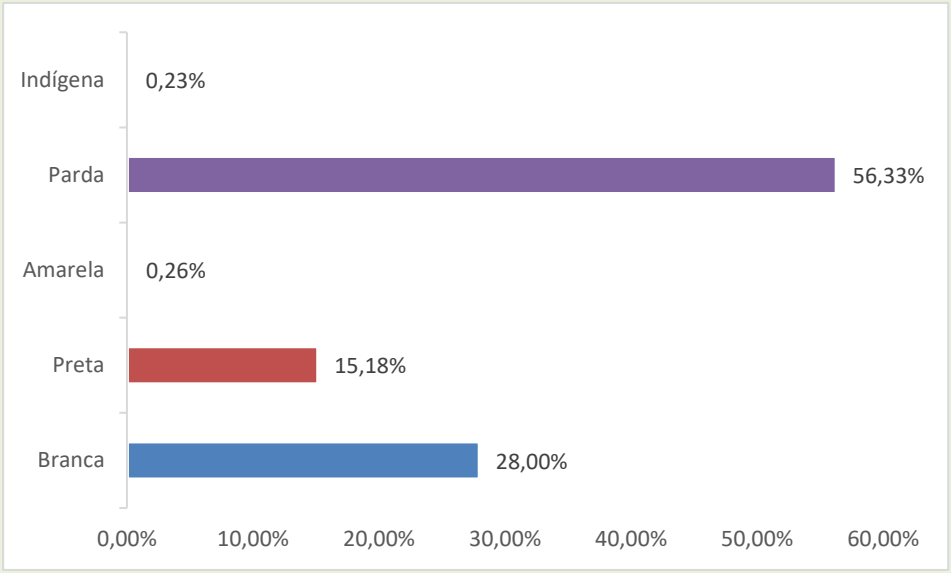


Figura 6.1.4-3 Pessoas de 2 anos ou mais de idade por cor ou raça. – Serra/ES.

A categoria Total de "cor ou raça" inclui os ignorados ou omitidos na tabela.
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022.

Em Vitória, brancos e pardos se destacam entre as opções, com 44,77% e 42,31% pontos percentuais, respectivamente. A população que se autodeclara preta, por sua vez, representa 12,41% do total de referência. Quando somados, pretos e pardos totalizam 54,72% de população negra no município, superando, portanto, a população que se autodeclara branca.

Os que se autodeclaram amarelos e indígenas representam 0,27% e 0,21% respectivamente, enquanto aqueles que se autodeclaram brancos representam 44,77% da população total de referência em Vitória, conforme é possível verificar na **Figura 6.1.4-4** abaixo.

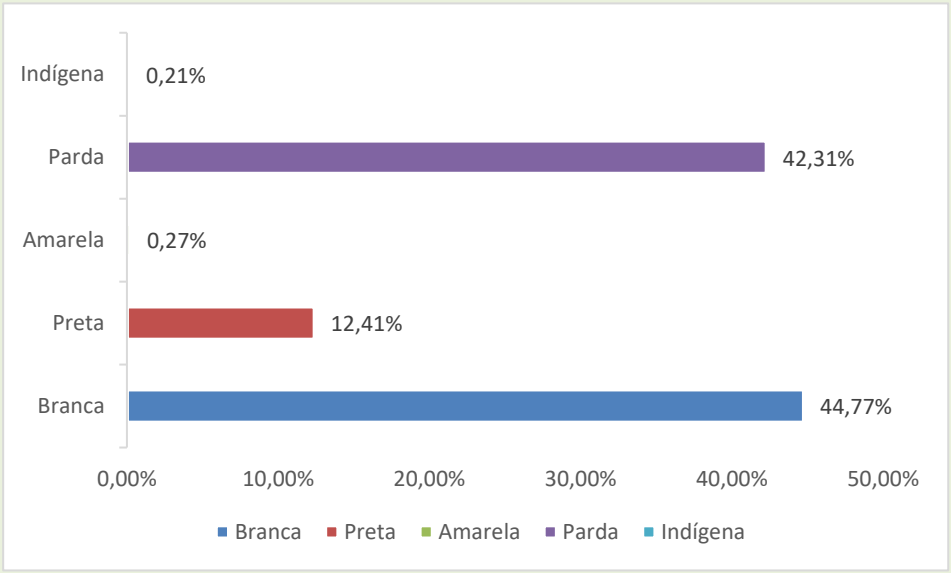


Figura 6.1.4-4: Pessoas de 2 anos ou mais de idade por cor ou raça. – Vitória/ES.

A categoria Total de "cor ou raça" inclui os ignorados ou omitidos na tabela.
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022.

O destaque para o número expressivo de população parda, também denota um fenômeno novo no cenário nacional que, pela primeira vez, tem a maioria dos respondentes que se declaram pardos. Essa mudança pode sugerir uma alteração na percepção racial advinda de políticas de ações afirmativas que se proliferam ao longo dos anos.

A estrutura etária de uma população é um indicador de qualidade de vida e desenvolvimento humano, já que a proporção de crianças, adultos e idosos de uma população interfere no acesso à educação, na quantidade de pessoas economicamente ativas, no nível de instrução e de renda e, consequentemente na longevidade. Populações que se destacam economicamente possuem menor número de crianças do que de adultos, o que indica maior longevidade.

Em 2022, o Censo Demográfico mostrou que a população da Serra possuía concentração populacional nos grupos de idade de 2 a 4 anos (19,04%), 35 a 39 anos (9,37%), 40 a 44 anos (8,89%) e 30 a 34 anos (8,53%), com queda significativa conforme a idade avança, representando uma concentração da população nos grupos de idade de pessoas economicamente ativas, altos índices de natalidade e uma menor longevidade. A idade mediana[3] no município é 33 anos.

Por fim, ainda é possível observar o Índice de Envelhecimento[4] da população residente nos dois municípios da AII. Na Serra, esse Índice é igual a 39,48, o que sugere uma lenta transição de um cenário de uma população jovem, com altos índices de natalidade, baixa expectativa de vida e uma pressão significativa em investimentos para educação e infraestrutura para crianças e adolescente, para um cenário de bônus demográfico, onde o número de pessoas em idade adulta ativa é maior, fato observado na distribuição etária do município, conforme é possível verificar na figura abaixo.

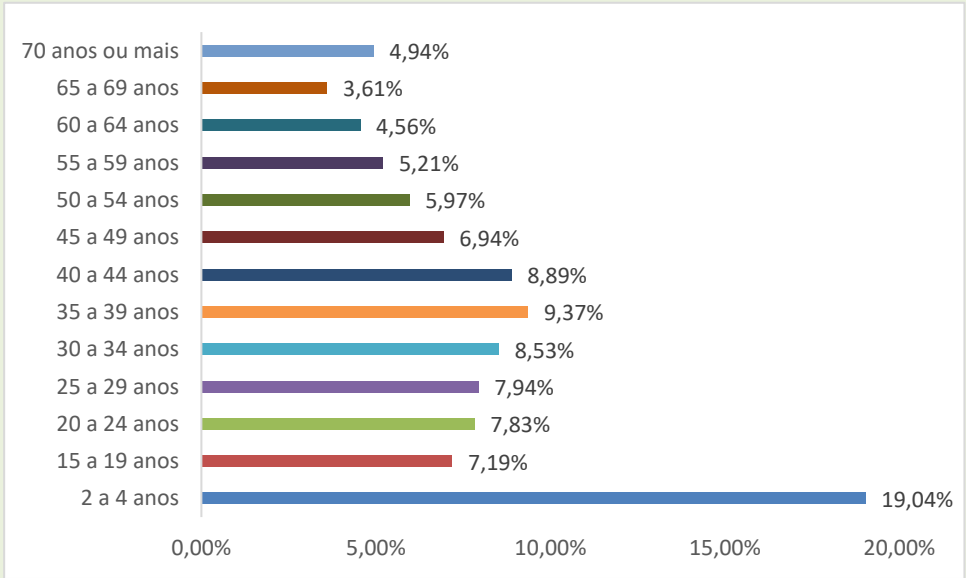


Figura 6.1.4-5: Pessoas de 2 anos ou mais de idade por grupos de idade. – Serra/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022.

[3]É a medida separatriz que utiliza o critério de idade para dividir a população em duas partes iguais, ou seja, é a idade que separa a metade mais jovem da metade mais velha da população.

[4] Representa o número de pessoas com 65 anos e mais de idade em relação a um grupo de 100 crianças de zero a 14 anos. É determinado pela seguinte fórmula: IE = (P65+ / P0-14) x 100
Sendo P65+ representando a população de 65 anos ou mais de idade e P0-14 a população de 0 a 14 anos.

A população de Vitória segue um padrão que se assemelha ao da Serra, com índices de natalidade significativos, percebidos pelo percentual de respondentes no grupo de 2 a 4 anos (14,95%) e uma concentração nos grupos de idades com população economicamente ativa, de 40 a 44 anos (8,52%) e de 35 a 39 anos (8,35%) o que justifica, por exemplo, a idade mediana do município, que é de 38 anos, igualando-se à média nacional.

Da mesma forma, conforme os grupos de idade avançam o percentual cai, mas diferentemente do município anterior, o grupo de idade de 70 anos ou mais retoma sua expressividade percentual, o que sugere ser a causa de um Índice de Envelhecimento igual a 86,18 em Vitória. Esse valor representa uma população envelhecida e destaca desafios como a previdência, infraestrutura de saúde pública e a redução da força de trabalho, conforme é possível verificar na **Figura 6.1.4-6** abaixo.

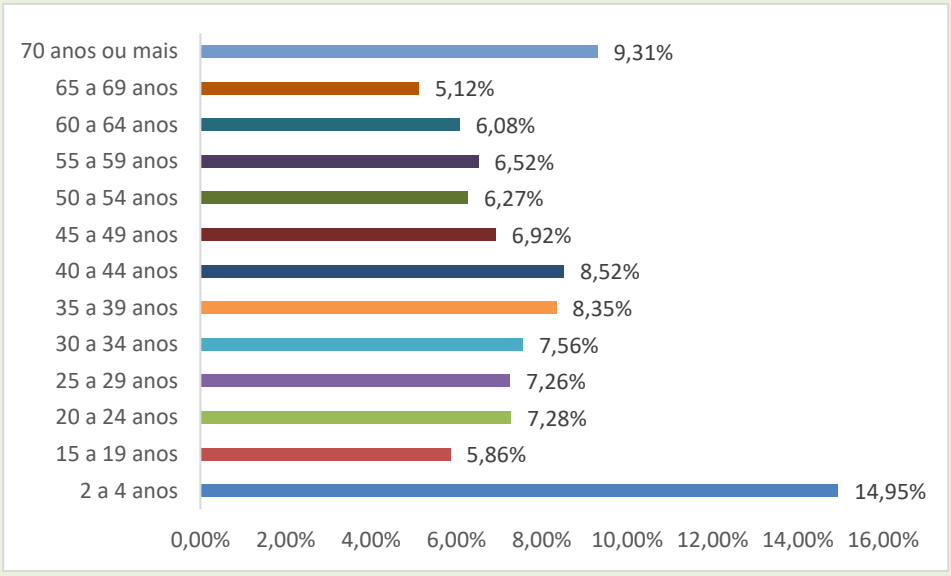


Figura 6.1.4-6 Pessoas de 2 anos ou mais de idade por grupos de idade. – Vitória/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2022.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda, e varia de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

O IDH-M é um índice composto que agrega 3 das mais importantes dimensões do desenvolvimento humano: a oportunidade de viver uma vida longa e saudável, de ter acesso ao conhecimento e ter um padrão de vida que garanta as necessidades básicas, representadas pela saúde, educação e renda. Os três componentes são agrupados por meio da média geométrica, resultando no IDHM.

Sua concepção foi baseada em muitas das ideias do economista indiano Amartya Sen, além de ele mesmo ter contribuído diretamente para sua formulação, na medida em que os indicadores selecionados dizem sobre as bases mínimas necessárias à condição do cidadão de satisfazer o próprio bem-estar ou utilidade, ou seja, a análise sobre as condições socioeconômicas é mais profícua ao avaliar a condição de alguém em termos da liberdade para realizar e não pela realização

em si, tirando a centralidade monetária da métrica do desenvolvimento e posicionando-a como uma dimensão que divide espaço de forma equânime com indicadores sociais, (UNDP).
O município da Serra **(Figura 6.1.4-7)** teve evolução significativa de seu IDHM entre 1991 e 2010, transicionando de um índice "baixo" para "alto", entre os três constituintes do IDH, o Atlas Brasil (2022) ainda indica que o índice da educação foi o que teve maior contribuição para essa evolução.

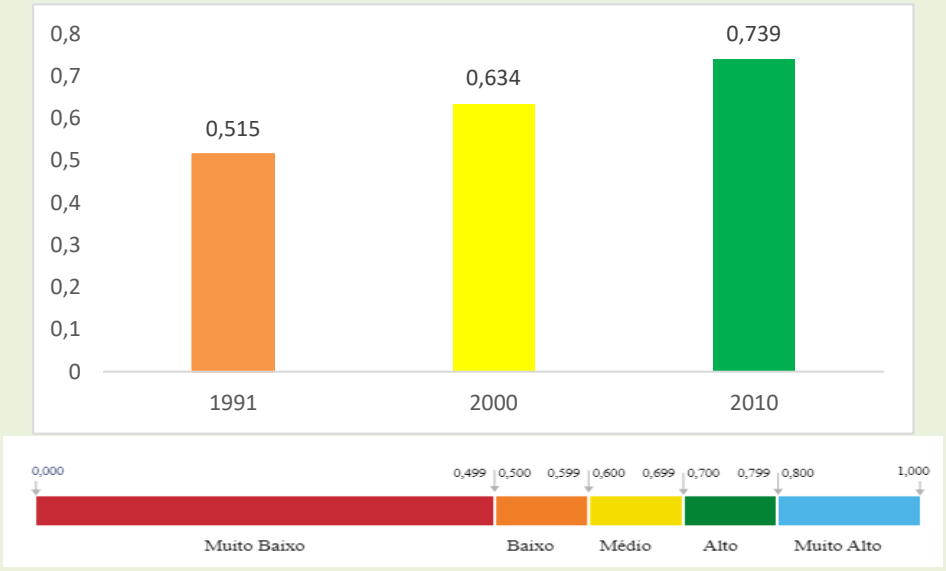
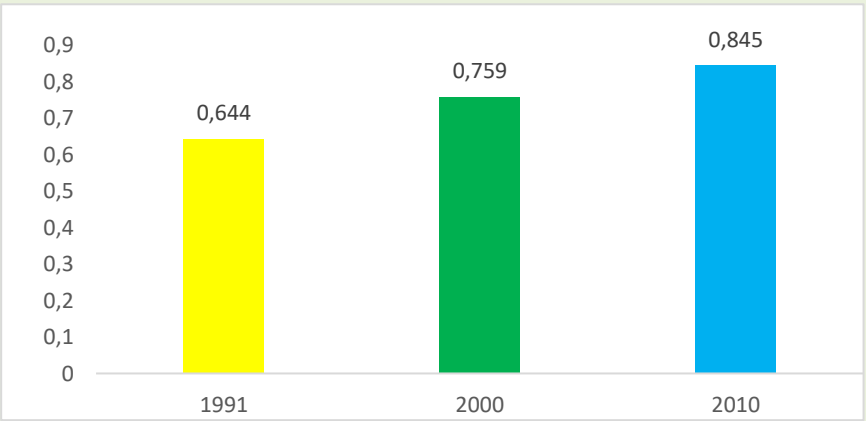


Figura 6.1.4-7 Histórico e evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal– Serra/ES.

Fonte: Atlas Brasil, 2022.

Em Vitória **(Figura 6.1.4-8),** conforme é possível verificar na figura abaixo, ao longo do período analisado (1991-2010), o município manteve-se sempre acima da faixa de IDHM classificado como "baixo", registrando uma trajetória contínua de progresso. Avançando de um patamar "médio" em 1991, a capital capixaba conquistou a classificação de "muito alto" em 2010. Assim como observado no município da Serra, o componente educacional do índice mostrou-se determinante para esse expressivo avanço.



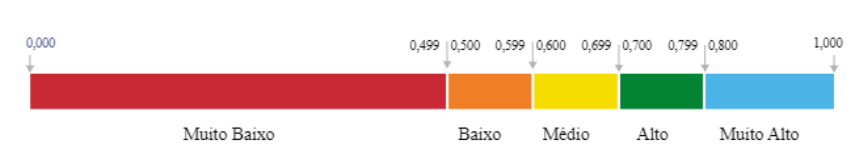


Figura 6.1.4-8 Histórico e evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal –Vitória/ES.

Fonte: Atlas Brasil, 2022.

O Censo Demográfico de 2022 também divulgou os dados de migração no Brasil, entre eles, é possível observar a porcentagem de pessoas que residiam há menos de 10 anos ininterruptos nos municípios de referência, por lugar de residência anterior, conforme é possível verificar na figura abaixo.

No município de Serra **(Figura 6.1.4-9**), é possível observar algumas tendências como: a maioria dos migrantes recentes já residia no estado do Espírito Santo, indicando movimentos internos, ou migração intraestadual, isso demonstra o deslocamento de outras cidades para a cidade de Serra, o que pode estar relacionado a trabalho, custo de vida, entre outros fatores, sugerindo que o município da Serra se comporta como polo de atração regional, principalmente para a população do estado.

Além disso, os estados da Bahia (15,46) e Minas Gerais (12,75) se destacam em contribuição externa, movimento alinhado a dinâmica histórica de migração do Estado do Espírito Santo e, na sequência, aparecem os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, que também apresentam proximidade geográfica com o estado.

Ao contrário, os estados da região norte do Brasil, tem contribuição mínima nos processos migratórios, o que pode estar relacionado a distância geográfica e a ausência de laços migratórios históricos com o Espírito Santo.

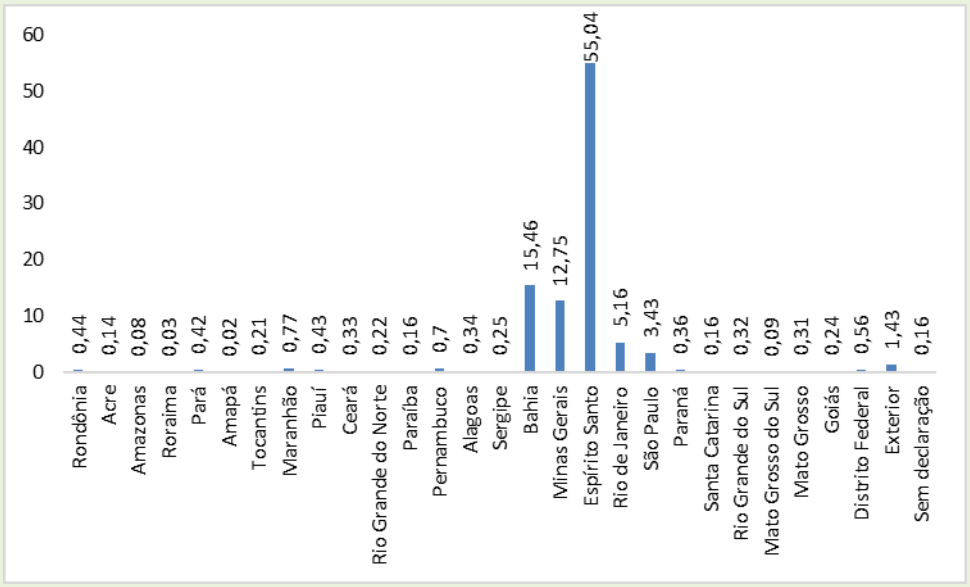


Figura 6.1.4-9: Pessoas que residiam há menos de 10 anos ininterruptos no município de Serra/ES, por lugar de residência anterior.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Assim como na Serra, a maior parte dos migrantes recentes no município de Vitória (55,26), já residia no Espírito Santo, reforçando o movimento intraestadual. Na capital, entretanto, a contribuição externa mais significativa vem dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. A Bahia mantém participação relevante, mas proporcionalmente menor que no município de Serra. Essa distribuição sugere a atração exercida pela capital sobre estados economicamente dinâmicos no Sudeste.

Outro destaque no município de Vitória **(Figura 6.1.4-10),** é um percentual mais expressivo de migrantes internacionais, o que pode estar relacionado ao status de capital e seus níveis de urbanização e globalização, por exemplo. Com exceção da Bahia, os estados do norte e nordeste têm participação menos significativa, com contribuições abaixo de 1 %.

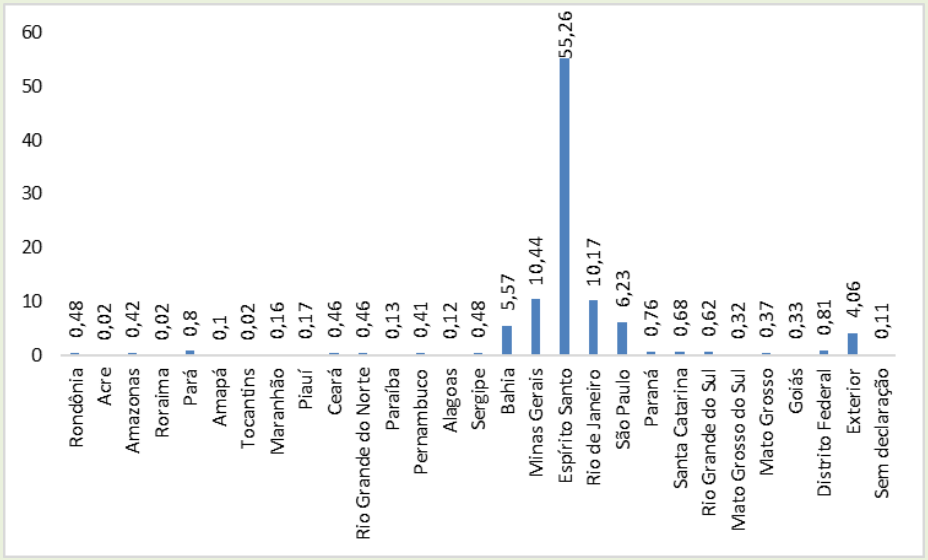


Figura 6.1.4-10: Pessoas que residiam há menos de 10 anos ininterruptos no município de Vitória/ES, por lugar de residência anterior.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

A partir do Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local, identificamos a expectativa da população da AID e AII sobre as possíveis alterações demográficas associadas ao empreendimento.

Essa preocupação surgiu ao perguntarmos para os respondentes qual era a principal preocupação deles com relação ao novo empreendimento. Ao responder a essa questão, os entrevistados na AID e AII responderam apenas em 6ª posição a preocupação com o aumento populacional. Destacando questões de geração de emprego e outros impactos ambientais em primeiro lugar nas citações, como podemos ver na tabela **(Tabela 6.1.4-1).**

Tabela 6.1.4-1: Principal preocupação dos entrevistados na AID e AII

ITEM	FREQ.	%
Geração de empregos	87	46,3
Preocupação com o aumento da poluição em gera	15	8,0
Poluição do ar/ pó preto	13	6,9

Intensificação do trânsito	11	5,9
Benefícios para a Comunidade/ Bairro	11	5,9
Aumento populacional	9	4,8
Aumento do Comércio	5	2,7

Nota: Coleta de dados primários. 188 respondentes.

6.1.5 Grupos Tradicionais e Comunidades Vulneráveis

No contexto da implantação do novo empreendimento da ArcelorMittal no município da Serra, Espírito Santo, a identificação de povos e comunidades tradicionais na área de influência direta e indireta do empreendimento revela que o único grupo tradicional presente é a comunidade pesqueira artesanal. Diferentemente de outras regiões do estado, não há registros de comunidades indígenas ou quilombolas nos bairros diretamente impactados, como Cidade Continental, Novo Horizonte, Balneário de Carapebus, Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus, conforme levantamento do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), que destaca a ausência desses grupos no município da Serra, mas reconhece a presença significativa da pesca artesanal na região.

Adicionalmente, é importante destacar que, embora as comunidades pesqueiras tradicionais estejam localizadas principalmente fora das áreas de influência direta do empreendimento, elas mantêm uma relação estreita com o entorno industrial, especialmente na região próxima ao Porto de Tubarão, onde a ArcelorMittal está instalada. Essas comunidades praticam a pesca artesanal em áreas costeiras adjacentes, e sua organização social, modos de vida e dependência dos recursos naturais do mar configuram um modo de vida tradicional que pode sofrer impactos indiretos decorrentes das atividades industriais e portuárias. Portanto, a análise socioambiental deve considerar não apenas as comunidades dentro da área de influência direta, mas também aquelas vinculadas às atividades pesqueiras na região ampliada, a fim de avaliar adequadamente os riscos e vulnerabilidades específicas que esse grupo enfrenta, porém cabe destacar que o novo empreendimento não representa adição de rota portuária significativa para escoamento dos produtos, esta que se vincula a estrutura portuária já existente.

6.1.5.1 Comunidades e Associações de pescadores identificadas

Ao abordar as comunidades de pescadores, faz sentido conduzir a análise em termos de associações de pescadores artesanais, como unidades representativas que abrangem múltiplas comunidades e localidades. Essas associações desempenham um papel fundamental na organização social, na defesa dos direitos coletivos e na gestão dos recursos naturais, consolidando a identidade cultural e o modo de vida tradicional desses grupos (RODRIGUES et al., 2023). Além disso, são as associações que desenvolvem a interlocução com órgãos governamentais e as empresas privadas. São as associações que facilitam a participação das comunidades em políticas públicas que visam fortalecer as comunidades pesqueiras por meio da promoção de seus direitos sociais, culturais e ambientais (GOVERNO FEDERAL, 2024). A atuação coletiva por meio dessas associações também é essencial para a preservação dos ecossistemas aquáticos e para a sustentabilidade da pesca artesanal, garantindo a continuidade das práticas tradicionais e a segurança alimentar das populações envolvidas (PIMENTEL et al., 2024).

Portanto, a análise das comunidades pesqueiras deve contemplar a dinâmica e o alcance dessas associações, que representam não apenas uma localidade, mas um conjunto articulado de comunidades tradicionais. A seguir conduzimos a análise do contexto da pesca na área de influência do empreendimento, abordando cada associação de pescadores mapeada na AID e na AII do empreendimento, além de associações cujos associados atuam nas áreas de pesca próximas a localização do empreendimento.

Para a elaboração dessa análise, utilizamos os dados primários coletados no Relatório de Controle Ambiental: Dragagem de Manutenção do Terminal de Barcaças Oceânicas (TBO), produzido em março de 2025 (ECONSERVATION, 2025). Este relatório traz informações sobre a característica da pesca praticada pelas comunidades pesqueiras do entorno da área do empreendimento, incluindo a construção de mapa de pesca que identifica as áreas de atuação. Também foi mapeado o volume de associados em cada associação de pescadores e os principais desafios enfrentados por esse grupo. A utilização desses dados possibilita uma análise precisa e atualizada da dinâmica socioambiental local, especialmente no que tange à dependência dos recursos naturais e à organização social das comunidades pesqueiras, que são o único grupo tradicional identificado na região de influência direta e indireta do empreendimento. Dessa forma, o estudo assegura uma base sólida para avaliar os potenciais impactos socioambientais, garantindo que as especificidades e vulnerabilidades dessas comunidades sejam devidamente consideradas no processo de licenciamento ambiental.

Associação de Pescadores Profissionais e Amadores de Nova Almeida (APPANA)

As áreas de pesca artesanal exploradas pelos pescadores da região abrangem uma extensa faixa que vai do Rio Preto até Barra Seca, com maior concentração da pesca costeira entre Nova Almeida e Barra do Jucu, conforme ilustrado na **Figura 6.1.5.1-1**, que apresenta o mapa detalhado das zonas de captura. As embarcações menores, típicas dessa frota artesanal, operam preferencialmente em águas próximas à costa, entre 1,5 e 5 milhas náuticas, aproveitando a proximidade dos cardumes e a dinâmica das marés para otimizar a captura. Uma prática comum entre esses pescadores é o uso do arrasto para a captura de camarão, especialmente em áreas sensíveis como a baixa de Carapebus e nas imediações do Terminal de Barcaças Oceânicas (TBO), o que evidencia a interação direta entre as atividades pesqueiras tradicionais e a infraestrutura industrial local (ECONSERVATION, 2025)

A frota pesqueira da região é composta por cerca de 30 embarcações menores, cujas operações são planejadas conforme o ciclo das marés, com saídas ao amanhecer e permanência no mar que pode se estender por até três dias consecutivos. As capturas diárias variam entre 600 e 700 kg, sendo as espécies mais frequentes o peroá, a corvina e o camarão, que constituem a base da subsistência e do comércio local. Entretanto, os pescadores enfrentam desafios significativos, como a obstrução da boca da barra por depósitos de areia, que dificulta a navegação segura e o desembarque eficiente do pescado, impactando negativamente a produtividade e a segurança da atividade (ECONSERVATION, 2025).

O desembarque do pescado ocorre predominantemente na região de Nova Almeida, onde a Associação de Pescadores Artesanais de Nova Almeida (APPANA) mantém uma banca no píer para a comercialização direta.

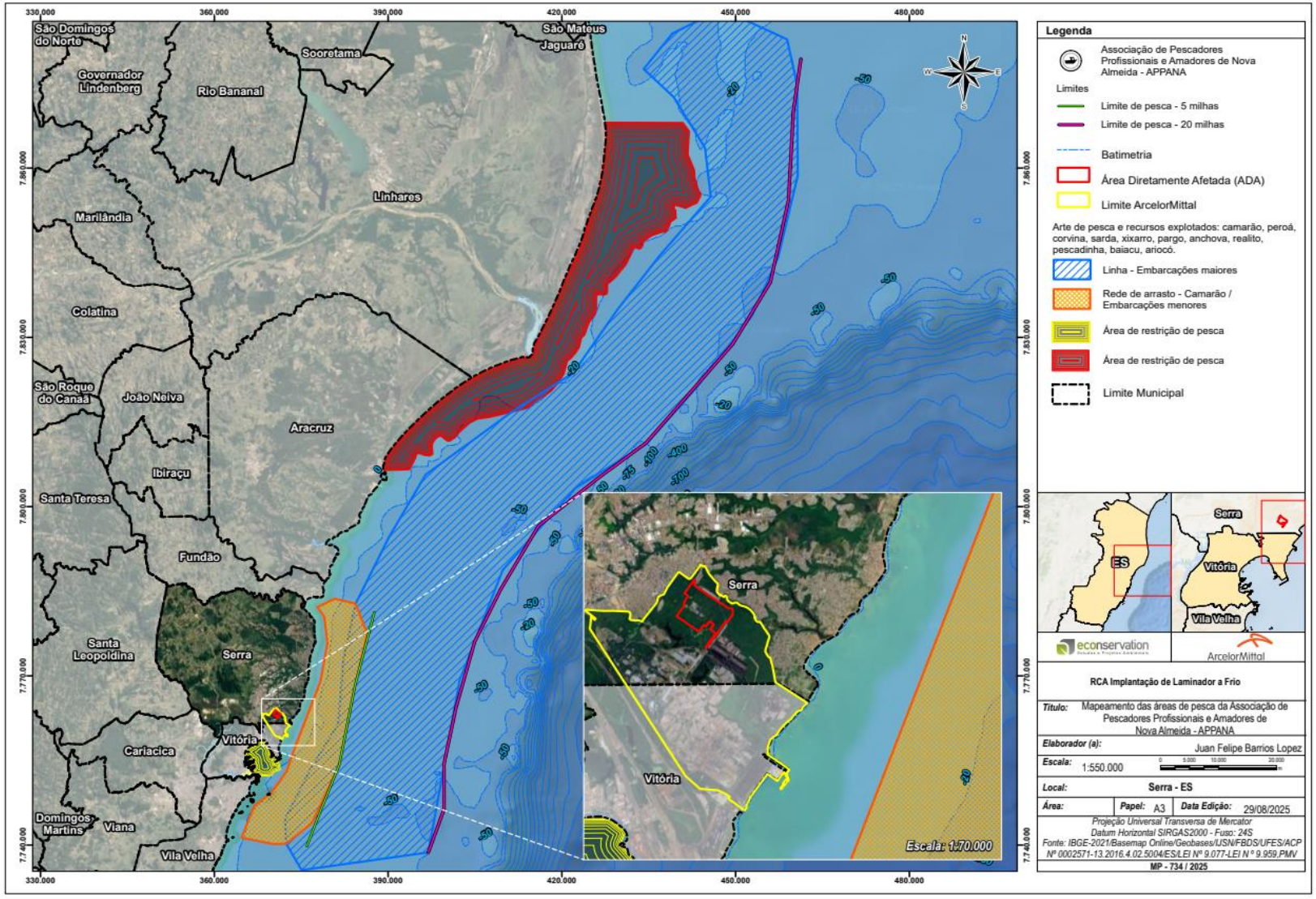


Figura 6.1.5.1-1 Áreas de pesca da Associação de Pescadores Profissionais e Amadores de Nova Almeida (APPANA).

Associação de Pescadores de Jacaraípe (ASPEJ)

As áreas de pesca utilizadas pela comunidade pesqueira de Jacaraípe são predominantemente costeiras, abrangendo desde a zona de arrebentação até áreas mais afastadas da costa, onde os pescadores utilizam embarcações de pequeno porte. Essas áreas são escolhidas com base no conhecimento tradicional dos pescadores, que identificam os melhores locais para a captura de diferentes espécies ao longo do ano (PETROBRAS, 2021).

A frota pesqueira é composta, majoritariamente, por embarcações de pequeno porte, como canoas e botes motorizados. Essas embarcações são equipadas com motores de baixa potência, o que limita sua autonomia para alcançar longas distâncias. A manutenção dessas embarcações é realizada pelos próprios pescadores.

As artes de pesca mais comuns são as redes de emalhar, tarrafas e linhas de mão. As redes de emalhar são amplamente utilizadas para a captura de peixes de médio porte, enquanto as tarrafas são preferidas para a pesca de espécies menores e em áreas mais rasas. As linhas de mão, por sua vez, são utilizadas para a pesca de robalo.

Associação de Pescadores de Carapebus (ASPEC)

A comunidade pesqueira de Carapebus, localizada na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, constitui um pilar fundamental da dinâmica socioeconômica e cultural da região. Os pescadores locais atuam em uma vasta extensão que se estende de Aracruz a Vila Velha, alcançando até 45 km da costa, conforme mapeamento da atividade pesqueira (**Figura 6.1.5.1-2**). Esta área de pesca é intensamente explorada por diversas embarcações associadas à comunidade de Carapebus, embora o número exato possa variar. A rotina desses pescadores é marcada por saídas precoces, entre 4 e 5 horas da manhã, com o retorno condicionado à obtenção da captura desejada, muitas vezes exigindo pernoite no mar (Econservation, 2025).

As principais espécies capturadas incluem corvina, sarda, sargo e baiacu, que são fundamentais para a subsistência e o comércio local. No entanto, observa-se uma crescente preocupação com a diminuição da quantidade de pescado ao longo dos anos, fenômeno que se alinha com estudos sobre a pesca artesanal no Espírito Santo, que apontam para a superexploração de estoques e degradação ambiental como fatores de declínio (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2021). O desembarque e a comercialização do pescado ocorrem na própria Praia de Carapebus, onde uma estrutura simples é utilizada para a limpeza e venda direta aos consumidores, ou o direcionamento para revendedores e peixarias, caracterizando um elo direto entre a produção e o consumo local.

Os desafios enfrentados pelos pescadores de Carapebus são complexos e multifacetados, incluindo a escassez de peixes, que exige maior deslocamento e, consequentemente, aumento dos custos e do tempo de trabalho. Essa realidade compromete não apenas a subsistência direta das famílias, mas também a possibilidade de a pesca ser a única fonte de renda, forçando a busca por atividades complementares. A reestruturação e o fortalecimento da associação de pescadores de Carapebus tornam-se, assim, medidas cruciais para o enfrentamento coletivo dessas dificuldades, visando a melhoria das condições de trabalho e a garantia da sustentabilidade da atividade pesqueira na região, conforme preconizado por princípios de governança pesqueira e gestão comunitária de recursos (DIEGUES, 2008).

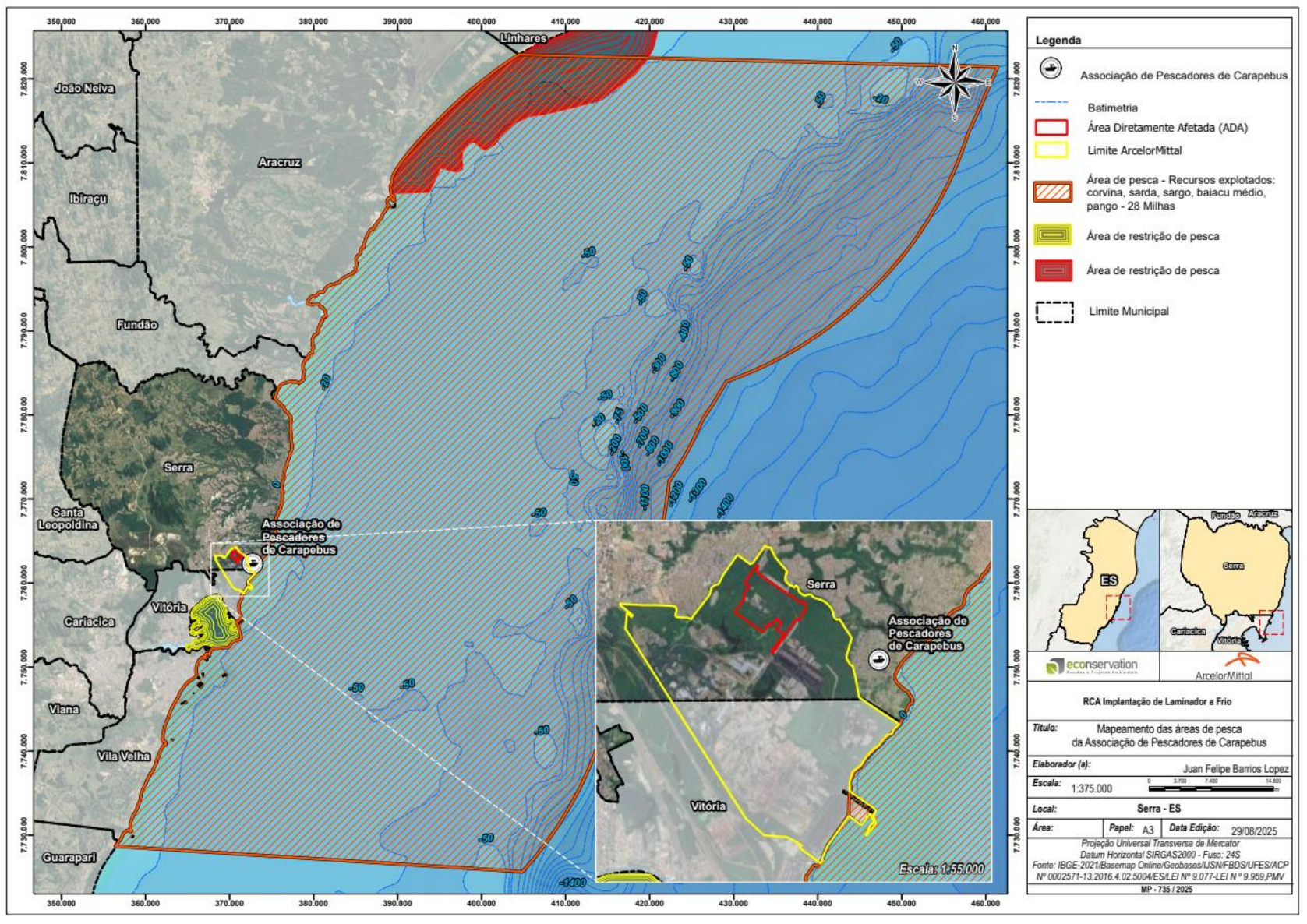


Figura 6.1.5.1-2: Áreas de pesca da Associação de Pescadores de Carapebus (ASPEC).

Colônia de Pescadores Z-11

Os pescadores da Colônia Z-11 atuam em áreas que se estendem na direção sul do município, abrangendo os municípios de Vitória e Vila Velha, e seguindo até Macaé, no estado do Rio de Janeiro (**Figura 6.1.5.1 -3**). Com mais de 300 embarcações, a frota pesqueira da colônia é diversificada e tem crescido, em parte devido a benefícios recebidos de programas que permitiram a aquisição de novos barcos.

Contudo, a captura de espécies como bagre, peroá e corvina tem diminuído nos últimos tempos, podendo caracterizar pressão sobre os recursos pesqueiros. A falta de estrutura adequada para o beneficiamento do pescado e a ausência de sede própria para a colônia dificultam ainda mais a organização e a comercialização dos produtos, que são vendidos no próprio local de desembarque.

Além das questões de infraestrutura, os pescadores vinculados à Colônia Z-11 enfrentam dificuldades devido à presença de empreendimentos e áreas de conservação que restringem o acesso a locais tradicionais de pesca. Esse cenário de restrição da área de pesca reduz as oportunidades de captura e ameaça a subsistência das comunidades pesqueiras, sobretudo aquelas com menor autonomia para alcance de áreas de pesca mais longínquas.

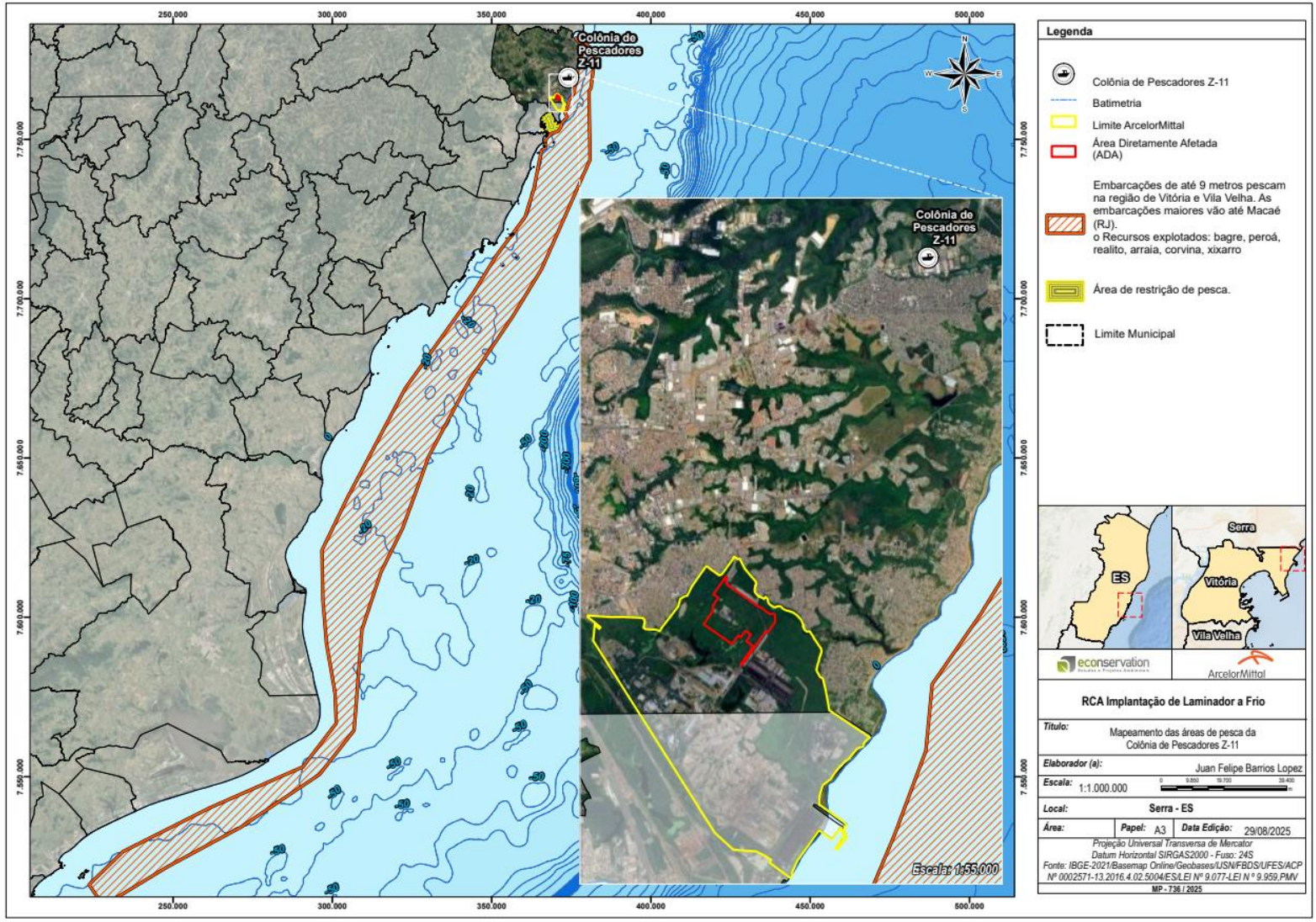


Figura 6.1.5.1-3 : Áreas de pesca da Colônia de Pescadores Z-11.

Associação dos Pescadores, Marisqueiros e Desfiadeiras da Região da Grande São Pedro (ASPEMADE)

A associação possui aproximadamente 200 pescadores vinculados, sendo que 160 famílias dependem exclusivamente da atividade pesqueira artesanal como fonte de renda.

Os pescadores da ASPEMADE atuam em áreas que variam entre o Rio Santa Maria e o mar aberto, com técnicas adaptadas às especificidades locais. Enquanto parte dos pescadores permanece na região do rio, utilizando embarcações menores, outros deslocam-se mais em direção ao mar, em barcos maiores, em busca de camarões e outras espécies (**Figura 6.1.5.1-4**). As técnicas de pesca utilizadas variam, incluindo o uso de rede assistida na Praia de Camburi e a pesca de siri na Praia do Canto.

As espécies capturadas incluem sururu, tainha, camarão, siri e robalo, entre outras, com as quantidades variando significativamente conforme a qualidade da pesca.

A falta de uma estrutura de beneficiamento adequada é um desafio para os pescadores da ASPEMADE, ainda que haja planos da prefeitura para construir uma área com boxes e bancas na orla de São Pedro. O desembarque do pescado ocorre nesta orla, onde os pescadores vendem diretamente em suas casas, além de fornecerem a restaurantes locais. Outro desafio relatado foi a escassez de pescado, que força os pescadores a se deslocarem mais em busca de capturas.

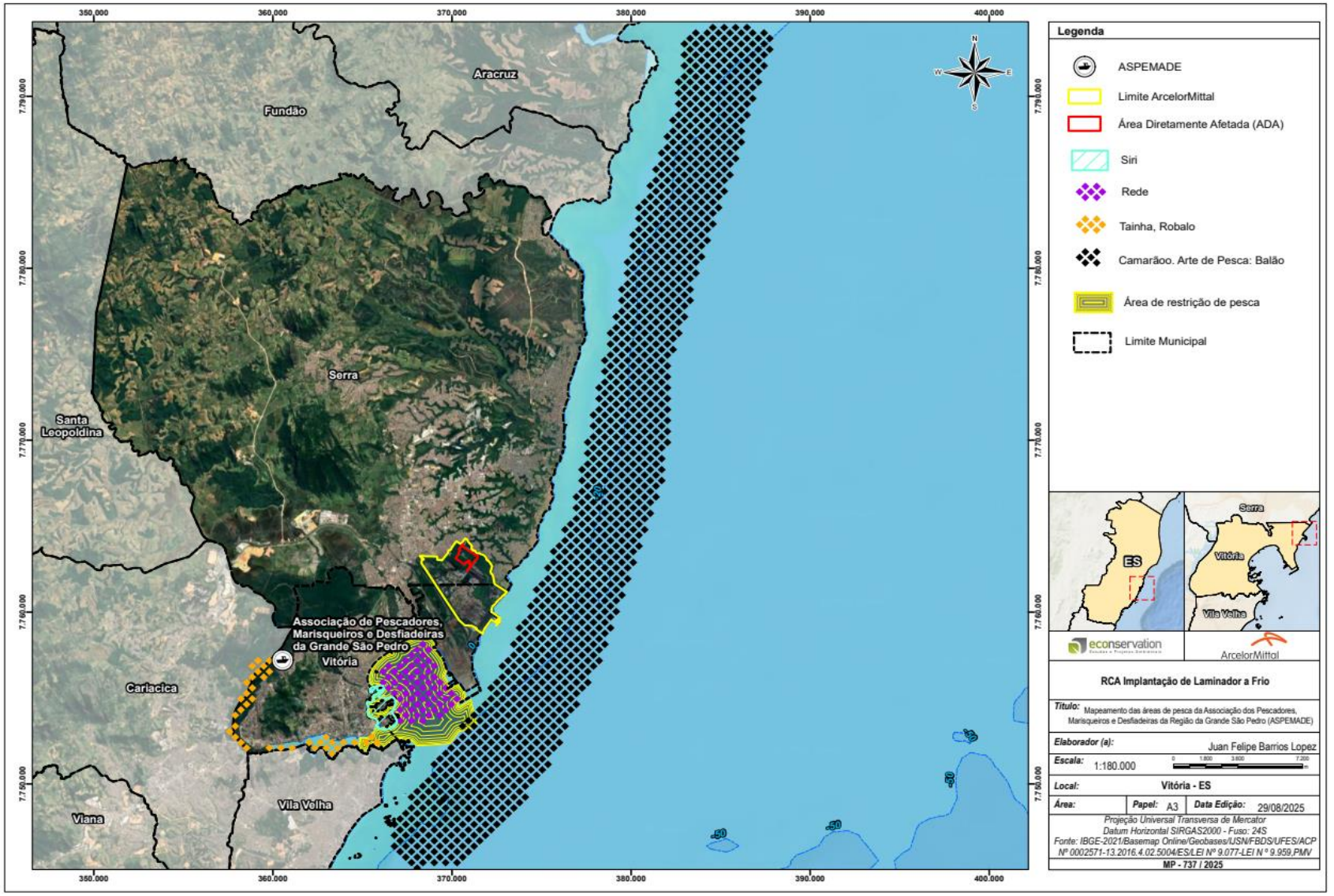


Figura 6.1.5.1-4 Áreas de pesca da Associação dos Pescadores, Marisqueiros e Desfiadeiras da Região da Grande São Pedro (ASPEMADE).

Associação dos Pescadores do Terminal da Praia do Canto (APTPC)

A entidade possui 37 pescadores registrados, além de cerca de 40 que atuam informalmente. Segundo o presidente da associação, a pesca não é apenas uma fonte de renda, mas parte fundamental da identidade cultural de, aproximadamente, 50 famílias da região. Ele informa que, historicamente, muitos pescadores da região praticavam a pesca profissional, utilizando técnicas como arrasto e balão para capturar camarões e siri. Contudo, a escassez de recursos pesqueiros levou à transição para a pesca artesanal, que ocorre predominantemente durante os finais de semana.

Os pescadores da Praia do Canto operam em áreas que vão da Praia de Camburi em direção ao norte, até Aracruz, a uma distância de 2 a 3 milhas mar adentro (**Figura 6.1.5.1-5**). A utilização de tecnologias como GPS permite que os pescadores localizem os pesqueiros. Enquanto a pesca profissional ainda é realizada por um único barco da associação, a maioria das embarcações na região, que somam cerca de 50, é composta por barcos menores, com menos de 12 metros. Segundo o Sr. Carlos, apenas entre 10 e 20 embarcações estão pescando de forma ativa, uma vez que muitos barcos foram aposentados ou são usados para lazer.

Os pescadores saem para o mar pela manhã, retornando até às 17h. A pesca à noite é voltada para a captura de espécies como pargo, espada e baiacu, com cuidados para evitar a captura acidental de tartarugas e outras espécies protegidas. O desembarque do pescado ocorre na Praia do Canto, onde os pescadores vendem suas capturas, geralmente para vizinhos ou revendedores.

Dentre os desafios enfrentados pelos pescadores da Praia do Canto, a restrição de pesca na baía de Vitória e a necessidade de operar a partir de 2 milhas para fora do porto de Tubarão limitam o acesso a áreas ricas em recursos. Além disso, a falta de estrutura para beneficiamento do pescado e a necessidade de regularizar licenças para reabrir a associação e estabelecer uma peixaria representam barreiras adicionais à manutenção da atividade.

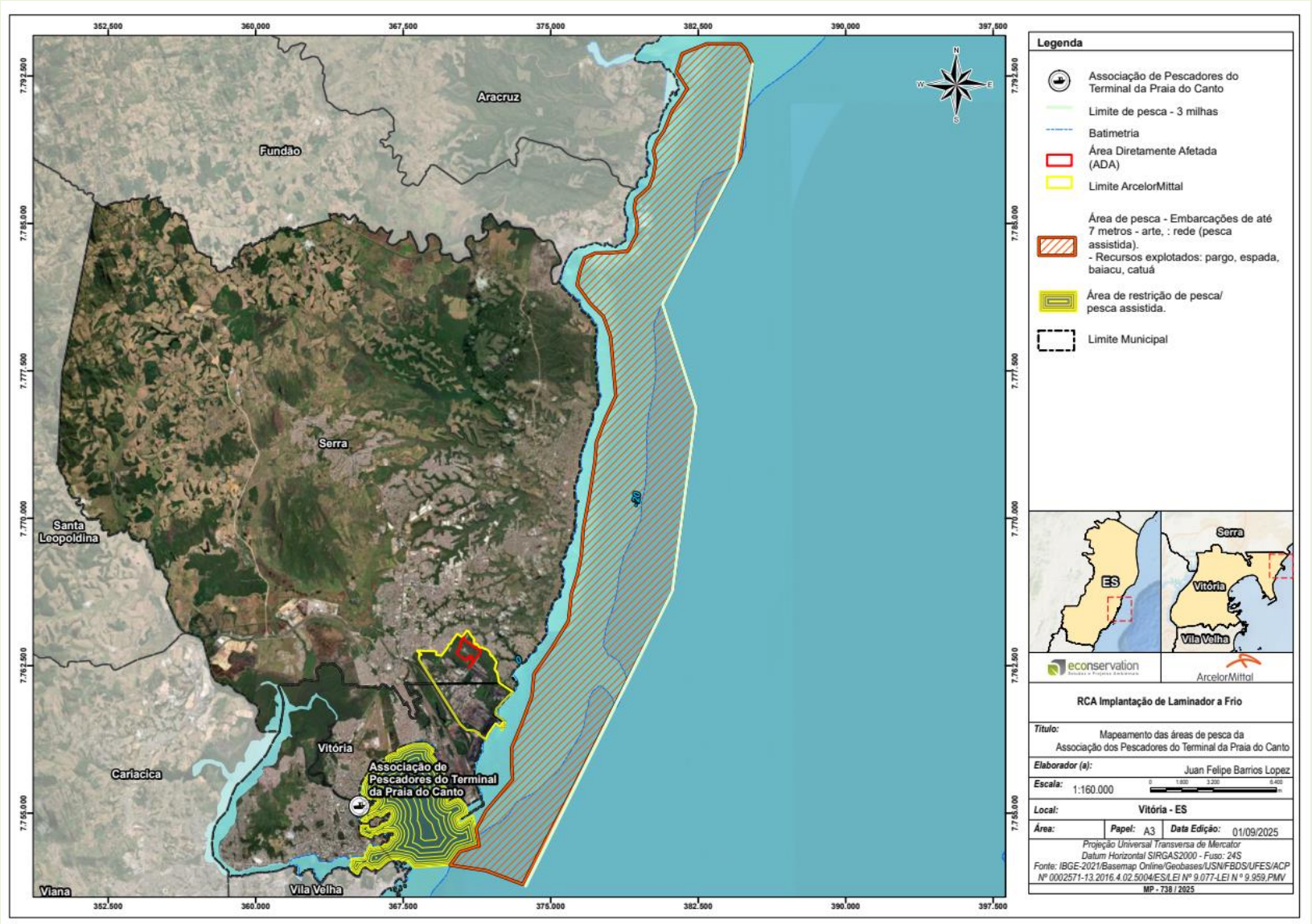


Figura 6.1.5.1-5: Áreas de pesca da Associação dos Pescadores do Terminal da Praia do Canto.

Colônia de Pescadores Z-5

A Colônia de Pescadores Z-5 possui quase 3 mil pescadores associados de diversos municípios, como Vitória, Colatina, Aracruz, Vila Velha e Serra. Segundo seu presidente, Sr. Álvaro, a maior parte dos pescadores possuem a pesca como sua única fonte de renda, e muitos recebem o defeso, um benefício que reforça a importância da atividade para a subsistência das famílias.

Os pescadores da Colônia Z-5 operam principalmente nas áreas ao redor do Porto de Tubarão, estendendo-se até Conceição da Barra, com uma divisão entre a pesca de camarão, que ocorre mais próxima da costa, e a pesca de outras espécies, que requer deslocamentos maiores para o mar (**Figura 6.1.5.1 -6**). Embora a colônia tenha 40 embarcações registradas, sendo que a maioria dessas são pequenas, um número significativo de pescadores adquiriu novos barcos com o auxílio financeiro recebido em detrimento do rompimento da barragem de Fundão. Tais aquisições possibilitaram continuidade no exercício da atividade pesqueira, que, em muitos casos, se dá em turnos noturnos (saindo à tarde e retornando pela manhã), com saídas planejadas para potencializar o resultado da captura, especialmente do camarão.

As principais capturas incluem sardinha, pescadinha e corvina, além do camarão, que é altamente valorizado, com embarcações grandes transportando cargas significativas para mercados como Santa Catarina. O desembarque acontece no terminal pesqueiro da Praia do Suá, onde, apesar de algumas estruturas para beneficiamento do camarão, a infraestrutura geral é limitada.

De acordo com o entrevistado, o aumento dos custos, especialmente com o óleo diesel e a manutenção das embarcações e equipamentos, impacta a viabilidade econômica dos pescadores. Além disso, a pesca em áreas restritas, como dentro da baía de Vitória, limita o acesso a locais ricos em recursos, obrigando os pescadores a se deslocarem mais para conseguir boas capturas.

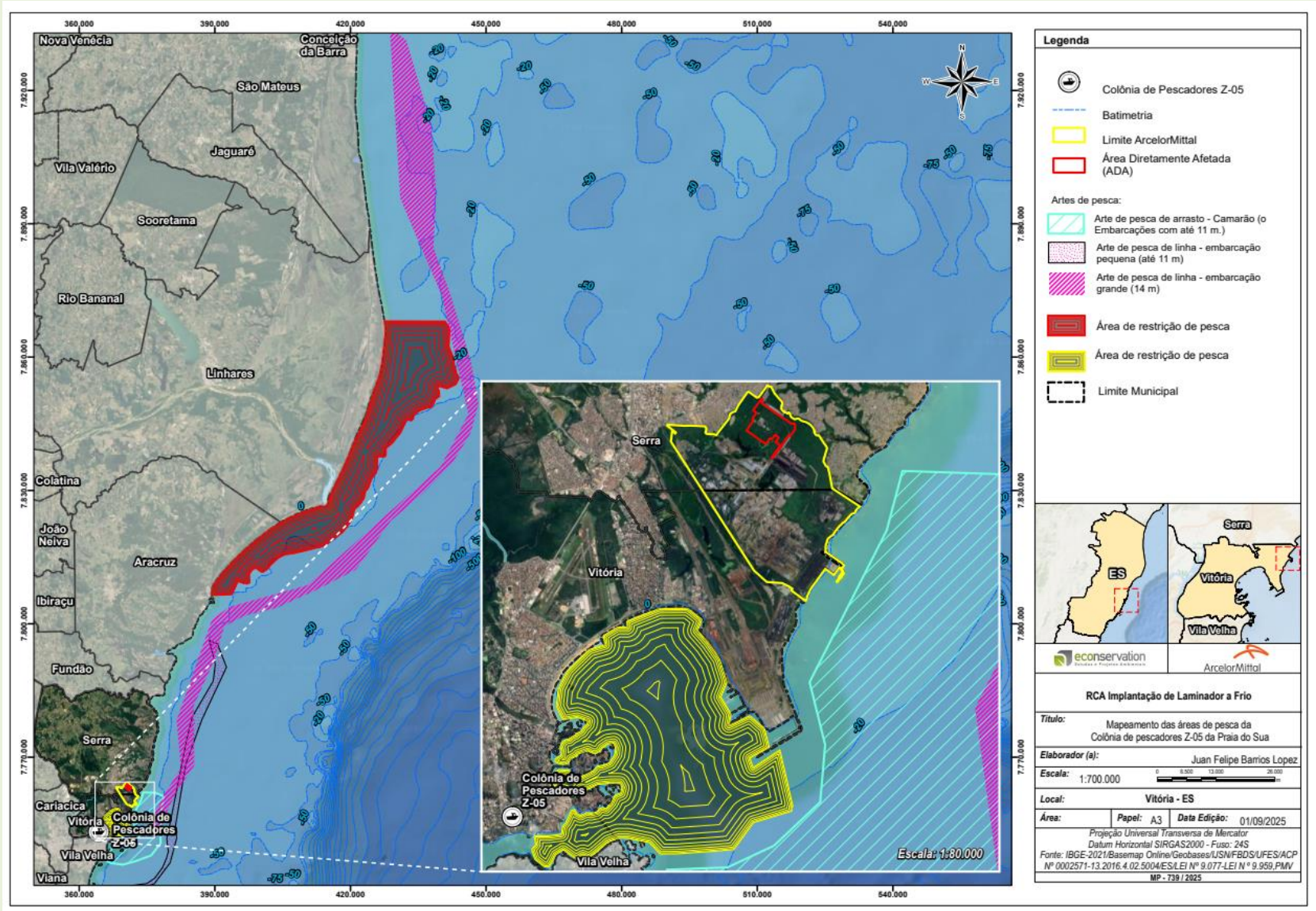


Figura 6.1.5.1-6: Áreas de pesca da Colônia de Pescadores Z-5.

Associação dos Pescadores de Praia do Ribeiro

A Associação de Pescadores e Marisqueiros da Praia do Ribeiro possui 35 marisqueiros e 15 pescadores associados, sendo que todos dependem da atividade pesqueira como sua única fonte de renda, segundo o presidente da entidade, Sr. Rodolpho. Com 12 anos de experiência na pesca, ele tem como objetivo reativar a organização.

De acordo com o Sr. Rodolpho, os pescadores da Praia do Ribeiro atuam em áreas ricas em recursos, como a Ilha do Farol, Ilha da Xuxa e em pontos estratégicos ao redor do Porto de Tubarão, onde é possível capturar uma variedade de espécies, incluindo pescadinha, baiacu, pargo e espada (**Figura 6.1.5.1 -7**). As embarcações, que possuem de 5 a 12 metros, são utilizadas de acordo com a necessidade e o tipo de pesca. Ele informou que os pescadores partem cedo para o mar, utilizando técnicas de mariscagem, como a coleta de sururu, e ajustam seus horários de pesca conforme a atividade das espécies-alvo.

O desembarque do pescado ocorre na Praia do Ribeiro, onde a estrutura de beneficiamento, composta por boxes e caldeirões, permite que os pescadores processem o sururu para a venda, que acontece no local, com opções para atacado e varejo, o que facilita a comercialização dos produtos diretamente aos consumidores. A captura pode variar de 40 kg de sururu por dia a até 500 kg de pescadinha, dependendo da época e da demanda. A organização da pesca, a construção de uma estrutura de beneficiamento e a busca por melhores condições de trabalho são exemplos da mobilização da comunidade para superar desafios.

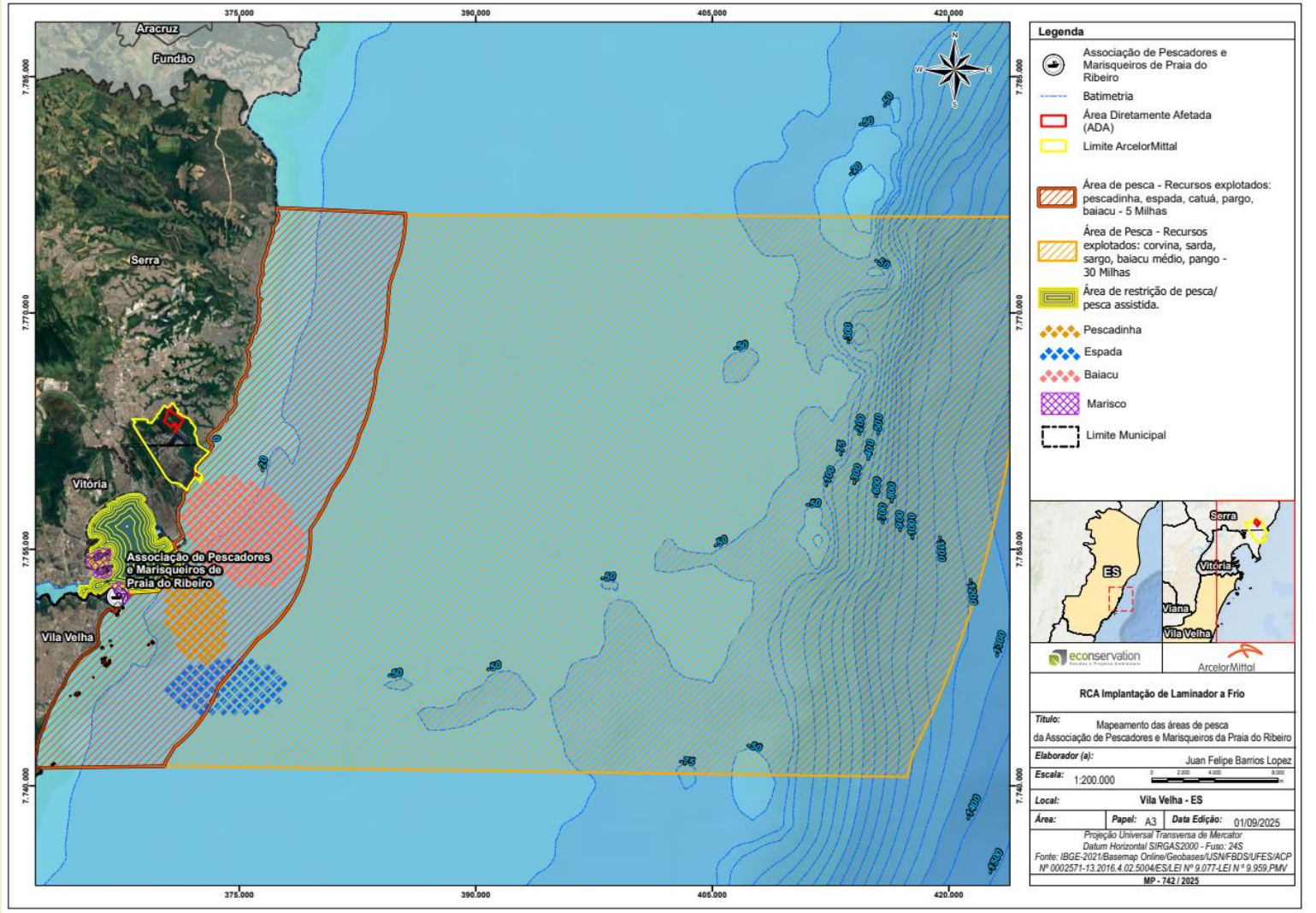


Figura 6.1.5.1-7 Áreas de pesca da Associação dos Pescadores de Praia do Ribeiro.

Associação de Pescadores da Praia da Costa

A associação possui 15 pescadores associados, os quais dependem integralmente da pesca como sua fonte de renda. A entidade foi estabelecida formalmente há quatro anos.

Segundo os entrevistados, as áreas de pesca variam ao longo do ano, com os pescadores ajustando suas práticas de acordo com a movimentação dos peixes. Durante o inverno, as espécies tendem a se afastar da costa, enquanto no verão, estão mais próximas, facilitando a captura. A pesca é realizada principalmente na região dos navios (área de fundeio), até a altura do Porto de Tubarão, onde espécies como a espada são abundantes (**Figura 6.1.5.1 -8**). Os pescadores utilizam 20 embarcações, sobretudo baiteras, que permitem que eles pesquem à noite, retornando pela manhã.

O desembarque do pescado ocorre na Praia do Ribeiro e na Praia da Costa, onde as espadas são entregues a atravessadores específicos, enquanto outras espécies são vendidas localmente. A média de captura varia de 20 a 50 kg por dia, mas pode atingir números expressivos, como 100 kg de espada e até 500 kg de baiacu, dependendo da época e das condições de pesca. A estrutura para o beneficiamento do pescado é simples, com os pescadores utilizando bancas de alvenaria que construíram para limpar os peixes à beira da praia.

A atividade pesqueira da Praia da Costa enfrenta desafios, sendo a falta de fábrica de gelo um dos principais. A ausência dessa infraestrutura compromete a conservação do pescado e, consequentemente, a qualidade do produto oferecido ao mercado.

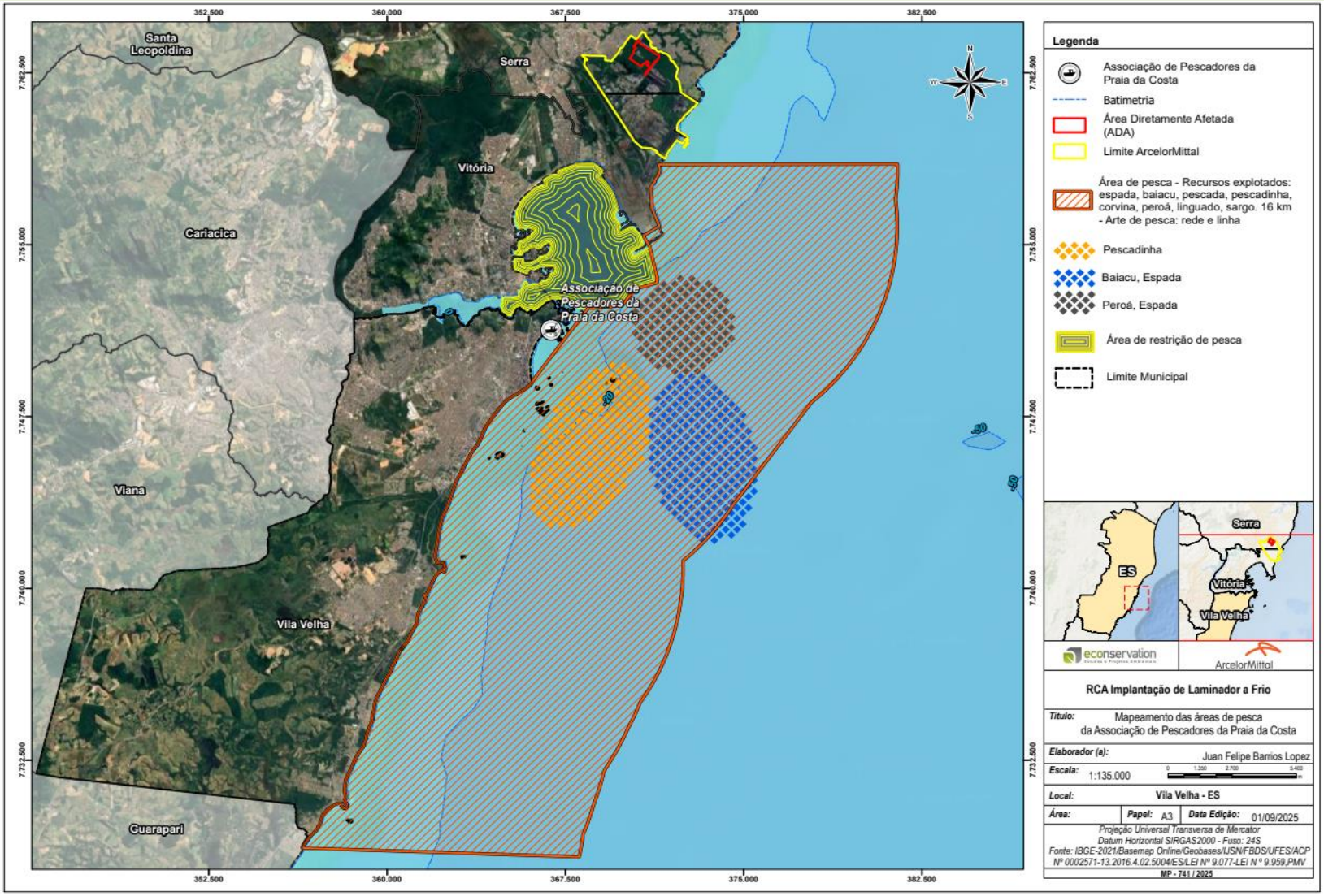


Figura 6.1.5.1-8 Áreas de pesca da Associação de Pescadores da Praia da Costa.

Colônia de Pescadores Z-2

A atividade pesqueira artesanal na Colônia de Pescadores Z-2, em Vila Velha, é uma prática enraizada, com pescadores que atuam na região há várias gerações. Com aproximadamente 680 pescadores vinculados, a pesca é a principal fonte de renda para essas famílias, que dependem dela para a sobrevivência.

Os pescadores artesanais da Colônia Z-2 atuam em uma área que se estende desde Ponta da Fruta até Aracruz, com acesso ao mar em até 12 milhas, onde buscam espécies como peroá, catuá, realito, pargo, baiacu, pescada e pescadinha (**Figura 6.1.5.1 -9**). As técnicas de pesca mais comuns incluem o uso de anzóis e a frota pesqueira é composta por cerca de 60 embarcações artesanais, com tamanhos variando até 8 metros. A rotina de pesca é estruturada em torno das marés, com saídas ao amanhecer e retornos no início da tarde.

O desembarque do pescado acontece na colônia, na Prainha de Vila Velha, onde os pescadores podem vender quantidades menores diretamente a compradores finais, ou entregar grandes volumes à colônia para revenda. A estrutura da colônia inclui instalações para beneficiamento do pescado, atividade essencial para garantir a qualidade do produto e facilitar o processo de venda.

Dentre os desafios enfrentados pela entidade, encontra-se a escassez de peixes, o tráfego de navios e a degradação dos corais, além da falta de instalações para produção de gelo.

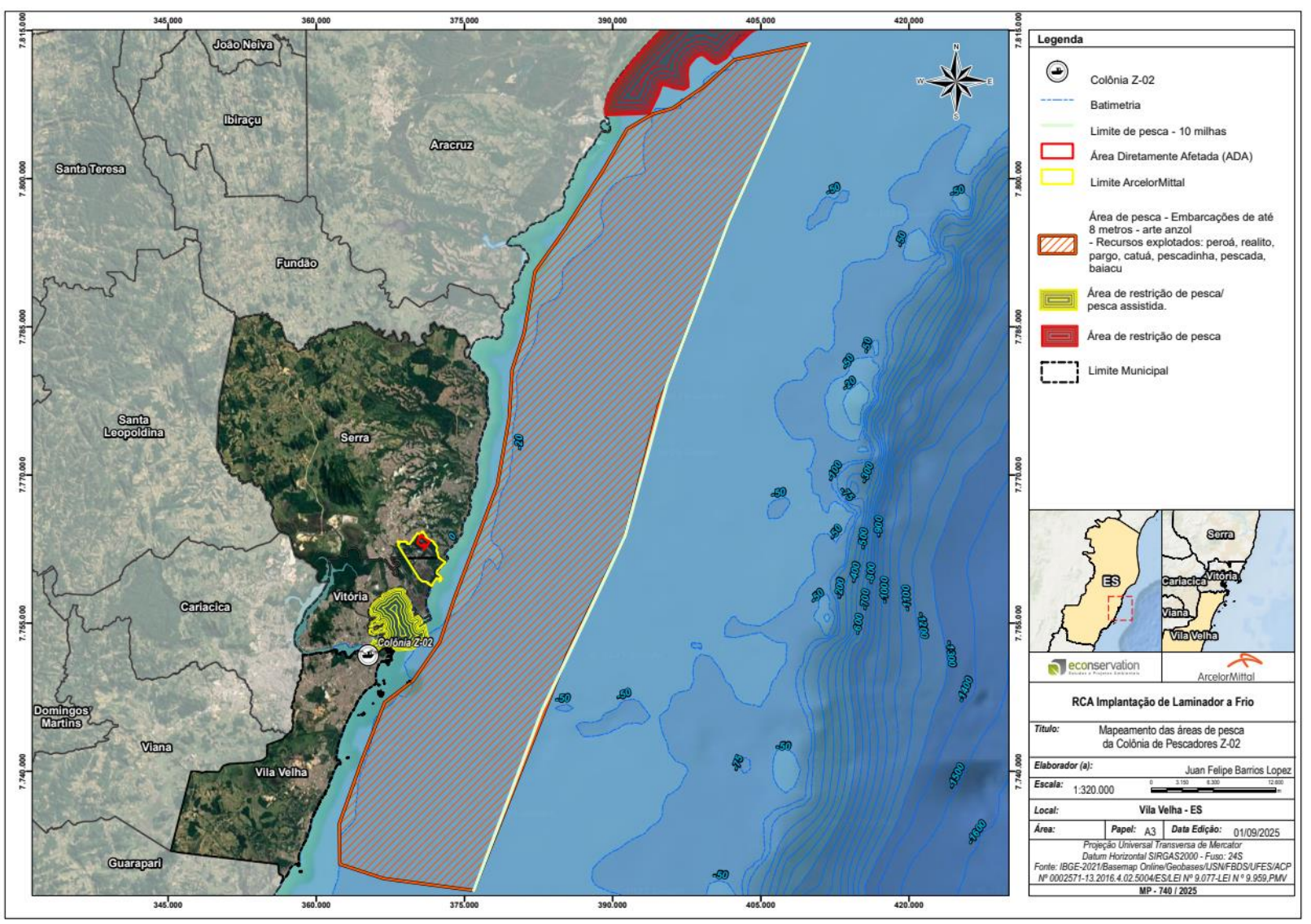


Figura 6.1.5.1-9: Áreas de pesca da Colônia de Pescadores Z-2.

6.1.5.2 *Impacto do Empreendimento sobre as Comunidades Pesqueiras Tradicionais*

A atividade pesqueira na Área de Influência Indireta (AII) e na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento é predominantemente artesanal, sendo representada por 10 comunidades tradicionais de pescadores, como APPANA, ASPEJ, ASPEC, diversas colônias e associações em Vitória, Serra, Vila Velha e outras localidades. Estas comunidades utilizam embarcações pequenas, com comprimento de até 12 metros, para pesca em uma ampla faixa da costa, cobrindo desde Santa Cruz (Aracruz) até Barra do Jucu (Vila Velha), com embarcações maiores alcançando áreas ainda mais distantes, até Macaé, no Rio de Janeiro.

As espécies capturadas incluem uma diversidade significativa, como peroá, corvina, camarão, espada, pescadinha, entre outras, utilizando artes de pesca tradicionais como rede assistida, linha, arrasto e balão. A pesca diária varia conforme a estação e a espécie, com uma média de captura por pescador de aproximadamente 50 kg, podendo chegar a 500 kg em períodos específicos para algumas espécies. A comercialização ocorre prioritariamente dentro das comunidades, reforçando os modos de vida tradicionais.

O empreendimento que será instalado dentro da área da ArcelorMittal manterá o volume de produção de aço atual, sendo que as bobinas galvanizadas serão expedidas prioritariamente via transporte marítimo e ferroviário, logo, poderá haver elevação na movimentação via mar, porém pequena quando comparada com a movimentação já existente.

Dessa forma, considerando a manutenção do volume de produção de aço e possível pequeno incremento no transporte marítimo, o aumento de pressão sobre as comunidades pesqueiras locais e sua atividade artesanal pode ser desconsiderado, pelo fato da movimentação adicional ser muito pequena quando comparada com a movimentação portuária já existente. Assim, não se prevê impactos relevantes sobre os modos de vida tradicionais dessas comunidades, que continuarão desenvolvendo suas práticas pesqueiras nas áreas já utilizadas, sem alterações no acesso, na rota de pesca ou na área de bota-fora relacionada ao empreendimento.

Portanto, o projeto assegura que as condições existentes para a pesca artesanal permanecerão inalteradas, garantindo a preservação dos modos de vida e atividades econômicas das comunidades tradicionais da região próxima à ArcelorMittal Tubarão.

6.1.6 Conflitos Socioambientais e Pressões Territoriais

A compreensão dos conflitos socioambientais e das pressões territoriais na Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento é um componente essencial para o adequado dimensionamento dos impactos decorrentes da implantação de um novo empreendimento. A região da Grande Vitória, onde se insere o município da Serra e Vitória, é marcada por um adensamento de atividades industriais, logísticas, urbanas e populacionais que historicamente geram tensões no uso do território.

No **ANEXO 6.II** Diagnóstico de Percepção Social, em atendimento a este **item 6.1.6**, são abordados três aspectos fundamentais para a análise socioambiental do empreendimento: a identificação de potenciais conflitos socioambientais; a avaliação dos impactos sobre atividades preexistentes, como pesca artesanal, agricultura familiar e turismo comunitário; e o Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local. Este último envolve ações de mobilização social e metodologias participativas para promover o diálogo com as comunidades da AID e AII, garantindo ampla divulgação, acessibilidade e documentação das atividades, conforme exigido pelo IEMA com a realização das quatro Reuniões Públicas.

6.1.6.1 Identificação dos conflitos socioambientais na AID e AII

A identificação dos conflitos socioambientais e das pressões territoriais no entorno do empreendimento, especialmente nas áreas de influência direta (AID) e indireta (AII), parte de uma leitura crítica dos processos históricos de uso e ocupação do solo na Região Metropolitana da Grande Vitória, com ênfase nas interações entre comunidades, território e atividades industriais de grande porte.

A análise realizada com base no Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde, da Fiocruz, bem como em fontes complementares, traz uma relação das tensões recorrentes entre os processos de industrialização e os direitos sociais, ambientais e territoriais das populações afetadas. A seguir, destacam-se os principais vetores de conflito socioambiental na região.

- **Poluição Atmosférica e Percepção de Injustiça Ambiental**

A região apresenta um histórico de eventos de poluição atmosférica, especialmente relacionados ao fenômeno popularmente conhecido como “pó preto”. Trata-se da emissão de material particulado que pode comprometer a qualidade do ar.

Esse conflito é caracterizado por sua persistência temporal (com registros desde a década de 1980). A repercussão do problema tem sido constante na mídia local e motivou ações judiciais, inquéritos civis e manifestações populares.

A partir da pesquisa do Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local realizada na AID e AII foram destacados pelos entrevistados impactos ambientais . Além do impacto positivo relativo à geração de emprego, foram listadas preocupações com a poluição do ar/ pó preto, intensificação do trânsito, aumento populacional e impactos ambientais em geral, como podemos identificar na **Tabela 6.1.6.1-1**.

Tabela 6.1.6.1-1– Principais preocupações dos entrevistados na AID e AII.

ITEM	FREQ.	%
Geração de empregos	87	42%
Preocupação com o aumento da poluição em geral	15	7%
Poluição do ar/ pó preto	13	6%
Intensificação do trânsito	11	5%
Benefícios para a Comunidade/ Bairro	11	5%
Aumento populacional	9	4%
Aumento do Comércio	5	2%
Impactos ambientais em geral	4	2%
Preservação ambiental	2	1%
Expectativa boa	2	1%
Aumento do ruído	2	1%
Outros elementos	6	3%
Não tem preocupação	6	3%
Não respondeu	32	16%
TOTAL GERAL	**205**	**100**

Nota: Coleta de dados primários.

- **Expansão Industrial sobre Áreas Urbanas Consolidadas**

Outro eixo de conflito identificado está relacionado à expansão industrial na região, sobre áreas urbanas e de uso misto. Com o adensamento progressivo das atividades logísticas, de transporte de cargas pesadas e de instalação de novas unidades industriais, há um tensionamento crescente sobre bairros que já sofrem com a infraestrutura urbana precária, adensamento populacional e limitações de mobilidade urbana.

A partir da pesquisa do Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local realizada na AID e AII um dos elementos citados, quando se trata de preocupações dos entrevistados, é referente a expectativa de intensificação no trânsito na região. Essa preocupação foi citada por cerca de 6% dos entrevistados, próximo ao valor das citações relativas ao pó preto e poluição do ar, como podemos verificar na tabela anterior.

- **Pressões sobre Áreas de Proteção Ambiental e Territórios Tradicionais**

Embora não diretamente inserido em unidades de conservação de proteção integral, a região é permeada por áreas que exercem funções ambientais importantes, como áreas de restinga, corpos hídricos e manguezais no entorno da foz do Rio Santa Maria da Vitória e do litoral da Serra.

Além disso, há registros de comunidades com ocupações antigas na região costeira (como na Praia e Lagoa de Carapebus), cujas atividades pesqueiras e extrativistas encontram-se progressivamente fragilizadas diante da pressão da urbanização e da industrialização. Esses grupos, embora não necessariamente reconhecidos formalmente como povos e comunidades tradicionais, exercem modos de vida que se enquadram em dinâmicas cotidianas ligadas a elementos tradicionais.

A partir do Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local realizado na AID e AII foram destacadas algumas preocupações relativas a questões ambientais, dentre elas Preocupação com o aumento da poluição em geral, 8% das citações, Poluição do ar/ pó preto, 7% das citações e Intensificação do trânsito, 6% e aumento populacional 5%. Somente esses 4 elementos mais significativos que geram preocupação nos entrevistados somam 26% dos entrevistados atentos a questões de impactos ambientais, demonstrando uma preocupação com as pressões sobre a comunidade.

- **Conflitos Históricos com Grandes Empreendimentos e Fragilidade Institucional**

A dinâmica dos conflitos ambientais na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento é influenciada pelo histórico de interação entre grandes empreendimentos industriais e as comunidades locais. Esse relacionamento é caracterizado por processos de judicialização, celebração de Termos de Ajustamento de Conduta (TACs) e iniciativas de mediação conduzidas pelo Ministério Público, refletindo a busca por soluções institucionais diante de demandas ambientais e sociais complexas.

No entanto, a efetividade desses instrumentos é frequentemente limitada por desafios institucionais. Outro fator relevante é a insuficiência de mecanismos de participação social efetiva nos processos de negociação e monitoramento dos acordos. A análise técnica desses conflitos evidencia a necessidade de fortalecimento institucional, transparência nos processos de licenciamento e acompanhamento, além da ampliação dos espaços de participação social qualificada. A atuação integrada dos órgãos ambientais, Ministério Público e sociedade civil é fundamental para garantir que os instrumentos de mediação e ajuste de conduta cumpram seu papel na promoção da justiça ambiental e na prevenção de novos conflitos.

- **Potenciais Expectativas e Tensões Futuras com o Novo Empreendimento**

A implantação do novo empreendimento, prevista para ocorrer dentro da atual área da empresa, pode intensificar conflitos e/ou gerar novas tensões. Os riscos apontados pelas comunidades incluem:

a. Aumento da circulação de veículos pesados, com impacto sobre o tráfego, segurança viária e desgaste da malha urbana;
b. Intensificação de emissões atmosféricas, sonoras e de material particulado;
c. Preocupações com a cumulatividade de impactos de projetos já existentes ou em curso na região.

A partir do Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local realizado na AID e AII foram destacados alguns elementos que podem representar tensões futuras ou expectativas com o novo empreendimento (**Tabela 6.1.6.1-2**;**Tabela 6.1.6.1-3**).

Com relação às expectativas da população em relação à instalação do novo empreendimento industrial na região, observa-se que a maioria dos entrevistados manifesta uma visão positiva. Conforme demonstrado na tabela seguinte, 62,9% das respostas são positivas, indicando um sentimento majoritário favorável ao projeto. Uma parcela, correspondente a 15,6%, apresenta expectativas negativas, enquanto 13,2% manifestam posições neutras, além de 5,4% que expressam percepções ambíguas entre aspectos positivos e negativos, e 2,9% que não souberam opinar.

Esses números indicam que, apesar do otimismo predominante, existe um espectro diversificado de opiniões que deve ser cuidadosamente considerado na gestão socioambiental do empreendimento.

Tabela 6.1.6.1-2– Quais são suas expectativas com a instalação de um novo empreendimento industrial no seu bairro?

EXPECTATIVAS	FREQ.	%
Positivas	129	62,9
Negativas	32	15,6
Neutras	27	13,2
Positivas e Negativas	11	5,4
Não sei	6	2,9
TOTAL GERAL	**205**	**100,0**

Ao detalhar as expectativas e preocupações específicas manifestadas pela população, a geração de empregos destaca-se como o tema central, sendo mencionada por 42,0% dos entrevistados. Além disso, a população demonstra preocupação com o aumento da poluição geral (7,0%), poluição do ar (6,0%) e intensificação do trânsito (5,0%). Outros aspectos como benefícios para a comunidade, crescimento populacional, e aumento do comércio também aparecem, embora de forma menos expressiva. A presença de uma fatia significativa que não soube responder (16,0%) e de alguns que declaram não ter preocupações (3,0%) reforça a heterogeneidade do cenário perceptivo local, ressaltando a necessidade de comunicação e diálogo efetivos sobre os impactos do empreendimento. Os dados relativos a essas manifestações encontram-se na tabela seguinte.

Tabela 6.1.6.1-3– Descreva suas expectativas ou preocupações.

ITEM	FREQ.	%
Geração de empregos	87	42%
Preocupação com o aumento da poluição em geral	15	7%
Poluição do ar/ pó preto	13	6%
Intensificação do trânsito	11	5%
Benefícios para a Comunidade/ Bairro	11	5%
Aumento populacional	9	4%
Aumento do Comércio	5	2%
Impactos ambientais em geral	4	2%
Preservação ambiental	2	1%
Expectativa boa	2	1%
Aumento do ruído	2	1%
Outros elementos	6	3%
Não tem preocupação	6	3%
Não Soube responder	32	16%
TOTAL GERAL	**205**	**100**

Quando questionados sobre a percepção prévia de impactos ambientais, sociais ou físicos já existentes na localidade, a população apresenta uma divisão quase equilibrada: 49,8% reconhecem a existência de impactos, enquanto 50,2% não os percebem. Esse dado evidencia uma consciência ambiental diversificada, talvez refletindo diferenças na exposição direta às condições locais ou na percepção individual dos efeitos. A **Tabela 6.1.6.1-4** expõe essa divisão percentual.

Tabela 6.1.6.1-4– Você percebe impactos atuais no meio físico, biótico, ou socioeconômico em sua localidade?

PERCEBE IMPACTO	FREQ.	%
Não	103	50,2
Sim	102	49,8
TOTAL GERAL	**205**	**100,0**

Quanto aos pontos positivos atribuídos ao novo empreendimento, a geração de emprego é o destaque, citada por 70,7% dos entrevistados, seguida por melhorias no comércio local (5,4%) e a expectativa de melhoria econômica da vida comunitária (3,9%). Poucos apontam para melhoria da qualidade ambiental (1,5%), e há ainda uma parcela que não visualiza aspectos positivos (4,4%) ou que não soube opinar (3,4%). Adicionalmente, uma fatia significativa (10,7%) ressaltou outros pontos diversos, sugerindo uma diversidade de percepções favoráveis **(Tabela 6.1.6.1-5).**

Tabela 6.1.6.1-5 Quais pontos positivos você enxerga com o novo empreendimento.

PONTOS POSITIVOS	FREQ.	%
Geração de Emprego	145	70,7
Melhorias para o comércio	11	5,4
Melhorar economicamente a vida local	8	3,9
Não sabe dizer	7	3,4
Melhoria da qualidade ambiental	3	1,5
Não vê aspectos positivos	9	4,4
Outros diversos	22	10,7

Quando o foco recai sobre os pontos negativos esperados com o empreendimento, observa-se que 22,4% dos respondentes afirmam não possuir expectativas negativas, posicionamento relativamente expressivo que atesta certa confiança ou desconhecimento dos possíveis efeitos adversos. Por outro lado, as preocupações principais envolvem o aumento da poluição em geral (17,1%), trânsito (15,1%) e a poluição do ar (13,7%), de forma mais específica. Outros receios apontados incluem o aumento do pó de minério (5,9%), e questões ambientais como desmatamento, perda de áreas verdes, danos à fauna e flora (5,4%). Menores percentuais indicam preocupações com poluição sonora, insegurança, danos ambientais diversos, acúmulo de lixo e outros aspectos. A tabela seguinte lista detalhadamente essas respostas.

Tabela 6.1.6.1-6– Quais pontos negativos você enxerga com o novo empreendimento.

PONTOS NEGATIVOS	FREQ.	%
Não tem expectativa negativa	46	22,4
Aumentar a poluição	35	17,1
Trânsito	31	15,1
Aumentar a poluição do ar	28	13,7
Não sabe	18	8,8
Aumentar o pó de minério	12	5,9
Desmatamento, perca de áreas verdes e danos a fauna e flora	11	5,4
Aumentar a poluição sonora	8	3,9
insegurança	6	2,9
Danos ambientais	4	2,0
Acúmulo de lixo	3	1,5
Outros pontos diversos	19	9,3

A análise das percepções locais revela um cenário em que predomina a expectativa positiva centrada na geração de emprego e no fortalecimento econômico, fundamentais para a aceitação social do empreendimento. As preocupações ambientais – especialmente relacionadas à poluição do ar, aumento do trânsito e possíveis impactos nos ecossistemas locais – constituem elementos que potencializam tensões futuras, caso não sejam adequadamente mitigadas por políticas públicas e programas ambientais. A quase divisão equitativa na percepção de impactos já existentes reforça a complexidade do quadro socioambiental e a necessidade de uma gestão que integre os diversos interesses, promovendo o diálogo, a informação na AID e AII do empreendimento.

- **Síntese**

A identificação dos conflitos socioambientais na AID e AII revela um cenário de vulnerabilidade social e ambiental agravada por processos históricos de industrialização pouco inclusivos. Os conflitos inserem-se em uma estrutura desigual de apropriação do território e dos seus benefícios. A seguir apresentamos um quadro síntese que proporciona uma leitura localizada geograficamente no território e atores envolvidos **(Tabela 6.1.6.1-7).**

Tabela 6.1.6.1-7 Conflitos Socioambientais e Pressões Territoriais na AID e AII.

Nº	LOCALIZAÇÃO / BAIRRO	TIPO DE CONFLITO OU PRESSÃO	DESCRIÇÃO DO CONFLITO	ATORES ENVOLVIDOS	RELAÇÃO COM O EMPREENDIMENTO	FONTES
1	Praia de Carapebus / Lagoa de Carapebus (AID)	Poluição hídrica e atmosférica	Lançamento de efluentes, alteração na qualidade da água e ar; presença de particulados e resíduos industriais.	Moradores, pescadores, movimentos ambientais	Potencial intensificação de impactos cumulativos sobre recursos hídricos e atividades tradicionais.	Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil – Fiocruz, 2018.
2	Cidade Continental (AID) e Jardim Limoeiro (AII)	Conflito com mobilidade e acesso urbano	Sobreposição entre vias logísticas e áreas residenciais com escolas, serviços e comércio local.	Comunidade local, setor de transporte, setor público	Ampliação do tráfego de veículos pesados pode agravar a sobrecarga viária.	Projeto da Ufes mapeia conflitos socioambientais da Grande Vitória – Século Diário, 2023.
3	São Diogo I e II, São Geraldo (AII)	Exposição a ruídos, poeira e tráfego	Impactos sobre saúde e bem-estar devido à proximidade com vias de tráfego intenso e operações industriais.	Moradores, associações de bairro	Intensificação de impactos sonoros e atmosféricos com a operação do novo empreendimento.	Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil – Fiocruz, 2018.
4	Região de Carapebus (AID) e entorno da Reserva da Vale (AII)	Pressão sobre áreas protegidas e zonas úmidas	Expansão urbana e industrial no entorno de áreas ambientalmente sensíveis.	Órgãos ambientais, ONGs, pesquisadores	Aumento de circulação pode afetar corredores ecológicos e conectividade ambiental.	Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil – Fiocruz, 2018.
5	Região portuária e retroportuária (AII)	Conflito fundiário e especulação	Disputa por uso do solo entre empreendimentos logísticos, comunidades tradicionais e projetos públicos.	Poder público, iniciativa privada, movimentos sociais	Empreendimento pode agravar processo de valorização e pressão por deslocamentos.	Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil – Fiocruz, 2018.
6	Região metropolitana como um todo (AII)	Pressões urbanas e industriais integradas	Competição por uso de solo urbano, poluição difusa, desigualdade de acesso à infraestrutura.	Governo estadual e municipal, sociedade civil	Empreendimento atua como vetor de pressão sobre dinâmicas já tensionadas.	Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil – Fiocruz, 2018.
7	Serra (AII)	Conflitos territoriais e zoneamento urbano	Conflitos entre zoneamento urbano municipal e áreas de proteção ambiental, afetando o uso e ocupação do solo.	Poder público, comunidades locais	Expansão urbana e industrial pode comprometer áreas de preservação e corredores ecológicos.	Conflitos territoriais entre o zoneamento urbano municipal e as áreas de proteção ambiental – SciELO, 2020.
10	Vitória (AII)	Poluição atmosférica e impactos à saúde	População sofre com poluição provocada por siderúrgicas, resultando em riscos à saúde e busca por indenizações.	Moradores, Ministérios Públicos Estadual e Federal	Operações industriais contribuem para a degradação da qualidade do ar e saúde pública.	Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil – Fiocruz, 2018.

6.1.6.2 *Conflitos, Modos de Vida e Atividades Preexistentes*

Uma análise sobre modos de vida e atividades preexistentes na área de influência do empreendimento proposto requer uma abordagem integrada entre os aspectos territoriais, socioculturais e econômicos das comunidades possivelmente afetadas. Trata-se de um território híbrido, no qual coexistem áreas industriais consolidadas, bairros residenciais populares, zonas costeiras de uso tradicional, infraestrutura urbana precária e atividades econômicas de base local e informal.

Essa análise toma como base o levantamento primário realizado por meio aplicação de entrevistas estruturadas com as comunidades da AID e AII, incluindo moradores e lideranças comunitárias, bem como o cruzamento com fontes secundárias sobre o perfil socioeconômico e territorial dos bairros que compõem a Área de Influência Direta (AID).

- **Atividades Tradicionais e de Subsistência**

Nos bairros costeiros de Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus, as populações locais mantêm práticas de pesca artesanal, coleta de mariscos, pequenas hortas e uso comunitário das áreas úmidas e lagunares. Tais práticas não apenas complementam a renda familiar, como estão enraizadas nos modos de vida locais, configurando expressões de identidade territorial.

A ampliação da atividade industrial na região, ainda que concentrada em área já consolidada, pode intensificar pressões sobre esses modos de vida ao promover:

a. Risco de degradação de recursos hídricos, ao promover indiretamente o adensamento populacional e aumenta pressão sobre os corpos d'água interligados à Lagoa de Carapebus;
b. Estigmatização territorial, com impactos sobre o turismo local e a valorização simbólica e econômica da orla.

- **Atividades Econômicas Locais e Informais**

Em bairros como Cidade Continental e Novo Horizonte (AID) e o entorno imediato na AII, como os bairros São Diogo I e II e Jardim Limoeiro, observa-se a forte presença de pequenos comércios, prestadores de serviço e trabalhadores autônomos que atuam em função da malha urbana existente e da circulação de trabalhadores nas zonas industriais. Esses bairros também são servidos por corredores logísticos utilizados para escoamento da produção siderúrgica.

A implantação das atividades industriais pode ocasionar:

a. Reconfiguração do fluxo urbano, com aumento da movimentação de cargas pesadas, potencialmente dificultando o trânsito local e o acesso a pequenos negócios;
b. Redução da qualidade ambiental local, por meio de emissões atmosféricas e sonoras, com efeitos sobre a atratividade comercial de áreas residenciais e de serviços;
c. Aumento do custo de vida e especulação imobiliária, especialmente se associada a novos empreendimentos logísticos no entorno.

- Mobilidade Urbana e Convivência Comunitária

A intensificação da movimentação de veículos pesados decorrente da instalação de novos empreendimentos tende a afetar a mobilidade em bairros como Cidade Continental e Novo Horizonte (AID) e São Geraldo (AII), que são cortados por essas vias.

Podem ocorrer

a. Maior risco de acidentes de trânsito;
b. Dificuldades de acesso a escolas, unidades de saúde e equipamentos públicos;
c. Fragmentação dos espaços comunitários, com aumento da segregação e redução da convivência urbana.

- **Cotidiano e na Percepção de Risco**

Os moradores expressam preocupações quanto a:

a. Possíveis riscos à saúde, especialmente ligados ao agravamento da poluição atmosférica;
b. Falta de transparência na comunicação de riscos e impactos;
c. Redução da qualidade de vida, em virtude de ruídos, vibrações, poeira e sensação de insegurança.

- **Vulnerabilidade de Grupos Específicos**

Alguns segmentos da população local podem estar expostos aos impactos do empreendimento, como:

a. Idosos e crianças, mais sensíveis a alterações ambientais e do ambiente urbano;
b. Mulheres chefes de família, que dependem da rede de serviços públicos e comunitários para suporte cotidiano;
c. Trabalhadores informais que apresentam maior vulnerabilidade a impactos socioeconômicos, especialmente em situações de restrição à circulação de pessoas durante as obras, o que pode afetar a perda de clientela e, consequentemente, a renda.

6.1.6.3 Análise das Estratégias Locais de Resistência e Adaptação

A compreensão dos conflitos socioambientais na Área de Influência Direta (AID) e indireta (AII) do empreendimento deve ser complementada com a análise das estratégias desenvolvidas pelas comunidades locais para enfrentar os impactos já existentes e aqueles previstos com a instalação do novo empreendimento. Essas estratégias variam entre ações de resistência coletiva, práticas adaptativas e participação em espaços institucionais, e são fundamentais para orientar medidas mitigadoras e compensatórias que sejam sensíveis às realidades sociais da região.

- **Formas de resistência coletiva**

Nos bairros Praia de Carapebus e Lagoa de Carapebus, por exemplo, há registros históricos de denúncias e mobilizações contra os impactos ambientais associados à presença das atividades industriais de grande porte na região, especialmente relacionados à poluição atmosférica e hídrica. De acordo com o Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil (FIOCRUZ, atualizado em 2023), moradores da região organizaram protestos e encaminharam representações ao Ministério Público Estadual entre os anos de 2015 e 2018, apontando episódios de mortandade de peixes, alteração na qualidade da água da lagoa e presença de resíduos sólidos.

Ainda segundo a mesma fonte, no bairro São Diogo II (AII), foram registradas mobilizações populares e demandas junto à prefeitura e ao Ministério Público contra os riscos associados ao tráfego de caminhões pesados e à poluição atmosférica gerada por empresas do setor siderúrgico e logístico, com destaque para as ações ocorridas entre 2016 e 2020.

Essas formas de resistência coletiva revelam a capacidade de organização dos moradores e sua atuação ativa na denúncia dos impactos socioambientais enfrentados há anos, ainda que, em muitos casos, com resposta limitada dos órgãos públicos.

- **Práticas adaptativas e ações comunitárias**

Além da resistência direta, há evidências de práticas adaptativas em diversos bairros da AID. Em Novo Horizonte e Cidade Continental (AID), especialmente nos setores Ásia e Europa, moradores vêm promovendo mutirões de limpeza, implantação de hortas comunitárias e ações de educação ambiental, como resposta à degradação do espaço urbano e à ausência de equipamentos públicos de lazer e convivência (Fonte: registros de projetos comunitários divulgados nos Conselhos Locais de Saúde e em associações de moradores entre 2018 e 2023).

Em Lagoa de Carapebus (AID), lideranças comunitárias relatam, desde 2019, a criação de grupos informais de monitoramento da lagoa, incluindo registro fotográfico de alterações na coloração da água e nos odores emitidos. Essas informações foram utilizadas em ações junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, conforme reportado por lideranças locais e em registros de reuniões comunitárias arquivadas pela associação de moradores do bairro.

Tais ações, ainda que não institucionalizadas, demonstram a resiliência das comunidades locais e sua capacidade de resposta diante da ausência de políticas públicas efetivas.

- **Participação institucionalizada**

Em bairros como Jardim Limoeiro e São Geraldo (AII), há registros da participação de lideranças comunitárias em espaços institucionais, como o Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA) e audiências públicas promovidas pela prefeitura da Serra e pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Contudo, a percepção de baixa efetividade e retorno desses espaços é comum na comunidade.

Em 2022, por exemplo, moradores de Jardim Limoeiro (AII) participaram de audiências públicas sobre o plano diretor da Serra, mas relataram que suas contribuições sobre a poluição industrial e o adensamento urbano não foram consideradas nos encaminhamentos finais (Fonte: Ata da Audiência Pública nº 07/2022 da Câmara Municipal da Serra).

- **Síntese das Estratégias Locais de Resistência e Adaptação**

As análises realizadas no âmbito deste estudo indicam que as comunidades da AID e AII do empreendimento apresentam um histórico relevante de organização diante das dinâmicas de transformação territorial, impactos ambientais e tensões socioeconômicas. Mesmo com distintos níveis de mobilização, os bairros investigados demonstram capacidade de formular respostas comunitárias frente às pressões exercidas por atividades industriais, pelo adensamento urbano e pela sobrecarga de infraestrutura.

Verifica-se que as estratégias de resistência e adaptação se manifestam de forma variada, abrangendo desde denúncias formais junto ao Ministério Público e órgãos ambientais até ações cotidianas de monitoramento comunitário, campanhas locais de conscientização, formação de redes de vizinhança, além da construção de pautas e presença (ainda que pontual) em espaços institucionais, como audiências públicas e conselhos municipais.

Essas práticas revelam tanto uma consciência ambiental progressiva quanto uma percepção consolidada sobre os riscos e vulnerabilidades locais. A capacidade de articulação dessas comunidades, ainda que limitada por fatores como descontinuidade de políticas públicas, déficit de acesso à informação e baixa institucionalização da participação, constitui um elemento crucial a ser considerado na avaliação dos impactos e na proposição de medidas de mitigação e compensação.

No **Quadro 6.1.6.3-1** a seguir, apresentam-se de forma sistematizada as principais formas de resistência coletiva, ações adaptativas e formas de participação institucionalizada identificadas nos bairros da AID e AII, bem como as fontes que embasaram essa análise.

Quadro 6.1.6.3-1: Síntese das estratégias de Resistência e Adaptação nas Comunidades da AID.

BAIRRO	FORMAS DE RESISTÊNCIA COLETIVA	PRÁTICAS ADAPTATIVAS E AÇÕES COMUNITÁRIAS	PARTICIPAÇÃO INSTITUCIONALIZADA	FONTES
Praia de Carapebus (AID)	Denúncias ao MPES e protestos contra poluição industrial e degradação da lagoa (2015–2018).	Monitoramento informal da qualidade da água; denúncias organizadas por grupos comunitários.	Participação limitada em audiências públicas devido à baixa resposta institucional.	Fiocruz (2023); Relatos comunitários; Reuniões abril/maio 2025.
Lagoa de Carapebus (AID)	Ações contra mortandade de peixes e descarte de efluentes industriais; pressão sobre órgãos ambientais.	Monitoramento fotográfico e registro de alterações na lagoa; mutirões ambientais.	Presença em reuniões da associação de moradores com órgãos ambientais.	Fiocruz (2023); Associação de Moradores; Reuniões abril/maio 2025.
Cidade Continental (AID)	Reclamações recorrentes sobre trânsito de veículos pesados e ausência de controle urbano no entorno da BR-101.	Organização de hortas comunitárias e iniciativas de educação ambiental nos setores Ásia e Europa.	Envolvimento em reuniões de conselhos escolares e comunitários; baixa participação em instâncias formais.	Conselhos locais; entrevistas com lideranças; registros comunitários (2018–2024).
Novo Horizonte (AID)	Atuação de lideranças em denúncias sobre impactos no trânsito, ruído e insegurança no entorno.	Criação de espaços de convivência comunitária e ações locais de cuidado urbano.	Participação pontual em audiências públicas e fóruns municipais.	Oficinas abril/maio 2025; registros da Prefeitura da Serra; Fiocruz (2023).
São Diogo I AII - Serra	Demandas históricas por regularização fundiária e melhorias na infraestrutura urbana diante da presença de indústrias.	Formação de redes comunitárias de segurança e manutenção de áreas públicas.	Participação em reuniões da Prefeitura; presença em conselhos de saúde.	Fiocruz (2023); Atas da CMS/Serra; Reuniões locais.
São Diogo II AII - Serra	Mobilizações contra tráfego de caminhões e qualidade do ar; ações junto ao MPES entre 2016–2020.	Ações de limpeza e sinalização comunitária; grupos de monitoramento da poluição.	Participação em audiências públicas e mobilizações populares.	Fiocruz (2023); MPES (2017–2020); Oficinas 2025.
Jardim Limoeiro AII - Serra	Atuação em conselhos municipais e denúncias contra expansão industrial desordenada.	Ações de conscientização ambiental em escolas e igrejas; participação em campanhas de arborização.	Representação ativa no COMDEMA; presença em audiências públicas (ex: Plano Diretor 2022).	COMDEMA/Serra; Câmara Municipal (2022); Oficinas 2025.
São Geraldo AII - Serra	Demandas históricas ligadas à contaminação sonora e atmosférica de empresas vizinhas.	Organização de atividades culturais com temática ambiental; conservação de áreas verdes locais.	Participação incipiente em fóruns locais; integração recente com redes comunitárias mais amplas.	Relatos de lideranças; Fiocruz (2023); reuniões preparatórias.

6.1.7 Fontes de Dados e Indicadores Socioeconômicos

A ação metodológica funciona enquanto ferramenta para a análise da realidade estudada. A partir de princípios e diretrizes estabelecidos, é possível reunir dados e evidências organizando-os de forma sistemática, permitindo análise e produção de conhecimento ulterior.

Tomado como objeto de estudo de características socioeconômicas e culturais de grupos sociais, a caracterização das áreas de influência é elaborada em conformidade com métodos de pesquisa científica elaborados no âmbito das Ciências Sociais.

Desta forma, o tópico a seguir vale-se, enquanto embasamento teórico, de documentos e legislações relacionadas, estudos ambientais já realizados nos territórios em análise, assim como a análise de dados em bases divulgadas por instituições e organismos validados. As principais instituições de referência para levantamento das informações serão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), Ministério da Saúde/DATASUS, Fundação Cultural Palmares (FCP), Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Plano Diretor Municipal, entre outras.

Entre as evidências coletadas, estão particularidades relacionadas aos aspectos culturais, naturais e de formação, populacionais, econômicos, de uso e ocupação do solo, de infraestrutura e equipamentos urbanos, buscando compreender a influência do empreendimento sobre a correlação entre esses aspectos.

Todos os indicadores sociais utilizados foram apresentados junto à sua aplicação no decorrer do relatório.

Além das fontes de dados secundários, foram utilizadas fontes de dados primários provenientes da coleta de informações, observações, percepções durante as entrevistas realizadas para compor o diagnóstico. O Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local encontra-se na integra no **ANEXO 6.II.**

A pesquisa de percepção, realizada como parte integrante do diagnóstico, foi realizada a partir da aplicação de um questionário estruturado, qualiquantitativo com moradores das comunidades localizadas nas Áreas de Influência Direta (Lagoa de Carapebus, Praia de Carapebus, Novo Horizonte e Cidade Continental) e indireta (municípios de Serra e Vitória) do empreendimento.

O Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local visa atender à Instrução Normativa nº 013-N, de 30 de outubro de 2024, foi estruturado de forma a promover diálogo direto, estruturado e imparcial com as comunidades da AID e AII, bem como com outras partes interessadas. Foram utilizados instrumentos recomendados pelo Termo de Referência (TR) e pela IN 013/2024, com aplicação de entrevistas semiestruturadas que combinam abordagens qualitativa e quantitativa.

A amostragem aplicada foi não probabilística, utilizando a técnica de seleção do tipo “bola de neve”, adequada para alcançar diferentes subgrupos das comunidades, a saber:

Moradores residentes: homens e mulheres de diferentes faixas etárias, tempo de residência e escolaridade, incluindo proprietários e inquilinos.

- **Comerciantes e empreendedores locais:** representantes de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços.
- **Lideranças comunitárias:** presidentes de associações de moradores, membros de conselhos locais, representantes de coletivos e grupos organizados.
- **Jovens e adolescentes:** integrantes de grupos juvenis, grêmios estudantis ou jovens envolvidos em projetos sociais.
- **Idosos:** moradores com maior tempo de residência, portadores de memória social e histórica do bairro.
- **Profissionais de saúde e educação:** agentes comunitários, professores, coordenadores escolares, entre outros, capazes de contribuir com percepções sobre saúde pública, educação ambiental e acesso a serviços.

Dessa forma, o presente diagnóstico representa uma análise robusta e multidimensional, fundamentada em dados quantitativos e qualitativos que refletem o cenário real das comunidades possivelmente impactadas. A combinação de metodologias, fontes diversificadas e o diálogo contínuo com os atores locais garante que as conclusões e recomendações apresentadas estejam alinhadas com as necessidades e expectativas dos diversos segmentos sociais. Dessa forma, contribui-se para a construção de estratégias mais eficazes e justas na gestão dos impactos socioambientais do empreendimento.

6.1.8 Infraestrutura Social e de Serviços

6.1.8.1 Sistema de saneamento básico

Habitação, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos são serviços fundamentais que compõem o desenvolvimento socioeconômico de uma região.

Ao analisar a situação habitacional nos municípios da AII, observa-se que a Serra possui 191.946 domicílios, segundo dados do Censo (2022). Desses, a grande maioria (77,40%) corresponde a casas, enquanto 20,59% são apartamentos. Uma pequena parcela (0,45%) refere-se a casas de cômodos ou cortiços, e apenas 0,04% dos domicílios apresentam estruturas permanentemente degradadas ou inacabadas. Embora sejam baixos os percentuais entre cortiços e moradias degradas, esses dados revelam um cenário de vulnerabilidade, uma vez que esse tipo de domicílio concentra população em situação de pobreza, o que, por sua vez, sugere um crescimento econômico desigual: mesmo com um PIB elevado, muito relacionado às indústrias no município, a precariedade ainda persiste em microterritórios.

Em Vitória, os 128.624 domicílios estão distribuídos, majoritariamente, entre casas (49,85%) e apartamentos (48,92%). Aparecem, em menor percentual, as casas de vila ou em condomínios (0,61%) as habitações em casa de cômodos ou cortiço (0,59%) e as estruturas degradas ou inacabadas (0,02%). Chama atenção, entretanto, o processo de verticalização no município **(Tabela 6.1.8.1-1).**

A quase paridade "casa-apartamento" consolida Vitória como cidade verticalizada, diferente da Serra (onde há predominância de casas), o município reflete a dinâmica de uma capital com restrição territorial. É interessante notar também, que a alta proporção de apartamentos normalmente se concentra em áreas de valorização imobiliária. A gentrificação, por exemplo, pode inclusive agir em um processo de migração para municípios limítrofes, como a Serra.

Tabela 6.1.8.1-1: Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo do domicílio.

	CASA	CASA DE VILA OU EM CONDOMÍNIO	APARTAMENTO	HABITAÇÃO EM CASA DE CÔMODOS OU CORTIÇO	HABITAÇÃO INDÍGENA SEM PAREDES OU MALOCA	ESTRUTURA RESIDENCIAL PERMANENTE DEGRADADA OU INACABADA
Serra	77,40	1,52	20,59	0,45	-	0,04
Vitória	49,85	0,61	48,92	0,59	-	0,02

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Os dados do Censo 2022 sobre a condição de ocupação dos domicílios - classificados como "próprio de algum morador", "alugado", "cedido/emprestado" e "outras condições" - revelam um cenário aparentemente estável nos municípios analisados, com percentuais similares entre si e alinhados às tendências estadual e nacional, onde predominam os domicílios próprios, conforme é possível verificar na figura abaixo.

No município da Serra (**Tabela 6.1.8.1-1**). é possível observar uma queda de 4,75 pontos percentuais nos domicílios próprios, enquanto em Vitória, a diferença é de 5,06 pontos, o que aponta um declínio da propriedade habitacional. O aluguel, entretanto, tem uma variação percentual em ascensão, na Serra, de 2010 para 2022, há um aumento de 5,72 pontos percentuais, enquanto em Vitória, esse aumento é de 5,85 pontos percentuais. Essa variação sugere uma mudança não apenas quantitativa, mas uma transformação qualitativa no direito à moradia, as movimentações no mercado imobiliário podem converter habitação de bem social para commodity financeira (**Tabela 6.1.8.1-2**).

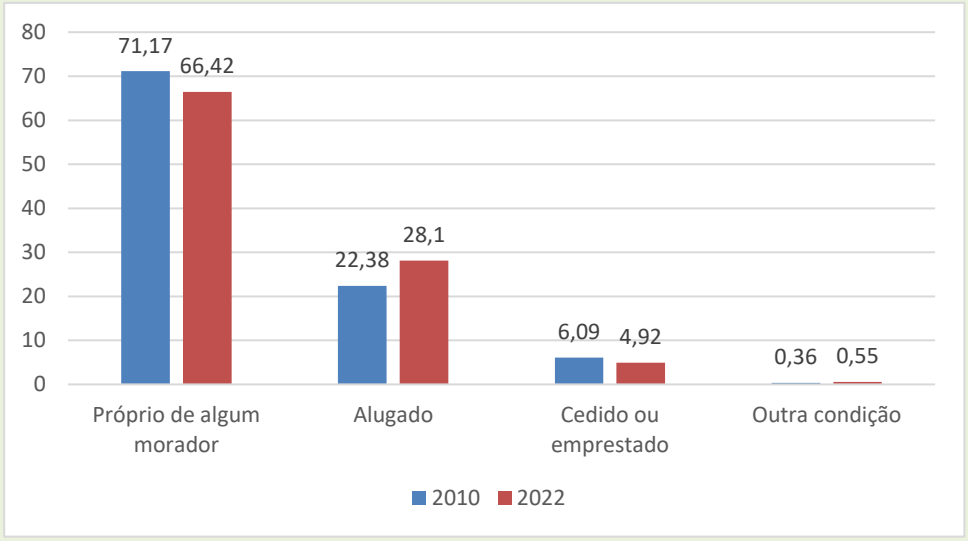


Figura 6.1.8.1-1: Domicílios particulares permanentes ocupados, por condição de ocupação em 2010 e 2022 – Serra/ES

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

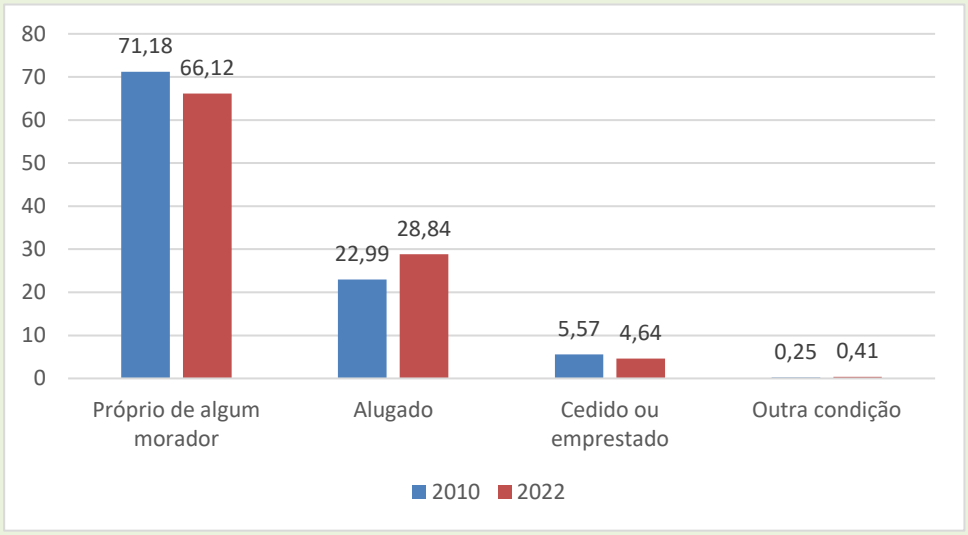


Figura 6.1.8.1-2: Domicílios particulares permanentes ocupados, por condição de ocupação em 2010 e 2022 – Vitória/ES

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Os domicílios nos municípios da AII, ainda podem ser observados a partir das espécies de unidades domésticas, sendo unipessoal: constituída por uma única pessoa, do tipo nuclear: quando constituída por um casal, um casal com filhos ou enteados, uma pessoa, homem ou mulher, com filhos ou enteados, estendida: quando constituída somente pela pessoa responsável com pelo menos um parente, formando uma família que não se enquadre em um dos tipos descritos como nuclear, e do tipo composta: a pessoa responsável pelo domicílio, com ou sem parentes e com pelo menos uma pessoa sem parentesco.

No município da Serra (**Tabela 6.1.8.1-3**), a maioria dos domicílios são compostos por unidade doméstica do tipo nuclear (65,67%), seguidos pelos domicílios de formação unipessoal (20,47%).

Aparecem em menor volume, domicílios cuja formação da unidade doméstica seja do tipo composta.

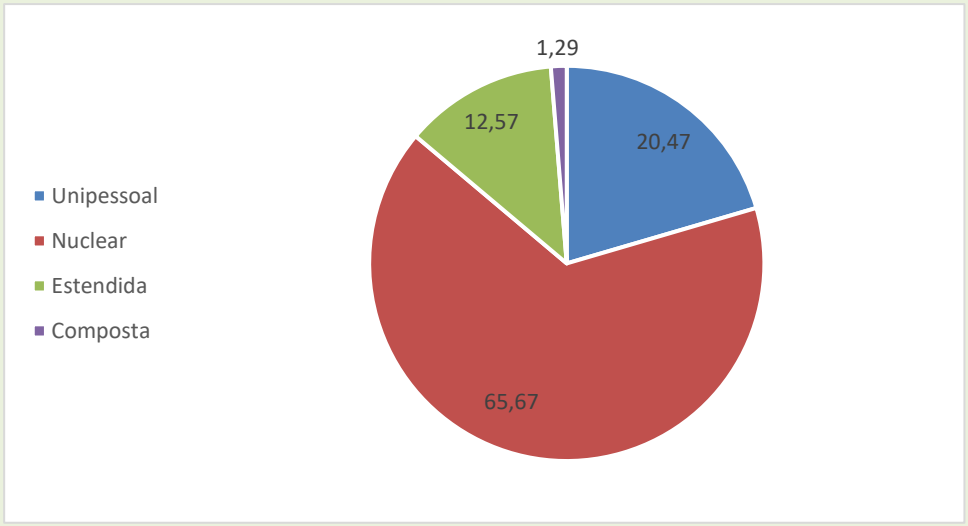


Figura 6.1.8.1-3: Domicílios particulares, por espécie de unidade doméstica – Serra/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Em Vitória **(Figura 6.1.8.1-4),** é possível ver o mesmo padrão do município anterior, mas com percentuais um pouco mais distribuídos, elevando o número de domicílios de formação unipessoal e composta ao passo em que reduz o percentual de domicílios cuja unidade doméstica é a nuclear.

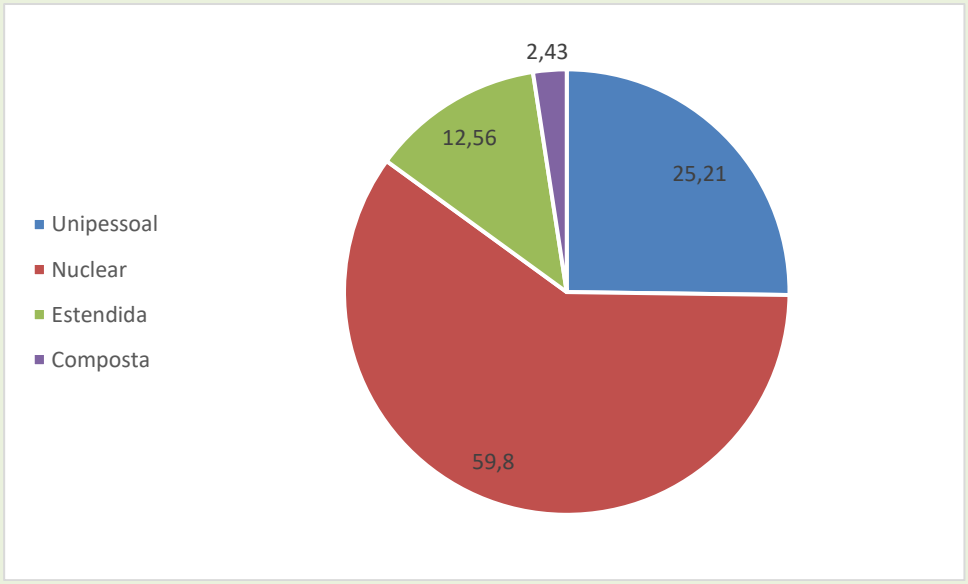


Figura 6.1.8.1-4: Domicílios particulares, por espécie de unidade doméstica – Vitória/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

O Censo Demográfico (2022) também observa os domicílios nos municípios em análise a partir da existência de canalização de água e principal forma de abastecimento **(Tabela 6.1.8.1-2**). Na Serra,

quase a totalidade dos domicílios possuem água canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação (99,70%), entre eles, a maioria (94,88%) a recebe através da rede geral de distribuição de água, ainda assim, poço profundo (4,59%), poço raso (0,09%) e fontes e nascentes (0,12%) aparecem entre as demais opções.

Tabela 6.1.8.1-2: Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de canalização de água e principal forma de abastecimento de água – Serra/ES.

EXISTÊNCIA DE CANALIZAÇÃO DE ÁGUA	PRINCIPAL FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA								
	Total	Rede geral de distribuição	Poço profundo ou artesiano	Poço raso, freático ou cacimba	Fonte, nascente ou mina	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rios, açudes, córregos, lagos e igarapés	Outra
Total	100	94,88	4,59	0,09	0,12	0,01	0,00	0,01	0,31
Canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação	99,70	94,73	4,51	0,08	0,11	0,00	0,00	0,01	0,24
Canalizada, mas apenas no terreno	0,20	0,15	0,04	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,02
Sem água canalizada	0,10	-	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Em Vitória, os números aparecem ainda mais consolidados, com 99,90% dos domicílios cuja água é canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação, e 99,52% destes domicílios utilizam a rede geral de distribuição enquanto forma de abastecimento de água, conforme segue tabela a seguir.

Tabela 6.1.8.1-3: Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de canalização de água e principal forma de abastecimento de água – Vitória/ES.

EXISTÊNCIA DE CANALIZAÇÃO DE ÁGUA	PRINCIPAL FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA								
	Total	Rede geral de distribuição	Poço profundo ou artesiano	Poço raso, freático ou cacimba	Fonte, nascente ou mina	Carro-pipa	Água da chuva armazenada	Rios, açudes, córregos, lagos e igarapés	Outra
Total	100	99,52	0,41	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
Canalizada até dentro da casa, apartamento ou habitação	99,90	99,44	0,41	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Canalizada, mas apenas no terreno	0,09	0,08	0,00	-	-	-	-	-	0,00
Sem água canalizada	0,02	-	0,00	-	0,00	-	-	-	0,01

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Quanto ao tipo de esgotamento sanitário, o Censo Demográfico (2022) registra que 91,23% dos domicílios do município da Serra utilizam a rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede, em seguida, aparecem os domicílios que utilizam a fossa rudimentar ou buraco (3,18%) que, embora seja uma solução de baixo custo para o esgotamento sanitário, apresentam riscos ambientais e até de saúde pública, uma vez que não existe o tratamento de resíduos nesse processo, e os efluentes infiltram-se no solo (**Tabela 6.1.8.1-4**). Já as fossas sépticas ou filtro, utilizadas em 3,14% dos domicílios na cidade, é uma opção de menor impacto para áreas onde o acesso a redes de esgoto é limitado.

No entanto, 0,35% de domicílios que ainda declaram lançamento em rios, lagos, córrego ou mar, embora não tão expressivo, operado continuamente ao longo dos anos, essa opção contribui para a poluição de recursos hídricos e, acompanhada por outras práticas poluidoras, concorre na consequente diminuição da disponibilidade de água potável na região.

Tabela 6.1.8.1-4: Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo de esgotamento sanitário – Serra/ES.

TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	%
Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede	91,23
Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	3,14
Fossa rudimentar ou buraco	3,18
Vala	1,72
Rio, lago, córrego ou mar	0,35
Outra forma	0,37
Não tinham banheiro nem sanitário	0,01
TOTAL	100

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

No município de Vitória, quase a totalidade dos domicílios utiliza a rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede para o tratamento de esgoto sanitário (99,67%). A fossa séptica ou filtro (0,11%), destaca-se entre os demais percentuais, mas nenhum deles aparece de forma expressiva (**Tabela 6.1.8.1-5**).

Tabela 6.1.8.1-5: Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo de esgotamento sanitário – Vitória/ES.

TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	%
Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede	99,67
Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	0,11
Fossa rudimentar ou buraco	0,05
Vala	0,05
Rio, lago, córrego ou mar	0,05
Outra forma	0,06
Não tinham banheiro nem sanitário	0,1

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Para a coleta e disposição de resíduos, o Censo Demográfico registra o seguinte cenário para o município da Serra em 2022: 88,78% dos domicílios têm lixo coletado pelo serviço de limpeza municipal, 10,81% dos domicílios, por sua vez, depositam o lixo produzido em caçambas disponibilizadas pela prefeitura. Em terceiro lugar, apesar da diminuição percentual expressiva, vem o registro daqueles domicílios que optam por queimar o lixo na propriedade, prática que contribui no aumento da poluição atmosférica (**Tabela 6.1.8.1-6**).

Tabela 6.1.8.1-6: Domicílios particulares permanentes ocupados, por destino do lixo – Serra/ES.

DESTINO DO LIXO	%
Coletado no domicílio por serviço de limpeza	88,78
Depositado em caçamba de serviço de limpeza	10,81
Queimado na propriedade	0,21
Enterrado na propriedade	0,01
Jogado em terreno baldio, encosta ou área pública	0,11
Outro destino	0,08
TOTAL	100

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Em Vitória, 94,17% do lixo produzido pelos domicílios é coletado pelo serviço de limpeza enquanto apenas 5,57% depositam seus resíduos em caçambas deste mesmo serviço. Aqui, em terceiro lugar, entretanto, mesmo que de forma menos expressiva, aparecem os 0,21% dos domicílios no município ainda depositam o lixo em terreno baldio, encosta ou área pública, prática extremamente danosa ao meio ambiente e à saúde pública, principalmente quando se observa o cenário de arboviroses no município (**Tabela 6.1.8.1-7**).

Tabela 6.1.8.1-7: Domicílios particulares permanentes ocupados, por destino do lixo – Vitória/ES.

DESTINO DO LIXO	%
Coletado no domicílio por serviço de limpeza	94,17
Depositado em caçamba de serviço de limpeza	5,57
Queimado na propriedade	0,02
Enterrado na propriedade	0,00
Jogado em terreno baldio, encosta ou área pública	0,21
Outro destino	0,03
TOTAL	100

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

6.1.8.2 Transporte e mobilidade

O sistema de transporte público da Grande Vitória (Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória) é operado pela Companhia de Transportes Urbanos do Espírito Santo (Ceturb-ES), responsável pelo planejamento e fiscalização dos serviços. Em julho de 1989, foi dado início ao projeto Transcol, um sistema metropolitano integrado, que conecta os sete municípios através de 10 terminais urbanos localizados estrategicamente em Cariacica, Serra e Vila Velha. No município da Serra estão os terminais:

- Jacaraípe, localizado no bairro Castelândia, na chegada ao balneário;
- Carapina, localizado no bairro Manoel Plaza, na entrada norte da Vale S/A;
- Laranjeiras, localizado em Laranjeiras, próximo à faculdade Doctum.

Dados gerais do Sistema Transcol disponibilizados pela Ceturb-ES, em 2024, registra que a frota total, que representa a frota operante mais a reserva técnica, contava com 1.778 ônibus, a frota operante, aquela necessária para cumprir as viagens definidas nas ordens de serviço, contavam com 1.622 ônibus no período de referência.

Os ônibus convencionais do sistema acomodam 80 passageiros, dessa forma, a oferta de ônibus é programada de acordo com a demanda de passageiros por linha. A Ceturb-ES registrou, em 2024, uma média de 44 passageiros por viagem.

O Anexo I, da Lei Complementar n°872 que institui o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), dispões das políticas públicas e ações prioritárias para o desenvolvimento da RMGV, entre elas, está a Política Metropolitana de Mobilidade Urbana, que detalha duas principais ações:

III – Modernização, Ampliação e Qualificação do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano e dos Sistemas Não Motorizados. Objetivo: Garantir a implantação de políticas de mobilidade de forma articulada e integrada com diferentes modais, em nível Inter federativo, que facilitem o deslocamento de pessoas de forma qualificada, mediante a introdução de tecnologias operacionais e de comunicação modernas, ampliando a qualidade de vida da população metropolitana, por meio de ações prioritárias como Integração do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano (Transcol) com outros Sistemas Municipais de Transporte Coletivo da área conurbada metropolitana; Sistema de Informações ao Usuário (SIU) para o Sistema Integrado de Transporte Coletivo Metropolitano e estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental para os modais aquaviário e ferroviário urbano, dentro do princípio de utilização intermodal.

IV – Qualificação e Ampliação do Sistema Viário Metropolitano Multimodal e Conexos. Objetivo: Melhorar a qualidade atual da mobilidade urbana de pessoas e de cargas e criar condições para que esta qualidade seja mantida, visando igualdades de oportunidades por meio de ações prioritárias tais como: Plano de Mobilidade Urbana da RMGV - PlaMob Metropolitano; Projeto de Alinhamento Viário, das vias de interesse metropolitano, em especial, abrigos de ônibus, rodoviárias e ferroviárias, representadas na Macrozona de Mobilidade Urbana; e ampliação da rede cicloviária básica metropolitana.

No município da Serra, transporte e mobilidade também são regidos pelo Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Serra, instituído pela Lei n° 5.990 de 14 de maio de 2024 que:

> *Institui o Plano de Mobilidade da Serra, estabelecendo os princípios e diretrizes para integração entre os modos de transporte e para a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no município e dá outras providências. (SERRA, 2024)*

O Art. 2° desta lei ainda evidencia toda a estrutura sobre a qual foi fundamentada, inclusive o PDUI da RGMV supracitado:

> *Este Plano de Mobilidade está fundamentado nos princípios e diretrizes da Constituição Brasileira, da Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade), da Lei Federal 12.587 de 03 de janeiro de 2012 (Política Nacional de Mobilidade Urbana), da Lei Complementar nº 872 de 07 de dezembro de 2017 (Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória) e da Lei Orgânica e do Plano Diretor Sustentável do Município da Serra. (SERRA, 2024)*

O Plano ainda trata do sistema de transporte não motorizado (inclui pedestres, ciclistas, veículos de propulsão humana, de tração animal e acessibilidade), do sistema de transporte motorizado (transporte público coletivo, transporte individual remunerado, transporte escolar, transporte por fretamento, transporte individual, transporte de cargas, transporte aquaviário, ferroviário), os sistemas da infraestrutura (terminais, sistema viário), hierarquia de vias, estacionamento, equipamentos de controle, polos geradores de tráfego e de impacto sobre o trânsito, entre outros.

O destaque fica para os últimos dois capítulos supracitados, sendo que, fica definido, pelo Art. 51° que:

> *Os Polos Geradores de Tráfego (PGTs) são caracterizados como empreendimentos que promovem a atração de viagens para seu acesso e causam impactos na circulação viária, restringindo a fluidez e segurança no trânsito com alteração das condições de circulação de pessoas e veículos no sistema viário das áreas lindeiras e adjacentes. (SERRA, 2024)*

Já o Art. 56° define os polos de impacto:

> *Os polos de impacto sobre o trânsito são caracterizados como empreendimento cujo funcionamento impacte na circulação viária do entorno, refletindo negativamente na fluidez no trânsito com alteração das condições de circulação de pessoas e veículos no sistema viário das áreas lindeiras e adjacentes, e que não estão enquadrados em PGT. (SERRA, 2024)*

Quanto ao transporte público, a legislação define, em seu Art. 28° que:

> *O Poder Executivo Municipal será o responsável por estabelecer diretrizes e políticas públicas que estimulem os diferentes modais de transporte e deve investir na infraestrutura de terminais aquaviários, aeroviários, rodoviários, ferroviários e cicloviários de forma a viabilizar a utilização integrada, com o uso de tecnologias, priorizando aqueles não motorizados e que otimizem a qualidade e sustentabilidade da mobilidade urbana. (SERRA, 2024)*

6.1.8.3 Energia e telecomunicações

A Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo (ARSP), atua no setor de energia elétrica, acompanhando e desenvolvendo estudos para avaliar as necessidades de expansão da infraestrutura de transmissão, geração e distribuição, bem como questões relacionadas à eficiência energética e às fontes renováveis.

As concessionárias de distribuição de energia elétrica no Espírito Santo são a Espírito Santo Centrais Elétricas S/A (EDP) e a Empresa Luz e Força Santa Maria (ELFSM).

Nesse setor, a regulação dos serviços prestados por essas concessionárias é de responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que atua como Poder Concedente em nome da União, com o objetivo de criar condições favoráveis para o desenvolvimento do mercado de energia elétrica.

Em uma análise inicial, os dados do Censo Demográfico de 2022 revelam um cenário aparentemente positivo no município da Serra **(Figura 6.1.8.3-1):** 90% dos domicílios declararam ter conexão à internet. No entanto, por trás desse percentual, esconde-se uma realidade crítica: 1 em cada 10 lares ainda enfrenta exclusão digital, fenômeno que traz impactos profundos no cotidiano da população no município. Sem acesso à internet, surgem obstáculos significativos para realizar atividades básicas como acessar serviços públicos digitais de saúde e educação, emitir documentos online, buscar oportunidades de emprego ou participar de capacitações profissionais. Essa realidade revela, portanto, um cenário de desigualdade digital no município que pode impactar significativamente nas disparidades socioeconômicas da região.

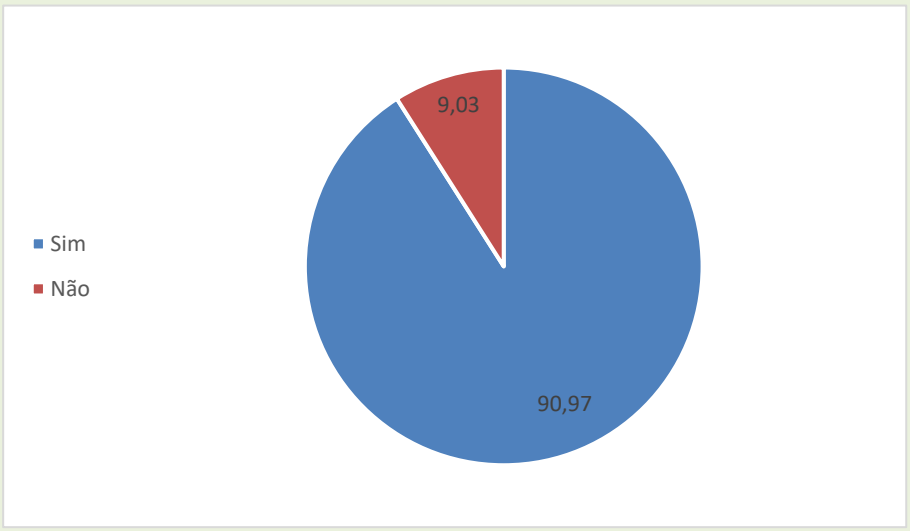


Figura 6.1.8.3-1: Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de conexão domiciliar à internet – Serra/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

Em Vitória, conforme **Figura 6.1.8.3-2,** apesar da diminuição no percentual dos domicílios que não possuem acesso à internet (7,31%), o número ainda precisa ser avaliado a partir da ótica da exclusão digital, principalmente quando se trata de um capital completamente urbanizada.

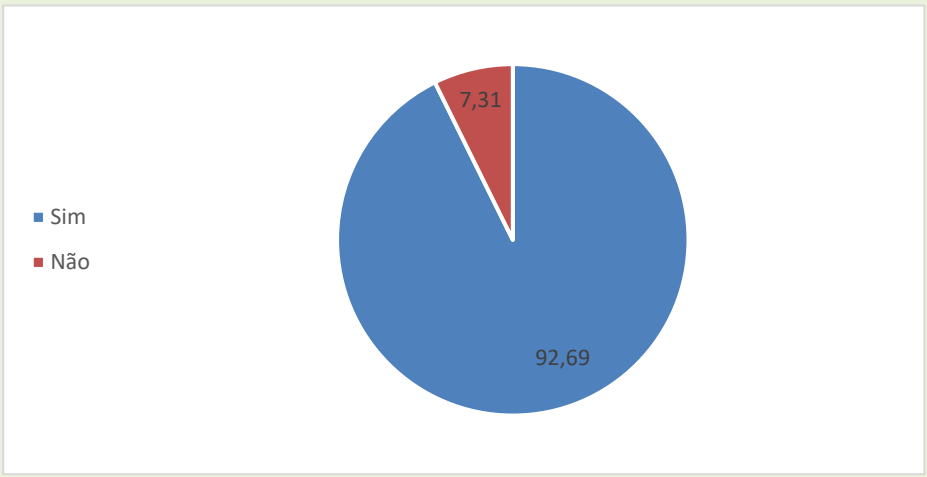


Figura 6.1.8.3-2 : Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de conexão domiciliar à internet – Vitória/ES.

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2022.

- **Equipamentos públicos: educação, saúde, assistência social, segurança pública, lazer**

6.1.8.4 Equipamentos públicos de saúde

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) registra, para o município da Serra, 583 principais estabelecimentos de saúde, sendo que, entre eles, destacam-se os consultórios isolados e clínicas/centros de especialidades. Aparecem ainda de forma expressiva, as unidades de apoio, diagnose e terapia, as unidades básicas de saúde, farmácias e policlínicas **(Tabela 6.1.8.4-1).**

Tabela 6.1.8.4-1: Distribuição por tipos de estabelecimento de saúde – Serra/ES.

TIPO DE ESTABELECIMENTO	TOTAL
Centro de saúde/Unidade básica	41
Policlínica	18
Hospital Geral	5
Hospital especializado	3
Consultório isolado	185
Clínica/centro de especialidade	214
Unidade de apoio, diagnose e terapia (SADT isolado)	69
Unidade móvel terrestre	3
Unidade móvel de nível pré-hospitalar na área de urgência	7
Farmácia	18
Unidade de vigilância em saúde	1
Central de gestão em saúde	1
Centro de atenção, hemoterapia e ou hematologia	1
Centro de atenção psicossocial	3
Pronto Atendimento	3
Central de regulação média das urgências	1
Serviço de atendimento domiciliar isolado (home care)	1
Central de regulação do acesso	1
Central de notificação, captação e distribuição de órgãos estadual	1
Central de abastecimento	5
Centro de imunização	2
TOTAL	583

Fonte: CNES, 2025.

O CNES ainda registra os equipamentos de saúde existentes e em uso nos municípios, na Serra, eles são divididos em oito principais categorias: equipamentos de audiologia, equipamentos de diagnóstico por imagem, equipamentos de infraestrutura, equipamentos de odontologia, equipamentos para manutenção da vida, equipamentos por métodos gráficos, equipamentos por métodos ópticos e outros equipamentos. Dentre essas, o município possui maior predominância de equipamentos de manutenção da vida e odontologia.

A pressão sobre esses equipamentos pode ser avaliada pela relação entre os existentes e os em uso. Na categoria de audiologia, 95% dos equipamentos estão ativos. Já em diagnóstico por imagem, esse percentual é de aproximadamente 78%. Os equipamentos de infraestrutura operam quase em sua totalidade, assim como os de odontologia (95%) e os de manutenção da vida (também 95%).

Quanto aos métodos gráficos, a utilização é praticamente total, enquanto os métodos ópticos registram 95% de uso. Na categoria "outros equipamentos" que inclui aparelhos de diatermia, eletroestimulação, aférese, circulação extracorpórea e hemodiálise, 91% estão em funcionamento.

Em resumo, todas as categorias apresentam uma taxa de utilização de pelo menos 90%, indicando que, apesar da diversidade e volume de equipamentos, a grande maioria está sendo empregada para atender à população da Serra (**Tabela 6.1.8.4-2**).

Tabela 6.1.8.4-2: Classificação e distribuição dos equipamentos de saúde – Serra/ES. (Continua)

EQUIPAMENTOS DE SAÚDE	EXISTENTES	EM USO
EQUIPAMENTOS DE AUDIOLOGIA		
Emissões otoacusticas evocadas transientes	13	13
Emissões otoacusticas evocadas por produto de distorção	6	6
Audiômetro de dois canais	13	12
Imitanciometro	6	6
Cabine acústica	23	21
TOTAL	**61**	**58**
EQUIPAMENTOS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM		
Gama câmara	8	8
Mamógrafo com Comando Simples	4	4
Raio X até 100 ma	38	38
Raio X de 100 a 500 ma	26	26
Raio X mais de 500ma	20	19
Raio x dentário	192	189
Raio X com Fluoroscopia	3	3
Raio X para Densitometria Óssea	3	3
Tomógrafo computadorizado	13	13
Ressonância magnética	4	4
Ultrassom doppler colorido	131	30
Ultrassom ecografo	6	5
Ultrassom convencional	30	30
Processadora de filme exclusiva para mamografia	3	3
TOTAL	**481**	**375**
EQUIPAMENTOS DE INFRAESTRUTURA		
Ar-condicionado	187	186
Controle Ambiental/Ar-condicionado Central	29	29
Grupo gerador	19	19
Usina de Oxigênio	6	5
Câmara para conservação de imunobiológicos	19	19
Refrigerador	35	35
TOTAL	**295**	**293**
EQUIPAMENTOS DE ODONTOLOGIA		
Equipo odontológico	432	425
Compressor odontológico	210	208
Fotopolimerizador	360	337
Caneta de Alta Rotação	706	660
Caneta de Baixa Rotação	476	463
Amalgamador	56	49
Aparelho de Profilaxia c/ Jato de Bicarbonato	217	211
TOTAL	**2457**	**2353**
EQUIPAMENTOS PARA MANUTENÇÃO DA VIDA		
Bomba/balão intra-aortico	4	4
Bomba de Infusão	2225	2223
Berço aquecido	73	69
Bilirrubinometro	1	1
Desfibrilador	157	156
Equipamento de Fototerapia	59	59
Incubadora	75	73
Marcapasso temporário	32	32
Monitor de ECG	747	746
Monitor de Pressão Invasivo	209	208
Monitor de Pressão Não-Invasivo	263	261
Reanimador pulmonar/AMBU	1008	784
Respirador/ventilador	482	460
TOTAL	**5335**	**5076**

Tabela 6.1.8.4-2: Classificação e distribuição dos equipamentos de saúde – Serra/ES. (Conclusão)

EQUIPAMENTOS DE SAÚDE	EXISTENTES	EM USO
EQUIPAMENTOS POR MÉTODOS GRÁFICOS		
Eletrocardiógrafo	112	111
Eletroencefalógrafo	13	12
TOTAL	**125**	**123**
EQUIPAMENTOS POR MÉTODOS ÓPTICOS		
Endoscópio das Vias Respiratórias	26	21
Endoscópio das Vias Urinarias	7	7
Endoscópio digestivo	32	32
Laparoscópio/vídeo	8	7
Microscópio cirúrgico	15	15
Oftalmoscópio	51	51
TOTAL	**139**	**133**
OUTROS EQUIPAMENTOS		
Aparelho de Diatermia por Ultrassom/Ondas Curtas	46	46
Aparelho de Eletroestimulação	86	83
Bomba de Infusão de Hemoderivados	10	10
Equipamentos de Aférese	4	4
Equipamento de Circulação Extracorpórea	3	3
Equipamento para Hemodiálise	130	110
TOTAL	**279**	**256**

Fonte: CNES, 2025.

Por fim, o CNES registra a relação de leitos disponíveis em seis categorias: os cirúrgicos, os clínicos, obstétricos, pediátricos, outras especialidades e os complementares (**Tabela 6.1.8.4-3**). Entre eles, é possível observar àqueles que pertencem ao Sistema Único de Saúde (SUS) e os que não pertencem, que aparecem em menor quantidade em todas as categorias. Na Serra, os leitos de maior disponibilidade são os cirúrgicos e os complementares, seguidos pelos leitos clínicos e os destinados à outras especialidades. Os leitos pediátricos são os que aparecem em menor volume.

Tabela 6.1.8.4-3: Classificação e distribuição de leitos – Serra/ES.

DESCRIÇÃO	EXISTENTE	SUS	NÃO SUS
CIRÚRGICOS			
Buco maxilo facial	3	1	2
Cardiologia	7	0	7
Cirurgia geral	62	52	10
Gastroenterologia	5	1	4
Ginecologia	29	22	7
Nefrologiaurologia	8	1	7
Neurocirurgia	30	25	5
Oncologia	6	0	6
Ortopediatraumatologia	117	98	19
Otorrinolaringologia	8	0	8
Plastica	29	1	28
Toracica	14	12	2
Queimado adulto	10	10	0
TOTAL	**328**	**223**	**105**
CLÍNICO			
Aids	2	1	1
Cardiologia	6	2	4
Clínica geral	235	124	111
Dermatologia	1	1	0
Geriatria	9	0	9
Hematologia	5	1	4
Nefrourologia	17	14	3
Neonatologia	1	0	1
Neurologia	7	4	3
Oncologia	5	0	5
Pneumologia	7	6	1
Unidade isolamento	3	0	3
TOTAL	**298**	**153**	**145**
OBSTÉTRICO			
Obstetrícia cirúrgica	75	60	15
Obstetrícia clínica	55	50	5
TOTAL	**130**	**110**	**20**
PEDIÁTRICO			
Pediatria clínica	69	57	12
Pediatria cirúrgica	7	1	6
TOTAL	**76**	**58**	**18**
OUTRAS ESPECIALIDADES			
Crônicos	34	28	6
Psiquiatria	186	108	78
Reabilitação	1	0	1
TOTAL	**221**	**136**	**85**
COMPLEMENTAR			
UTI adulto - TIPO II	212	135	77
UTI pediátrica - TIPO II	20	0	20
UTI neonatal - TIPO I	10	0	
UTI neonatal - TIPO II	38	20	18
UTI de Queimados	4	3	1
UTI coronariana TIPO II - UCO TIPO II	9	0	9
Unidade de cuidados intermediários neonatal convencional	25	20	5
TOTAL	**328**	**188**	**140**

Fonte: CNES, 2025.

Em Vitória, o CNES registra 1.382 estabelecimentos de saúde, um pouco mais que o dobro do número de estabelecimentos no município anterior (**Tabela 6.1.8.4-4**). Entre eles, destacam-se os consultórios isolados e as clínicas/centro de especialidade, seguidos pelas unidades de apoio diagnose e terapia e as policlínicas, assim como na Serra. Aparecem em menor quantidade a central de regulação e a central de notificação, captação e distribuição de órgãos.

Tabela 6.1.8.4-4: Distribuição por tipos de estabelecimento de saúde – Vitória/ES.

TIPO DE ESTABELECIMENTO	TOTAL
Centro de saúde/unidade básica	30
Policlínica	80
Hospital geral	12
Hospital especializado	10
Consultório isolado	614
Clínica/centro de especialidade	388
Unidade de apoio diagnose e terapia (SADT isolado)	153
Unidade móvel terrestre	3
Unidade móvel de nível pré-hospitalar na área de urgência	11
Farmácia	25
Unidade de vigilância em saúde	4
Hospital/dia - isolado	4
Central de gestão em saúde	5
Centro de atenção hemoterapia e ou hematológica	2
Centro de atenção psicossocial	4
Pronto atendimento	2
Polo academia da saúde	6
Telessaúde	5
Serviço de atenção domiciliar isolado (home care)	10
Laboratório de saúde publica	2
Central de regulação do acesso	1
Central de notificação, captação e distrib de órgãos estadual	1
Central de abastecimento	3
Centro de imunização	7
TOTAL	1382

Fonte: CNES, 2025.

No município de Vitória , as categorias com os maiores volumes de equipamentos e aparelhos de saúde, conforme tabela abaixo, são os equipamentos para manutenção da vida, os equipamentos de odontologia, equipamentos de infraestrutura e os equipamentos por métodos ópticos que são apresentados na **Tabela 6.1.8.4-5**.

A pressão sobre esses equipamentos, avaliada pela relação entre os existentes e aqueles que estão uso, em Vitória, aponta o seguinte cenário: 97% dos equipamentos de audiologia estão em uso, na categoria de diagnóstico por imagem, 95% dos equipamentos estão ativos, assim como os equipamentos de infraestrutura. Entre os equipamentos para manutenção da vida, este percentual é igual a 96%, mesmo que existam em grandes volumes. Enquanto 91% dos equipamentos por métodos gráficos estão ativos, os de métodos ópticos operam quase em sua totalidade, por fim, a categoria que engloba outros equipamentos registra 91% de uso.

Assim como na Serra, portanto, todas as categorias têm altas taxas de utilização, apesar da diversidade e volume de equipamentos e aparelhos de saúde disponíveis para a população da capital.

Tabela 6.1.8.4-5: Classificação e distribuição dos equipamentos de saúde – Vitória/ES. (Continua)

EQUIPAMENTO	EXISTENTES	EM USO
EQUIPAMENTOS DE AUDIOLOGIA		
Emissões otoacusticas evocadas transientes	14	14
Emissões otoacusticas evocadas por produto de distorção	13	13
Pot evocado aud tronco encef de curta, média e longa latência	7	7
Audiômetro de um canal	11	9
Audiômetro de dois canais	25	24
Imitanciometro	12	12
Imitanciometro multifrequencial	10	10
Cabine acústica	30	30
Sistema de campo livre	10	10
Sistema completo de reforço visual (VRA)	3	3
TOTAL	**135**	**132**
EQUIPAMENTOS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM		
Gama câmara	7	7
Mamógrafo com Estereotaxia	6	6
Raio X até 100 ma	29	28
Raio X de 100 a 500 ma	36	36
Raio X mais de 500ma	23	23
Raio x dentário	311	285
Raio X com Fluoroscopia	10	10
Raio X para Densitometria Óssea	11	11
Raio X para Hemodinâmica	7	7
Tomógrafo computadorizado	29	29
Ressonância magnética	15	15
Ultrassom doppler colorido	117	115
Ultrassom ecografo	48	47
Ultrassom convencional	60	57
Processadora de filme exclusiva para mamografia	3	3
Mamógrafo computadorizado	11	11
TOTAL	**723**	**690**
EQUIPAMENTOS DE INFRAESTRUTURA		
Ar-condicionado	1147	1072
Câmara frigorifica	1	1
Controle Ambiental/Ar-condicionado Central	163	160
Grupo gerador	43	43
Usina de Oxigênio	32	29
Câmara para conservação de hemoderivados/imuno/termolábeis	21	21
Câmara para conservação de imunobiológicos	61	61
Condensador	43	43
Freezer científico	28	28
Grupo gerador (8 a 100 KVA)	3	3
Refrigerador	140	138
TOTAL	**1682**	**1599**
EQUIPAMENTOS DE ODONTOLOGIA		
Equipo odontológico	575	564
Compressor odontológico	330	325
Fotopolimerizador	488	473
Caneta de Alta Rotação	922	890
Caneta de Baixa Rotação	735	712
Amalgamador	60	44
Aparelho de Profilaxia c/ Jato de Bicarbonato	384	374
TOTAL	**3494**	**3382**
EQUIPAMENTOS PARA MANUTENÇÃO DA VIDA		
Bomba/balão intra-aortico	4	4
Bomba de Infusão	2291	2222
Berço aquecido	97	90
Bilirrubinometro	6	6

Tabela 6.1.8.4-5: Classificação e distribuição dos equipamentos de saúde – Vitória/ES. (Conclusão)

EQUIPAMENTO	EXISTENTES	EM USO
Debitometro	22	19
Desfibrilador	370	349
Equipamento de Fototerapia	94	89
Incubadora	65	61
Marcapasso temporário	61	56
Monitor de ECG	656	637
Monitor de Pressão Invasivo	478	474
Monitor de Pressão Não-Invasivo	959	940
Reanimador pulmonar/ambu	1097	1005
Respirador/ventilador	713	656
TOTAL	**6913**	**6608**
EQUIPAMENTOS POR MÉTODOS GRÁFICOS		
Eletrocardiógrafo	272	250
Eletroencefalógrafo	34	30
TOTAL	**306**	**280**
EQUIPAMENTOS POR MÉTODOS ÓPTICOS		
Endoscópio das Vias Respiratórias	30	30
Endoscópio das Vias Urinarias	22	22
Endoscópio digestivo	98	97
Equipamentos para Optometria	34	33
Laparoscópio/vídeo	26	25
Microscopio cirurgico	39	35
Cadeira oftalmológica	115	115
Coluna oftalmológica	113	113
Refrator	111	111
Lensometro	98	96
Projetor ou tabela de optotipos	118	115
Retinoscopio	80	80
Oftalmoscópio	120	120
Ceratometro	55	55
Tonometro de aplanacao	120	120
Biomicroscopio (lampada de fenda)	133	133
Campimetro	27	27
Histeroscopio	5	5
TOTAL	**1344**	**1332**
OUTROS EQUIPAMENTOS		
Caminhão baú refrigerado	2	2
Veículo utilitário (tipo furgão)	1	1
Aparelho de Diatermia por Ultrassom/Ondas Curtas	121	119
Aparelho de Eletroestimulação	198	196
Equipamentos de Aférese	1	1
Equipamento de Circulação Extracorpórea	4	3
Equipamento para Hemodiálise	170	135
Forno de Bier	18	15
TOTAL	**515**	**472**

Fonte: CNES, 2025.

Os leitos registrados pelo CNES em Vitória, também dividido nas seis categorias e classificados entre os que pertencem ou não ao SUS, se concentram, principalmente entre os leitos clínicos, os cirúrgicos e os complementares (**Tabela 6.1.8.4-6**). Com exceção deste último, em todas as categorias os leitos disponibilizados pelo SUS, superam em quantidade aqueles que não são.

Tabela 6.1.8.4-6: Classificação e distribuição de leitos – Vitória/ES.

DESCRIÇÃO	EXISTENTE	SUS	NÃO SUS
CIRÚRGICO			
Buco maxilo facial	6	5	1
Cardiologia	6	6	0
Cirurgia geral	240	117	123
Endocrinologia	1	0	1
Gastroenterologia	19	17	2
Ginecologia	76	39	37
Nefrologiaurologia	25	23	2
Neurocirurgia	62	61	1
Oftalmologia	3	1	2
Oncologia	32	31	1
Ortopediatraumatologia	185	179	6
Otorrinolaringologia	14	3	11
Plástica	21	6	15
Torácica	10	9	1
TOTAL	**700**	**497**	**203**
CLÍNICO			
Aids	3	3	0
Cardiologia	59	23	36
Clínica geral	457	208	249
Dermatologia	2	2	0
Geriatria	8	6	2
Hematologia	17	17	0
Nefrourologia	26	25	1
Neurologia	69	68	1
Oncologia	114	101	13
Pneumologia	16	15	1
Unidade isolamento	13	12	1
TOTAL	**784**	**480**	**304**
OBSTÉTRICO			
Obstetrícia cirúrgica	116	62	54
Obstetrícia clínica	11	5	6
TOTAL	**127**	**67**	**60**
PEDIÁTRICO			
Pediatria clínica	82	57	25
Pediatria cirúrgica	11	8	3
TOTAL	**93**	**65**	**28**
OUTRAS ESPECIALIDADES			
Crônicos	32	20	12
Acolhimento noturno	14	14	0
TOTAL	**46**	**34**	**12**
COMPLEMENTAR			
UTI adulto - TIPO I	16	0	16
UTI adulto - TIPO II	261	147	114
UTI pediátrica - TIPO I	9	0	
UTI pediátrica - TIPO II	18	16	2
UTI neonatal - TIPO II	56	26	30
UTI de queimados	6	6	0
UTI CORONARIANA TIPO II - UCO TIPO II	36	8	28
Unidade de cuidados intermediários neonatal convencional	25	10	15
Unidade de cuidados intermediários neonatal canguru	5	5	0
Unidade de cuidados intermediários pediátrico	15	0	15
TOTAL	**447**	**218**	**229**

Fonte: CNES, 2025.

As Prefeituras Municipais divulgaram, em 2024, o Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (dengue, Zika, Chikungunya, e febre amarela) e assistência ao paciente.
O plano também apresenta a organização administrativa da Secretaria de Saúde da Serra e Vitória, como segue na tabela abaixo:

Tabela 6.1.8.4-7: Organização administrativa da Secretaria de Saúde da Serra – Serra/ES.

COMPONENTE	RESPONSABILIDADES/MISSÃO
Superintendência de Vigilância em Saúde	Ações de vigilância, prevenção e controle de doenças transmissíveis, pela vigilância de fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, saúde ambiental e do trabalhador e análise de situação de saúde da população.
Superintendência de Atenção Primária	Porta de entrada do paciente nos serviços de saúde
Superintendência de Atenção Especializada	Atende casos mais complexos
Assistência farmacêutica	Disponibilização de materiais e insumos necessários que atendem demandas espontâneas, garantindo a logística de compra e distribuição adequada
Regulação do paciente	Agendamento de pacientes de forma prioritária conforme a oferta de vagas, ou de forma complementar por meio de outros mecanismos de gestão conforme disponibilidade financeira para realização
Superintendência de Gestão do Trabalho e Educação	Coordenação e organização das capacitações para os profissionais de saúde e pela adequação e otimização de recursos humanos, necessários em cada nível de resposta para o enfrentamento das arboviroses.
Superintendência de Gestão Administrativa	Viabiliza através de abertura de processos licitatórios e adesão a atas, a estrutura física necessária para combate as Arboviroses, bem como, viabilizar transporte e aquisição de insumos e equipamentos necessários para execução dos trabalhos pelas áreas fins.
Assessoria Técnica	Ações de suporte administrativo e jurídico ao Secretário Municipal de demandas relacionadas ao contexto epidêmico das arboviroses
Assessoria de Comunicação	Divulgar informações sobre as ações, os programas e os serviços prestados pela administração municipal

Fonte: PMS, Plano de Contingência para Controle das Arboviroses, 2024

Tabela 6.1.8.4-8 Organização administrativa da Secretaria de Saúde de Vitória– Vitória/ES.

COMPONENTE	RESPONSABILIDADES/MISSÃO
Vigilância Epidemiológica e Centro de Informações Estratégicas de Vigilância em Saúde	Acompanhar a curva epidêmica da dengue, zika e chikungunya, identificando precocemente o aumento no número de casos e áreas de maior ocorrência; analisar periodicamente os grupos mais acometidos; atuar de forma integrada com a equipe de controle do vetor, informando em tempo oportuno as alterações na curva de casos, bem como os locais de maior acometimento, a fim de oportunizar as ações de bloqueio de transmissão; fornecer informações à Câmara Técnica de Arboviroses, a fim de instrumentalizar a tomada de decisões
Controle Vetorial	Monitorar os Índices de Infestação Predial (IIP) do Aedes aegypti obtidos pelo LIRAa (Levantamento de Índice Rápido para Aedes aegypti) para subsidiar a execução de ações apropriadas para eliminação dos criadouros de mosquitos; intensificar o controle do vetor e de criadouros existentes nas comunidades com maiores números de notificações e óbitos; promover ações de educação em saúde e sensibilização das comunidades do município, com vistas à redução do número de criadouros do mosquito vetor e consequente redução do número de casos desta doença
Rede de Assistência	Garantir assistência de qualidade, com adequado manejo clínico; auxiliar na vigilância dos casos, através da notificação e busca ativa; reduzir a letalidade por dengue, zika e chikungunya, mediante o diagnóstico precoce das arboviroses e tratamento oportuno e adequado.
Ações Integrais de Educação em Saúde, Comunicação e Mobilização Social	Fomentar o desenvolvimento de ações educativas para a mudança de comportamento e adaptação de práticas para a manutenção do ambiente livre do Aedes aegypti.

Fonte: PMV, Plano de Contingência para Controle das Arboviroses, 2024.

Em síntese, as redes públicas de saúde dos municípios de Vitória e Serra, abrangendo as Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento, apresentam uma estrutura organizada e articulada para o atendimento da população local, com serviços distribuídos nos níveis primário, secundário e terciário de atenção. Na Serra, destaca-se o Hospital Estadual Dr. Dório Silva, unidade referência em urgência, emergência e especialidades de média e alta complexidade, que atende não só o município, mas também a Grande Vitória e outras regiões próximas.

Já em Vitória, além das Unidades Básicas de Saúde e serviços de urgência, a Santa Casa de Misericórdia integra o atendimento público pelo Sistema Único de Saúde (SUS), oferecendo suporte hospitalar relevante à população. Assim, a organização das redes municipais e estaduais, com a presença desses hospitais públicos estratégicos, garante o acesso integral aos serviços essenciais de saúde, assegurando a promoção, prevenção, diagnóstico e tratamento indicados para a população residente nas áreas impactadas pelo empreendimento.

6.1.8.5 Equipamentos de Segurança Pública

O Observatório da Segurança Pública da Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa Social (SESP), monitora continuamente os indicadores de segurança pública, levantando e organizando dados em uma série histórica que registra, por exemplo, crimes contra a vida, crimes contra o patrimônio, violência no trânsito, violência de gênero, entre outros. Em um panorama geral, é possível observar os principais crimes contra o patrimônio e os crimes com vítimas fatais nos municípios da AII e AID.

No município da Serra, durante o ano de 2024 o crime contra o patrimônio mais recorrente foi o estelionato/fraude que, segundo o Código Penal, em seu Art. 171°, define estelionato como:

> *"Obter, para si ou para outrem, vantagem ilícita, em prejuízo alheio, induzindo ou mantendo alguém em erro, mediante artifício, ardil, ou outro meio fraudulento." (BRASIL, 1940)*

Os dados ainda classificam os crimes contra o patrimônio em furto, aquele que ocorre sem contato ou intimidação direta à vítima, e roubo, que envolve subtração com violência ou ameaça direta à vítima. Neste sentido, o segundo crime de maior recorrência são os roubos de aparelho celular com 3.020 casos registrados no ano de referência. Os roubos à pessoa em via pública e os furtos de aparelho celular também surgem de forma expressiva nos dados do município. Em contrapartida, o crime de menor recorrência na Serra é o roubo em residência/condomínio, com apenas 19 registros em 2024 (**Tabela 6.1.8.5-1**).

Tabela 6.1.8.5-1: Crimes contra o patrimônio – Serra/ES.

CRIMES CONTRA O PATRIMÔNIO	QUANTIDADE
Roubo a pessoa em via pública	2.517
Roubo em transporte coletivo	845
Roubo em estabelecimento comercial	98
Roubo em residência/condomínio	19
Furto em transporte coletivo	464
Furto em estabelecimento comercial	690
Furto em residência/condomínio	491
Furto a pessoa em via pública	455
Crimes informáticos	384
Estelionato/fraude	6.975
Veículo furtado	932
Veículo roubado	462
Aparelho celular furtado	1.671
Aparelho celular roubado	3.020
Bicicleta furtada	428
Bicicleta roubada	73

Fonte: Observatório da Segurança Pública, 2024.

No município, o crime de maior recorrência com vítimas fatais é aquele por arma de fogo, com 3.792 registros. Apesar disso, chama atenção o número de feminicídios na Serra em 2024, uma vez que se compreende o conceito como o assassinato de mulheres por razões associadas a seu gênero (**Tabela 6.1.8.5-2**). É a forma mais extrema da violência baseada na inequidade de gênero, esta entendida como a violência exercida pelos homens contra as mulheres em seu desejo de obter poder, dominação ou controle (CAMPOS, 2015, apud CACEDO E SARGOT, 2002).

Tabela 6.1.8.5-2: Crimes com vítimas fatais – Serra/ES.

TIPO DE INCIDENTES	QUANTIDADE
Morte por intervenção legal de agende do Estado	8
Lesão corporal seguida de morte	3
Latrocínio	13
Homicídio doloso	121
Feminicídio	5
Morte por afogamento	7
Arma de fogo	3.792

Fonte: Observatório da Segurança Pública, 2024.

No município de Vitória, o estelionato/fraude (6.450) também é o crime com o maior número de registros no ano de referência, seguido pelo roubo à pessoa em via pública, com 1.752 registros, empatados em terceiro lugar, estão o furto e roubo de aparelho celular. O roubou em residência/condomínio também é o crime contra o patrimônio de menor recorrência no município, mas registra 2 casos a mais que o município da Serra no mesmo ano (**Tabela 6.1.8.5-3**).

Tabela 6.1.8.5-3: Crimes contra o patrimônio – Vitória/ES.

CRIMES CONTRA O PATRIMÔNIO	QUANTIDADE
Roubo a pessoa em via pública	1.752
Roubo em transporte coletivo	443
Roubo em estabelecimento comercial	173
Roubo em residência/condomínio	21
Furto em transporte coletivo	559
Furto em estabelecimento comercial	710
Furto em residência/condomínio	459
Furto a pessoa em via pública	694
Crimes informáticos	846
Estelionato/fraude	6.450
Veículo furtado	585
Veículo roubado	63
Aparelho celular furtado	1.765
Aparelho celular roubado	1.765
Bicicleta furtada	734
Bicicleta roubada	93

Fonte: Observatório da Segurança Pública, 2024.

Em Vitória ainda, os crimes com vítimas fatais registram aqueles por arma de fogo como o incidente mais recorrente. Aqui, entretanto, chama atenção o número de Mortes por Intervenção Legal de Agente do Estado (MILAE), um indicador que pode revelar uma violência policial presente no município (**Tabela 6.1.8.5-4**). Seria importante, nesses casos, que o dado fosse incrementado a partir da interseccionalidade de cor e raça, para que se observe a aplicabilidade do conceito de necropolítica, elaborado por Achille Mbembe (BONTEMPO, 2020), que ajuda a compreender a ação distorcida do Estado no controle social.

Tabela 6.1.8.5-4: Crimes com vítimas fatais – Vitória/ES.

TIPO DE INCIDENTES	QUANTIDADE
Morte por Intervenção Legal de Agentes do Estado	37
Lesão corporal seguida de morte	3
Latrocínio	0
Homicídio doloso	55
Feminicídio	1
Morte por afogamento	9
Arma de fogo	3.792

Fonte: Observatório da Segurança Pública, 2024.

Ambos os municípios estão integrados à Região Integrada de Segurança Pública (RISP) metropolitana, uma estrutura de gestão compartilhada que reúne cidades com desafios comuns em segurança pública. Essa configuração possibilita a implantação de centros de comando unificados, nos quais diferentes órgãos de segurança atuam de forma coordenada, otimizando a troca de informações e a eficiência operacional.

A Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do Espírito Santo registra as Superintendências de Polícia Regional Metropolitana nos municípios da AII e AID, ou seja, as delegacias e distritos policiais que funcionam enquanto unidades policiais fixas de atendimento ao público, base e administração de operações policiais. Na Serra, está localizada a 3° Delegacia Regional com funcionamento 24 horas e quatro distritos policiais. Ver **Tabela 6.1.8.5-5**.

Tabela 6.1.8.5-5: Superintendência de Polícia Regional Metropolitana (SPRM) – Serra/ES.

UNIDADE	HORÁRIO DE ATENDIMENTO	TELEFONE	ENDEREÇO
3ª Delegacia Regional (Serra)	8h às 18h	(27) 3198-7160	Av. Eldes Scherrer de Souza, s/nº - Parque Residencial Laranjeiras Serra/ ES. CEP 29165-680 3dr.ser@pc.es.gov.br
3ª Delegacia Regional (Serra) - PLANTÃO	24h	(27) 3198-7164	Av. Eldes Scherrer de Souza, s/nº Parque Residencial Laranjeiras Serra/ ES. CEP 29165-680 3dr.ser@pc.es.gov.br
10º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 3198-7151	Av. Desembargador Mário da Silva Nunes (Av. Norte Sul) nº 100, Bairro Jardim Limoeiro, Serra/ES, CEP.: 29164-044. 10dp@pc.es.gov.br
11º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 3198-8006	Av. Abido Saad, 24, Jacaraípe, Serra/ ES. CEP: 29175-344 11dp@pc.es.gov.br
12º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 3198-7165	Av. Desembargador Mário da Silva Nunes (Av. Norte Sul) nº 100, Bairro Jardim Limoeiro, Serra/ES, CEP.: 29164-044.
13º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 27 3198-7152	Av. Desembargador Mário da Silva Nunes (Av. Norte Sul) nº 100, Bairro Jardim Limoeiro, Serra/ES, CEP.: 29164-044. 13dp@pc.es.gov.br

Fonte: Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social, 2025.

Além disso, ainda há o registro das Superintendências de Polícia Especializada (**Tabela 6.1.8.5-6**). Na Serra, estão registrados um Departamento Especializado de Homicídios e Proteção à Pessoa (DHPP), duas delegacias de narcóticos, uma Delegacia Especializada em Acidente de Trabalho (DEAT) e uma Delegacia Especializada em Atendimento à Mulher (DEAM).

Tabela 6.1.8.5-6: Superintendência de Polícia Especializada (SPE) – Serra/ES.

UNIDADE	HORÁRIO DE ATENDIMENTO	TELEFONE	ENDEREÇO
Departamento Especializado de Homicídios e Proteção à Pessoa - DHPP Serra	8h às 18h	(27) 3198-7924	Rua Odisseia Neves Gabrielli, 322 Bairro Rosário de Fátima, Serra/ ES.
1ª Delegacia Especializada de Narcóticos (Vitória e Serra) - DENARC	8h às 18h	(27) 3198-7975	Av. Brasil, 984 Novo Horizonte, Serra/ES.
2ª Delegacia Especializada de Narcóticos (Cariacica, Viana e Vila Velha) - DENARC	8h às 18h	(27) 3198-7975	Av. Brasil, 984 Novo Horizonte, Serra/ES.
Delegacia Especializada de Acidente de Trabalho (DEAT)	8h às 18h	(27) 3198-6638	Rua Sebastião Rodrigues Miranda, 49, 2º andar Boa Vista II, Serra/ ES. CEP 29461-027
Delegacias Especializadas de Atendimento à Mulher - Deam Serra	8h às 18h	(27)3198-7953	Rua Sebastião Rodrigues Miranda, 49 bairro Boa Vista II, Serra/ ES. CEP: 29161-027

Fonte: Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social, 2025.

No município de Vitória, as Superintendências de Polícia Regional também contam com uma Delegacia Regional com funcionamento 24 horas e cinco distritos policiais (**Tabela 6.1.8.5-7**).

Tabela 6.1.8.5-7: Superintendência de Polícia Regional Metropolitana (SPRM) – Vitória/ES.

UNIDADE	HORÁRIO DE ATENDIMENTO	TELEFONE	ENDEREÇO
1ª Delegacia Regional (Vitória)	8h às 18h	(27) 3198-7014 e 3198-7015	Rua Maria de Lurdes Garcia, n° 428, na Ilha de Santa Maria, Vitória/ES (antiga sede da Guarda Civil Municipal de Vitória). CEP - 29.053-310 1dr.vit@pc.es.gov.br
1ª Delegacia Regional (Vitória) - PLANTÃO	24h	(27) 3198-7014 e 3198-7015	Rua Maria de Lurdes Garcia, n° 428, na Ilha de Santa Maria, Vitória/ES (antiga sede da Guarda Civil Municipal de Vitória). CEP - 29.053-310 1dr.vit@pc.es.gov.br
1º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 3198-7990	Av. Santo Antônio, 1.370 Santo Antônio, Vitória/ ES. CEP 29025-120 1dp@pc.es.gov.br
2º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 3198-7008 e 7009	Rua Maria de Lurdes Garcia, n° 428, na Ilha de Santa Maria, Vitória/ES (antiga sede da Guarda Civil Municipal de Vitória). CEP - 29.053-310 2dp@pc.es.gov.br
3º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 27 3198-7995	Rua Celso Calmon, 173 – Praia do Canto, Vitória/ ES. CEP 29055-590 3dp@pc.es.gov.br
4º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 27 3198-8000	Rua Leopoldo Gomes Salles, s/nº – Goiabeiras, Vitória/ ES. CEP 29075-100 4dp@pc.es.gov.br
5º Distrito Policial	8h às 18h	(27) 3198-7190	Rua Belmiro Teixeira Pimenta, s/nº Jardim Camburi, Vitória/ ES. CEP 29090-600 5dp@pc.es.gov.br

Fonte: Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social, 2025.

Em Vitória **(Tabela 6.1.8.5-8),** as Superintendências de Polícia Especializada contam com uma ampla rede de delegacias especializadas para atendimento à população. Entre as unidades disponíveis, destacam-se a Delegacia de Homicídios, que funciona 24 horas, a Delegacia de Proteção à Mulher, a Delegacia de Roubos a Bancos e a Delegacia de Repressão aos Crimes Cibernéticos. A estrutura inclui ainda delegacias especializadas em furtos e roubos de veículos, crimes de sequestro, proteção à pessoa idosa, atendimento ao turista e defesa dos direitos da criança e do adolescente, além de outras unidades voltadas para tipos específicos de criminalidade. Essa diversificação permite um atendimento mais eficiente e direcionado às diferentes demandas de segurança pública na capital capixaba.

Tabela 6.1.8.5-8: Superintendência de Polícia Especializada (SPE) – Vitória/ES. (Continua)

UNIDADE	HORÁRIO DE ATENDIMENTO	TELEFONE	ENDEREÇO
Departamento Especializado de Homicídios e Proteção à Pessoa (DHPP)	8h às 18h	(27) 3198-7020	Rua Dr. João Carlos de Souza, 89 Barro Vermelho, Vitória/ ES.
Delegacia Especializada de Homicídio e Proteção a Mulher (DHPM)	8h às 18h	(27) 3198-7034 e 3198-7035	Rua Dr. João Carlos de Souza, 89, térreo Barro Vermelho, Vitória/ ES.
Delegacia Especializada de Homicídio - Pessoas Desaparecidas	8h às 18h	(27) 3198-7022	Rua João Carlos de Souza, s/n, 1º andar, Sala 3 e 4 Bairro Vermelho, Vitória/ ES. CEP 29045-412
Delegacia de Plantão – Homicídios	24h	(27) 3198-7024	Rua Dr. João Carlos de Souza, 89 Barro Vermelho, Vitória/ ES.
Departamento Especializado de Investigações Criminais (DEIC)	8h às 18h	(27) 3198-7080	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Divisão Especializada de Repressão aos Crimes Contra o Patrimônio (DRCCP)	8h às 18h	(27) 3198-7080	Av. Marechal Campos, Nº1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Segurança Patrimonial (DSP)	8h às 18h	(27) 3198-7105	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Roubo a Bancos (DRB)	8h às 18h	(27) 3198-7087	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Crimes Contra os Transportes de Passageiros (DCCTP)	8h às 18h	(27) 3198-7099	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Crimes Contra os Transportes de Cargas (DCCTC)	8h às 18h	(27) 3198-7096	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Crimes de Defraudações e Falsificações (DEFA)	8h às 18h	(27) 3198-7083	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Repressão aos Crimes Cibernéticos (DRCC)	8h às 18h	(27) 3198-7081	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada em Crimes Contra Estabelecimentos Comerciais (DCCEC)	8h às 18h	(27) 3198-7089	Av. Marechal Campos, 1236 Bairro Bonfim, Vitória/ ES. CEP 29047-105
Delegacia Especializada de Repressão aos Crimes Rurais (DERCR)	8h às 18h	(27) 3198-7919	Rua Henrique Novais, 170, 3º andar, Centro - Vitória
Delegacia Especializada de Crimes de Furtos e Roubos de Veículos (DCFRV)	8h às 18h	(27) 3198-7988	Rua Maria de Lourdes Garcia, 50 Ilha de Santa Maria, Vitória/ ES. CEP 29051-250
Delegacia Especializada de Crimes de Adulteração Veicular (DCAV)	8h às 18h	(27) 3198-7980	Rua Maria de Lourdes Garcia, 50 Ilha de Santa Maria, Vitória/ ES. CEP 29051-250
Delegacia Especializada de Delitos de Trânsito (DDT)	8h às 18h	(27) 3198-8053	Av. Fernando Ferrari, 1080, Ed. América, Torre II, loja 01 Vitória/ ES.
Delegacia Especializada de Defesa do Consumidor (DECON)	8h às 18h	(27) 27 3198-8057 e 3198-8058	Av. Américo Buaiz, nº 205 Enseada do Suá, Vitória/ ES. CEP 29050-950 (Térreo da Assembléia Legislativa)
Delegacia Especializada do Adolescente em Conflito com a Lei (DEACLE)	8h às 18h	(27) 3198-7942	Avenida Dário Lourenço de Souza, nº 110 Mario Cypreste, Vitória - ES

Tabela 6.1.8.5-8: Superintendência de Polícia Especializada (SPE) – Vitória/ES. (Conclusão)

UNIDADE	HORÁRIO DE ATENDIMENTO	TELEFONE	ENDEREÇO
Delegacia Especializada de Costumes e Diversões (DECODI)	8h às 18h	(27) 27 3198-7187	Rua Belmiro Teixeira Pimenta, s/n Jardim Camburi, Vitória/ ES. CEP 29090-600
Delegacia Especializada de Antissequestro (DAS)	8h às 18h	(27) 3198-5976	R. Henrique Novaes, 170 - Centro, Vitória - ES, 29010-490 (Ciretran de Vitória)
Delegacia Especializada de Proteção à Criança e Adolescente (DPCA)	8h às 18h	(27) 27 3198-8014 e 3198-8015	Rua Lizandro Nicoleti, s/nº. Jucutuquara - Vitória-ES
Delegacia Especializada de Proteção à Pessoa Idosa - DEPPI	8h às 18h	(27) 3198-5950	Av. Nossa Senhora da Penha, 2290 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP 29045-402
Delegacia Especializada de Atendimento e Proteção ao Turista (DEPTur)	8h às 18h	(27) 3198-7193	Av. Roza Helena Schorling Albuquerque, S/N - Aeroporto, Vitória - ES, 29075-685
Delegacia Especializada de Proteção ao Meio Ambiente (DEPMA)	8h às 18h	(27) 3198-7910	Rua Hermes Curry Carneiro, 350Ilha de Santa Maria, Vitória/ ES. CEP 29051-210
Delegacia Especializada em Fiscalização de Armas, Explosivos e Munições (DEFAEM)	8h às 18h	(27) 3198-5860	Av. Nossa Senhora da Penha, 2290 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP: 29045-402
Divisão Especializada de Atendimento à Mulher	8h às 18h	(27) 3198 5864	Av. Nossa Senhora da Penha, 2270 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP 29045-950
Delegacias Especializadas de Atendimento à Mulher DEAM Vitória	8h às 18h	(27) 3198 5981	Rua Cândido Portinari, snº Santa Luzia, Vitória/ES.
Delegacia de Crimes Contra a Administração Pública (DECOR)	8h às 18h	(27) 3198-8043	Av. Nossa Senhora da Penha, 2.290 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP 29045-402
Delegacia de Repressão às Ações Criminosas Organizadas (DRACO)	8h às 18h	(27) 3198-8044	Av. Nossa Senhora da Penha, 2.290 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP 29045-402
Delegacia de Crimes Contra a Ordem Tributária (DCCOT)	8h às 18h	(27) 3132-1915	Av. Nossa Senhora da Penha, 1.590 Barro Vermelho, Vitória/ES. CEP 29057-550
Delegacia Especializada de Polícia Interestadual	8h às 18h	(27) 3198-5840 e 3198- 5845	Av. Nossa Senhora da Penha, 2.290 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP 29045-402
Delegacia Especializada de Crimes Contra o Sistema Carcerário	8h às 18h	-	Av. Nossa Senhora da Penha, 2.290 Santa Luiza, Vitória/ ES. CEP 29045-402

Fonte: Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social, 2025.

6.1.8.6 Equipamentos Públicos de Educação

Coordenado e disponibilizado pelo Inep, o Censo Escolar é um levantamento estatístico-educacional anual do Brasil, coletando dados detalhados sobre as instituições de ensino, corpo docente e infraestrutura escolar em todo o território nacional.

Em 2024, o Censo Escolar registrou 279 escolas no município da Serra (ES) (**Tabela 6.1.8.6-2**). A maior parte delas (54,83%) pertence à rede municipal de ensino. Em seguida, aparecem as escolas privadas, seguidas pelas estaduais. Por fim, a rede federal está representada por apenas uma instituição: o Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), que oferece ensino técnico e superior na região.

No segmento privado, que totaliza 79 escolas, a maioria são instituições particulares, mas inclui também duas escolas filantrópicas em funcionamento: a Escola Adventista da Serra, localizada na Avenida Jones dos Santos Neves, e a Escola APAE CAEE Dr. Pedro Feu Rosa, na Rua Afonso Arinos Melo Franco. O censo revela que, entre as privadas, 41 (51,89%) estão ativas, 37 (46,83%) paralisadas, e uma foi extinta no período de referência.

Tabela 6.1.8.6-1: Escolas por dependência administrativa – Serra/ES.

DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	FEDERAL	ESTADUAL	MUNICIPAL	PRIVADA	TOTAL
N°	1	46	153	79	279
%	0,35	16,48	54,83	28,32	100

Fonte: INEP, Censo Escolar, 2024.

O Censo Escolar ainda registra a localização das escolas mapeadas, sendo que 97% das escolas se encontram em área urbana. As sete escolas localizadas em área rural fazem parte da rede municipal, conforme tabela abaixo.

Tabela 6.1.8.6-2: Escolas por localização – Serra/ES.

LOCALIZAÇÃO	URBANA	RURAL
N°	272	7
%	97,49	2,51

Fonte: INEP, Censo Escolar, 2024.

O Censo Escolar de 2024 revela que os bairros da Área de Interesse Direto (AID) possuem 16 instituições de ensino em seu território. Desse total, a rede municipal é a mais representativa, com 11 escolas (68,75% do total), seguida pela rede estadual, com 5 unidades (31,25%). No recorte, não foram registradas escolas privadas. Todas as demais instituições da AID encontravam-se em pleno funcionamento no período da pesquisa.

A distribuição das escolas na AID reflete o padrão observado em todo o município da Serra (**Tabela 6.1.8.6-3**), onde a rede municipal assume papel preponderante na oferta educacional, complementada pela rede estadual.

Tabela 6.1.8.6-3: Escolas da AID por nome, dependência administrativa, localização e situação de funcionamento – Serra/ES.

BAIRRO AID	ESCOLA	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	LOCALIZAÇÃO	SITUAÇÃO FUNCIONAMENTO
Praia De Carapebus	EEEF Carapebus	Estadual	Rua Coronel Edgar	Em atividade
	CMEI Prof Maria Amelia Da Conceicao Rosa	Municipal	Avenida Vitoria	Em atividade
Cidade Continental Setor Oceania	EEEFM Zumbi Dos Palmares – Serra	Estadual	Avenida Honolulu	Em atividade
	CMEI Oceania	Municipal	Rua Dos Cangurus	Em atividade
Cidade Continental Setor África	EEEFM Prof Maria Olinda De Oliveira Menezes	Estadual	Avenida Arabias	Em atividade
	CMEI Vovó Enadina F Porciliana	Municipal	Rua Samora Machel	Em atividade
Cidade Continental-Setor Europa	EMEF Irma Cleusa Carolina Rody Coelho	Municipal	Rua Leonardo Da Vinci	Em atividade
	CMEI Espaco Feliz	Municipal	Rua Letonia	Em atividade
Cidade Continental	CMEI Primeiro Passo	Municipal	Avenida Dos Índios	Em atividade
	CMEI Selma Nacif Elias	Municipal	Rua Madre Teresa	Em atividade
Cidade Continental Set Asia	EEEF Francisco Alves Mendes	Estadual	Avenida Ho Shi Min	Em atividade
Novo Horizonte	CEEFMTI Dr Getunildo Pimentel	Estadual	Rua Aguia	Em atividade
	EMEF Aureniria Correa Pimentel	Municipal	Rua Inhambu	Em atividade
	EMEF Novo Horizonte	Municipal	Rua Sanhaco	Em atividade
	CMEI Prof Leila Theodoro	Municipal	Rua Sanhaco	Em atividade
	EMEF Profª Aurea Maria Andrade Silva Felicio	Municipal	Avenida Brasil	Em atividade

Fonte: Inep, Censo Escolar, 2024.

Em 2024, o município de Vitória contava com 236 escolas mapeadas (**Tabela 6.1.8.6-4**), sendo a maioria da rede privada. Entre as instituições particulares, 67 estavam em atividade, 43 encontravam-se paralisadas e uma havia sido extinta. Destaque para a Escola Nossa Senhora de Fátima, localizada na Rua Comissário Octávio Queiroz, uma instituição confessional, e para as quatro escolas filantrópicas em funcionamento: o CAEE Zezé Gabeira - APAE de Vitória (Rua Aluysio Simões), o Colégio Adventista de Vitória (Rua Lauro Cunha Freire), o Colégio Sagrado Coração de Maria (Rua Coração de Maria) e o CAEE Augusta Bragatto - AMAES (Avenida Fernando Ferrari). Ver tabela abaixo.

Na esfera federal, Vitória possui três unidades educacionais em atividade: o Ifes Campus Vitória (Avenida Vitória), o Ifes Cefor (Rua Barão de Mauá) e o Colégio de Aplicação Criarte-Ufes (Avenida Fernando Ferrari). Já na rede estadual, quatro escolas estavam paralisadas no período do Censo.

Todas as escolas da rede municipal de Vitória mantinham-se em funcionamento no ano de referência.

Tabela 6.1.8.6-4: Escolas por dependência administrativa – Vitória/ES.

DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	FEDERAL	ESTADUAL	MUNICIPAL	PRIVADA	TOTAL
N°	3	18	104	111	236
%	1,27	7,63	44,06	47,03	100

Fonte: INEP, Censo Escolar, 2024.

Ao analisar a distribuição do corpo docente por dependência administrativa no município da Serra, observa-se que a maior concentração de professores está na rede municipal de ensino, com 2.699 docentes, a maioria atuando nos anos iniciais. Em segundo lugar vem a rede estadual, com 1.905 professores, predominantemente no ensino médio. Já a rede privada conta com 732 docentes, enquanto o Instituto Federal possui apenas 39 professores, conforme é possível verificar na tabela abaixo.

Tabela 6.1.8.6-5: Professores por dependência administrativa- Serra/ES.

	FEDERAL	ESTADUAL	MUNICIPAL	PRIVADA
Anos iniciais	0	291	1.902	330
Anos finais	0	791	797	244
Ensino médio	39	823	0	158
TOTAL	39	1.905	2.699	732

Fonte: Qedu, Censo Escolar, 2024.

Em Vitória, a maior concentração de professores também está na rede municipal, com 1.903 docentes atuando principalmente nos anos iniciais. Em seguida, aparece a rede privada, com 1.300 professores, distribuídos de forma mais equilibrada entre as etapas de ensino. Por fim, vêm as redes estadual (634) e federal (133), totalizando 3.970 professores no município (**Tabela 6.1.8.6-6**).

Tabela 6.1.8.6-6: Professores por dependência administrativa- Vitória/ES.

	FEDERAL	ESTADUAL	MUNICIPAL	PRIVADA
Anos iniciais	0	0	1.101	505
Anos finais	0	62	802	424
Ensino médio	133	572	0	371
TOTAL	133	634	1.903	1.300

Fonte: Qedu, Censo Escolar, 2024.

6.1.8.7 Equipamentos de Turismo e Lazer

O turismo é um setor estratégico para a economia do Espírito Santo, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do estado. Essa atividade gera uma série de impactos positivos, como a geração de receita, a criação de empregos e renda, o estímulo à produção de bens e serviços, além de impulsionar melhorias na infraestrutura.

Conforme Beni (apud IJSN, 2020), o turismo está relacionado a quatro pilares principais: ambiental, que engloba matérias-primas correlacionadas aos atrativos; social, que abrange, por exemplo, o patrimônio histórico-cultural e interação com os visitantes, melhorando a qualidade de vida local; econômico, ligado a articulações estabelecidas em unidades de produção e de negócios, o que influencia na competitividade; e o político, que se relaciona às estratégias de gestão.

O município da Serra é referência no congo, uma das principais manifestações culturais capixabas, concentra grandes festejos religiosos, culturais e folclóricos, edificações históricas e ruínas. São exemplos de turismo que abrigam os quatro pilares:

Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual Mestre Álvaro **(Figura 6.1.8.7-1),** no município da Serra, possui relevância ambiental, histórica e cultural. A unidade de conservação abriga quatro trilhas oficiais, nascentes e cursos d'água, além de uma significativa diversidade de fauna e flora. A área é frequentemente utilizada para atividades como caminhadas e mountain bike, além de sediar competições de esportes de aventura com reconhecimento internacional.

Segundo uma antiga lenda, dois índios de tribos rivais, Guaracy e Jaciara, se apaixonaram. Como era impossível ficarem juntos, pediram ao Deus Tupã que perpetuasse esse amor transformando-os em dois grandes montes equidistantes um do outro, de onde poderiam ver-se mutuamente. Tupã atendeu tal pedido, transformando Guaracy no monte Mestre Álvaro, na Serra, e Jaciara no monte Mochuara, localizado no município vizinho de Cariacica (PMS, 2020).

O Mestre Álvaro, também chamado de Montanha Mágica, é uma formação granítica coberta por vegetação de Mata Atlântica de Encosta e constitui o principal monumento natural do município. Com 833 metros de altitude, está entre os pontos mais elevados do litoral brasileiro. Localizado a 4 km do centro da Serra, o Mestre Álvaro possui ecossistemas importantes, incluindo espécies raras e ameaçadas de extinção. Suas nascentes e córregos contribuem para as Bacias Hidrográficas dos Rios Jacaraípe e Santa Maria da Vitória, reforçando seu papel na manutenção dos recursos hídricos locais (PMS, 2020).



Figura 6.1.8.7-1 : APA Mestre Álvaro – Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

- A Prefeitura Municipal da Serra (2020) registra cinco praias principais **(Figura 6.1.8.7-2 a Figura 6.1.8.7-6**), cada uma com características ambientais e atrativos turísticos distintos:
- Bicanga: conhecida por suas águas mais quentes, é um local propício para pesca e abriga um importante berçário de guaiamuns, contribuindo para a biodiversidade marinha local, ainda conserva o tradicional ambiente de vila de pescadores.

Carapebus: localizado no extremo sul do litoral do município da Serra, é o primeiro trecho litorâneo e faz divisa com a capital Vitória. Apresenta trechos com diferentes características: algumas áreas de águas calmas e outras com ondas mais fortes devido às bancadas de corais no fundo do mar, adequadas para a prática de surfe. A praia também serve como área de desova para tartarugas marinhas.

- Jacaraípe: de relevância histórica, com vestígios arqueológicos (sambaquis) que atestam a presença indígena na região, que se entrelaçam com a "congada" que acontece anualmente durante a festa de São Pedro, no mês de junho. É o maior e mais estruturado Balneário do município, com calçadão, ciclovia, boa oferta de bares e restaurantes, além de vários espaços para práticas esportivas à beira-mar, como vôlei de praia, futevôlei, beach tênis, dentre outros.
- Manguinhos: caracteriza-se por sua extensa área de restinga e serve como sítio de desova de tartarugas marinhas. O local é conhecido por tradições culturais como o banho de mar fantasiado durante o carnaval e por sediar um dos principais eventos gastronômicos do estado, também mantém aspectos de vila de pescadores, sendo possível acompanhar as saídas e chegadas das pequenas embarcações de pesca, bem como adquirir frutos do mar diretamente nas bancas dos pescadores nativos.
- Nova Almeida: está localizado no extremo norte litorâneo do município da Serra, notável por sua formação geológica, com recifes que criam piscinas naturais durante a maré baixa e falésias que que formam uma rampa natural para a prática de voo livre.



Figura 6.1.8.7-2 : Bicanga, Serra/ES.



Figura 6.1.8.7-3 Carapebus, Serra/ES.



Figura 6.1.8.7-4 : Jacaraípe, Serra/ES.



Figura 6.1.8.7-5 Manguinhos, Serra/ES.



Figura 6.1.8.7-6 : Nova Almeida, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

A Lagoa Juara conforme é possível verificar na figura abaixo, combina gastronomia tradicional e expressões culturais locais. Os restaurantes da região são especializados em pratos à base de tilápia, além de oferecerem outras variedades gastronômicas. Peixarias permitem aos visitantes selecionarem os peixes diretamente dos tanques e acompanhar todo o processo de beneficiamento. Além do aspecto gastronômico, a PMS (2020) também lembra que a lagoa abriga o Juara Cultural, espaço dedicado à produção e comercialização de artesanato regional. A matéria-prima predominante nas peças é o capim-taboa, recurso natural abundante na região, que se transforma em objetos artesanais que refletem a identidade local.

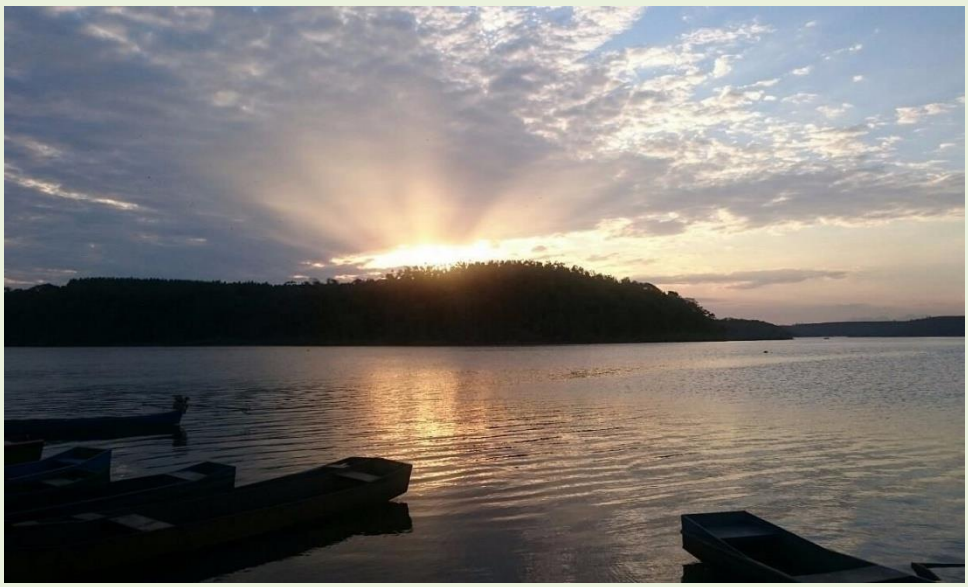


Figura 6.1.8.7-7 : Lagoa Juara, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens,

A Igreja e Residência dos Reis Magos, **Figura 6.1.8.7-8**, inicia uma sequência de referências de edificações históricas. Situada no distrito de Nova Almeida, a 40 metros acima do nível do mar, tem vista panorâmica para o Rio Reis Magos. Segundo o Guia Turístico da Prefeitura Municipal da Serra (2020) foi inaugurada em 1615 como sede do aldeamento fundado pelos jesuítas, o monumento está sob a guarda do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) desde 1982. No altar da igreja, destaca-se um retábulo com uma pintura que retrata a adoração dos Reis Magos – considerada a primeira obra em tela a óleo sobre madeira do Brasil.



Figura 6.1.8.7-8 Igreja e Residência dos Reis Magos, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

O Sítio Histórico e Arqueológico de Carapina integra a Capela São João Batista de Carapina **(Figura 6.1.8.7-9),** símbolo da passagem das primeiras missões jesuítas no Espírito Santo, e as ruínas de um casarão colonial – vestígio da ocupação iniciada em 1594. Nas proximidades, foi sepultado Macarajaguaçu, cacique Temiminó e um dos fundadores da Serra. O local também está ligado a um marco da história religiosa: segundo a Prefeitura Municipal da Serra (2020) acredita-se que o Padre José de Anchieta tenha realizado ali seu primeiro milagre, consolidando sua trajetória missionária.



Figura 6.1.8.7-9: Capela São João Batista de Carapina, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

A Vila das Artes, no município, começa na década de 1990, com o escultor e artista plástico Neusso Ribeiro idealizou e construiu a Casa de Pedra (PMS, 2020), **Figura 6.1.8.7-10,** marco inicial desse espaço cultural. Hoje, o espaço funciona como uma galeria aberta ao público, reunindo diversos ateliês de artistas, com trabalhos em cerâmica, madeira, tecidos, pintura, entre outros.

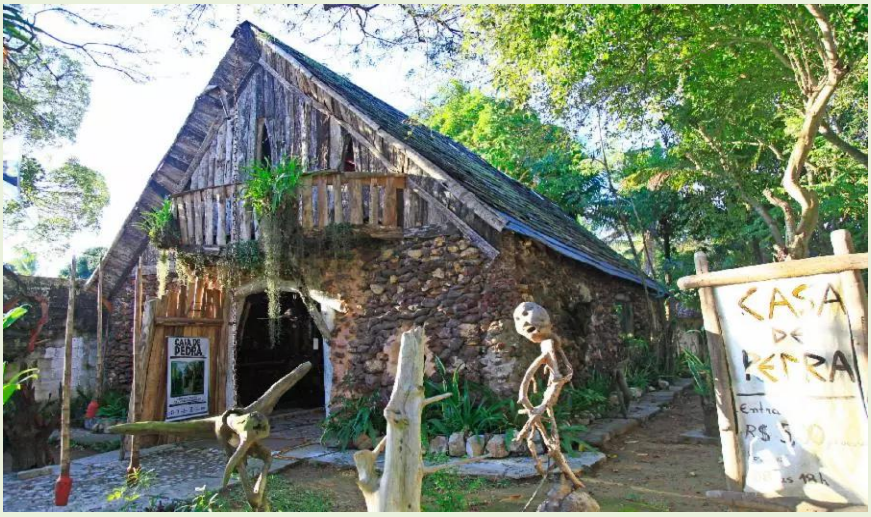


Figura 6.1.8.7-10 Casa de Pedra, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

A Igreja de São José do Queimado, **Figura 6.1.8.7-11** inaugurada em 1849, foi palco da principal revolta de escravizados no Espírito Santo. Atualmente, o sítio arqueológico, que integra as ruínas da igreja e de um antigo cemitério, é aberto à visitação e conta com painéis informativos que permite aos visitantes compreender a dimensão deste acontecimento para o município da Serra, além de retomar a história dos principais líderes do movimento, como João da Viúva, Eliziário e Chico Prego (PMS, 2020).



Figura 6.1.8.7-11 : Igreja de São José do Queimado, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

O Guia de Turismo (2020) da Prefeitura Municipal da Serra registra que a história do Santuário das Formigas Bordadeiras tem início em 1995, figura abaixo, a partir de fenômenos naturais em que formigas criavam padrões em folhas, esses padrões passaram a ser interpretados pela população local como mensagens divinas. Depois de 2005, esses padrões evoluíram para textos bíblicos e mensagens religiosas. O Santuário, atualmente, recebe fiéis, visitantes e turistas, inclusive para celebrações religiosas que acontecem no local.



Figura 6.1.8.7-12 Santuário das Formigas Bordadeiras, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

A Prefeitura Municipal da Serra (2020) registra a Igreja Nossa Senhora da Conceição, **Figura 6.1.8.7-13,** como o primeiro templo religioso do município, construído em 1556, aos pés do Monte Mestre Álvaro e próximo ao Rio Santa Maria da Vitória. Seu interior possui pinturas de autoria do artista Walter Francisco de Assis, importante pintor serrano. No jardim da igreja está o Mastro, símbolo máximo da festa do Ciclo Folclórico e Religioso de São Benedito, realizada há mais de 160 anos.



Figura 6.1.8.7-13 : Igreja Nossa Senhora da Conceição, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

O Casarão da família Castello, figura abaixo, construído em 1862, abriga desde 2007 o Museu Histórico da Serra, constituído do conjunto de móveis e obras de artes que pertencem à família de Judith Leão Castello Ribeiro que, segundo a Prefeitura da Serra (2020), foi a primeira deputada mulher eleita no estado do Espírito Santo, além de abrigar documentos originais e acervo arqueológico do município.



Figura 6.1.8.7-14 : Museu Histórico da Serra, Serra/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

O município da Serra também se destaca nas práticas esportivas, com destaque para modalidades outdoor e esportes de aventura. Segundo a Prefeitura Municipal da Serra (2020) o município conta com:

- Pista de Bicicross: localizada em Porto Canoa, a pista foi construída durante um processo de transformação de um ponto viciado de lixo. Com 370 metros de extensão, apresenta traçado de pista rápida, a única no estado do Espírito Santo com características técnicas de nível internacional;
- Barródromo: localizado em Portal de Jacaraípe, recebe o campeonato estadual de velocidade na terra, supervisionado pela Federação de Automobilismo do Estado do Espírito Santo (FAEES);
- Campo de golfe: localizado em Cascata, o campo de golfe foi construído em 1979 por uma empresa japonesa para seus funcionários, quando a empresa saiu do estado, o clube abriu seu quadro de sócios para atrair novos praticantes. Atualmente, o clube oferece aulas de golfe o aluguel de equipamentos para a prática do esporte;
- Kartódromo: o município possui uma pista profissional de kart localizada no bairro Portal de Jacaraípe, a pista também está disponível para lazer;
- Skate: apesar das diversas pistas espalhadas pelas praças e áreas livres do município, tem destaque a praça mista street/bowl que sedia competições locais e nacionais, localizada no Parque Caminho do Mar, em Cidade Continental, bairro compreendido pela Área de Influência Direta deste relatório;
- Pesca esportiva: as lagoas do município possibilitam a prática da pesca esportiva através da pesca de caiaque e uso de molinete, a Lagoa Juara e o Rio Reis Magos se destacam nessa área;
- Rampa de voo livre: localizada em Nova Almeida a rampa formada naturalmente por falésias possibilita a prática do voo livre à beira mar.

O município de Vitória, por sua vez, é um destino turístico que combina história, cultura e meio ambiente. Localizada em uma ilhada, a cidade oferece praias que possibilitam a prática dos mais variados esportes e até mesmo observação de baleias, além de contar com diversos monumentos históricos e teatros.

A Prefeitura Municipal de Vitória (PMV) destaca Camburi, Ilha do Boi, Curva da Jurema e Castanheiras (**Figura 6.1.8.7-15 a Figura 6.1.8.7-18)** como as principais praias do município, para banho e para o comércio:

- Praia de Camburi: localizada no norte de Vitória, é a única praia da capital em área continental, com 6 km de extensão. Sua orla, urbanizada, arborizada e bem iluminada, é ideal para caminhadas e ciclismo. Um dos destaques é o monumento à Iemanjá, situado no primeiro píer e considerado um dos símbolos culturais da cidade. O mar de Camburi é calmo e ventoso, ideal para a prática de velejo, windsurf e kitesurf;
- Praia da Curva da Jurema: possui águas calmas favoráveis à prática de stand up paddle e

passeios de veleiro. Sua orla alcança a Praça dos Namorados, área equipada com quadras para tênis, basquete, vôlei e futebol. O entorno da praia conta com a abertura de cafeterias, restaurantes e bares na areia, a combinação de características naturais e infraestrutura urbana faz do local um ponto frequente para atividades recreativas e esportivas;

- Praia das Castanheiras: localizada em Ilha do Frade, o destaque dessa praia está na sombra proporcionada por suas castanheiras, além de possuir pequenas piscinas naturais entre pedras o que a torna convidativa para muitas famílias. O acesso à praia é um passeio por si só, já que pode ser feito por escada ou caminhando entre as rochas;
- Ilha do Boi: comporta duas praias, a praia Grande ou praia da Esquerda e a praia Pequena ou praia da Direita, assim como as demais praias no município, o mar é calmo e convidativo para famílias.



Figura 6.1.8.7-15 Praia de Camburi, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-16 : Praia Curva da Jurema, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-17 : Praia das Castanheiras, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-18 : Praia da Direita, Ilha do Boi, Vitória/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

As praias do município ainda passam por um teste de balneabilidade, ou seja, a qualidade das águas destinadas ao contato direto e prolongado. Um laboratório certificado contratado pela PMV, realiza coletas e análises bacteriológicas das amostras de água em 26 pontos, semanalmente. Os resultados são divulgados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Semmam), essenciais para reportar à população e turistas as condições sanitárias das praias. A análise é feita com o indicador

microbiológico do grupo coliformes termotolerantes, a alta concentração desse indicador está diretamente relacionada à contaminação da água por esgoto.

Além disso, o mar de Vitória tem popularizado a observação de baleias-jubarte, atraindo a população local, pesquisadores e turistas. A atividade é facilitada porque as baleias podem ser avistadas a uma distância de 10 a 20 milhas náuticas (cerca de 20 a 40 quilômetros) da costa. Além delas, o percurso pode surpreender com a aparição de outros cetáceos, como o boto-cinza, o golfinho-pintado-do-atlântico, o golfinho pan-tropical,a baleia-minke e o cachalote.

O município ainda conta com o Espaço Baleia Jubarte **(Figura 6.1.8.7-19**), um espaço voltado à educação ambiental, inaugurado em 2019 em uma parceria entre o Instituto Baleia Jubarte, a Prefeitura Municipal de Vitória e as secretarias municipais de Cultura (Semc) e Meio Ambiente (Semmam), fica localizado na Praça do Papa, no bairro Enseada no Suá. No local, estão ossadas, réplicas de cetáceos, painéis informativos, materiais biológicos e conta com um auditório e um espaço para exposições temporárias. Durante o período de observação de baleias, o espaço também é utilizado como apoio de embarque.

A Prefeitura Municipal de Vitória registra, em 2024, os valores de ingresso:

- Público geral - R$10,00 (inteira);
- Estudantes, idosos e professores - R$5,00 (meia);
- Crianças até 5 anos entrada gratuita;
- Escolas públicas municipais de Vitória têm visitação gratuita com o agendamento da visita monitorada.



Figura 6.1.8.7-19 : Excursão escolar no Espaço Baleia Jubarte em Vitória/ES.

Fonte: Instituto Baleia Jubarte, 2024.

Na mesma linha, a Fundação Projeto Tamar e a Prefeitura Municipal de Vitória (**Figura 6.1.8.7-20**), mantém uma parceria para a gestão compartilhada do Parque Municipal Ilha do Papagaio, onde opera, desde 2012, um centro de visitantes dedicado à educação ambiental e à conservação de tartarugas marinhas.

O espaço abriga três tanques de exposição com indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento, representando quatro espécies: Tartaruga-verde (Chelonia mydas), Tartaruga-cabeçuda (Caretta caretta), Tartaruga-oliva (Lepidochelys olivacea) e Tartaruga-de-pente (Eretmochelys imbricata).

O primeiro tanque é denominado “Tanque Ninho”, que funciona como uma réplica esquemática de um ninho de desova, contendo filhotes recém-nascidos, que ilustra os desafios de sobrevivência nos primeiros anos de vida. O segundo tanque é o “Tanque Ilha”, com capacidade para 12.000 litros, é o maior tanque do complexo. Abriga exemplares subadultos e adultos, permitindo observação subaquática através de visores submersos e estrutura acrílica cilíndrica para imersão visual e, por fim, o “Tanque Barco”, que simula condições de captura incidental em artes pesqueiras, contendo indivíduos juvenis para demonstração deste impacto antrópico. Os tanques são fruto de uma parceria do Projeto Tamar com a ArcelorMittal Tubarão.

Ademais, conta com um auditório com capacidade para 40 pessoas, utilizado para palestras e exibição de material audiovisual educativo, um acervo museológico com exemplares osteológicos e carapaças e um mirante com vista panorâmica para a baía de Vitória.

Também localizado no bairro Enseada do Suá, o centro funciona de terça a domingo, de 10 às 17 horas, os ingressos custam 36 reais, com direito a meia-entrada, a comunidade local, crianças até cinco anos e servidores públicos municipais estão isentos. A receita arrecada é revertida para a manutenção do espaço e para ações de conservação ambiental.



Figura 6.1.8.7-20 Excursão escolar ao Projeto Tamar em Vitória/ES.

Fonte: Fundação Projeto Tamar, 2025.

O município, segundo a Prefeitura Municipal de Vitória (2024) também conta com muitas opções de parques abertos, são alguns deles (**Figura 6.1.8.7-21 a Figura 6.1.8.7-26**):

- Atlântica Parque: localizado na Praia de Camburi, o parque conta com 19.000,00m² com bicicletários, campo de futebol de grama sintética, pista de bicicross, pista de skate, playground, pracão (espaço exclusivo para convivência de animais domésticos), deques, mirantes, espaço para musculação e ginástica funcional, pergolados, banheiros públicos, jardins e bancos;

- Parque Botânico Vale: localizado no complexo de Tubarão, tem 33 hectares de área verde, o espaço possui mais de 140 espécies de árvores como o pau-brasil, jacarandá e ipê, além animais silvestres como caticocos, gambás, saguis e uma variedade de aves. O parque também possui cinco trilhas ecológicas e um orquidário;
- Parque da Fonte Grande: pertence ao Governo do Estado do Espírito Santo, mas é administrado pela PMV desde 1992, conta com quatro mirantes: Mochuara, com 500m², Sumaré com 80m², Recanto da Floresta com 175m² e o Mirante da Cidade com 60m², que permitem a contemplação da Mata Atlântica e possuem vista para a Baía de Vitória e outros pontos culturais da cidade e um Centro de Educação Ambiental, um equipamento público da Secretaria de Meio Ambiente (Semmam) onde são realizados projetos e ações educativas com visitantes, escolas e comunidades do entorno do Parque da Fonte Grande, com temática voltada à Mata Atlântica;
- Parque Gruta da Onça: com uma área de quase 69.000m², possui trilhas entre nascentes e riachos. Na entrada do parque, está uma grande onça de concreto que protege uma nascente, e conta com o Mirante da Pedra da Raposa que oferece vista da baía de Vitória, e outros pontos turísticos do município. O parque também conta com um Centro de Educação Ambiental, e oferece serviços de ecoturismo para as trilhas;
- Parque Moscoso: o parque mais antigo do município, inaugurado em 1912, conta com 24.000m², e possui um lago serpenteante contornado por ilhas e pontes de concreto cheio de peixes. O espaço também é repleto de árvores típicas da Mata Atlântica. Destaca-se no espaço, o palco Concha Acústica, cenário de inúmeros espetáculos que acontecem no parque, foi tombado como patrimônio cultural pelo Conselho Estadual de Cultura;
- Parque Pedra da Cebola: com área superior à 100.000m², o parque conta com exemplares de Mata de Restinga e Mata Atlântica, e vegetação rupestre nativa, que abrigam répteis e aves. Possui também um jardim ambiental, um mirante, um campo de futebol e um Centro de Educação Ambiental. O nome do parque deriva de uma pedra localizada no parque que, por um comportamento geológico, se “descama” de maneira similar às palhas de cebola;



Figura 6.1.8.7-21 : Atlântica Parque, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-22 Parque Botânico da Vale, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-23 : Parque da Fonte Grande, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-24 Parque Gruta da Onça, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-25 Parque Moscoso, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-26 : Parque Pedra da Cebola, Vitória/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

O município também conta com diferentes museus, a Prefeitura Municipal de Vitória destaca **(Figura 6.1.8.7-27 a Figura 6.1.8.7-31)**:

- Museu de Arte do Espírito Santo (MAES): construído nos anos de 1924 e 25, estava entre os prédios públicos construídos para apresentar à população, a nova arquitetura da cidade e abrigou, a princípio, serviços públicos e foi tombado pelo Conselho Estadual de Cultura em 1983 e, em 1998, foi finalmente inaugurado como o Museu de Arte. A infraestrutura conta com cinco salas, hall, biblioteca e auditório para 40 pessoas, oferecendo exposições de arte e ações educativas como palestras, oficinas, cursos e seminários em arte, patrimônio e museologia;
- Museu do Pescador: também conhecido como Museu Histórico da Ilha das Caieiras Manoel Passos Lyrio é retratado como uma reivindicação da comunidade e, portanto, se constitui como museu comunitário, sua sede é uma antiga casa de secos e molhados, construído na década de 30;
- Museu Capixaba do Negro (Mucane): construído em 1983, é um espaço de reconhecimento da cultura afro-brasileira, que se propõe a oferecer exposições artísticas, oficinas, pesquisas entre outras. Sua reforma mais significativa aconteceu em 2012, quando o

edifício ganhou auditório, biblioteca, área de eventos, galerias e mezaninos;

- Casa Porto das Artes Plásticas: instalada em prédio histórico de 1903, funciona como um museu de arte, realizando exposições de artes visuais e promovendo ações de divulgação da produção artística local, além de abriga o acervo de artes visuais da Prefeitura Municipal de Vitória;
- Memorial da Paz – Galeria Cônego Maurício Mattos Pereira: construído para marcar a visita do Papa João Paulo II no município, em 1991, foi inaugurado em 2008 e sedia atividades culturais como exposições de artes plásticas e de fotografia dedicadas à valorização da cultura da paz. O memorial fica junto dos monumentos Painel da Paz, obra de granito e aço em que a palavra "paz" foi escrita em diferentes idiomas, e a Cruz reverente.



Figura 6.1.8.7-27 : MAES, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-28 : Museu do Pescador, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-29 Mucane, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-30 : Casa Porto, Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-31: Memorial da Paz, Vitória/ES.

Fonte: Google Imagens.

Por fim, o município de Vitória se destaca por seu Centro Histórico, núcleo principal de sua formação que possui patrimônio histórico mais antigo que os das cidades de Ouro Preto (MG) e São Paulo (SP). A Capela de Santa Luzia, por exemplo, foi construída antes mesmo da cidade de Vitória ter sido fundada, a Prefeitura Municipal de Vitória registra que a capela foi construída por Duarte de Lemos, donatário e colono português após sua chegada à capitania, em 1537.

O Centro Histórico coleciona pelo menos 51 pontos de interesse turístico e cultural e por isso, a PMV desenvolveu o projeto Visitar – Centro Histórico, que promove ações integradas de fomento ao turismo, como parte de uma política de requalificação do Centro, uma vez que a área passou por um esvaziamento, com o deslocamento do contingente comercial e populacional para a região norte da cidade. Entre os principais patrimônios históricos na região, estão (**Figura 6.1.8.7-32 a Figura 6.1.8.7-37):**

- Palácio Anchieta: está entre as sedes de governo mais antigas do Brasil, com construção iniciada no século XVI para abrigar um colégio jesuíta, o Colégio São Tiago, até meados do século XVIII, onde eram ministradas aulas de leitura e escrita, filosofia, teologia, entre outros. O colégio também funcionava como base administrativa de missões jesuítas, dando apoio à Igreja de São Tiago. Ao final desde mesmo século, e com a expulsão dos jesuítas, o colégio foi transformado em sede do governo, abrigando serviços públicos como o Hospital Militar, o Quartel e a Fazenda. No século XX o palácio passou por reformas significativas, adotando a arquitetura da época e, ao longo dos séculos, continuou testemunhando transformações políticas e sociais;
- Casarão Cerqueira Lima: mais de cem anos de existências, fica localizada na região da cidade alta. Atualmente é utilizada como gabinete pelo Prefeito de Vitória e sua equipe para atendimento e despachos de demandas da administração municipal;
- Casarios coloniais: localizados na Rua José Marcelino, são dois sobrados do período colonial, geminados e de plantas retangulares, com telhados de telhas canal e beiral em beira-seveira apoiado em cimalha;

- Catedral Metropolitana de Vitória: construção concluída em 1970, substituí igrejas anteriores que já não comportavam a crescente população no município. Possui arquitetura eclética, com características neogóticas e paredes em vitrais. Foi tombada pelo Conselho Estadual de Cultura em 1984;
- Escadaria Maria Ortiz: seu nome homenageia Maria Ortiz que, em 1625, arremessou água fervente e incendiou peças bélicas de invasores holandeses que tentaram dominar a ilha de Vitória;
- Forte São João: atualmente conhecido por Saldanha da Gama, foi construído no início do século XVIII para proteger a Ilha de Vitória de invasões. A estrutura contava com muralha de proteção, merlões, canhoneiras e 10 canhões. Em 1924, o edifício foi comprado, reformado e ampliado e, no local, iniciaram-se as atividades do Cassino Trianon até 1930. Em 1931 o Forte foi comprado pelo Clube de Regatas Saldanha da Gama, abrigando a sede social do clube. Atualmente, é sede da Secretaria de Esporte e Lazer e tornou-se ponto turístico aberto a visitação, além de contar com um bistrô em seu salão principal;



Figura 6.1.8.7-32 : Palácio Anchieta – Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-33 : Casarão Cerqueira Lima – Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-34 Casarios Coloniais – Vitória/ES.



Figura6.1.8.7-35: Catedral Metropolitana de Vitória /ES.



Figura 6.1.8.7-36 Escadaria Maria Ortiz – Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-37 : Saldanha da Gama – Vitória/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

Por fim, o município também possui quatro teatros de relevância cultural e histórica (**Figura 6.1.8.7-38 a Figura 6.1.8.7-41**):

- Centro Cultural SESC Glória: instalado no primeiro edifício de cinco pavimentos da cidade, dispõe de espaços multifuncionais para atividades culturais.
- Teatro da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES): espaço utilizado para eventos acadêmicos (seminários, conferências) e manifestações artísticas (teatro, música).
- Teatro SESI: infraestrutura voltada para programação cultural diversificada.
- Teatro Carlos Gomes: tombado como patrimônio histórico em 1983, destaca-se por sua arquitetura eclética que incorporou colunas de ferro fundido remanescentes do antigo teatro da cidade, destruído por incêndio em 1924. Atualmente, é o único do grupo que se encontra inativo.



Figura 6.1.8.7-38 Centro Cultural SESC Glória – Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-39 Teatro da UFES – Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-40 Teatro do SESI – Vitória/ES.



Figura 6.1.8.7-41 Teatro Carlos Gomes – Vitória/ES.

Fonte: Google Imagens, 2025.

6.1.8.8 Infraestrutura viária

O estudo apresentará, neste item, um diagnóstico abrangente da infraestrutura social e dos serviços disponíveis na área de influência do empreendimento, com foco na avaliação da capacidade de suporte existente e eventuais impactos decorrentes da sua instalação e operação. No que diz respeito à infraestrutura viária e aos efeitos sobre o tráfego e as comunidades localizadas nas proximidades das vias e estruturas que serão utilizadas durante as fases de implantação e operação do empreendimento, serão abordados os seguintes aspectos:

- Diagnóstico da infraestrutura viária e impactos no tráfego: mapeamento e descrição detalhada da infraestrutura viária na área de estudo, incluindo acessos ao empreendimento e vias de transporte utilizadas para a logística do projeto. O estudo identificará possíveis interferências nas fases de instalação e operação, como o aumento do fluxo de veículos, sobrecarga em rodovias e impactos na mobilidade urbana;
- Estimativa de movimentação de veículos: será apresentada uma projeção do volume de tráfego gerado pelo empreendimento, discriminando a movimentação diária estimada de veículos de pequeno, médio e grande porte, incluindo caminhões.

Diagnóstico Da Infraestrutura Viária Na AID

Conforme descrito anteriormente, a ArcelorMittal Tubarão (AMT) atualmente produz aços planos de alta qualidade direcionados a diversos setores, com fabricação de sínter, coque e gusa, produção de aço líquido, transformação do aço líquido em placas e destas em bobinas laminadas a quente. Parte dessa produção de bobinas laminadas a quente é enviada e processada em bobinas laminadas a frio e galvanizadas na unidade da ArcelorMittal Vega, em São Francisco do Sul-SC. A nova planta objeto desse licenciamento é considerada uma planta “irmã” junto a unidade de Vega, mantendo as principais características de processos e produção conforme já descrito no capítulo de Caracterização do Empreendimento.

A logística de transporte da unidade ArcelorMittal Tubarão consiste, predominantemente, em embarque dos produtos acabados e semiacabados em sistema multimodal marítimo e ferroviário, e dos recursos de produção, materiais/insumos, mão de obra, equipamentos e serviços, essencialmente através do modal rodoviário, contando para isso com 3(três) acessos existentes – Portaria Industrial, Portaria Norte e Portaria Virador de Vagões – e um acesso a ser construído para atendimento ao novo empreendimento.

A nova Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização na ArcelorMittal Tubarão será instalada internamente ao sítio da empresa, em uma localização próxima à Portaria Norte da ArcelorMittal Tubarão com área total estimada de 758.500 m².

A malha rodoviária da Grande Vitória é constituída por duas rodovias federais, três rodovias estaduais e por diversos corredores de transporte que promovem ligações entre as áreas internas/externas dos municípios, e dessas com as rodovias federais e estaduais.

A malha rodoviária federal é constituída pelas rodovias BR-101 e BR-262. As rodovias federais promovem, através da BR-101, as ligações da Grande Vitória com as regiões sul, sudeste (exceto o estado de Minas Gerais), e nordeste do país e, a partir da BR-262, as ligações com a região centro-oeste e o estado de Minas Gerais.

Na área de estudo do empreendimento em análise, destaca-se o corredor de transporte Rodovia Federal BR-101/Rodovia Federal BR-262/Contorno da RMGV, especialmente a BR-101, classificada como via arterial metropolitana da Região Metropolitana da Grande Vitória. A Rodovia BR-101 proporciona acesso direto aos estados do Rio de Janeiro e Bahia, conectando-se com os principais corredores de transporte internos, viabilizando um percurso interno à área urbana da Grande Vitória, atravessando-a no sentido norte-sul através dos corredores da Área Central de Vitória, e de Vitória/Serra, num trecho aproximado de 46 Km.

Além da Rodovia BR-101, a logística de transporte da ArcelorMittal Tubarão conta com mais 12 vias e 12 rotas mapeadas de veículos, gerando 21 trajetos, conforme apresentado a seguir.

As 13 (treze) vias de acesso que fazem parte das áreas de influência do empreendimento, item 3.6 – Áreas de Estudo (Áreas de Influência), utilizadas pela logística rodoviária da AMT para as viagens de entrada e saída de veículos das diversas origens e destino de fornecedores e clientes da empresa são apresentadas a seguir:

- Rodovia Federal BR-101;
- Rodovia do Contorno;
- Av. Norte-Sul;
- Av. Brasil (Av. Meridional);
- Rua Cmn Projetado (Av. Vale);
- Av. Industrial;
- Rodovia Estadual ES-010;
- Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos;

- Av. Brigadeiro Eduardo Gomes;
- Av. Lourival Nunes/Av. Norte-Sul;
- Rua Acácio Godim;
- Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari e
- Rua São José.

A **Figura 6.1.8.8-1** apresenta em mapa as referidas vias, podendo-se visualizar, a partir disso, os trajetos previstos pela logística da empresa para chegada e saída de veículos entre os pontos de origem/destino e as Portarias Industrial, Norte e Virador de Vagões. As rotas logísticas da ArcelorMittal Tubarão são apresentadas em sequência. Maiores informações, ver **Anexo 6.IV-** Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e novo empreendimento.

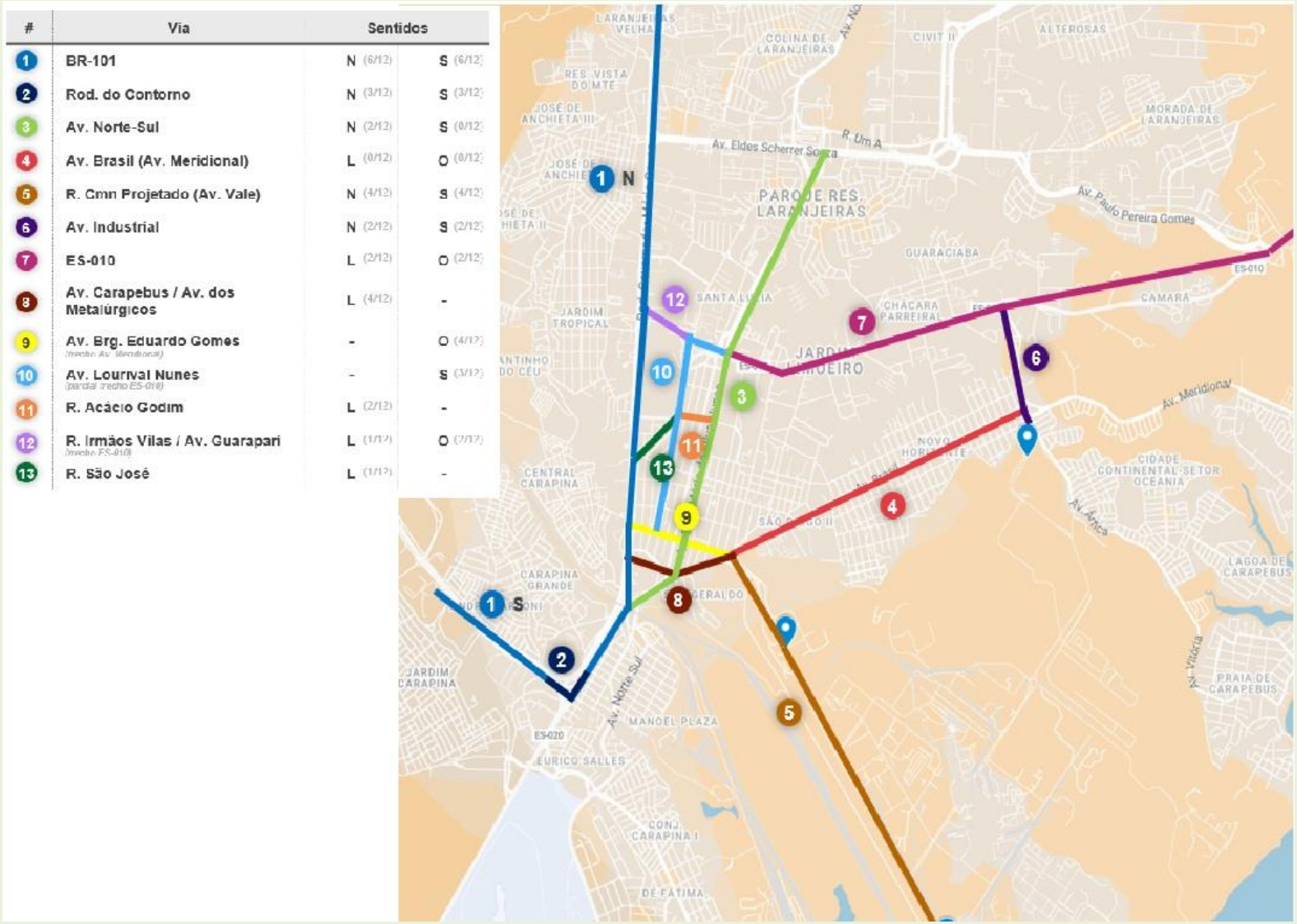


Figura 6.1.8.8-1 : Logística de transportes para o modal rodoviário.

Fonte: Adaptado de Fluxo Atual de Veículos AMT, Rotas de Acesso e LTF, 2025.

Segue apresentação das rotas de chegada e saída por portaria de acesso e por origem/destino, com a identificação das respectivas vias componentes e quantitativos de veículos estimados.

Rotas de Chegada:

Ø Portaria Norte (Origem Norte): Rodovia BR-101 (sentido sul), Rua Irmãos Vilas/Av. Guarapari (sentido leste), Av. Lourival Nunes (sentido sul), Rua Acácio Godim (sentido leste), Av. Norte-Sul (sentido norte), Rodovia ES-010 (sentido leste), Av. Industrial (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 186 veículos leves, 99 ônibus e 61 caminhões;

Ø Portaria Norte (Origem Sul): Rod. Contorno (sentido norte), Rodovia BR-101 (sentido norte), Rua São José (sentido leste), Rua Acácio Godim (sentido leste), Av. Norte-Sul (sentido norte), Rodovia ES-010 (sentido leste), Av. Industrial (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 186 veículos leves, 99 ônibus e 95 caminhões;

➢ Portaria Industrial (Origem Norte): Rodovia BR-101 (sentido sul), Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos (sentido leste), Rua Cmn Projetado (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 776 veículos leves, 101 ônibus e 142 caminhões;

Ø Portaria Industrial (Origem Sul): Rod. Contorno (sentido norte), Rodovia BR-101 (sentido norte), Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos (sentido leste), Rua Cmn Projetado (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 776 veículos leves, 101 ônibus e 394 caminhões;

➢ Portaria Virador de Vagões (Origem Norte): Rodovia BR-101 (sentido sul), Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos (sentido leste), Rua Cmn Projetado (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 16 veículos leves, 7 ônibus e 30 caminhões;

Ø Portaria Virador de Vagões (Origem Sul): Rod. Contorno (sentido norte), Rodovia BR-101 (sentido norte), Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos (sentido leste), Rua Cmn Projetado (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 16 veículos leves, 7 ônibus e 74 caminhões.

Rotas de Saída:

➢ Portaria Norte (Destino Norte): Av. Industrial (sentido norte), Rodovia ES-010 (sentido oeste), Av. Lourival Nunes (sentido sul), Rua Irmãos Vilas/Av. Guarapari (sentido oeste), Rodovia BR-101 (sentido norte), nesta ordem, com fluxo diário médio de 186 veículos leves, 99 ônibus e 74 caminhões;

➢ Portaria Norte (Destino Sul): Av. Industrial (sentido norte), Rodovia ES-010 (sentido oeste), Av. Lourival Nunes (sentido norte), Rua Irmãos Vilas/Av. Guarapari (sentido oeste), Rodovia BR-101 (sentido sul), Rod. Contorno (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 186 veículos leves, 99 ônibus e 61 caminhões;

➢ Portaria Industrial (Destino Norte): Rua Cmn Projetado (sentido norte), Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (sentido oeste), Rodovia BR-101 (sentido norte), nesta ordem, com fluxo diário médio de 776 veículos leves, 101 ônibus e 27 caminhões;

➢ Portaria Industrial (Destino Sul): Rua Cmn Projetado (sentido norte), Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (sentido oeste), Rodovia BR-101 (sentido sul), Rod. Contorno (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 776 veículos leves, 101 ônibus e 75 caminhões;

➢ Portaria Virador de Vagões (Destino Norte): Rua Cmn Projetado (sentido norte), Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (sentido oeste), Rodovia BR-101 (sentido norte), nesta ordem, com fluxo diário médio de 16 veículos leves, 7 ônibus e 133 caminhões;

➢ Portaria Virador de Vagões (Destino Sul): Rua Cmn Projetado (sentido norte), Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (sentido oeste), Rodovia BR-101 (sentido sul), Rod. Contorno (sentido sul), nesta ordem, com fluxo diário médio de 16 veículos leves, 7 ônibus e 364 caminhões.

O fluxo diário de veículos gerado atualmente em cada uma dessas rotas foi estimado a partir de contagens realizadas nas respectivas portarias, bem como com base no sistema de registro nas balanças, sendo apresentados os volumes médios diários e na hora-pico para o período de 2020 a 2024, conforme item subsequente.

Sistema Viário e Classificação Hierárquica das Vias

Sistema viário corresponde ao conjunto de vias do município, classificadas e hierarquizadas segundo critério funcional, e em conformidade com os padrões urbanísticos. A classificação da rede viária é definida por meio de legislação específica, que estrutura e regulamenta os aspectos funcionais do sistema viário local. Essa regulamentação tem como base o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que define e classifica as vias abertas à circulação, de acordo com sua utilização.

Em consonância com o CTB, a Lei No 5.990/2024, que instituiu o Plano de Mobilidade da Serra/ES, estabelece os princípios e diretrizes voltados à integração entre os diferentes modos de transporte, com o objetivo de promover melhorias na acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no município. A partir dessa Lei entende-se por Sistema Viário a rede destinada:

I - ao deslocamento de pessoas e bens, que abrange as vias destinadas à circulação de pedestres e à circulação de ciclistas e outros meios de transporte não motorizados;

II - à circulação de veículos automotores para transporte coletivo;

III - à circulação de veículos de carga;

IV - à circulação de veículos automotores para transporte individual;

V - às áreas de estacionamentos e aos pontos de parada para o transporte coletivo.

O Poder Executivo Municipal é o responsável pelo planejamento e disciplinamento do sistema viário, de acordo com o estabelecido na Lei No 5.990/2024, seguindo o preconizado no Código de Trânsito Brasileiro e compatibilizando com o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDUI - RMGV) e Plano Diretor Municipal Sustentável (PMUS). Com relação às diretrizes aplicáveis a este planejamento cabe destacar:

I - hierarquização do sistema viário classificando as vias segundo sua função, considerando os deslocamentos urbanos, rurais e intermunicipais de forma equilibrada, o tráfego predominante e as características de articulação nas diferentes escalas urbanas, promovendo a acessibilidade em diferentes níveis;

II - tratamento das vias segundo a hierarquia viária estabelecida, com adequação da configuração física, conforme dinâmica do uso e ocupação do solo e dos volumes de tráfego, dotando-as de equipamentos de controle de operação, segurança e sinalização viária;

III - Monitoramento e tratamento de pontos críticos, melhorando a segurança e reduzindo os acidentes.

A malha viária é o conjunto de vias do município, classificadas e hierarquizadas segundo critério funcional, observados os padrões urbanísticos. A classificação da rede viária corresponde à legislação específica que estrutura e regulamenta os aspectos funcionais do sistema viário local. Segundo o Código de Trânsito Brasileiro, as vias abertas à circulação de veículos automotores, de acordo com sua utilização, classificam-se em:

I. Vias Urbanas:
   a. Via de trânsito rápido;
   b. Via arterial;
   c. Via coletora;
   d. Via local.
II. Vias Rurais:
   a. Rodovia;
   b. Estrada.

As vias urbanas são definidas da seguinte forma: vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias coletoras e vias locais.

A partir das definições gerais, apresenta-se a classificação hierárquica das vias de circulação de veículos automotores do município conforme estabelecido pelo Plano Diretor Municipal (PDM) vigente (Lei No 005/2023), que mantém a classificação hierárquica do PDM anterior (Lei No 3.820/2012), e a caracterização física típica ilustrada no Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS) aprovado através da Lei No 5.990/2024:

- Arterial é a via de articulação municipal interna, possibilitando ligações de média ou longa distância, podendo ser caracterizada como Expressa, via com tráfego ininterrupto, dentro da área urbana, interligando municípios, ou Metropolitana, via com tráfego interrompido, dentro da área urbana, interligando municípios, apresentando seção típica de 30,00m de largura total, composta de duas pistas de rolamento com 7,00m cada, canteiro central de 6,00m e calçadas de 5,00m;

- Coletora é a via de ligação das vias locais com as vias arteriais, apresentando seção típica de 24,00m de largura total, composta de pista simples de mão dupla com 13,00m de largura útil, calçadas de 4,00m cada e, eventualmente, ciclovia unilateral com 3,00m de largura;
- Local é a via destinada apenas ao acesso local ou áreas restritas, apresentando seção típica de 13,00m de largura total, composta de pista simples com 7,00m de largura útil e calçadas de 3,00m cada;
- Vicinais são as demais vias do município fora do perímetro urbano;
- As vias rurais são conhecidas como vicinais, distinguem-se pela existência ou não de pavimentação: as vias rurais pavimentadas são denominadas rodovias e as não pavimentadas são as estradas;

Dessa forma, as vias componentes das rotas potenciais de acesso ao empreendimento em análise classificam-se em:

- Arterial: Rodovia Federal BR-101, Rodovia do Contorno, Rodovia Estadual ES-010, Av. Norte-Sul, Av. Industrial, Av. Carapebus/Av. dos Metalúrgicos, Av. Brigadeiro Eduardo Gomes e Rua São José;
- Coletora: Av. Brasil (Av. Meridional), Av. Lourival Nunes/Av. Norte-Sul e Rua Irmãos Vilas/Av. Guarapari;
- Local: Rua Acácio Godim e Rua Cmn Projetado (Av. Vale).

Para a área em estudo, apresentamos na **Figura 6.1.8.8-2** a seguir os principais eixos de acesso ao empreendimento e sua respectiva classificação viária.

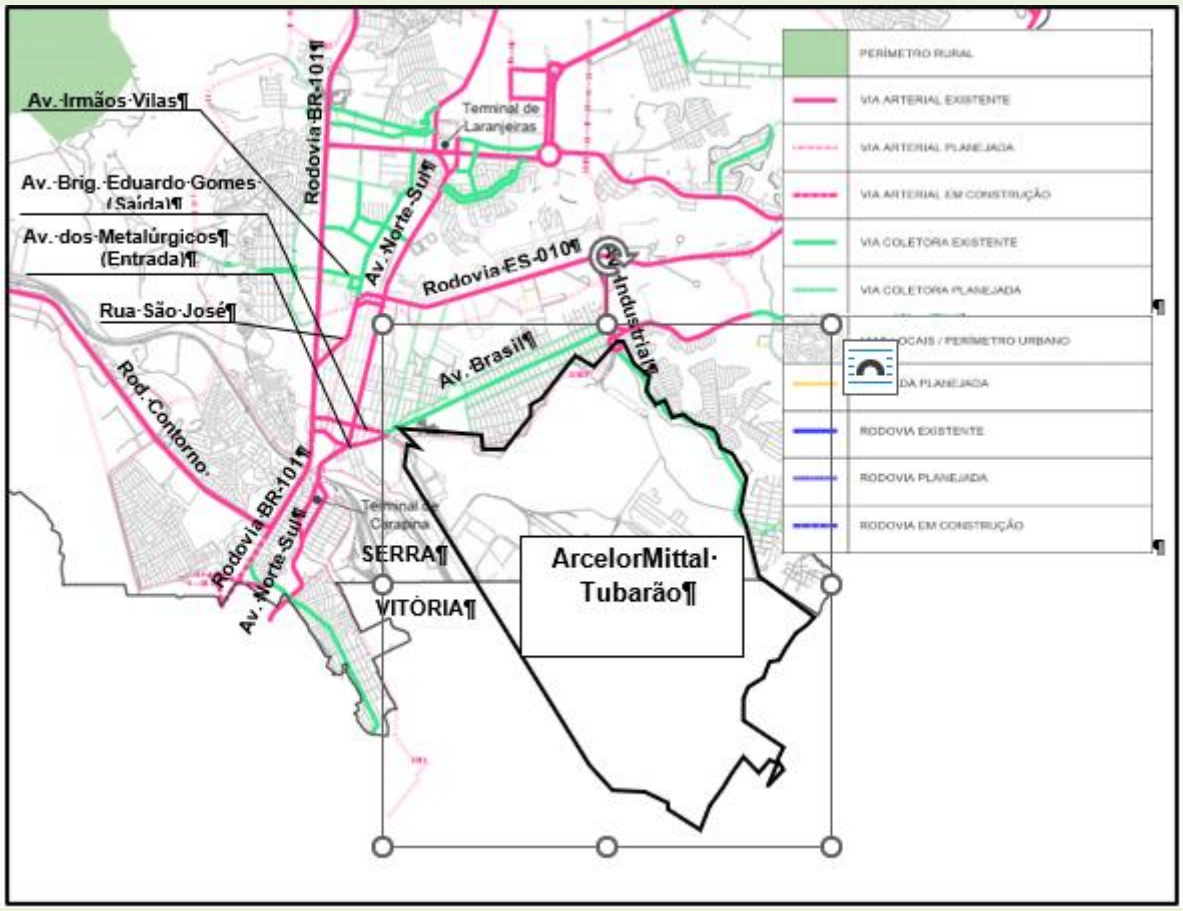


Figura 6.1.8.8-2 – Hierarquização viária das vias de acesso à ArcelorMittal Tubarão.

Fonte: Lei Nº 5.990/2024 - Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Serra/ES (Anexo 01: Hierarquia).

Fluxo de Veículos Gerado pela ArcelorMittal Tubarão

As fontes de dados utilizadas para a composição do cenário atual foram:

- ✓ Sistema de Controle de Pesagem da ArcelorMittal (SisBal). Histórico 2022 a 2024 analisados para identificação de evolução. Dados utilizados de 2024 (cenário mais recente);
- ✓ Sistema de Controle de Saída de Produtos Acabados da ArcelorMittal Tubarão. Histórico 2024 analisado e utilizado;
- ✓ Contagem Semestral da Equipe de Segurança Patrimonial da ArcelorMittal Tubarão – aplicável a cargas isentas de pesagem. Histórico 2023 a 2025 (1s) analisados para identificação de evolução. Dados utilizados do 1º semestre de 2025 (cenário mais recente);
- ✓ Sistema de registro de ônibus (próprios e terceiros) e veículos leves de colaboradores cadastrados na ArcelorMittal Tubarão.

Para compilação dos dados, foram adotadas as seguintes premissas:

- ✓ As rotas de veículos leves e ônibus foram estimadas considerando ida e volta utilizando as principais vias locais, distribuídas de acordo com as potenciais destinações dos colaboradores (residência em Vitória/Serra/Vila Velha);
- ✓ Caminhões isentos de pesagem (de prestação de serviço, almoxarifado e trânsito livre CNPK/granel) que entram pela Portaria Norte também saem pela mesma portaria, pois prestam serviços nesta região da planta;
- ✓ Caminhões isentos de pesagem (de prestação de serviço, almoxarifado e trânsito livre CNPK/granel) que entram pela Portaria Industrial também saem pela mesma portaria, pois prestam serviços nesta região da planta;
- ✓ Carretas com containers da Multitex (descarregados via vagão) e carretas de produto acabado entram pela triagem sem pesagem e circulam através da portaria do Virador de Vagões ao longo do dia em direção ao porto (também sem pesagem). Ao final do turno essas carretas, saem pela Portaria do Virador de Vagões. Com exceção da viagem de entrada e saída da planta para à cidade, essas carretas não impactam o trânsito local ao longo do dia, pois realizam diversas viagens apenas internamente à ArcelorMittal Tubarão.

O fluxo médio de veículos automotores registrados (entradas e saídas) nas três portarias de acesso ao sítio foi de 3.453 veículos por dia, sendo 72% pela Portaria Industrial, 23% pela Portaria Norte e 5% pela Portaria Virador de Vagões.

A Portaria Industrial (**Figura 6.1.8.8-3**), acessada predominantemente por veículos leves e ônibus, possui 4(quatro) entradas e 3(três) saídas, apresentando pico de entrada entre 7:00 e 8:00h e pico de saída entre 17:00 e 18:00h. Nessa portaria existe a entrada denominada triagem específica para caminhões e carretar que passam pelo processo de pesagem. A Portaria Norte (**Figura 6.1.8.8-4**), acessada por veículos leves, ônibus e caminhões, possui 2(duas) entradas e 2(duas) saídas, apresentando também pico de entrada entre 7:00 e 8:00h e pico de saída entre 17:00 e 18:00h. E a Portaria Virador de Vagões (**Figura 6.1.8.8-5**), utilizada principalmente para o transporte de coprodutos, possui 2(duas) entradas e 2(duas) saídas e períodos de pico maiores de entrada, entre 6:00 e 11:00h / 14:00h, e de saída, entre 7:00 e 10:00h / 14:00h e 16:00, conforme sintetizado na **Figura 6.1.8.8-6** apresentada a seguir. A **figuras Figura 6.1.8.8-7, Figura 6.1.8.8-8 e Figura 6.1.8.8-9** apresentam os gráficos dos fluxos médios em cada portaria.



Figura 6.1.8.8-3 – Portaria industrial.





Figura 6.1.8.8-4 – Portaria norte.



Figura 6.1.8.8-5 – Portaria do Virador de Vagões.

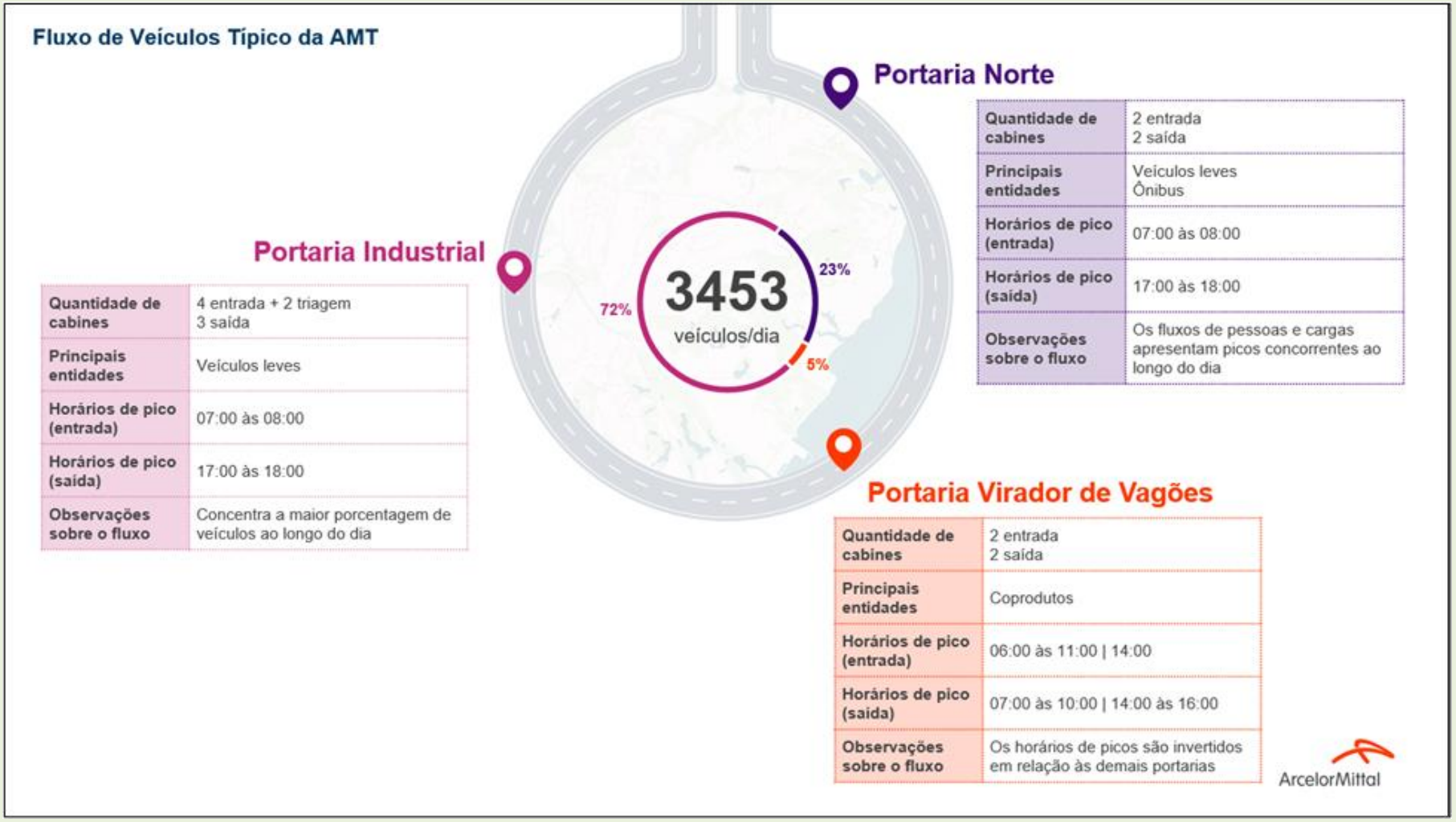


Figura 6.1.8.8-6 : Fluxo médio de veículos por dia entre 2020 e 2024. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025.

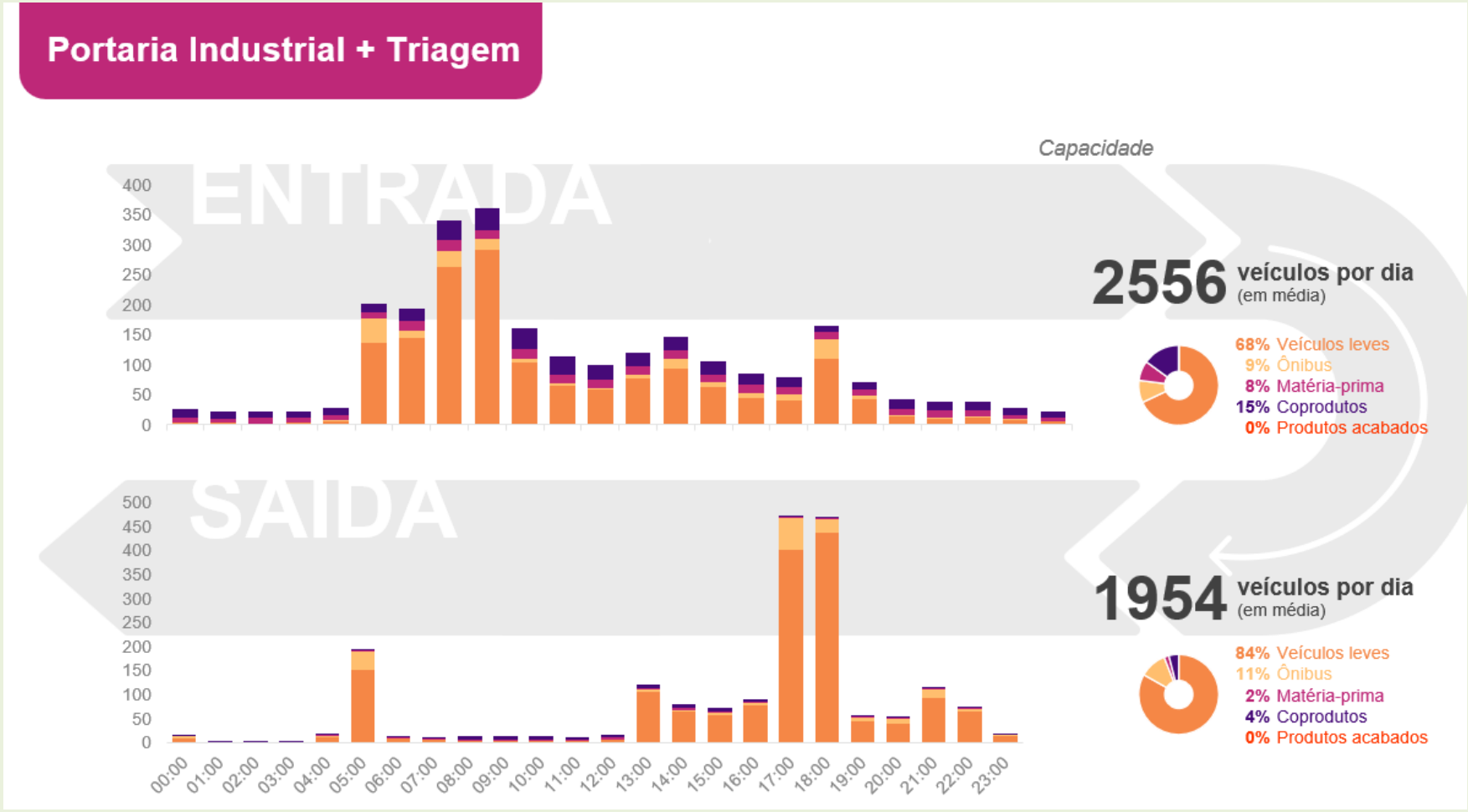


Figura 6.1.8.8-7 Fluxo médio de veículos na Portaria Industrial + Triagem. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025.

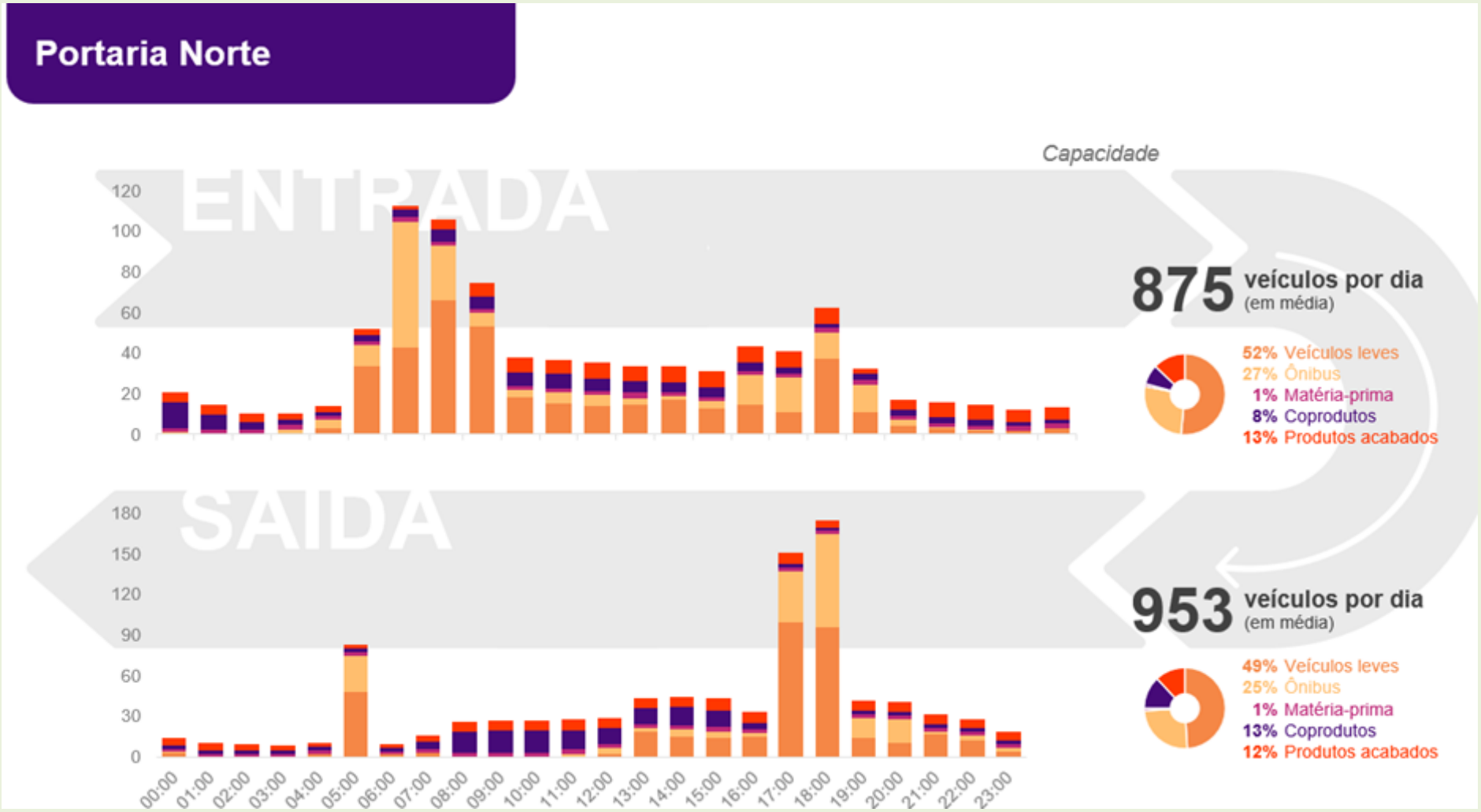


Figura 6.1.8.8-8 : Fluxo médio de veículos na Portaria Industrial + Triagem. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025.

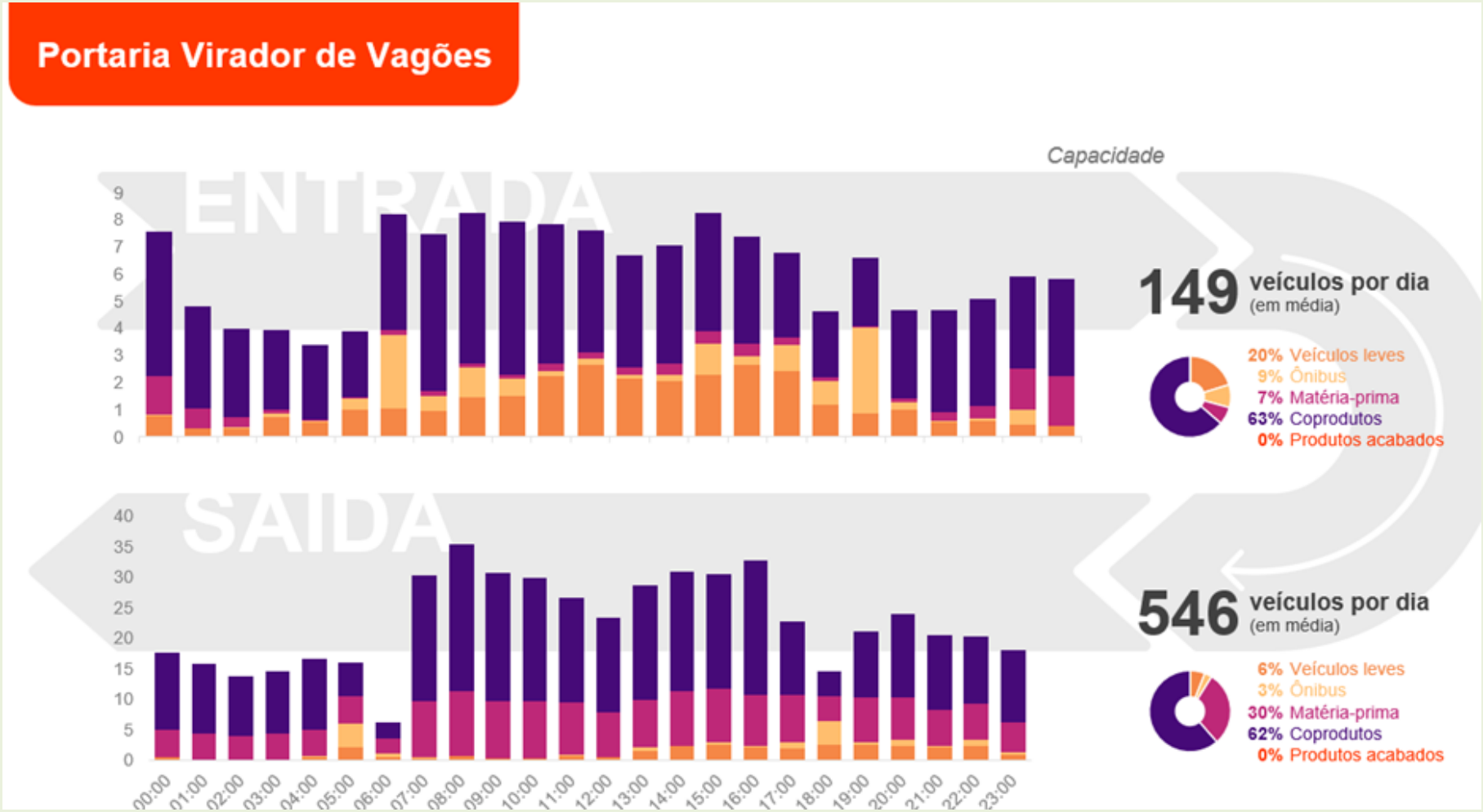


Figura 6.1.8.8-9 : Fluxo médio de veículos na Portaria Virador de Vagões. Fonte Fluxo Atual de Veículos AMT, Rotas de Acesso e Downstream, 2025.

A partir das premissas adotadas, foram estimados os fluxos “típicos” de veículos por dia oriundos da usina e por hora-pico para as vias de acesso, considerando-se a distribuição nas 6 rotas de chegadas e das 6 rotas de saída mapeadas pela equipe da ArcelorMittal Tubarão, conforme apresentado nas figuras a seguir.

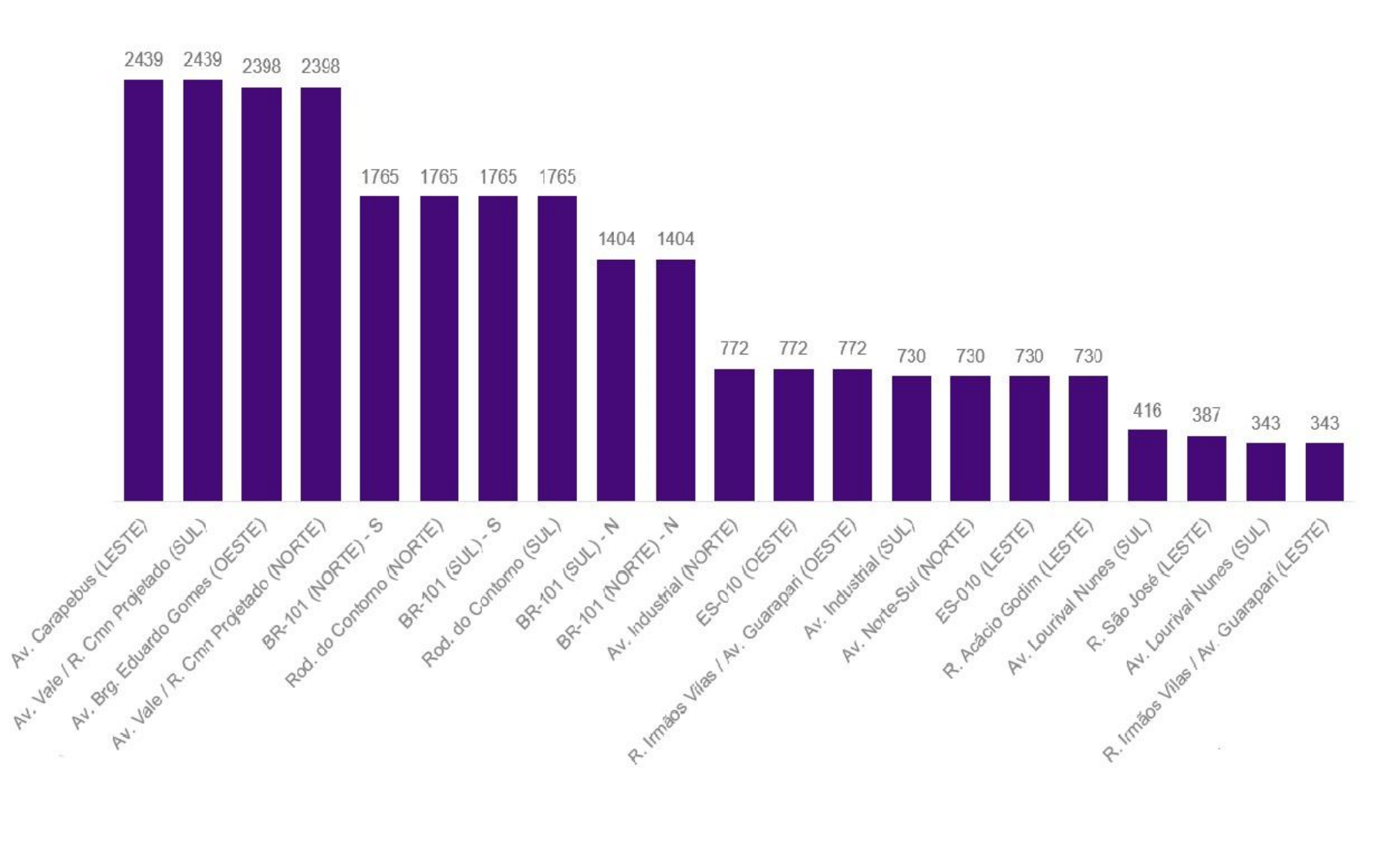


Figura 6.1.8.8-10 -a: Fluxo diário médio do total de veículos por via de acesso. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025.

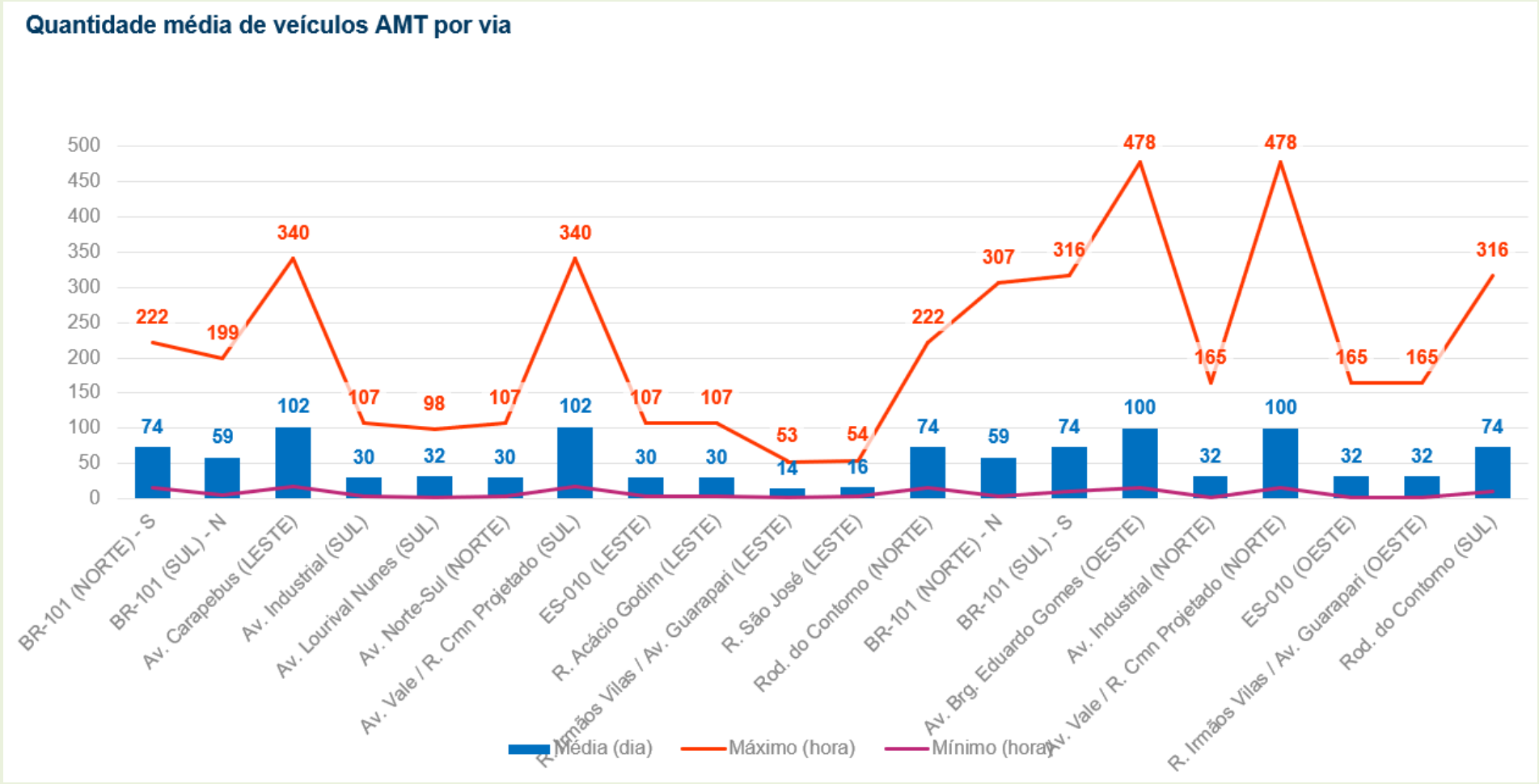


Figura 6.1.8.8.10-b: Fluxo diário médio por modal de veículos por via de acesso. Fonte: Fluxo Atual de Veículos ArcelorMittal Tubarão, Rotas de Acesso e Downstream, 2025.

A tabela abaixo **(Tabela 6.1.8.8-1)** apresenta os valores médios diários totais (**Figura 6.1.8.8-.10-a**), valores médios diários por modal (**Figura 6.1.8.8.10-b**) e os valores-picos correspondentes por via de acesso (**Figura 6.1.8-9**), ressaltando-se a concentração percentual do fluxo gerado atualmente pelo empreendimento em análise nas respectivas horas-picos.

Tabela 6.1.8.8-1: Fluxo diário médio de veículos por via e modal.

IDENTIFICAÇÃO	TOTAL	VEÍCULOS LEVES	ÔNIBUS	CAMINHÕES E CARRETAS			VALORES-PICOS		
				Matéria Prima	Coprodutos	Produtos	Hora	Volume	%
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos (Sentido LESTE)	2.439	1.582	216	195	445	-	8h	340	14%
Av. Vale / R. Cmn Projetado (Sentido SUL)	2.439	1.582	216	195	445	-	8h	340	14%
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (Sentido OESTE)	2.398	1.582	216	193	406	-	17h	478	20%
Av. Vale / R. Cmn Projetado (Sentido NORTE)	2.398	1.582	216	193	406	-	17h	478	20%
Rodovia BR-101 (Trecho Sul) (Sentido NORTE)	1.765	977	205	165	362	54	7h	222	13%
Rod. Contorno (Sentido NORTE)	1.765	977	205	165	362	54	7h	222	13%
Rodovia BR-101 (Trecho Sul) (Sentido SUL)	1.765	977	205	165	362	54	17h	316	18%
Rod. Contorno (Sentido SUL)	1.765	977	205	165	362	54	17h	316	18%
Rodovia BR-101 (Trecho Norte) (Sentido SUL)	1.404	977	207	36	144	40	17h	199	14%
Rodovia BR-101 (Trecho Norte) (Sentido NORTE)	1.404	977	207	36	144	40	17h	307	22%
Av. Industrial (Sentido NORTE)	772	372	198	8	100	94	18h	165	21%
Rodovia ES-010 (Sentido OESTE)	772	372	198	8	100	94	18h	165	21%
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari (Sentido OESTE)	772	372	198	8	100	94	18h	165	21%
Av. Industrial (Sentido SUL)	730	372	198	5	61	94	6h	107	15%
Av. Norte-Sul (Sentido NORTE)	730	372	198	5	61	94	6h	107	15%
Rodovia ES-010 (Sentido LESTE)	730	372	198	5	61	94	6h	107	15%
Rua Acácio Godim (Sentido LESTE)	730	372	198	5	61	94	6h	107	15%
Av. Lourival Nunes (Sentido SUL)	760	372	198	7	89	94	18h	98	13%
Rua São José (Sentido LESTE)	387	186	99	2	46	54	6h	54	14%
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari (Sentido LESTE)	343	186	99	3	15	40	6h	53	15%

Para identificar a contribuição do fluxo de veículos gerado pela ArcelorMittal Tubarão no tráfego total da malha viária de acesso ao empreendimento nos períodos de pico da manhã e da tarde, foram realizadas contagens nas principais vias de acesso às portarias entre 6:00 e 10:00h e entre 16:00 e 20:00h, conforme apresentado a seguir.

Levantamento de Fluxo de Veículos Total das Vias de Acesso

Para levantamento do fluxo de veículos das vias de acesso ao empreendimento foi realizado um levantamento de campo a partir de filmagens amostrais com drones em oito pontos selecionados[1] **(Figura 6.1.8.8-11**), cujas coordenadas encontram-se no **Quadro 6.1.8.8-1** abaixo.

Quadro 6.1.8.8-1 Localização das vias de acesso analisadas.

PONTO	VIA	COORDENADA GEOGRÁFICA
01	BR 101 - vias expressas e marginais	20°13'25.9"S 40°16'13.6"W
02	Av. dos Metalúrgicos	20°13'23.6"S 40°16'11.0"W
03	Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	20°13'18.7"S 40°16'10.7"W
04	Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	20°12'24.3"S 40°16'06.5"W
05	Av. Norte Sul	20°12'25.5"S 40°15'41.5"W
06	Av. Brasil	20°13'22.5"S 40°15'39.6"W
07	Av. Industrial	20°12'38.1"S 40°14'16.9"W
08	Rodovia ES-010	20°12'19.6"S 40°14'21.9"W

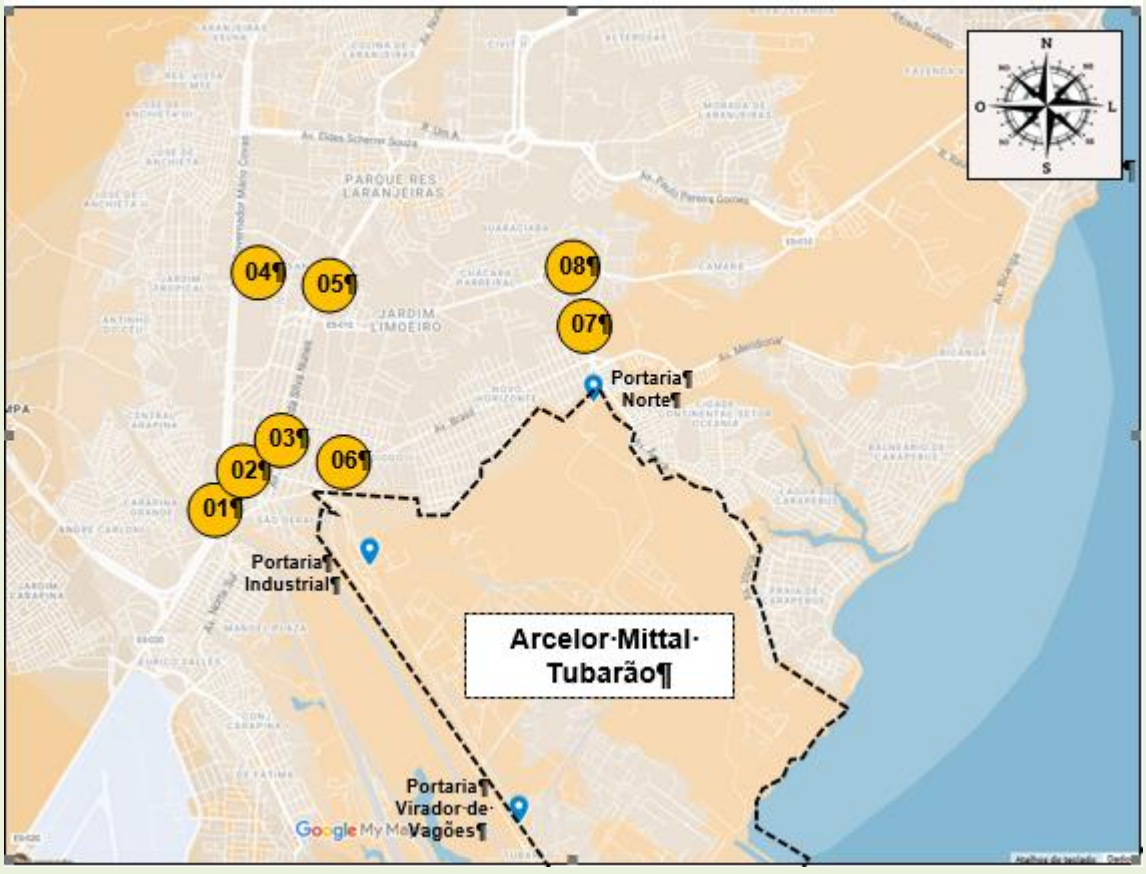


Figura 6.1.8.8-11 : Pontos de contagem.

Os registros do fluxo de veículos nas vias analisadas foram realizados nos períodos de pico matutino e vespertino, abrangendo coletas entre 6:00 e 10:00h e entre 16:00 e 20:00h. As filmagens com drones foram realizadas no intervalo dos primeiros 10 minutos sendo estes representativos de cada hora, e os vídeos obtidos em cada filmagem tratados e tabulados para obtenção dos volumes totais por via, por sentido e por modal através da aplicação de um modelo de inteligência artificial. O modelo desenvolvido a partir de *machine learning* realizou a contagem automática das filmagens realizadas, gerando como dados o quantitativo no período amostrais dos veículos que passaram pela filmagem diferenciando as categorias principais, sendo: carros, motocicletas, caminhões, ônibus e bicicletas.

A partir dos dados coletados pelas contagens dos vídeos amostrados via drone, para a estimativa da quantidade total de veículos que passaram pelo ponto naquele determinado período de 10 minutos representativos da hora, foi realizada interpolação linear de dados entre os valores medidos no início da hora até a hora subsequente, e posterior extrapolação no intervalo entre os dois horários mantendo-se a taxa de crescimento ou decrescimento calculada, conforme apresentado no **Quadro 6.1.8.8-2**.

Quadro 6.1.8.8-2: taxas de crescimento analisadas.

Horário		Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Volume Total	Volume Hora
06:00	06:10					100	850
						117	
						133	
						150	
						167	
						183	
07:00	07:10					200	1.550
						223	
						247	
						270	
						293	
						317	
08:00	08:10					340	1.940
						333	
						327	
						320	
						313	
						307	
09:00	09:10					300	1.600
						287	
						273	
						260	
						247	
						233	
10:00	10:10					220	1.120
						207	
						193	
						180	
						167	
						153	

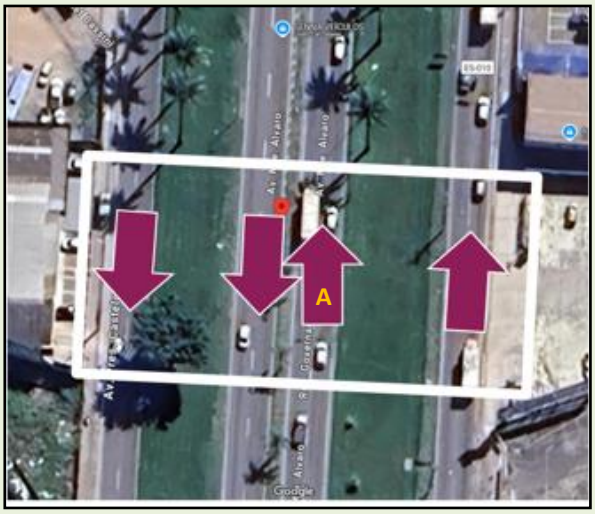
LEGENDA:

- Valores registrados em campo
- Valores separados por IA
- Interpolação linear
- Extrapolação linear (taxa do último intervalo)

* Valores fictícios.

A partir das coletas realizadas e tratamento dos dados, são apresentados a seguir os resultados obtidos para o fluxo de veículos das vias analisadas nos períodos da manhã e da tarde e a identificação dos picos horários correspondentes **(Figura 6.1.8.8-12 a Figura 6.1.8.8-19).**

Ponto 01: Rodovia BR-101 - vias expressas



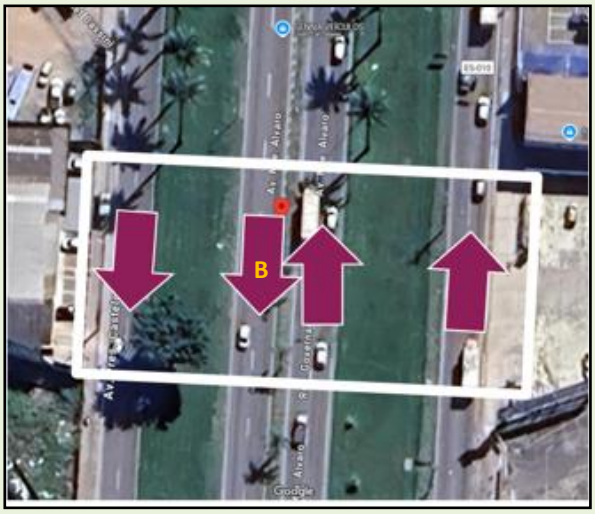
MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	1.490	705	50	290	2.534
07:00	**1.044**	**1.328**	**43**	**323**	**2.738**
08:00	856	1.444	53	324	2.677
09:00	1.032	1.017	23	288	2.360
10:00	1.320	261	35	504	2.120

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	**1.279**	**902**	**48**	**505**	**2.734**
17:00	1.114	756	51	461	2.381
18:00	1.106	301	77	311	1.794
19:00	1.156	242	93	154	1.645
20:00	646	218	57	106	1.027



MOVIMENTO "B"

Período da Manhã

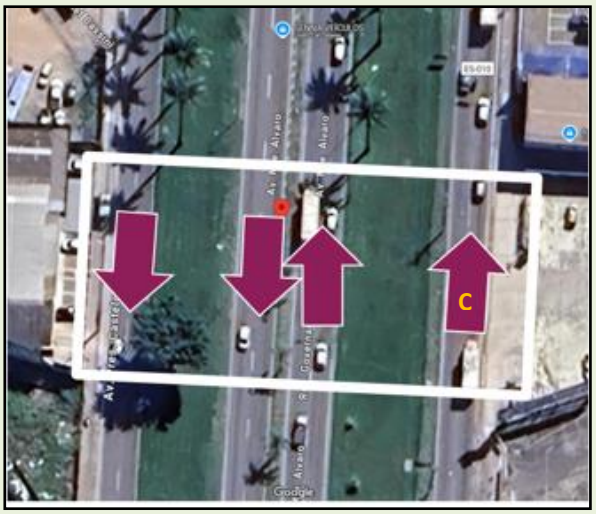
Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	740	363	41	120	1.264
07:00	**1.013**	**629**	**36**	**184**	**1.861**
08:00	1.022	324	13	224	1.583
09:00	968	315	14	291	1.587
10:00	770	495	32	225	1.521

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	913	556	36	167	1.671
17:00	**1.006**	**864**	**56**	**142**	**2.067**
18:00	948	879	82	155	2.063
19:00	799	665	68	130	1.662
20:00	1.189	101	44	154	1.488

Figura 6.1.8.8-12 -a: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 01 (via expressa).

Ponto 01: Rodovia BR-101 - vias marginais



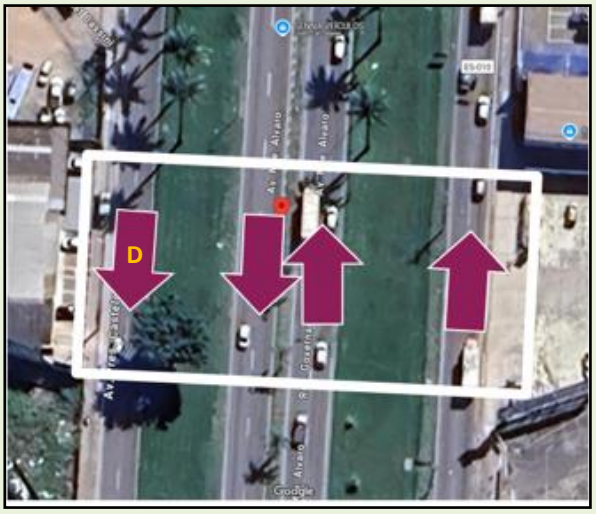
MOVIMENTO "C"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	2.461	200	130	188	2.979
07:00	**2.513**	**351**	**192**	**320**	**3.376**
08:00	1.937	318	63	278	2.596
09:00	1.892	390	5	248	2.534
10:00	2.414	462	17	410	3.302

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	2.257	552	64	133	3.006
17:00	**2.728**	**614**	**63**	**176**	**3.581**
18:00	2.212	278	40	181	2.710
19:00	1.453	175	29	63	1.719
20:00	145	163	11	0	319



MOVIMENTO "D"

Período da Manhã

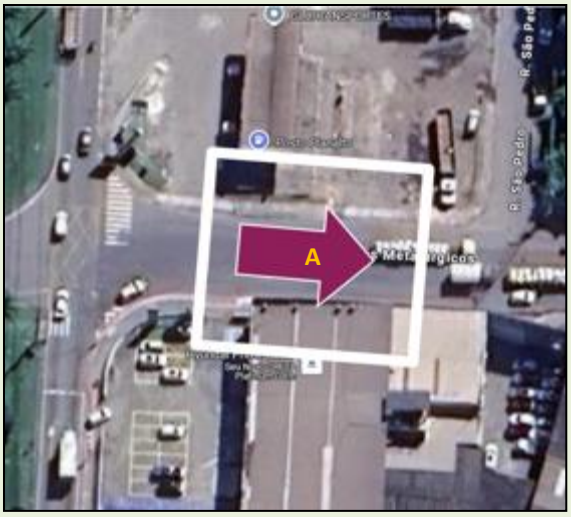
Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	1.311	855	113	184	2.463
07:00	1.758	1.325	98	299	3.479
08:00	**1.482**	**1.438**	**135**	**637**	**3.691**
09:00	1.320	1.344	94	881	3.638
10:00	2.082	480	46	215	2.822

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	1.686	1.245	105	284	3.320
17:00	1.561	1.261	146	325	3.293
18:00	**1.986**	**1.040**	**187**	**290**	**3.502**
19:00	2.171	957	167	201	3.496
20:00	599	489	77	165	1.330

Figura 6.1.8-12 b: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 01 (vias marginais).

Ponto 02: Av. dos Metalúrgicos



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	**676**	**961**	**64**	**142**	**1.842**
07:00	751	777	24	198	1.749
08:00	627	483	6	227	1.343
09:00	400	276	6	187	868
10:00	250	132	6	73	460

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	535	606	18	121	1.279
17:00	**486**	**715**	**20**	**75**	**1.295**
18:00	530	426	43	83	1.082
19:00	581	329	34	85	1.028
20:00	635	197	28	73	932

Figura 6.1.8.8-13: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 02.

Ponto 03: Av. Brigadeiro Eduardo Gomes



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

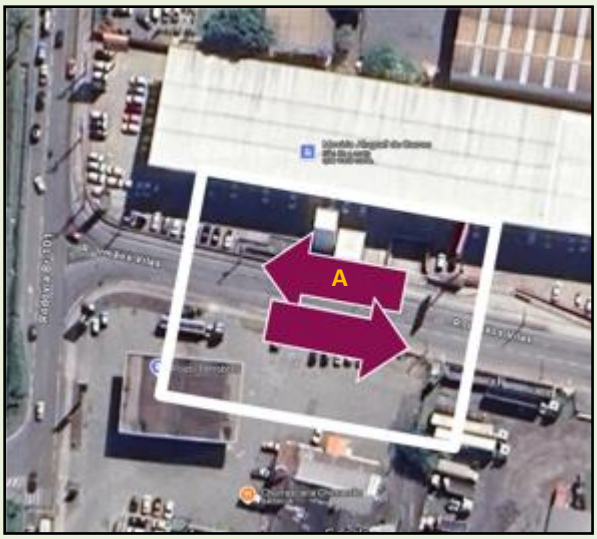
Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	1.172	970	27	119	2.288
07:00	1.234	971	53	228	2.485
08:00	**1.054**	**1.073**	**74**	**295**	**2.496**
09:00	962	937	43	287	2.228
10:00	908	997	0	125	2030

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	1.086	925	22	301	2.333
17:00	**1.185**	**1.052**	**23**	**200**	**2.460**
18:00	984	618	30	166	1.798
19:00	840	399	45	103	1.387
20:00	336	579	81	19	1.015

Figura 6.1.8.8-14: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 03.

Ponto 04: Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	378	132	0	20	530
07:00	**548**	**341**	**0**	**40**	**929**
08:00	407	416	18	57	897
09:00	357	281	27	73	738
10:00	321	293	0	103	717

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	**419**	**126**	**23**	**25**	**592**
17:00	425	64	12	18	519
18:00	293	21	7	11	331
19:00	233	0	5	5	243
20:00	215	0	17	17	249



MOVIMENTO "B"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	185	94	3	13	294
07:00	151	127	4	4	285
08:00	163	71	5	55	294
09:00	**306**	**155**	**10**	**100**	**570**
10:00	306	239	4	22	570

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	268	160	4	33	465
17:00	415	123	8	15	560
18:00	**490**	**158**	**11**	**11**	**669**
19:00	276	45	5	0	326
20:00	132	9	17	0	158

Figura 6.1.8.8-15: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 04.

Ponto 05: Av. Norte-Sul



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	1.186	395	55	19	1.655
07:00	1.061	743	48	37	1.889
08:00	949	491	53	70	1.563
09:00	868	555	43	79	1.544
10:00	790	591	0	109	1.490

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	1.150	342	50	78	1.620
17:00	988	92	41	21	1.142
18:00	891	21	46	15	972
19:00	716	0	32	21	769
20:00	188	0	8	0	196



MOVIMENTO "B"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	566	246	42	11	865
07:00	770	476	64	28	1.337
08:00	**780**	**459**	**60**	**50**	**1.349**
09:00	745	351	50	70	1.216
10:00	661	243	26	94	1.024

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	**964**	**474**	**70**	**46**	**1.553**
17:00	867	218	55	0	1.139
18:00	860	21	85	10	975
19:00	671	0	82	19	772
20:00	395	0	34	7	436

Figura 6.1.8.8-16: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 05.

Ponto 06: Av. Brasil



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	102	84	21	4	210
07:00	0	0	0	0	0
08:00	0	0	0	0	0
09:00	190	40	3	65	298
10:00	**646**	**136**	**9**	**221**	**1.012**

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	606	596	22	122	1.345
17:00	**631**	**663**	**33**	**147**	**1.474**
18:00	666	540	54	73	1.333
19:00	599	336	44	22	1.000
20:00	437	48	20	16	520



MOVIMENTO "B"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	452	189	74	7	721
07:00	0	0	0	0	0
08:00	0	0	0	0	0
09:00	288	30	5	60	383
10:00	**978**	**102**	**17**	**204**	**1.301**

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	665	582	34	65	1.346
17:00	**780**	**523**	**51**	**62**	**1.416**
18:00	609	279	59	53	1.000
19:00	496	190	61	48	795
20:00	520	0	49	18	587

Figura 6.1.8.8-17: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 06.

Ponto 07: Av. Industrial



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	102	84	21	4	210
07:00	0	0	0	0	0
08:00	0	0	0	0	0
09:00	190	40	3	65	298
10:00	**646**	**136**	**9**	**221**	**1.012**

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	606	596	22	122	1.345
17:00	**631**	**663**	**33**	**147**	**1.474**
18:00	666	540	54	73	1.333
19:00	599	336	44	22	1.000
20:00	437	48	20	16	520



MOVIMENTO "B"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	452	189	74	7	721
07:00	0	0	0	0	0
08:00	0	0	0	0	0
09:00	288	30	5	60	383
10:00	**978**	**102**	**17**	**204**	**1.301**

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	665	582	34	65	1.346
17:00	**780**	**523**	**51**	**62**	**1.416**
18:00	609	279	59	53	1.000
19:00	496	190	61	48	795
20:00	520	0	49	18	587

Figura 6.1.8.8-18: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 07.

Ponto 08: Rodovia ES-010



MOVIMENTO "A"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	**1.504**	**910**	**92**	**133**	**2.639**
07:00	1.366	838	56	176	2.435
08:00	1.234	530	29	209	2.001
09:00	1.124	362	34	275	1.794
10:00	1.070	194	28	359	1.650

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	**1.373**	**949**	**65**	**202**	**2.588**
17:00	1.379	721	91	107	2.298
18:00	1.185	533	79	74	1.871
19:00	998	461	55	32	1.545
20:00	800	473	13	8	1.293



MOVIMENTO "B"

Período da Manhã

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
06:00	400	203	45	65	712
07:00	**460**	**331**	**38**	**72**	**901**
08:00	422	279	32	80	812
09:00	455	236	30	80	800
10:00	365	284	0	56	705

Período da Tarde

Horário	Auto	Moto	Ônibus	Caminhão	Total
16:00	579	486	32	74	1.170
17:00	791	638	40	37	1.505
18:00	**874**	**607**	**44**	**25**	**1.549**
19:00	701	323	47	31	1.101
20:00	395	263	29	61	747

Figura 6.1.8.8-19: Fluxo de veículos nos períodos matutino e vespertino do Ponto 08.

Para melhor avaliação do cenário atual do sistema viário no entorno do empreendimento e a contribuição das atividades da ArcelorMittal Tubarão, os dados de fluxo obtidos foram compilados, conforme mencionado anteriormente, e comparados com as medições do tráfego externo realizada com drones. Essa comparação foi realizada a partir dos valores médios e picos observados na base dados da Arcelor entre 2020 e 2024 nas rotas de chegada e saída, incluindo as três portarias de acesso ao site, e os valores-picos do tráfego externo total obtidos em contagem recente para os períodos da manhã e da tarde, conforme sintetizado na **Tabela 6.1.8.8-2** a seguir.

Tabela 6.1.8.8-2: Valores-picos do fluxo atual ArcelorMittal e tráfego externo total.

PONTO	IDENTIFICAÇÃO	VALORES-PICOS				
		AMT*	PERÍODO DA MANHÃ		PERÍODO DA TARDE	
			Total	CONTRIBUIÇÃO	TOTAL	CONTRIBUIÇÃO
01	Rodovia BR-101 - Pista Expressa (Sentido NORTE) **	-	2.738	-	2.734	-
01	Rodovia BR-101 - Pista Expressa (Sentido SUL) **	-	1.861	-	2.067	-
01	Rodovia BR-101 - Pista Marginal (Sentido NORTE)	222	3.376	6,58%	3.581	6,20%
01	Rodovia BR-101 - Pista Marginal (Sentido SUL)	316	3.691	8,56%	3.502	9,02%
02	Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos (Sentido LESTE)	340	1.842	18,46%	1.295	26,25%
03	Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (Sentido OESTE)	478	2.496	19,15%	2.460	19,43%
04	Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari (Sentido LESTE)	53	570	9,30%	669	7,92%
04	Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari (Sentido OESTE)	165	929	17,76%	592	27,87%
05	Av. Norte-Sul (Sentido NORTE)	107	1.889	5,66%	1.620	6,60%
05	Av. Norte-Sul (Sentido SUL) **	-	1.349	-	1.553	-
06	Av. Brasil (Sentido LESTE) **	-	1.012	-	1.474	-
06	Av. Brasil (Sentido OESTE) **	-	1.301	-	1.416	-
07	Av. Industrial (Sentido NORTE)	165	792	20,83%	1.000	16,50%
07	Av. Industrial (Sentido SUL)	107	880	12,16%	953	11,23%
08	Rodovia ES-010 (Sentido LESTE)	107	2.639	4,05%	2.588	4,13%
08	Rodovia ES-010 (Sentido OESTE)	165	901	18,31%	1.549	10,65%

*** Volume-pico máximo do dia usado para o cálculo da contribuição no tráfego total independente de simultaneidade.**

**** Os pontos em que não se observam contribuições da ArcelorMittal Tubarão acontecem em vias que não fazem parte das rotas logísticas de chegada ou saída nessa unidade de produção, como Av. Brasil e sentido sul da Av. Norte-Sul, ou na pista expressa da Rodovia BR-101 próximo aos acessos à Av. dos Metalúrgicos (chegada) e à Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (saída).**

Métodos de Cálculo de Capacidade e Caracterização Física e Operacional das Vias de Acesso

Para estimativa do impacto potencial do empreendimento em análise sobre a malha viária próxima ao site, foram consideradas as características geométricas das vias de acesso e a capacidade máxima de tráfego atual correspondente, de forma a possibilitar a análise de desempenho de aproximações/seções viárias em vias urbanas.

Os métodos de cálculo de capacidade mais utilizados no Brasil são: o Método Webster e o Highway Capacity Manual (HCM).

No Método Webster, a capacidade de uma via é a maior quantidade de veículos, em Unidade de Carro de Passeio (UCP) que ela comporta em um determinado período. Conhecendo-se a capacidade de cada aproximação na interseção e os volumes de veículos que por elas transitam, determina-se o nível de serviço da via, definido como a relação entre o volume de tráfego e a capacidade da via.

As condições de tráfego são habitualmente classificadas em seis níveis de serviço, que variam das condições ideais ao fluxo forçado:

- Nível de serviço A - Via com baixos volumes e densidades, e elevada velocidade. O volume de veículos não interfere nessas condições e é inferior a 60% da capacidade da via.
- Nível de serviço B - Apresenta fluxo estável e velocidades que começam a ser limitadas pelas condições de tráfego, embora o motorista detenha razoável grau de liberdade de escolha da velocidade do veículo. O volume varia entre 60% e 70% da capacidade da via.
- Nível de serviço C - O fluxo é estável, porém a velocidade e as manobras são condicionadas pelos volumes mais elevados de tráfego, que atingem de 70% a 80% da capacidade da via.
- Nível de serviço D - Aproxima-se do fluxo instável e as velocidades são afetadas pelas condições de operação. A liberdade de manobra é restrita e o volume situa-se na faixa entre 80% e 90% da capacidade da via.
- Nível de serviço E - O fluxo e a velocidade são instáveis e o volume atinge até 100% da capacidade da via, provocando paradas frequentes. O comportamento diferenciado de um motorista condiciona o fluxo e a velocidade dos demais veículos.
- Nível de serviço F - O fluxo é forçado, com baixíssimas velocidades. As paradas são frequentes, resultando na formação de extensas filas. O volume está acima da capacidade da via.

A capacidade máxima da via é diretamente proporcional à largura útil em cada sentido, sofrendo reduções de fluidez devido aos diversos fatores, como conflitos de movimentos, semáforos, estacionamentos, pontos de ônibus, aclividade ou declividade.

O nível de serviço da via é definido como a relação entre o volume e a capacidade, em uma unidade de tempo, e é por intermédio desse fator que se avaliam as condições da via relativas à fluidez do tráfego: velocidade, tempo de viagem e interrupção do fluxo. Assim, os níveis de serviço das aproximações analisadas foram determinados para os volumes-picos observados nos períodos da manhã e da tarde.

Para se analisar o desempenho das aproximações viárias considerando-se o fluxo conjunto de veículos leves e pesados, foi realizada a conversão do volume de veículos pesados em volume de veículos leves equivalentes.

Os veículos pesados (caminhões e ônibus) e veículos recreacionais (automóvel + reboque) causam impactos na operação das rodovias, pois as maiores dimensões desses, quando comparados aos automóveis, influem diretamente no número de veículos que uma faixa de tráfego comporta em uma determinada condição de tráfego.

Além disso, o desempenho inferior dos veículos pesados produz maior interação entre veículos na corrente de tráfego, obrigando os automóveis, que possuem melhor desempenho, a mudarem de faixa ou realizarem manobras de ultrapassagem mais constantemente. Quando os automóveis mudam de faixa, eventualmente surgem espaços vazios entre dois veículos pesados que trafegam em uma mesma faixa, produzindo uma subutilização do espaço viário.

Dessa forma, os métodos de análise de capacidade e níveis de serviço em vias urbanas e rodovias utilizam fatores de equivalência veicular para refletir o impacto operacional dos caminhões, ônibus e veículos recreacionais.

A função do fator de equivalência é converter um fluxo de tráfego real, formado por diferentes tipos de veículos, em um fluxo hipotético, composto apenas por carros de passeio equivalentes, de forma que a análise de capacidade e nível de serviço pode ser padronizada em função de um único tipo de veículo, conversão esta consideradas nas análises deste documento. O Highway Capacity Manual (HCM) é um manual técnico dos Estados Unidos que estabelece metodologias para analisar a capacidade e o nível de serviço do tráfego em sistemas viários comumente utilizado em vários países, incluindo o Brasil. No entanto, segundo SAMBINI et al., o HCM foi desenvolvido com dados de rodovias norte-americanas que possuem características físicas, de veículos e de condutores diferentes das encontradas nos outros países.

Ainda segundo SAMBINI et al., estudos realizados em diversos países já mostraram que as metodologias do HCM, na maioria dos casos, não podem ser aplicadas diretamente, dada a variabilidade do comportamento dos pedestres e motoristas no uso da infraestrutura viária, clima, topografia e veículo por regiões de estudo. A atual versão do HCM (2010) utiliza a velocidade média de viagem e a porcentagem de tempo viajando em pelotões como medidas de desempenho, esta última considerada inviável de ser obtida diretamente em campo, conforme apresentado em artigo recente.

Dessa forma, embora o Método Webster tenha sido desenvolvido para determinar os níveis de serviço de interseções viárias semaforizadas, mostra-se mais adequado à realidade e foi utilizado neste estudo para estimar o desempenho das vias de acesso à ArcelorMittal Tubarão nos períodos de pico da manhã e da tarde. Em vias urbanas, o elemento determinante da capacidade é a interseção, por ser o ponto mais crítico da via, onde se apresentam maiores graus de restrições à passagem e/ou onde o fluxo de veículos se interrompe. Essa capacidade depende de fatores físicos ou operacionais, mais ou menos fixos, que podem ser alterados mais facilmente – como a distribuição dos tempos livres na programação dos semáforos –, ou que dependem de ações mais complexas – como as mudanças físicas que exigem obras civis.

Para a avaliação comparativa, além da definição de volume equivalente de veículos, foi considerada a capacidade de tráfego das vias. A **Tabela 6.1.8.8-3** apresenta as características físicas e operacionais que definem a capacidade máxima de tráfego nas vias de acesso à unidade ArcelorMittal Tubarão, consideradas para subsidiar essa avaliação.

Tabela 6.1.8.8-3 : Características físicas e operacionais das vias de acesso ao empreendimento.

IDENTIFICAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS	SENTIDO	LARGURAS			CAPACIDADE MÁXIMA DE TRÁFEGO[1]
				Total da Pista	Pistas de Rolamento	Nº Faixas	
Rod. BR-101 (Expressa)	Arterial	Pista Única	Duplo	14,00m	7,00m cada sentido	2 cada sentido	3.675 veículos/h por sentido
Rod. BR-101 (Marginais)	Arterial	Pista Única	Único	7,00m	7,00m cada	2 cada pista	3.675 veículos/h por pista
Av. Carapebus[2] / Av. dos Metalúrgicos	Arterial	Pista Única	Único	9,60m	9,60m - 2,00m	3 faixas	3.990 veículos/h
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Arterial	Pista Única	Único	12,10m	12,10m	4 faixas + ciclovia	6.353 veículos/h
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Coletora	Pista Única	Duplo	10,50m	7,00m p/ Oeste 3,50m p/ Leste	2+1 faixas	3.675 veículos/h (O) 1.892 veículos/h (L)
Av. Norte-Sul	Arterial	Canteiro Central	Duplo	2x7,00m	7,00m cada	2 cada sentido	3.675 veículos/h por sentido
Av. Brasil	Coletora	Pista Única	Duplo	2x5,00m	5,00m cada	1 cada sentido	2.587 veículos/h por sentido
Av. Industrial	Arterial	Canteiro Central	Duplo	2x7,00m	7,00m cada	2 cada sentido	3.675 veículos/h por sentido
Rod. ES-010	Arterial	Canteiro Central	Duplo	2x7,00m	7,00m cada	2 cada sentido	3.675 veículos/h por sentido

Nota 1: Correspondendo a 525 x Largura útil, segundo o Método Webster.
Nota 2: Redução de largura útil da Av. Carapebus em 2,00m devido à permissão de sinalização horizontal à direita.

Dito isso, a condição de trafegabilidade atual das vias foi estimada pela relação entre os volumes-picos e as capacidades máximas de projeto para as respectivas horas-picos do tráfego total registrada em cada ponto de observação/seção na pesquisa de contagem, conforme preconizado pelo Método Webster (**Tabela 6.1.8.8-4)**.

Tabela 6.1.8.8-4: Trafegabilidade atual dos trechos viários analisados (período da manhã).

VIAS / PARÂMETROS		TRÁFEGO TÍPICO NA HORA-PICO					CAPACIDADE MÁXIMA	RELAÇÃO VOLUME PICO VERSUS CAPACIDADE	NÍVEL DE SERVIÇO (N.S.)	CONDIÇÕES
		AUTO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	VOLUME TOTAL				
Rodovia BR-101 (Expressa)	Sentido Norte	1.044	1.328	43	323	2.738	3.675	0,75	C	Instáveis
	Sentido Sul	1.013	629	36	184	1.861	3.675	0,51	A+	Satisfatórias
Rodovia BR-101 (Marginais)	Sentido Norte	2.513	351	192	320	3.376	3.675	0,92	E+	Insatisfatórias
	Sentido Sul	1.482	1.438	135	637	3.691	3.675	1,00	E-	Insatisfatórias
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Sentido Leste	676	961	64	142	1.842	3.990	0,46	A+	Satisfatórias
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Sentido Oeste	1.054	1.073	74	295	2.496	6.353	0,39	A+	Satisfatórias até Av. Norte-Sul e insuficientes até BR-101
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Sentido Leste	306	155	10	100	570	1.892	0,30	A+	Satisfatórias
	Sentido Oeste	548	341	0	40	929	3.675	0,25	A+	Satisfatórias
Av. Norte-Sul	Sentido Norte	1.061	743	48	37	1.889	3.675	0,51	A+	Satisfatórias, mas com redução de fluidez próximo à interseção com a ES-010
	Sentido Sul	780	459	60	50	1.349	3.675	0,37	A+	
Av. Brasil	Sentido Leste	646	136	9	221	1.012	2.587	0,39	A+	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	978	102	17	204	1.301	2.587	0,50	A+	
Av. Industrial	Sentido Norte	496	206	24	67	792	3.675	0,22	A+	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo à Av. Brasil
	Sentido Sul	481	340	20	39	880	3.675	0,24	A+	
Rodovia ES-010	Sentido Leste	1.504	910	92	133	2.639	3.675	0,72	C+	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	460	331	38	72	901	3.675	0,25	A+	

Verificando os níveis de serviço dos pontos analisados calculados pela metodologia adotada, observa-se que a trafegabilidade das seções viárias apresenta nível de desempenho satisfatório na situação atual, indicando que, metodologicamente falando, não há comprometimento da fluidez do tráfego nos períodos de pico matutino e vespertino, exceto na Rodovia BR-101 e na Av. Brasil, esta última via não utilizada pelas rotas logísticas de acesso à Portaria Norte da ArcelorMittal Tubarão.

No entanto, a trafegabilidade estimada para a Av. Brigadeiro Eduardo Gomes e trechos das Avenidas Norte-Sul e Industrial, além de parte da Rodovia ES-010 entre essas últimas, sentido leste no pico da manhã e sentido oeste no pico da tarde, não refletem o desempenho real esperado dessas vias nas horas-picos do tráfego quando se observa in loco. Esta condição evidencia que o nível de serviço de uma via deve considerar também medidas qualitativas que caracterizam as condições operacionais dentro de uma corrente de tráfego e a sua percepção pelos motoristas e passageiros como a velocidade e tempo de viagem, a liberdade de manobras, as interrupções no tráfego, o conforto e a conveniência.

No caso da Av. Brigadeiro Eduardo Gomes, isso acontece principalmente porque o Método Webster utilizado para determinação de desempenho em vias urbanas apresenta limitações para refletir níveis de desempenho realistas para aproximações viárias de interseções semaforizadas muito próximas umas das outras e com fluxo intenso. Também são observadas limitações do método, próximo às interseções dessas vias umas com as outras e, principalmente, com a Rodovia BR-101.

Para complementar a análise quantitativa, que se mostrou insuficiente para refletir a realidade em alguns pontos, observou-se a velocidade/fluidez ou retenção do pelotão de veículos registrado nas filmagens para estimar a fluidez da via, gerando o gráfico apresentado a seguir (**Figura 6.1.8-20)**, com destaque para a contribuição atual da ArcelorMittal Tubarão nas vias de acess

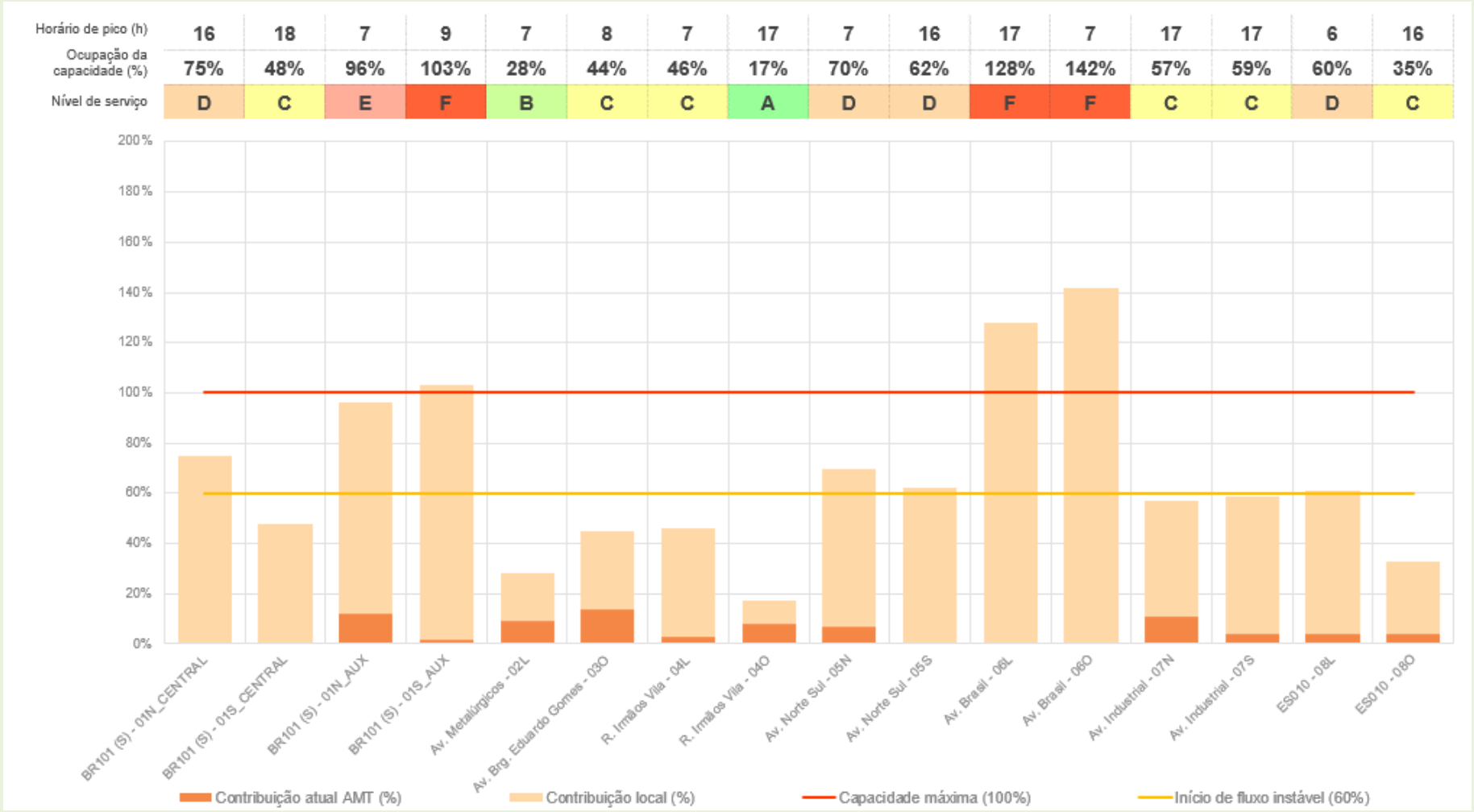


Figura 6.1.8.8-20 : Níveis de desempenho atual das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição da ArcelorMittal Tubarão.

Observa-se que o sistema viário analisado apresenta, já na situação atual, comprometimento da fluidez do tráfego na hora-pico em algumas aproximações/seções viárias das vias metropolitanas, arteriais e coletoras que formam os corredores de transporte no acesso ao empreendimento cujo volume de tráfego é predominantemente de passagem, como nas Rodovias BR-101 e ES-010 e nas Avenidas Norte-Sul, Industrial e Brigadeiro Eduardo Gomes. A contribuição da ArcelorMittal Tubarão no volume total do tráfego observado é pequena, não ultrapassando a 10% nas rodovias e 7% nas vias arteriais. Maiores informações, ver **Tabela 6.1.8.1-2** deste documento.

É importante registrar que o Método Webster é aplicável preferencialmente à determinação de desempenho de vias urbanas, com interferências próprias como fatores de localização, de estacionamento e de interseção, principalmente. Os métodos alternativos sugeridos como HCM (Highway Capacity Manual), mais utilizado pela comunidade técnica brasileira para estudos de projetos em vias urbanas, e ICU (Intersection Capacity Utilization) foram concebidos a partir de modelos de tráfego próprios de autoestradas (rodovias em áreas não urbanas), com outras configurações do sistema viário não aplicáveis à condição das vias de acesso avaliadas.

Assim, mesmo com as limitações expostas, o Método Webster mostra-se mais adequado para estimar quantitativamente o desempenho de seções viárias, devendo ser complementado por medidas qualitativas, conforme aqui realizado.

Estimativa Da Movimentação De Veículos Gerados Nas Fases De Implantação E Operação Do Novo Empreendimento

O projeto do empreendimento em análise, conforme já descrito, visa adequar a empresa às mudanças da economia nacional e mundial, de forma a manter seu elevado nível de competitividade junto ao mercado consumidor de seus produtos e a diversificar sua capacidade de fornecer produtos para atender ao mercado consumidor nacional. Sendo assim, está sendo proposta, a implantação de uma nova unidade industrial com o objetivo de processar bobinas laminadas a quente já produzidas na própria unidade da ArcelorMittal Tubarão.

A nova Planta de Laminação de Bobinas a Frio e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminadas a Frio será instalada no site da empresa, em uma localização próxima à Portaria Norte, conforme apresentado na **Figura 6.1.8-21** abaixo.



Figura 6.1.8.8-21: Localização do empreendimento em análise.

O projeto da nova planta terá capacidade máxima de produção de 600.000 toneladas de bobinas galvanizadas a frio e 400.000 toneladas de bobinas decapadas a frio por ano e será implantado entre 2026 e 2029, com investimento de aproximadamente 3,85 bilhões de reais e geração de até 450 postos de trabalho, sendo 200 empregos diretos durante a fase de operação. Já durante a fase de implantação está previsto um pico de 3.120 colaboradores trabalhando nas obras.

É importante destacar que, do total previsto de produção da nova planta, 100.000 toneladas de bobinas galvanizadas e 400.000 toneladas de bobinas decapadas representam apenas substituição do produto expedido, de bobina laminadas a quente para bobinas decapadas a frio/galvanizadas, ou seja, a empresa deixará de enviar bobinas laminadas a quente e passará a expedir bobinas decapadas a frio/galvanizadas. Essa substituição será realizada utilizando a mesma rota logística atualmente praticada, não gerando, portanto, impacto adicional no tráfego da área de estudo. Portanto, para fins de prognóstico e dimensionamento dos impactos viários previstos para expedição, considera-se como incremento real de 500.000 toneladas de bobinas galvanizadas, volume adicional que será distribuído prioritariamente pelos modais ferroviário e marítimo, sendo a menor parcela destinada ao transporte rodoviário.

Com o objetivo de assegurar que as vias de acesso à ArcelorMittal Tubarão tenham capacidade para absorver os acréscimos no fluxo de veículos durante as fases de implantação do projeto e operação da nova planta, foi construído um cenário futuro conservador, representando a condição mais desfavorável para a infraestrutura viária no entorno do empreendimento. Para isso, foram adotadas as seguintes premissas:

- ✓ estimativa do incremento máximo de viagens nas duas fases principais do empreendimento, quais sejam: no período pico do processo de implantação do projeto, entre os períodos de mobilização e desmobilização do canteiro de obras e no uso da capacidade máxima de produção da planta, durante a operação;
- ✓ simultaneidade da hora-pico do transporte de todos os recursos de produção das fases de implantação e operação do empreendimento em análise com a hora-pico do tráfego de passagem;
- ✓ viagens de ida e volta para transporte dos recursos de produção na mesma hora;
- ✓ sobrecarga dos incrementos máximos do fluxo de veículos das duas fases do empreendimento tanto no pico do tráfego de passagem da manhã como no pico da tarde;
- ✓ sobrecargas do fluxo estimado para as vias marginais da Rodovia BR-101, próximas aos acessos locais, estendidas às faixas correspondentes da via expressa nos dois sentidos.

Dessa forma, foi obtido o cenário-limite de cada fase do empreendimento e os respectivos impactos no desempenho das vias de acesso à ArcelorMittal Tubarão, conforme apresentado em sequência.

Fase de Implantação

Durante a fase de implantação do projeto, estima-se um pico de até 3.120 pessoas trabalhando simultaneamente no canteiro de obras. Nesse período, prevê-se um acréscimo diário nas rotas de acesso ao site de aproximadamente 40 a 80 viagens de caminhões e carretas gerais, 60 ônibus e 100 veículos leves. Considerando que, no máximo, 12% das viagens ocorram durante os períodos de pico do tráfego de passagem - com exceção dos veículos leves e ônibus, cujas viagens se concentram no início e término dos turnos de trabalho, estima-se, para os horários de pico (manhã ou tarde), até 10 viagens de caminhões, 100 de veículos leves e 60 de ônibus.

A logística de acesso será distribuída da seguinte forma:

- ✓ Caminhões/carretas deverão ter acesso à unidade de produção em estudo por uma portaria de acesso específica do projeto localizada próxima à Portaria Norte, com origem/destino distribuídos igualmente ao norte e ao sul do site (50% para cada região);
- ✓ Ônibus: cerca de 80% utilizarão a portaria específica do projeto (70% ao norte e 10% ao sul) enquanto os 20% restantes acessarão pela Portaria Industrial, com origem/destino ao sul;
- ✓ Veículos leves: terão acesso pela portaria específica do projeto, sendo 70% com origem/destino ao norte e 30% ao sul do empreendimento.

Dessa forma, a sobrecarga das vias durante os horários de pico da implantação e nos períodos críticos de tráfego de passagem deverá ser:

- Rota Portaria Adjacente à Norte (Origem Norte): 50% dos caminhões ou 5 viagens por hora, 70% dos ônibus ou 42 viagens por hora e 70% dos veículos leves ou 8 viagens por hora;
- Rota Portaria Adjacente à Norte (Origem Sul): 50% dos caminhões ou 5 viagens por hora, 10% dos ônibus ou 6 viagens por hora e 30% dos veículos leves ou 4 viagens por hora;
- Rota Portaria Adjacente à Norte (Destino Norte): 50% dos caminhões ou 5 viagens por hora, 70% dos ônibus ou 42 viagens por hora e 70% dos veículos leves ou 8 viagens por hora;
- Rota Portaria Adjacente à Norte (Destino Sul): 50% dos caminhões ou 5 viagens por hora, 10% dos ônibus ou 6 viagens por hora e 30% dos veículos leves ou 4 viagens por hora;
- Rota Portaria Industrial (Origem Sul): 20% dos ônibus ou 12 viagens por hora;
- Rota Portaria Industrial (Destino Sul): 20% dos ônibus ou 12 viagens por hora.

Sendo assim, a partir da consolidação dos incrementos de veículos para todas as vias envolvidas nas rotas de chegada e saída preferencialmente utilizadas durante as obras de implantação do projeto, é possível observar o cenário apresentado a seguir na **Tabela 6.1.8.8-5**:

Tabela 6.1.8.8-5: Incremento de vias por via de acesso no pico da implantação. conforme apresentado nos gráficos das figuras Figura 6.1.8.8-21 e Figura 6.1.8.8-22.

IDENTIFICAÇÃO	SENTIDO	ROTAS DE CHEGADA									ROTAS DE SAÍDA									SOMA
		PORTARIA NORTE						PORTARIA INDUSTRIAL			PORTARIA NORTE						PORTARIA INDUSTRIAL			
		NORTE			SUL			SUL			NORTE			SUL			SUL			
		AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	
Rodovia BR-101 (Expressa)	Norte				4	6	5	-	12	-	8	42	5							12 A, 60 Ô 10 C
	Sul	8	42	5										4	6	5	-	12		12 A, 60 Ô 10 C
Rodovia BR-101 (Marginais)	Norte				4	6	5	-	12	-	8	42	5							12 A, 60 Ô 10 C
	Sul	8	42	5										4	6	5	-	12		12 A, 60 Ô 10 C
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Leste							-	12	-										**12 Ô**
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Oeste																-	12		12 Ô
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Leste	8	42	5																8 A, 42 Ô 5 C
	Oeste										8	42	5	4	6	5				12 A, 48 Ô 10 C
Av. Norte-Sul /	Norte	8	42	5	4	6	5													12 A, 48 Ô 10 C
	Sul																			-
Av. Brasil	Leste																			-
	Oeste																			-
Av. Industrial	Norte										8	42	5	4	6	5				12 A, 48 Ô 10 C
	Sul	8	42	5	4	6	5													12 A, 48 Ô 10 C
Rodovia ES-010	Leste	8	42	5	4	6	5													12 A, 48 Ô 10 C
	Oeste										8	42	5	4	6	5				12 A, 48 Ô 10 C

Legenda: Auto (A), Ônibus (Ô) e Caminhão (C).

Fase de Operação

- Durante a operação plena do novo sistema, estima-se que o empreendimento contribuirá com um acréscimo diário ao tráfego externo local de aproximadamente 10 viagens de caminhões e carretas gerais; 22 carretas transportando produto acabado (**Quadro 6.1.8.8-3**); 8 ônibus e 20 veículos leves. Considerando que, no máximo, 22% das viagens de ida e volta da ArcelorMittal Tubarão ocorram nos períodos de pico do tráfego de passagem, exceto as viagens de veículos leves e ônibus que se concentram no início e final do turno administrativo, estima-se, para os horários de pico (manhã ou tarde), até 2 viagens de caminhão e carretas gerais, 5 viagens de carretas de produto acabado, 8 de ônibus e 5 de veículos leves. Convém salientar que o produto acabado será expedido preferencialmente pelos modais marítimo e ferroviário, que deverão absorver cerca de 70% da produção prevista, reduzindo a pressão sobre o sistema viário rodoviário.
- Os caminhões, carretas e veículos leves utilizarão a portaria específica do projeto, localizada próxima à Portaria Norte, com origem/destino igualmente distribuídos entre as rotas ao norte e ao sul do empreendimento; cerca de 90% dos ônibus acessarão o site pela portaria do projeto, enquanto os 10% restantes utilizarão a Portaria Industrial com 100% de origem/destino ao sul. As portarias de entrada e saída de carretas com produto acabado, bem como os percentuais de origem/destino previstos, estão detalhadas no quadro a seguir.

Quadro 6.1.8.8-3: Origem/Destino das viagens de transporte dos produtos acabados. (Continua)

ESTADO	CIDADE / REGIÃO	VOLUME (T)*	Nº BOBINAS POR ANO	Nº BOBINAS POR DIA	MODAL	N° CAMINHÕES POR DIA	ROTA	OBSERVAÇÕES
ES	Região de Serra	85.395	6569	25	Rodo	12	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Norte	Destinação CIVIT
RJ	Região de Volta Redonda	30.293	2330	9	Rodo	3	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Sul	-
BA	Região de Lauro de Freitas	7.647	588	2	Rodo	1	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Norte	-
GO	Região de Anápolis	1.528	118	1	Rodo	1	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Sul	-
MG	Região de Ipatinga	2.944	226	1	Rodo	1	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Norte	-
MG	Região Sul	995	77	1	Rodo	1	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Sul	-
RJ	Região da Cidade do Rio	23.396	1800	7	Rodo	2	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Sul	-

Quadro 6.1.8.8-3: Origem/Destino das viagens de transporte dos produtos acabados. (Conclusão)

Estado	Cidade / Região	Volume (t)*	Nº bobinas por ano	Nº bobinas por dia	Modal	N° caminhões por dia	Rota	Observações
RO	Porto Velho	274	21	1	Rodo	1	100% Portaria Norte – chegada e saída sentido Norte	-
ES	TPS	193.919	14917	57	Hidro	Não aplicável	Não aplicável	Produto direcionado para região Nordeste, para Suape e Pecém
ES	Ferrovia	152.619	11740	47	Ferro	Não aplicável	Não aplicável	Produtos direcionados para região sudeste, principalmente SP.

Fonte: Relatório do Fluxo Atual de Veículos e Origem/Destino da AMT, 2025.

Assim, a sobrecarga das vias operação plena da nova planta de produção e na hora-pico do tráfego de passagem deverá ser **(Tabela 6.1.8.8-6**):

- Rota Portaria Adjacente à Norte (Origem Norte): 50% dos caminhões e carretas gerais ou 1 viagem por hora, 68% das carretas de produto acabado ou 3 viagens por hora e 50% dos veículos leves ou 3 viagens por hora;
- Rota Portaria Adjacente à Norte (Origem Sul): 50% dos caminhões e carretas gerais ou 1 viagem por hora, 90% dos ônibus ou 7 viagens por hora, 32% das carretas de produto acabado ou 2 viagens por hora e 50% dos veículos leves ou 2 viagens por hora;
- Rota Portaria Adjacente à Norte (Destino Norte): 50% dos caminhões e carretas gerais ou 1 viagem por hora, 68% das carretas de produto acabado ou 3 viagens por hora e 50% dos veículos leves ou 3 viagens por hora;
- Rota Portaria Adjacente à Norte (Destino Sul): 50% dos caminhões ou 50% dos caminhões e carretas gerais ou 1 viagem por hora, 90% dos ônibus ou 7 viagens por hora, 32% das carretas de produto acabado ou 2 viagens por hora e 50% dos veículos leves ou 2 viagens por hora;
- Rota Portaria Industrial (Origem Sul): 10% dos ônibus ou 1 viagem por hora;
- Rota Portaria Industrial (Destino Sul): 10% dos ônibus ou 1 viagem por hora.

Sendo assim, a partir da consolidação dos incrementos de veículos para todas as vias envolvidas nas rotas de chegada e saída normalmente utilizadas pela ArcelorMittal Tubarão, tem-se conforme tabela abaixo:

Tabela 6.1.8.8-6: Incremento de vias por via de acesso na operação plena da planta.

IDENTIFICAÇÃO	SENTIDO	ROTAS DE CHEGADA									ROTAS DE SAÍDA									SOMA
		PORTARIA NORTE						PORTARIA INDUSTRIAL			PORTARIA NORTE						PORTARIA INDUSTRIAL			
		NORTE			SUL			SUL			NORTE			SUL			SUL			
		AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	AUTO	ÔNIB.	CAM.	
Rodovia BR-101 (Expressa)	Norte				2	3	7	-	1	-	3	4	-							5 A, 8 Ô 7 C
	Sul	3	4	-										2	3	7	-	1		5 A, 8 Ô 7 C
Rodovia BR-101 (Marginais)	Norte				2	3	7	-	1	-	3	4	-							5 A, 8 Ô 7 C
	Sul	3	4	-										2	3	7	-	1		5 A, 8 Ô 7 C
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Leste							-	1	-										**1 Ô**
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Oeste																-	1		1 Ô
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Leste	3	4	-																3 A, 4 Ô
	Oeste										3	4	-	2	3	7				5 A, 7 Ô 7 C
Av. Norte-Sul /	Norte	3	4	-	2	3	7													5 A, 7 Ô 7 C
	Sul																			-
Av. Brasil	Leste																			-
	Oeste																			-
Av. Industrial	Norte										3	4	-	2	3	7				5 A, 7 Ô 7 C
	Sul	3	4	-	2	3	7													5 A, 7 Ô 7 C
Rodovia ES-010	Leste	3	4	-	2	3	7													5 A, 7 Ô 7 C
	Oeste										3	4	-	2	3	7				5 A, 7 Ô 7 C

Legenda: Auto (A), Ônibus (Ô) e Caminhão (C).

Tabela 6.1.8.8-7: Trafegabilidade futura na fase de implantação dos trechos viários analisados (período da manhã).

VIAS / PARÂMETROS		TRÁFEGO TÍPICO NA HORA-PICO					CAPACIDADE MÁXIMA	RELAÇÃO VOLUME PICO VERSUS CAPACIDADE	NÍVEL DE SERVIÇO (N.S.)	CONDIÇÕES
		AUTO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	VOLUME TOTAL				
Rodovia BR-101 (Expressa)	Sentido Norte	1.044+12	1.328	43+60	323+10	2.738+82	3.675	0,77	C⁻	Instáveis
	Sentido Sul	1.013+12	629	36+60	184+10	1.861+82	3.675	0,53	A⁺	Satisfatórias
Rodovia BR-101 (Marginais)	Sentido Norte	2.513+12	351	192+60	320+10	3.376+82	3.675	0,94	E	Insatisfatórias
	Sentido Sul	1.482+12	1.438	135+60	637+10	3.691+82	3.675	1,03	F	Insatisfatórias
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Sentido Leste	676	961	64+12	142	1.842+12	3.990	0,46	A⁺	Satisfatórias
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Sentido Oeste	1.054	1.073	74+12	295	2.496+12	6.353	0,39	A⁺	Satisfatórias até Av. Norte-Sul e insuficientes até BR-101
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Sentido Leste	306+8	155	10+42	100+5	570+55	1.892	0,33	A⁺	Satisfatórias
	Sentido Oeste	548+12	341	0+48	40+10	929+70	3.675	0,27	A⁺	Satisfatórias
Av. Norte-Sul	Sentido Norte	1.061+12	743	48+48	37+10	1.889+70	3.675	0,53	A⁺	Satisfatórias, mas com redução de fluidez próximo à interseção com a ES-010
	Sentido Sul	780	459	60	50	1.349	3.675	0,37	A⁺	
Av. Brasil	Sentido Leste	646	136	9	221	1.012	2.587	0,39	A⁺	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	978	102	17	204	1.301	2.587	0,50	A⁺	
Av. Industrial	Sentido Norte	496+12	206	24+48	67+10	792+70	3.675	0,23	A⁺	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo à Av. Brasil
	Sentido Sul	481+12	340	20+48	39+10	880+70	3.675	0,26	A⁺	
Rodovia ES-010	Sentido Leste	1.504+12	910	92+48	133+10	2.639+70	3.675	0,74	C	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	460+12	331	38+48	72+10	901+70	3.675	0,26	A⁺	

Tabela 6.1.8.8-8: Trafegabilidade futura na fase de implantação dos trechos viários analisados (período da tarde).

VIAS / PARÂMETROS		TRÁFEGO TÍPICO NA HORA-PICO					CAPACIDADE MÁXIMA	RELAÇÃO VOLUME PICO VERSUS CAPACIDADE	NÍVEL DE SERVIÇO (N.S.)	CONDIÇÕES
		AUTO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	VOLUME TOTAL				
Rodovia BR-101 (Expressa)	Sentido Norte	1.279+12	902	48+60	505+10	2.734+82	3.675	0,77	C⁻	Instáveis
	Sentido Sul	1.006+12	864	56+60	142+10	2.067+82	3.675	0,58	A⁻	Satisfatórias
Rodovia BR-101 (Marginais)	Sentido Norte	2.728+12	614	63+60	176+10	3.581+82	3.675	1,00	E⁻	Insatisfatórias
	Sentido Sul	1.986+12	1.040	187+60	290+10	3.502+82	3.675	0,98	E⁻	Insatisfatórias
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Sentido Leste	486	715	20+12	75	1.295+12	3.990	0,33	A⁺	Satisfatórias
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Sentido Oeste	1.185	1.052	23+12	200	2.460+12	6.353	0,39	A⁺	Satisfatórias até Av. Norte-Sul e insuficientes até BR-101
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Sentido Leste	490+8	158	11+42	11+5	669+55	1.892	0,38	A⁺	Satisfatórias
	Sentido Oeste	419+12	126	23+48	25+10	592+70	3.675	0,18	A⁺	Satisfatórias
Av. Norte-Sul	Sentido Norte	1.150+12	342	50+48	78+10	1.620+70	3.675	0,46	A⁺	Satisfatórias, mas com redução de fluidez próximo à interseção com a ES-010
	Sentido Sul	964	474	70	46	1.553	3.675	0,42	A⁺	
Av. Brasil	Sentido Leste	631	663	33	147	1.474	2.587	0,57	A⁻	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	780	523	51	62	1.416	2.587	0,55	A	
Av. Industrial	Sentido Norte	830+12	133	18+48	20+10	1.000+70	3.675	0,29	A⁺	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo à Av. Brasil
	Sentido Sul	703+12	169	37+48	45+10	953+70	3.675	0,28	A⁺	
Rodovia ES-010	Sentido Leste	1.373+12	949	65+48	202+10	2.588+70	3.675	0,72	C⁺	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	874+22	607	44+48	25+10	1.549+70	3.675	0,44	A⁺	

De forma análoga, ao comparar o desempenho das vias de acesso na situação atual com a situação futura, considerando a operação plena da nova planta, foram avaliados os impactos potenciais sobre a infraestrutura viária no entorno do empreendimento durante os horários de pico da manhã e da tarde, conforme apresentado nas tabelas abaixo.

Tabela 6.1.8.8-9: Análise comparativa de desempenho no pico de implantação (período da manhã).

IDENTIFICAÇÃO	SENTIDO	SITUAÇÃO ATUAL		SITUAÇÃO FUTURA	
		Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Nível de Serviço
Rodovia BR-101 (Expressa)	Norte	0,75	C	0,77	C⁻
	Sul	0,51	A⁺	0,53	A⁺
Rodovia BR-101 (Marginais)	Norte	0,92	E⁺	0,94	E
	Sul	1,00	E⁻	1,03	F
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Leste	0,37	A⁺	0,46	A⁺
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Oeste	0,39	A⁺	0,39	A⁺
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Leste	0,30	A⁺	0,33	A⁺
	Oeste	0,25	A⁺	0,27	A⁺
Av. Norte-Sul	Norte	0,51	A⁺	0,53	A⁺
	Sul	0,37	A⁺	0,37	A⁺
Av. Brasil	Leste	0,39	A⁺	0,39	A⁺
	Oeste	0,50	A⁺	0,50	A⁺
Av. Industrial	Norte	0,22	A⁺	0,23	A⁺
	Sul	0,24	A⁺	0,26	A⁺
Rodovia ES-010	Leste	0,72	C⁺	0,74	C
	Oeste	0,25	A⁺	0,26	A⁺

Tabela 6.1.8.8-10: Análise comparativa de desempenho no pico de implantação (período da tarde).

IDENTIFICAÇÃO	SENTIDO	SITUAÇÃO ATUAL		SITUAÇÃO FUTURA	
		Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Nível de Serviço
Rodovia BR-101 (Expressa)	Norte	0,74	C	0,77	C⁻
	Sul	0,56	A	0,58	A⁻
Rodovia BR-101 (Marginais)	Norte	0,97	E⁻	1,00	E⁻
	Sul	0,95	E	0,98	E⁻
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Leste	0,26	A⁺	0,33	A⁺
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Oeste	0,39	A⁺	0,39	A⁺
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Leste	0,35	A⁺	0,38	A⁺
	Oeste	0,16	A⁺	0,18	A⁺
Av. Norte-Sul	Norte	0,44	A⁺	0,46	A⁺
	Sul	0,42	A⁺	0,42	A⁺
Av. Brasil	Leste	0,57	A⁻	0,57	A⁻
	Oeste	0,55	A	0,55	A
Av. Industrial	Norte	0,27	A⁺	0,29	A⁺
	Sul	0,26	A⁺	0,28	A⁺
Rodovia ES-010	Leste	0,70	B⁻	0,72	C⁺
	Oeste	0,42	A⁺	0,44	A⁺

Analisando o comportamento das vias de acesso ao empreendimento, durante o pico do processo de implantação do projeto observa-se que os níveis de desempenho não apresentam alterações relevantes, indicando que não haverá impactos quantitativamente significativos sobre a infraestrutura viária no que diz respeito à capacidade de fluxo das vias analisadas.

Fase de Operação

Tabela 6.1.8.8-11: Trafegabilidade futura na fase de operação dos trechos viários analisados (período da manhã).

VIAS / PARÂMETROS		TRÁFEGO TÍPICO NA HORA-PICO					CAPACIDADE MÁXIMA	RELAÇÃO VOLUME PICO VERSUS CAPACIDADE	NÍVEL DE SERVIÇO (N.S.)	CONDIÇÕES
		AUTO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	VOLUME TOTAL				
Rodovia BR-101 (Expressa)	Sentido Norte	1.044+5	1.328	43+8	323+7	2.738+20	3.675	0,75	C	Instáveis
	Sentido Sul	1.013+5	629	36+8	184+7	1.861+20	3.675	0,51	A+	Satisfatórias
Rodovia BR-101 (Marginais)	Sentido Norte	2.513+5	351	192+8	320+7	3.376+20	3.675	0,92	E+	Insatisfatórias
	Sentido Sul	1.482+5	1.438	135+8	637+7	3.691+20	3.675	1,01	F	Insatisfatórias
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Sentido Leste	676	961	64+1	142	1.842+1	3.990	0,37	A+	Satisfatórias
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Sentido Oeste	1.054	1.073	74+1	295	2.496+1	6.353	0,46	A+	Satisfatórias até Av. Norte-Sul e insuficientes até BR-101
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Sentido Leste	306+3	155	10+4	100	570+7	1.892	0,30	A+	Satisfatórias
	Sentido Oeste	548+5	341	0+7	40+7	929+19	3.675	0,26	A+	Satisfatórias
Av. Norte-Sul	Sentido Norte	1.061+5	743	48+7	37+7	1.889+19	3.675	0,52	A+	Satisfatórias, mas com redução de fluidez próximo à interseção com a ES-010
	Sentido Sul	780	459	60	50	1.349	3.675	0,37	A+	
Av. Brasil	Sentido Leste	646	136	9	221	1.012	2.587	0,39	A+	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	978	102	17	204	1.301	2.587	0,50	A+	
Av. Industrial	Sentido Norte	496+5	206	24+7	67+7	792+19	3.675	0,22	A+	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo à Av. Brasil
	Sentido Sul	481+5	340	20+7	39+7	880+19	3.675	0,24	A+	
Rodovia ES-010	Sentido Leste	1.504+5	910	92+7	133+7	2.639+19	3.675	0,72	C+	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais

Tabela 6.1.8.8-12: Trafegabilidade futura na fase de operação dos trechos viários analisados (período da tarde).

VIAS / PARÂMETROS		TRÁFEGO TÍPICO NA HORA-PICO					CAPACIDADE MÁXIMA	RELAÇÃO VOLUME PICO VERSUS CAPACIDADE	NÍVEL DE SERVIÇO (N.S.)	CONDIÇÕES
		AUTO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	VOLUME TOTAL				
Rodovia BR-101 (Expressa)	Sentido Norte	1.279+5	902	48+8	505+7	2.734+20	3.675	0,74	C	Instáveis
	Sentido Sul	1.006+5	864	56+8	142+7	2.067+20	3.675	0,56	A	Satisfatórias
Rodovia BR-101 (Marginais)	Sentido Norte	2.728+5	614	63+8	176+7	3.581+20	3.675	0,97	E⁻	Insatisfatórias
	Sentido Sul	1.986+5	1.040	187+8	290+7	3.502+20	3.675	0,95	E	Insatisfatórias
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Sentido Leste	486	715	20+1	75	1.295+1	3.990	0,26	A⁺	Satisfatórias
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Sentido Oeste	1.185	1.052	23+1	200	2.460+1	6.353	0,39	A⁺	Satisfatórias até Av. Norte-Sul e insuficientes até BR-101
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Sentido Leste	490+3	158	11+4	11	669+7	1.892	0,35	A⁺	Satisfatórias
	Sentido Oeste	419+5	126	23+7	25+7	592+19	3.675	0,16	A⁺	Satisfatórias
Av. Norte-Sul	Sentido Norte	1.150+5	342	50+7	78+7	1.620+19	3.675	0,44	A⁺	Satisfatórias, mas com redução de fluidez próximo à interseção com a ES-010
	Sentido Sul	964	474	70	46	1.553	3.675	0,42	A⁺	
Av. Brasil	Sentido Leste	631	663	33	147	1.474	2.587	0,57	A⁻	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	780	523	51	62	1.416	2.587	0,55	A	
Av. Industrial	Sentido Norte	830+5	133	18+7	20+7	1.000+19	3.675	0,27	A⁺	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo à Av. Brasil
	Sentido Sul	703+5	169	37+7	45+7	953+19	3.675	0,26	A⁺	
Rodovia ES-010	Sentido Leste	1.373+5	949	65+7	202+7	2.588+19	3.675	0,70	B⁻	Satisfatórias em trechos intermediários e insuficientes próximo às interseções com as vias arteriais
	Sentido Oeste	874+5	607	44+7	25+7	1.549+19	3.675	0,42	A⁺	

Analogamente, comparando-se o desempenho das vias de acesso na situação atual e na situação futura na operação plena da nova planta, foram avaliados os impactos potenciais sobre a infraestrutura viária no entorno do empreendimento em análise nas horas-picos da manhã e da tarde, conforme tabelas abaixo.

Tabela 6.1.8.8-13: Análise comparativa de desempenho na operação plena (período da manhã)

IDENTIFICAÇÃO	SENTIDO	SITUAÇÃO ATUAL		SITUAÇÃO FUTURA	
		Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Nível de Serviço
Rodovia BR-101 (Expressa)	Norte	0,75	C	0,75	C
	Sul	0,51	A^+	0,51	A^+
Rodovia BR-101 (Marginais)	Norte	0,92	E^+	0,92	E^+
	Sul	1,00	E^-	1,01	F
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Leste	0,37	A^+	0,37	A^+
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Oeste	0,39	A^+	0,39	A^+
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Leste	0,30	A^+	0,30	A^+
	Oeste	0,25	A^+	0,26	A^+
Av. Norte-Sul	Norte	0,51	A^+	0,52	A^+
	Sul	0,37	A^+	0,37	A^+
Av. Brasil	Leste	0,39	A^+	0,39	A^+
	Oeste	0,50	A^+	0,50	A^+
Av. Industrial	Norte	0,22	A^+	0,22	A^+
	Sul	0,24	A^+	0,24	A^+
Rodovia ES-010	Leste	0,72	C^+	0,72	C^+
	Oeste	0,25	A^+	0,25	A^+

Tabela 6.1.8.8-14: Análise comparativa de desempenho na operação plena (período da tarde)

IDENTIFICAÇÃO	SENTIDO	SITUAÇÃO ATUAL		SITUAÇÃO FUTURA	
		Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Pico versus Capacidade	Nível de Serviço
Rodovia BR-101 (Expressa)	Norte	0,74	C	0,75	C
	Sul	0,56	A	0,57	A^-
Rodovia BR-101 (Marginais)	Norte	0,97	E^-	0,98	E^-
	Sul	0,95	E	0,96	E
Av. Carapebus / Av. dos Metalúrgicos	Leste	0,26	A^+	0,26	A^+
Av. Brigadeiro Eduardo Gomes	Oeste	0,39	A^+	0,39	A^+
Rua Irmãos Vilas / Av. Guarapari	Leste	0,35	A^+	0,36	A^+
	Oeste	0,16	A^+	0,17	A^+
Av. Norte-Sul	Norte	0,44	A^+	0,45	A^+
	Sul	0,42	A^+	0,42	A^+
Av. Brasil	Leste	0,57	A^-	0,57	A^-
	Oeste	0,55	A	0,55	A
Av. Industrial	Norte	0,27	A^+	0,28	A^+
	Sul	0,26	A^+	0,26	A^+
Rodovia ES-010	Leste	0,70	B^-	0,71	C^+
	Oeste	0,42	A^+	0,43	A^+

Também nesta fase do empreendimento não se estimam alterações significativas em relação ao cenário atual apresentado, sendo observados níveis de desempenho praticamente inalterados nas vias de acesso analisadas para o fluxo máximo previsto no transporte relacionado ao novo empreendimento. Essa constatação é evidenciada nos gráficos comparativos **(Figura 6.1.8.8-22 e Figura 6.1.8.8-23),** que destacam a contribuição adicional de veículos durante as fases de implantação e operação plena da nova planta de produção. Com base nesses resultados, conclui-se que a infraestrutura viária de acesso ao empreendimento apresenta capacidade suficiente para absorver os acréscimos de tráfego, não sendo identificados impactos relevantes decorrentes do empreendimento em análise.

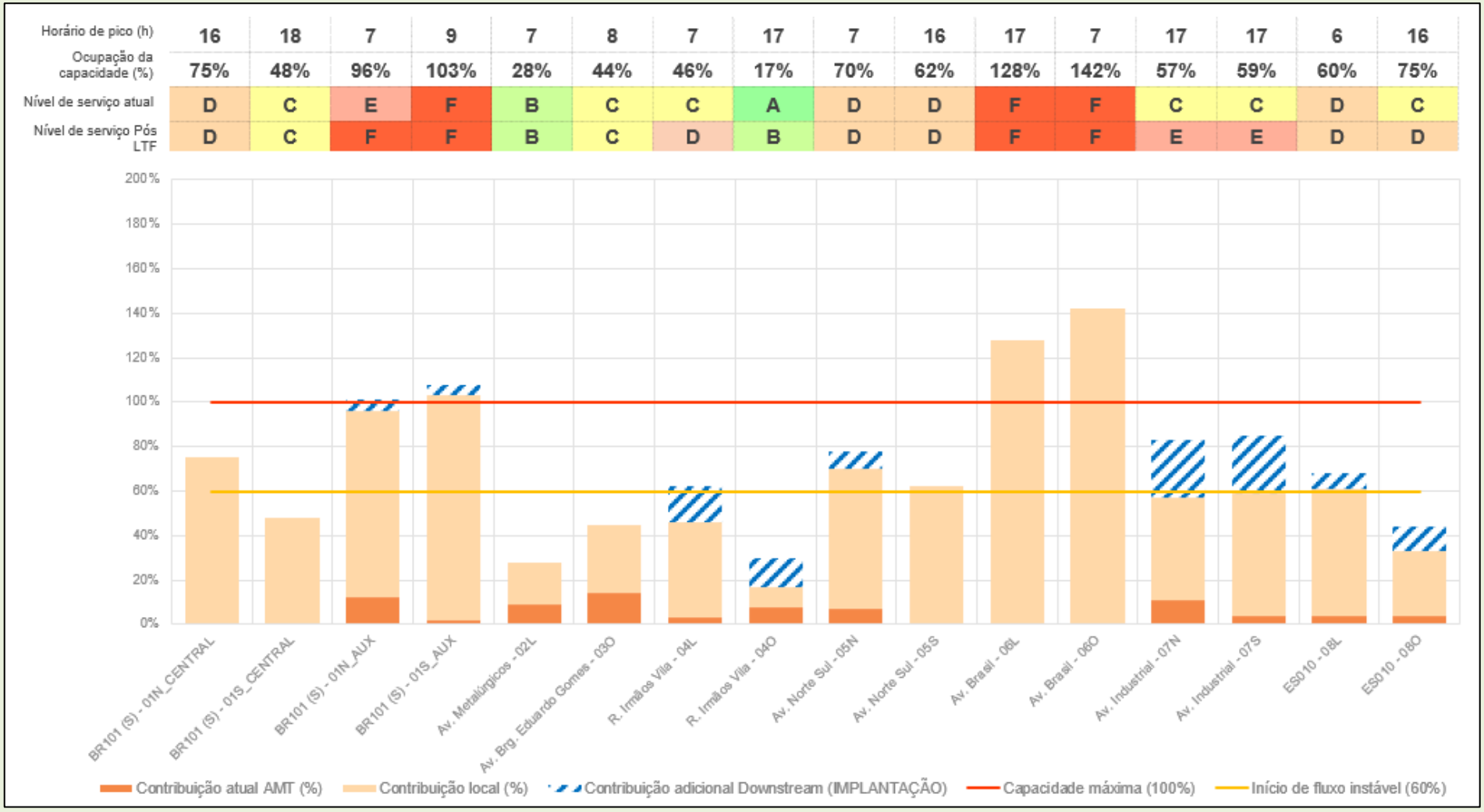


Figura 6.1.8.8-22: Níveis de desempenho futuro das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição adicional da ArcelorMittal Tubarão durante a implantação do novo empreendimento.

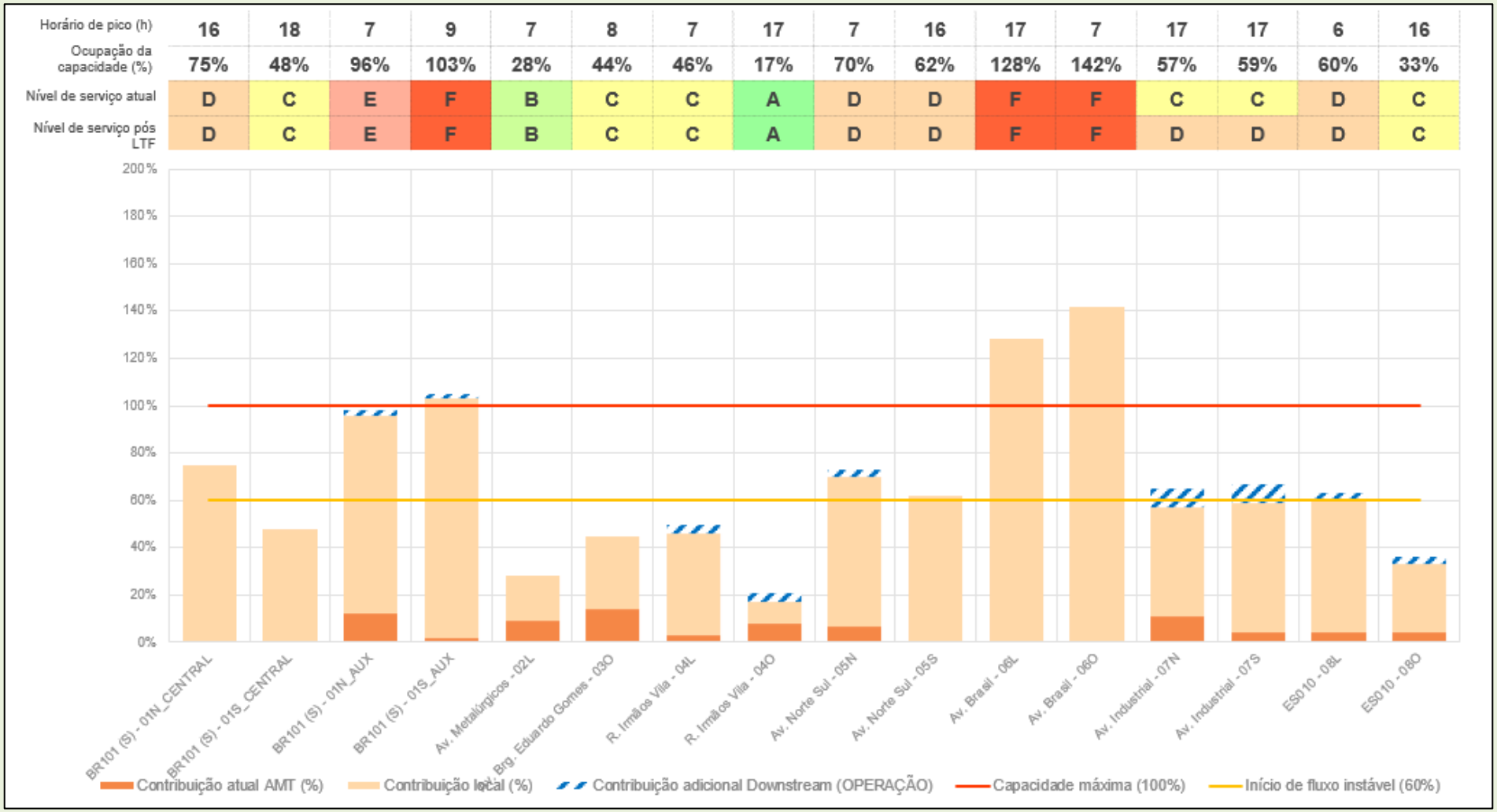


Figura 6.1.8.8-23: Níveis de desempenho futuro das vias de acesso na hora-pico do tráfego de passagem e a contribuição adicional da ArcelorMittal Tubarão durante a operação do novo empreendimento.

Comparando-se os níveis de serviço entre o cenário atual e os cenários futuros, verifica-se, em linhas gerais, uma redução pouco significativa do desempenho atual das aproximações viárias analisadas, depreendendo-se que a contribuição do empreendimento em análise para a deterioração do desempenho dos eixos viários contidos no entorno do empreendimento é pequena.

Quanto ao prognóstico da infraestrutura viária no entorno do empreendimento para os próximos anos, o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS), aprovado através da Lei No 5.990/2024, prevê em seu Anexo 07 um Plano Viário no qual constam diversas intervenções viárias a serem implantadas nessa área com o objetivo de aumentar a capacidade de tráfego e melhorar, consequentemente, o desempenho da malha viária de toda região. Essas mudanças previstas deverão impactar positivamente nas atuais rotas logísticas da ArcelorMittal Tubarão e gerar novas rotas de chegada e saída ao site mais eficientes e menos impactantes.

6.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE DO MEIO SOCIOECONÔMICO

A partir da caracterização do empreendimento, diagnóstico ambiental e determinação das áreas de influência, elaborou-se o presente capítulo que tem por objetivo identificar e avaliar os impactos ambientais inerentes a fase de instalação e operação do empreendimento. Ressalta-se que a metodologia e os critérios de valoração são comuns estre os meios avaliados (físico, biótico e socioeconômico), portanto, pode ser verificada no **ANEXO 12** Análise de Impactos.

Neste item, apresenta-se a descrição dos impactos por meio e fatores ambientais afetados, bem como as respectivas tabelas de classificação e valoração dos impactos, associando-os aos aspectos ambientais, que também se encontram relacionados às ações do empreendimento e estas às respectivas fases de ocorrência. Na sequência da avaliação do impacto, apresenta-se as medidas mitigadoras sugeridas.

Durante as fases de implantação e operação foram mapeadas 10 atividades causadoras de impactos no meio socioeconômico:

1. Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto;
2. Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos;
3. Manutenção de equipamentos e canteiros de obras;
4. Terraplanagem;
5. Comunicação institucional;
6. Atividades produtivas;
7. Compras locais;
8. Contratação de serviços;
9. Obras de construção civil;
10. Operação da Planta Industrial.

Os aspectos ambientais são entendidos por quaisquer elementos das atividades sobre as quais o empreendedor tenha algum controle e que interagem com o meio ambiente. Para o propósito desta Avaliação de Impacto, os aspectos coincidem com as fontes de impactos. Cada atividade pode apresentar diversos aspectos e cada aspecto resultar em certo número de efeitos ou impactos.
A **Tabela 6.2-1** apresenta a listagem dos impactos identificados para o meio socioeconômico associado às atividades geradoras dos impactos e aos aspectos. A matriz contendo a classificação e valoração de todos os impactos identificados para o meio socioeconômico é apresentada no tópico a seguir (6.2.1.11 Matriz de Valoração dos Impactos).

A seguir, apresenta-se a descrição e a classificação de cada impacto ambiental. A descrição consiste em uma consolidação das análises e discussões efetuadas por toda a equipe multidisciplinar autora do presente estudo.

A listagem de impactos ambientais identificou ao todo 11 impactos inerentes ao meio socioeconômico. A matriz de impactos consolidada encontra-se apresentada no **Anexo 12**.

Tabela 6.2-1 - Levantamento das atividades, aspectos e impactos ambientais previstos durante o planejamento, implantação do novo empreendimento.

FASE	ATIVIDADE	ASPECTOS AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS
PLANEJAMENTO	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho	Geração de Expectativas
	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho	Atração Populacional
IMPLANTAÇÃO	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho	Geração de Expectativas
	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho	Atração Populacional
	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos	Tráfego de veículos leves e pesados	Aumento no fluxo de veículos e alterações no sistema viário
	Comunicação institucional e atividades produtivas e contratação de serviços	Crescimento populacional temporário	Pressão sobre Serviços e Equipamentos Sociais
	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos; Manutenção de equipamentos e canteiros de obras; terraplanagem	Intensificação do tráfego; maior circulação de pessoas; geração de ruídos	Incômodo à população e Alteração cotidiana da população local
	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos	Intensificação do tráfego	Alteração da mobilidade urbana
	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos	Operações perigosas; circulação de cargas pesadas	Risco de acidentes com os trabalhadores e comunidade
	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Impostos e taxas geradas pela instalação da planta	Aumento da arrecadação tributária
	Obras de construção civil; contratação de fornecedores	Criação de postos de trabalho diretos e indiretos	Geração de Emprego e Renda
	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Aumento da demanda por bens e serviços locais	Estímulo à economia
	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Aumento de população flutuante	Risco de aumento de Infecções Sexualmente Transmissíveis IST e Exploração Sexual
	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Aumento de população flutuante	Risco de aumento de Doenças Vetoriais
OPERAÇÃO	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos	Tráfego de veículos leves e pesados	Aumento no fluxo de veículos e alterações no sistema viário
	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos	Tráfego de veículos leves e pesados	Incômodo à população e Alteração cotidiana da população local
	Transporte de materiais, equipamentos, trabalhadores e produtos	Tráfego de veículos leves e pesados	Alteração da mobilidade urbana
	Operação da Planta	Geração de ruídos	Incômodo à população e Alteração cotidiana da população local
	Operação da Planta	Tráfego de veículos leves e pesados e operação da planta	Risco de acidentes com os trabalhadores e comunidade
	Operação da Planta	Impostos e taxas geradas pela operação da planta	Aumento da arrecadação tributária
	Operação da Planta	Criação de postos de trabalho diretos e indiretos	Geração de Emprego e Renda
	Operação da Planta	Criação de postos de trabalho diretos e indiretos	Estímulo à economia

6.2.1 Impacto 01 – Geração de Expectativas

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Planejamento	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho
Implantação	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho

Durante a fase de planejamento do empreendimento a ocorrência do impacto socioeconômico associado à geração de expectativas por parte da população local e regional, se manifesta comumente. A divulgação ou conhecimento informal sobre o projeto pode desencadear uma série de interpretações, muitas vezes distorcidas, acerca das oportunidades de emprego e benefícios socioeconômicos esperados. Esse fenômeno ocorre com maior intensidade em regiões com altos índices de desemprego ou com um histórico de dependência econômica de grandes empreendimentos, levando pessoas de diferentes localidades a migrarem ou se estabelecerem nas proximidades da área do futuro empreendimento, mesmo antes do início das obras ou da abertura de processos seletivos. Tal movimento pode provocar pressões prematuras sobre o mercado imobiliário, serviços públicos e infraestrutura urbana, além de acirrar disputas por vagas e gerar frustrações quando as expectativas criadas não se concretizam. Na fase de Implantação a ocorrência deste impacto torna-se ainda mais significativo e perceptível, uma vez que a mobilização de equipamentos, profissionais e estruturas físicas reforça, no imaginário coletivo, a iminência de oportunidades concretas de trabalho e melhorias econômicas. Neste momento, a população tende a buscar formas de inserção nas atividades do empreendimento, intensificando a procura por vagas de emprego, prestando serviços ou empreendendo no entorno do canteiro de obras. A falta de clareza sobre critérios de contratação, prazos de execução, perfis profissionais requeridos e duração das oportunidades pode gerar frustração, conflitos e sensação de exclusão social entre os grupos locais.

Assim, para o cenário mais crítico, este impacto foi classificado como de probabilidade **real**, incidência **direta** e de categoria **negativa**. Como a geração de expectativas ocorrerá durante a operação e implantação da planta, entende-se que o impacto terá duração **temporária**. Considerando que a divulgação de oportunidades de emprego na região abrange diferentes bairros e municípios, entende-se que este impacto possui uma abrangência **regional**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos enquanto a atividade ocorrer. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** em relação ao impacto “atração populacional” e “pressão sobre serviços e equipamentos sociais”. Após a conclusão da implantação da planta, o ambiente terá condições de retornar a condições similares à apresentada anteriormente. Portanto, esse impacto é considerado **reversível**. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (57%), com a sensibilidade avaliada como **média** da comunidade afetada, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Regional	2
Duração	Temporário	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediato	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**57%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**MÉDIA**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

Plano de Comunicação Social: estruturado com foco na informação proativa, na escuta qualificada e na articulação com lideranças comunitárias e instituições locais, para alinhar as expectativas da população com a realidade do cronograma, do perfil profissional exigido e da real capacidade de absorção de mão de obra do empreendimento.

6.2.1.1 Impacto 02 – Migração da População

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Planejamento	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho
Implantação	Comunicação institucional, divulgação de vagas, publicidade do projeto	Divulgação de oportunidades de trabalho

Na fase de planejamento do empreendimento o impacto de atração populacional deve ser considerado com atenção, mesmo antes do início efetivo das obras. A perspectiva da implantação do empreendimento, aliada à divulgação do projeto em veículos de comunicação ou por meio de redes informais, pode motivar o deslocamento espontâneo de pessoas em busca de oportunidades de trabalho, novos negócios ou melhoria das condições de vida. Essa movimentação populacional, ainda que em pequena escala nesta fase inicial, pode desencadear alterações no tecido urbano, como aumento na demanda por moradias, pressionando o mercado imobiliário formal e informal, além de gerar uma sobrecarga precoce nos serviços públicos locais, como saúde, educação, saneamento e transporte. Essa pressão é especialmente sensível em áreas onde o planejamento urbano não é consolidado o suficiente para absorver esse crescimento não planejado. O fenômeno é ainda agravado quando as expectativas em torno da geração de empregos não são devidamente alinhadas com o cronograma do projeto, os perfis profissionais demandados ou as fases específicas de contratação. Este impacto alcança seu momento crítico na fase de implantação do empreendimento, pois é quando ocorrem os maiores fluxos migratórios espontâneos em direção à área de influência direta e indireta do projeto. A chegada de trabalhadores temporários, migrantes em busca de oportunidades e empreendedores informais, sem o devido planejamento prévio por parte do poder público municipal, pode gerar uma série de desequilíbrios socioespaciais, como o surgimento de ocupações irregulares, aumento da demanda por serviços públicos, pressão sobre o sistema viário e conflitos com a população residente. Este processo, muitas vezes impulsionado por

expectativas infladas ou informações distorcidas, pode ainda elevar os custos de vida locais e agravar desigualdades socioeconômicas.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **potencial**, incidência **indireta** e de categoria **negativa**, pois representa aumento da população local devido à migração de pessoas em busca de empregos e possível sobrecarga da infraestrutura e serviços públicos. Como a atração populacional ocorrerá durante o planejamento e implantação da planta, entende-se que o impacto terá duração **temporária**. Considerando que o empreendimento pode atrair população de fora do município, entende-se que este impacto possui uma abrangência **regional**. Sua temporalidade é **médio prazo**, pois seus efeitos serão sentidos pouco após o início das obras de implantação. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** em relação ao impacto "geração de expectativas" e "pressão sobre serviços e equipamentos sociais. Após a conclusão da implantação da planta, o ambiente terá condições de retornar a condições similares à apresentada anteriormente. Portanto, esse impacto é considerado **reversível**. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (38%), com a sensibilidade avaliada como **média** do meio afetado, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA importância**.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativo	
Incidência	Indireta	1
Abrangência	Regional	2
Duração	Temporário	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Médio Prazo	1
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Média**	**38%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**MÉDIO**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- **Plano de Comunicação Social**: com linguagem acessível e canais de escuta ativa, é essencial para mitigar os impactos da atração populacional desordenada, fornecendo à população informações claras sobre o real andamento do empreendimento.

6.2.1.2 Impacto 03 - Aumento no fluxo de veículos e alterações no sistema viário

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Transporte de materiais, equipamentos e trabalhadores	Tráfego de veículos leves e pesados
Operação	Transporte dos produtos produzidos pela planta	Tráfego de veículos leves e pesados

Durante a fase de implantação do novo empreendimento, prevê-se um aumento no fluxo de veículos pesados, especialmente caminhões de grande porte, que serão utilizados para o transporte de materiais, equipamentos e insumos necessários às obras. Esse acréscimo no tráfego ocorrerá ao longo do período de implantação, porém o incremento foi considerado no diagnóstico como baixo.

Comparando-se os níveis de serviço entre o cenário atual e os cenários futuros, verifica-se, em linhas gerais, uma redução pouco significativa do desempenho atual das aproximações viárias analisadas, depreendendo-se que a contribuição do novo empreendimento em análise para a deterioração do desempenho dos eixos viários contidos no entorno do empreendimento é pequena.

Atualmente já existe um comprometimento da fluidez do tráfego na hora-pico, na maioria das aproximações/seções viárias das vias metropolitanas, o que pode impactar na rotina dos bairros que compõem a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento pelo efeito da cumulatividade— Cidade Continental, Lagoa de Carapebus, Praia de Carapebus, Balneário de Carapebus e Novo Horizonte.

Durante a fase de operação do novo empreendimento, espera-se um pequeno aumento no fluxo de veículos na região de influência, vias de acesso a bairros adjacentes como Cidade Continental e Novo Horizonte. Embora esse aumento seja significativamente menor do que o observado na fase de implantação, quando o pico da movimentação poderá chegar até 3.120 trabalhadores, devido ao trânsito de veículos pesados para logística, suprimentos e transporte de produtos, configurando uma pressão adicional sobre a capacidade viária local, pelo efeito cumulativo.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **real**, incidência **direta** e de categoria **negativa**. Como o aumento no fluxo de veículos e alterações no sistema viário ocorrerá durante a implantação e operação do empreendimento, entende-se que o impacto terá duração **permanente,** considerando que o incremento de veículo e alterações no trânsito permanecerão no período de operação do empreendimento. Considerando que o impacto incide diretamente sobre a AID, entende-se que este possui uma abrangência **local**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos enquanto a atividade ocorrer. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** em relação ao impacto "Incômodo à população e Alteração cotidiana da população local" e "Alteração nos indicadores de qualidade de vida" e cumulativo com o tráfego já existente na região. Como trata-se de um impacto tende a findar caso a operação seja findada, este é considerado **reversível** embora esta possibilidade seja remota. A magnitude do impacto é considerada **média** face a contribuição do número de veículos à atual sobrecarga da via. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (64%), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **Média** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativa	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**64%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**MÉDIO**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- Plano de Comunicação Social: para manter a população informada sobre o cronograma de obras, horários de maior movimentação e possíveis alterações viárias. A articulação com o poder público para a sinalização adequada das vias, fiscalização e eventual adequação da infraestrutura urbana ao novo fluxo também deve ser considerada, de modo a minimizar os conflitos de circulação e preservar a qualidade de vida nas comunidades da AID.

- **Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT):** visando a conscientização e manutenção de um ambiente seguro no trânsito;

- Construção de portaria exclusiva para atendimento ao projeto, com "bolsão interno para triagem" de forma a minimizar os impactos sobre a Portaria Norte e bairros do entorno;

- Utilização das vias mais conflituosas em horários de menor fluxo veicular;

- Priorização da expedição dos produtos via modais ferroviário e marítimo;

- Manutenção da orientação para não utilização da Avenida Brasil para trânsito dos veículos do empreendimento;

6.2.1.3 Impacto 04 – Pressão sobre Serviços e Equipamentos Sociais

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Comunicação institucional e atividades produtivas e contratação de serviços	Crescimento populacional temporário

A Região Metropolitana da Grande Vitória, onde se situam os municípios de Serra e Vitória, apresenta processos demográficos contrastantes, mas que refletem dinâmicas urbanas aceleradas e complexas. Com população estimada em 520.653 habitantes na Serra e 322.869 em Vitória (dados 2019), observa-se que a Serra mantém uma taxa anual de crescimento de 1,86%, bastante superior a Vitória, que apresenta praticamente estabilidade (0,08%). A escala de urbanização é muito alta em ambos os municípios, sendo praticamente 100% para Vitória e 99,5% para Serra, porém Vitória se destaca pela densidade demográfica de 3.324 hab/km², mais que três vezes maior que a Serra (950 hab/km²). Essa expansão demográfica impõe desafios para a organização urbana, uso do solo e oferta de infraestrutura e serviços.

Um dado relevante para a avaliação dos impactos é o índice de envelhecimento populacional em Vitória, que alcança 86,18, indicando uma população inclinada para faixas etárias avançadas. Isso sinaliza a necessidade de políticas públicas preparadas para lidar com demandas crescentes em saúde, previdência e segurança social, além de possíveis reduções da mão de obra ativa ao longo do tempo. Também se destaca a predominância da população parda — aproximadamente 53% na Serra — o que revela mudanças nas autodeclarações demográficas e reforça a urgência de ações inclusivas e de equidade racial nos setores econômicos e sociais locais. Assim, o crescimento populacional reforça a relevância do planejamento integrado para garantir o desenvolvimento sustentável com mitigação de impactos negativos.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **potencial**, incidência **indireta** e de categoria **negativa**, pois representa aumento da pressão sobre serviços e equipamentos sociais devido à atração populacional gerada pelo empreendimento ou pela expectativa da população de regiões vizinhas. Como o impacto ocorrerá durante a implantação da planta, entende-se que sua duração é **temporária**. Considerando que a pressão pelos serviços e equipamentos pode incidir sobre Serra e Vitória, entende-se que este impacto possui uma abrangência **regional**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos enquanto a atividade ocorrer. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** em relação ao impacto "Atração Populacional". Após a conclusão da implantação da planta, o ambiente terá condições de retornar a condições similares à apresentada anteriormente. Portanto, esse impacto é considerado **reversível**. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (45%), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA importância**.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativa	
Incidência	Indireta	1
Abrangência	Regional	2
Duração	Temporária	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Média**	**45%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**MÉDIO**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- **Plano de Comunicação Social:** para esclarecer à população os limites das oportunidades geradas, evitando migrações baseadas em falsas expectativas.

6.2.1.4 Impacto 05 - Incômodo à população e Alteração cotidiana da população local

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Transporte de materiais, equipamentos e trabalhadores	Intensificação do tráfego; maior circulação de pessoas; Geração de ruídos
Operação	Transporte de produtos produzidos pela planta; Operação da Planta Industrial	Tráfego de veículos leves e pesados; Geração de ruídos

O impacto de incômodo à população caracteriza-se como sinérgico, pois resulta da interação de múltiplas variáveis que se sobrepõem no território. A circulação de trabalhadores e os fluxos migratórios intensificam a pressão sobre a infraestrutura local e serviços urbanos, gerando maior densidade populacional em curto espaço de tempo. Esse processo é acompanhado por alterações na dinâmica imobiliária, marcadas pelo aumento da procura por moradias e elevação dos preços, que podem deslocar famílias de menor renda e acentuar tensões sociais. A soma desses fatores pode reforçar a percepção de incômodo pela população residente, que vivencia mudanças rápidas e muitas vezes desorganizadas em seu cotidiano.

Além desses elementos, o aumento da circulação de veículos pesados durante as fases de instalação e operação pode acentuar o desconforto social, riscos à segurança, intensificação do ruído e degradação da malha viária. De forma associada, a maior demanda por serviços públicos e comunitários decorrente da migração poderá pressionar as condições de vida local. Nesse contexto, os efeitos interagem e se potencializam, configurando um cenário em que mobilidade, habitação, migração, circulação viária e serviços coletivos se entrelaçam, tornando o impacto de incômodo à população um dos mais relevantes e sinérgicos do ponto de vista socioambiental.

O principal incômodo a população possivelmente será pelo aumento no tráfego de veículos nas proximidades do acesso as obras. O aumento no fluxo de veículos pesados durante as obras, especialmente caminhões de grande porte, que serão utilizados para o transporte de materiais, equipamentos e insumos necessários às obras, pode gerar aumento do incômodo. Esse acréscimo no tráfego ocorrerá ao longo do período de implantação, podendo impactar a rotina dos bairros que compõem a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

Os incômodos à população poderão se concentrar na ocorrência de congestionamentos localizados, aumento do ruído ambiente e maior exposição a emissões veiculares decorrentes do incremento do fluxo de veículos, especialmente de cargas pesadas, nas vias de acesso à região. Esses fatores podem comprometer o conforto, a segurança e a saúde dos moradores, exigindo atenção especial para minimizar os efeitos negativos sobre a qualidade de vida.

Com relação ao ruído, durante as fases de implantação e operação do empreendimento serão gerados ruídos em decorrência de atividades como abertura de vias, terraplanagem, manutenção e utilização de equipamentos e canteiros de obras além da geração de tráfego que poderá gerar ruídos na ADA e AID e por conseguinte, estes ruídos também ocorrerão nas vias que serão utilizadas para recebimento e expedição de colaboradores, máquinas, equipamentos e materiais. Estes ruídos poderão causar incômodos a população do entorno, notadamente aos que residem às margens das rodovias onde os veículos irão circular.

Para a fase de operação, a previsão é que sejam gerados ruídos tanto em decorrência da geração de tráfego viário quanto na Operação da Planta Industrial em decorrência da utilização de máquinas e equipamentos no processo produtivo. Extrai-se do estudo de modelagem de ruídos que a Planta de Laminação e Linha de Galvanização de Bobinas de Aço a Frio terão como fonte de geração de ruídos durante a operação: Galpão da Decapagem: Tesoura de borda, seção de entrada da decapagem e portões de entrada e saída; Galpão da Laminação: Laminador, equipamentos auxiliares e portões de entrada e saída; Galpão da Galvanização: exaustor do sistema de exaustão de fumos do laminador, forno da galvanização, navalha, equipamentos auxiliares e portões de entrada e saída; Galpão Linha de Inspeção: equipamentos da linha de inspeção e portões de entrada

e saída; Galpão da URA: equipamento de separação e precipitação de particulados e portões de entrada e saída; Torre de resfriamento e bombas; Transformadores da subestação elétrica; Equipamentos do sistema de tratamento de efluentes; Sistema de exaustão externo e equipamentos auxiliares.

A análise dos mapas acústicos gerados, especialmente o mapa de operação do novo empreendimento e o mapa de conflito, e dos resultados nos pontos de controle simulados demonstra que a operação da nova unidade não ultrapassa os limites ambientais definidos para a área do entorno. Os níveis de ruído projetados permanecem abaixo de 50 dB(A) no período noturno além do limite da propriedade da ArcelorMittal.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **real** uma vez que ocorrerão com implantação e operação do empreendimento, incidência **direta** e de categoria **negativa**, pois representa incômodo à população local na AID. Como o incômodo e alteração cotidiana ocorrerá durante a implantação e operação do empreendimento, entende-se que o impacto terá duração **permanente**. Considerando que a região afetada será a AID, entende-se que este impacto possui uma abrangência **local**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos enquanto a atividade ocorrer. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** em relação ao "Aumento no fluxo de veículos e alterações no sistema viário" e "incômodos devido aos ruídos". Portanto, esse impacto é considerado **reversível, pois o fator ambiental poderá retornar à sua condição anterior, caso as operações sejam cessadas.** A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (64% - operação), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativa	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**64%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**MÉDIO**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- Plano de Comunicação Social;

- Projeto de Educação Ambiental para Comunidade (Projea), garantindo previsibilidade e reforçando o diálogo com os moradores e lideranças locais;

- **Programa de monitoramento de ruídos:** sugere-se acompanhamento dos ruídos gerados tanto na fase de implantação quanto operação, incluindo avaliação na área do empreendimento e comunidade do entorno.

- A articulação com o poder público para a sinalização adequada das vias, fiscalização e eventual adequação da infraestrutura urbana ao novo fluxo também deve ser considerada, de modo a minimizar os conflitos de circulação e preservar a qualidade de vida nas comunidades da AID.

6.2.1.5 Impacto 06 – Alteração da mobilidade urbana

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Transporte de materiais, equipamentos e trabalhadores	Intensificação do tráfego
Operação	Transporte dos produtos produzidos pela planta	Tráfego de veículos leves e pesados

Nos Bairros como Cidade Continental, Novo Horizonte e São Geraldo, que são mais expostos, onde as vias já enfrentam desafios para garantir mobilidade segura e acesso aos serviços básicos, como escolas e unidades de saúde, este impacto presente durante as fases de implantação e operação, tende a ser mais intenso durante a fase de obras.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **real**, incidência **direta** e de categoria **negativa**. Entende-se que o impacto terá duração **permanente**. Entende-se que este impacto possui uma abrangência **local**. Sua temporalidade é **imediata,** visto que se manifestará logo após o início da implantação e operação. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** tendo em vista que as viagens geradas serão adicionadas ao tráfego já existente. Esse impacto é considerado **reversível** uma vez que cessado tráfego a contribuição na redução da mobilidade urbana por parte do projeto deixa de existir. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (64%), com a sensibilidade avaliada como **média** da comunidade em que este impacto será sentido, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativa	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Longo prazo	1
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	1
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**64%**
Sensibilidade do fator	**Alta**	
Grau de importância	**MÉDIA**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- **Plano de Comunicação Social**, garantindo previsibilidade e reforçando o diálogo com os moradores e lideranças locais;

6.2.1.6 *Impacto 07 – Aumento da arrecadação tributária*

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Impostos e taxas geradas pela implantação da planta
Operação	Operação da Planta Industrial	Impostos e taxas geradas pela Operação da Planta Industrial

O cenário econômico de Serra e Vitória é marcado por perfis distintos, ainda que complementares, que refletem os arranjos produtivos locais e a inserção no centro industrial da Região Metropolitana. Com PIB a preços correntes aproximadamente de R$ 37,2 bilhões para Serra e R$ 31,4 bilhões para Vitória, destaca-se o maior PIB per capita de Vitória (R$ 85.035,67) ante Serra (R$ 69.452,01), indicando maior renda média individual. No entanto, Serra tem concentração industrial e de construção civil mais robusta, com valor adicionado de R$ 13,1 bilhões na indústria, em comparação aos R$ 9,5 bilhões de Vitória, que se especializa mais em serviços técnicos e administrativos sofisticados.

A implantação do novo empreendimento da ArcelorMittal na Serra impulsionará a movimentação econômica regional, com projeções de demanda de milhares de trabalhadores especializados nas áreas de montagem, soldagem, elétrica, mecânica, civil e segurança. Estima-se o pico de 3.120 vagas requeridas em 2028, o que exigirá a mobilização da mão de obra local e treinamento para preencher as funções de alta complexidade técnica, especialmente considerando que já existem mais de 7.400 graduados em engenharia e 37.700 em administração entre Serra e Vitória. A capacidade local de qualificação e o alinhamento às demandas do empreendimento torna-se fundamental para maximizar os benefícios econômicos com menor necessidade de importação de profissionais externos, reduzindo, assim, impactos sociais decorrentes da migração intensa.

Na fase de operação do empreendimento, espera-se que a arrecadação tributária na Serra e região da Grande Vitória seja mais perene do que durante a fase de implantação. Enquanto a construção gera receita tributária transitória relacionada ao consumo e serviços de construção civil, a operação industrial consolida uma base econômica estável, com produção contínua e atividades associadas que elevam a geração de impostos municipais, estaduais e federais. Esse aumento pode reforçar a capacidade fiscal dos entes públicos para investimentos estruturantes em infraestrutura, saúde, educação e mobilidade urbana, fundamentais para acompanhar o crescimento socioeconômico da região.

Adicionalmente, a natureza perene do empreendimento na operação implica arrecadação tributária mais estável ao longo dos anos, fomentando planejamento financeiro de médio e longo prazo e viabilizando políticas públicas continuadas. Essa receita contribuída por tributos sobre valor adicionado, consumo energético, propriedade e serviços qualificará a sustentabilidade fiscal do município da Serra, promovendo melhor governança e ampliando o potencial para atendimento das demandas sociais e urbanas decorrentes da implantação industrial.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **real**, incidência **direta** e de categoria **positiva**, pois representa aumento da arrecadação tributária devido impostas e taxas gerados nas atividades de implantação e Operação da Planta Industrial. Como a alteração da rotina ocorrerá durante a implantação e operação do empreendimento, entende-se que o impacto terá duração **permanente**. Considerando que a arrecadação tributária vai além da área de influência do empreendimento, entende-se que este impacto possui uma abrangência **estratégica**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos ocorrerão imediatamente após o início das atividades. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** em relação aos demais impactos pois os impostos arrecadados somam-se aos já arrecadados no município. O impacto é considerado **irreversível**, pois a geração de tributos se mantem na operação e uma vez recolhido os impostos, os benefícios deste recolhimento se mantém independente da paralisação da operação. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (80%), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **GRANDE** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Positiva	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Estratégica	2
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**80%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**GRANDE**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- **Programa de Contratação de Mão de Obra Local** e;

- **Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais:** fundamental para potencializar esse impacto.

6.2.1.7 Impacto 08 – Estímulo à economia

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Aumento da demanda por bens e serviços locais
Operação	Operação da Planta Industrial	Criação de postos de trabalho diretos e indiretos

A implantação do novo empreendimento da ArcelorMittal na Serra traz impacto positivo direto na geração de emprego, com previsão de até 3.120 vagas em atividades especializadas durante o pico da montagem. Esse incremento contribui para absorção da mão de obra local, potencializando a formalização profissional e o fortalecimento da economia da Região Metropolitana da Grande Vitória. Além do emprego direto, o empreendimento impulsiona a demanda por serviços, comércio e logística, criando um ambiente de dinamização econômica ampla e sustentável. De forma mais expressiva, destaca-se a geração de receitas fiscais decorrentes do aumento da atividade industrial e do consumo regional. A ampliação da base tributária municipal, estadual e federal impulsiona a arrecadação de impostos, que podem ser revertidos em investimentos públicos nas áreas de infraestrutura, saúde e educação. Igualmente importante é o estímulo à cadeia produtiva local, onde o Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais possibilita a criação de empregos indiretos e o fortalecimento das micro, pequenas e médias empresas, ampliando os efeitos multiplicadores no território e contribuindo para o desenvolvimento econômico territorial integrado.

O estímulo econômico gerado pela operação do novo empreendimento será diferente e mais focalizado em produtos e serviços técnicos específicos, em comparação com o período de implantação, que demanda itens ligados à construção civil e infraestrutura pesada. Na fase operacional, há maior demanda por insumos industriais especializados, serviços de manutenção preventiva e corretiva, automação, tecnologia da informação e controle ambiental, abrindo espaço para o desenvolvimento e qualificação das cadeias produtivas locais. O efeito multiplicador econômico ocorre com menor intensidade em volume, mas com maior valor agregado e sustentabilidade, favorecendo empresas inovadoras, fornecedores certificados e prestação de serviços de alta qualificação. Esse cenário estimula a diversificação econômica da Serra e entorno, promovendo um ambiente favorável à permanência de investimentos industriais e ampliando o potencial de integração econômica regional, com reflexos positivos na arrecadação, emprego qualificado e inclusão produtiva.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **real**, incidência **indireta** e de categoria **positiva**, pois representa aumento do estímulo econômico a partir das atividades do empreendimento. Como a atividade ocorrerá durante a implantação e Operação da Planta Industrial, entende-se que o impacto terá duração **permanente**. Considerando que a arrecadação tributária vai além da área de influência do empreendimento, entende-se que este impacto possui uma abrangência **estratégico**. Sua temporalidade é **médio prazo**, pois seus efeitos serão sentidos após um período médio ao início das atividades. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** com as atividades econômicas já realizadas na região e não **sinérgico** em relação aos demais impactos. Esse impacto é considerado **irreversível**, pois se manterá na fase de operação. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (44%), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA importância**.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Positiva	
Incidência	Indireta	1
Abrangência	Estratégica	2
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Médio Prazo	1
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	**58%**
Sensibilidade do fator	**MÉDIO**	
Grau de importância	**MÉDIO**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras para potencialização dos efeitos positivos:

- **Programa de Contratação de Mão de Obra Local;**

- Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais: com intuito de fortalecer o **Programa de Desenvolvimento e Fortalecimento da Cadeia Produtiva Regional (PRODFOR)**. Este programa deve incentivar a qualificação, inovação e competitividade das micro, pequenas e médias empresas locais, promovendo a integração dessas empresas nas cadeias produtivas vinculadas ao empreendimento, sobretudo nos setores de serviços técnicos especializados, manutenção industrial e fornecimento de insumos. Além disso, o PRODFOR pode articular ações de capacitação técnica, facilitação de acesso a mercados e fomento ao desenvolvimento tecnológico, ampliando o valor agregado dos produtos e serviços ofertados localmente. Essa estratégia contribui para diversificar a economia regional, aumentando a geração de empregos indiretos e a arrecadação tributária, assegurando maior sustentabilidade e resiliência econômica para o território frente às demandas específicas da fase operacional do empreendimento.

6.2.1.8 Impacto 09 – Geração de Emprego e Renda

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Obras de construção civil; contratação de fornecedores	Criação de postos de trabalho diretos e indiretos
Operação	Operação da Planta Industrial	Criação de postos de trabalho diretos e indiretos

A implantação do novo empreendimento da ArcelorMittal na Serra projeta-se como um fator significativo para a geração de emprego e incremento da renda na Região Metropolitana da Grande Vitória, especialmente nos municípios de Serra e Vitória. O diagnóstico socioeconômico revela que a Serra, com população de aproximadamente 520.653 habitantes e uma taxa de crescimento anual de 1,86%, apresenta uma dinâmica industrial robusta, concentrando um valor adicionado bruto na indústria superior a R$ 13 bilhões. Esse ambiente propício para o desenvolvimento industrial é complementado por uma mão de obra local qualificada, com mais de 7.400 profissionais formados em engenharia e aproximadamente 37.700 graduados em administração, conferindo aptidão técnica para atender às demandas geradas pelo empreendimento.

As projeções específicas indicam que o pico do processo de montagem em 2028 poderá demandar cerca de 3.120 trabalhadores, distribuídos em áreas especializadas como montagem de estruturas, soldagem, elétrica, tubulação, civil, segurança do trabalho, entre outras. Essa demanda representa uma oportunidade substancial para absorção da mão de obra local, potencializando a inclusão produtiva e a formalização do trabalho, ao mesmo tempo que estimula os setores correlatos da economia regional, como logística, comércio e serviços. Ainda que Vitória apresente status socioeconômico diferenciado, com PIB per capita de aproximadamente R$ 85 mil, o impacto na Serra tenderá a impulsionar o desenvolvimento de toda a região metropolitana.

Além da criação direta de vagas de trabalho, observa-se que o projeto poderá fomentar a qualificação profissional e a ampliação das capacidades institucionais locais. Atualmente, a região conta com diversas instituições de ensino técnico e superior, que formam anualmente milhares de profissionais aptos a atender as necessidades do setor industrial. Esse cenário indica um potencial para a articulação entre o setor produtivo e a educação, fortalecendo políticas de capacitação e aperfeiçoamento contínuo, além de reduzir a dependência da contratação de trabalhadores externos, o que contribui para a estabilidade social e econômica dos municípios.

Em síntese, a geração de emprego e renda decorrente do novo empreendimento poderá representar um vetor de desenvolvimento, capaz de promover a melhoria da qualidade de vida da população local, estimulando a expansão econômica da Serra e Vitória. A adequada gestão deste impacto positivo deverá contemplar o fortalecimento do diálogo entre empresa, governo e sociedade civil, garantindo que os benefícios se disseminem de forma equitativa, minimizando riscos sociais e potencializando o crescimento integrado do território metropolitano.

Durante a operação do novo empreendimento, a geração de emprego e renda será menor em volume quando comparada à fase intensa de implantação, especializados no pico da montagem. Entretanto, a operação exigirá mão de obra mais qualificada e especializada, consolidando empregos de maior complexidade técnica, estáveis e duradouros, especialmente nas áreas de engenharia, manutenção, controle de processos, automação e segurança industrial.

Esse perfil tende a provocar impactos positivos na qualidade do emprego local, com salários superiores à média regional e oportunidades para desenvolvimento profissional contínuo. Além disso, a permanência dos trabalhadores qualificados contribui para o fortalecimento do tecido socioeconômico, estimulando o mercado imobiliário, o comércio de bens duráveis e serviços de maior valor agregado. Portanto, ainda que quantitativamente menor, o impacto da operação em geração de emprego e renda revela-se qualitativamente relevante para a estabilidade e o crescimento sustentável da economia regional.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **real** pois os postos de trabalho serão criados com a implantação, incidência **direta** e de categoria **positiva**, pois representa aumento da renda, população empregada e capacitada. Como a alteração da rotina ocorrerá durante a implantação até a operação do empreendimento, entende-se que o impacto terá duração **permanente**. Considerando que a população empregada pode vir de diferentes bairros e municípios, entende-se que este impacto possui uma abrangência **regional**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos imediatamente após o início das atividades. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** com os demais postos de trabalho já existente incluindo os postos de trabalho gerado pelas demais unidades da ArcelorMittal Tubarão e não **sinérgico** em

relação aos demais impactos. O impacto é considerado **irreversível**, pois as vagas de emprego criadas na operação permanecem após as obras, mesmo que em menor escala, além disso é preciso considerar os empregos indiretos que surgirão atrelados a Operação da Planta Industrial. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **forte** (80%), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **GRANDE** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Positiva	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Regional	2
Duração	Permanente	3
Grau de Reversibilidade	Irreversível	2
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Real	2
Intensidade	**Média**	
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**GRANDE**	**80%**

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

- P**rogramas de contratação prioritária de mão de obra local;**

- Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais: objetivando a implementação de uma cadeia produtiva regional, amplificando os efeitos multiplicadores econômicos e promovendo a formalização e o fortalecimento das micro, pequenas e médias empresas do entorno.

6.2.1.9 Impacto 10 – Acidentes com os trabalhadores e comunidade

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Transporte de materiais, equipamentos e trabalhadores	Operações perigosas; circulação de cargas pesadas
Operação	Operação da Planta Industrial	Tráfego de veículos leves e pesados e Operação da Planta Industrial

O impacto relacionado ao risco de acidentes com trabalhadores e com a comunidade, durante a fase de implantação do novo empreendimento, está diretamente associado à intensificação das atividades operacionais e à circulação de veículos pesados em áreas urbanas, considerada pouco significativa em relação a condição atual.

O risco de acidentes envolvendo trabalhadores durante a fase de operação do novo empreendimento na Serra é inferior ao observado na fase de implantação, devido à redução do volume de atividades de movimentação pesada, montagem e circulação de equipamentos. Embora a operação gere incremento no tráfego de veículos pesados além da utilização de máquinas industriais e processos operacionais complexos, sustentáveis e seguros, a rotina tende a ser mais controlada e com protocolos rígidos já estabelecidos para garantir a segurança no ambiente produtivo.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **potencial** pois irá ocorrer somente em caso de cenário acidental, incidência **direta** e de categoria **negativa**, pois representa risco de acidentes com os trabalhadores e comunidade. Entende-se que o impacto terá duração **temporária**. Considerando que o risco de acidentes abrange a AID do empreendimento, entende-se que este impacto possui uma abrangência **local**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos logo após a atividade ocorrer. Ainda, este impacto é classificado como **não cumulativo** e **sinérgico** em relação aos demais impactos. Esse impacto é considerado **reversível**, pois haverá atuação de programa de controle e educação aos trabalhadores, além desse risco se extinguir após encerramento das obras. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (32%), com a sensibilidade avaliada como **baixa** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **PEQUENO** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativa	
Incidência	Direta	2
Abrangência	Local	1
Duração	Temporário	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Não	1
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Média**	**32%**
Sensibilidade do fator	**Baixa**	
Grau de importância	**PEQUENO**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

Para sua minimização, é essencial a manutenção rigorosa das normas de saúde e segurança no trabalho, incluindo treinamentos periódicos, uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPIs) e implementação de sistemas de monitoramento e controle operacional. Além disso, sugere-se que os requisitos de atendimento a normas de segurança para empresas subcontratadas

O tema deverá ser abordado nos seguintes programas / planos:

- **Plano de Comunicação Social;**

- **Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT)**.

6.2.1.10 *Impacto 11 – Aumento de Infecções Sexualmente Transmissíveis IST e Exploração Sexual*

FASE	ATIVIDADE	ASPECTO
Implantação	Atividades produtivas; compras locais; contratação de serviços	Aumento de população flutuante

A consequente movimentação significativa de trabalhadores temporários e migrantes na Serra podem levar a um aumento dos riscos associados às Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST) e à exploração sexual. O afluxo populacional caracterizado por fluxos migratórios intensificados, especialmente no pico das obras previsto para 2028, tende a ampliar interações sociais em contextos muitas vezes marcados pela precariedade do acesso a serviços de saúde e vulnerabilidades sociais, o que favorece a propagação das IST, assim como práticas de exploração e abuso sexual. Esse cenário exige atenção particular dado o impacto potencial na saúde pública e no tecido social local.

Além do crescimento demográfico pontual, as condições socioeconômicas, como desigualdades de renda, acesso limitado a educação sexual e a serviços de saúde especializados, e possíveis lacunas na oferta de programas preventivos e de assistência, contribuem para agravar essa vulnerabilidade. Em regiões metropolitanas como Serra e Vitória, a presença de grupos migrantes que podem estar afastados de redes sociais protetivas e informações adequadas reforça a necessidade de estratégias integradas de vigilância epidemiológica, prevenção e apoio social. Ademais, a exploração sexual, frequentemente associada a situações de fragilidade econômica, requer abordagens intersetoriais que combinem ações de segurança pública, apoio social e políticas públicas para proteção dos grupos mais vulneráveis, especialmente mulheres e jovens.

Assim, este impacto foi classificado como de probabilidade **potencial**, incidência **indireta** e de categoria **negativa**. Como o aumento de doenças vetoriais possui seu maior risco durante a fase de implantação da planta, entende-se que o impacto terá duração **temporária**, pois ocorrerá enquanto houver obras. Entende-se que este impacto possui uma abrangência **regional**. Sua temporalidade é **imediata**, pois seus efeitos serão sentidos logo após a ocorrência da atividade. Ainda, este impacto é classificado como **cumulativo** e **sinérgico** em relação ao impacto "migração da população". **Reversível,** visto a mitigação do risco e cessação no pós-obras. A magnitude do impacto é considerada **média**. Neste sentido, cruzando a intensidade do impacto, que é **média** (45%), com a sensibilidade avaliada como **média** deste fator ambiental, nota-se que se trata de um impacto de **MÉDIA** importância.

ATRIBUTO	QUALIFICAÇÕES	PONTUAÇÃO
Categoria	Negativa	
Incidência	Indireta	1
Abrangência	Regional	2
Duração	Temporária	1
Grau de Reversibilidade	Reversível	1
Temporalidade	Imediata	2
Cumulatividade e Sinergia	Sim	3
Magnitude	Média	3
Probabilidade	Potencial	1
Intensidade	**Média**	**45%**
Sensibilidade do fator	**Média**	
Grau de importância	**MÉDIA**	

- Sugere-se as seguintes medidas mitigadoras:

Destaca-se a urgência de investir em programas educativos culturalmente adaptados e promover campanhas de conscientização específicas, como o **Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT)** e o **Projeto de Educação Ambiental para Comunidades (Projea)**. Paralelamente, o rigor no combate à exploração sexual, com o fortalecimento da segurança pública, ações de fiscalização e políticas de proteção social, deve ser prioridade para minimizar os efeitos negativos desse impacto na comunidade local. A articulação entre empresa, governo e organizações civis será determinante para assegurar que o crescimento econômico promovido pelo empreendimento não acentue vulnerabilidades sociais no território.

6.2.1.11 Matriz de Valoração dos Impactos

A matriz de valoração dos impactos é apresentada de forma consolidada na planilha constante no **ANEXO 12** – Matriz de Valoração de Impactos, onde foi estabelecido o grau de importância de cada impacto.

Resumidamente, do total de 11 impactos identificados para o meio Socioeconômico incluindo as fases de Planejamento, Implantação e Operação, 09 foram considerados de grau de importância MÉDIO e 02 de grau de importância GRANDE.

Tabela 6.2.1.11-1: Matriz de valoração dos impactos relativos ao meio socioeconômico.

MEIO	IMPACTOS AMBIENTAIS	CATEGORIA (POSITIVO / NEGATIVO)	INCIDÊNCIA (DIRETA-2 / INDIRETA-1)		ABRANGÊNCIA (LOCAL-1 / REGIONAL OU ESTRATÉGICO-2)		DURAÇÃO (TEMPORÁRIO-1 / PERMANENTE-3)		TEMPORALIDADE (IMEDIATO-2 / MÉDIO OU LONGO PRAZO-1)		PROBABILIDADE (POTENCIAL-1 / REAL-2)		GRAU DE REVERSIBILIDADE (REVERSÍVEL-1 / IRREVERSÍVEL-2)		CUMULATIVIDADE E SINERGIA (CUMULAT. OU SINERGICO-3 / NÃO CUMULATIVO - 1)		MAGNITUDE (FRACA-1 / MÉDIA-3 / FORTE-5)		INTENSIDADE (%)	INTENSIDADE (FRACA: 0-30 / MÉDIA: >30-70 / FORTE: >70-100)	SENSIBILIDADE DO MEIO AFETADO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)	GRAU DE IMPORTÂNCIA
			CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR	CLASSIFICAÇÃO	VALOR				
Socioeconômico	Geração de Expectativas	Negativo	Direta	2	Regional	2	Temporário	1	Imediato	2	Real	2	Reversível	1	Sim	3	Média	3	57%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Migração da População	Negativo	Indireta	1	Regional	2	Temporário	1	Médio Prazo	1	Potencial	1	Reversível	1	Sim	3	Média	3	38%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Pressão sobre Serviços e Equipamentos Sociais	Negativo	Indireta	1	Regional	2	Temporário	1	Imediato	2	Potencial	1	Reversível	1	Sim	3	Média	3	45%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Aumento de Infecções Sexualmente Transmissíveis IST e Exploração Sexual	Negativo	Indireta	1	Regional	2	Temporário	1	Imediato	2	Potencial	1	Reversível	1	Sim	3	Média	3	45%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Aumento no fluxo de veículos e alterações no sistema viário	Negativo	Direta	2	Local	1	Permanente	3	Imediato	2	Real	2	Reversível	1	Sim	3	Média	3	64%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Incômodo à população e Alteração cotidiana da população local (Implantação e operação)	Negativo	Direta	2	Local	1	Permanente	3	Imediato	2	Real	2	Reversível	1	Sim	3	Média	3	64%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Alteração da mobilidade urbana	Negativo	Direta	2	Local	1	Permanente	3	Imediato	2	Real	2	Reversível	1	Sim	3	Média	3	64%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Acidentes com os trabalhadores e comunidade	Negativo	Direta	2	Local	1	Temporário	1	Imediato	2	Potencial	1	Reversível	1	Não	1	Média	3	32%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO
Socioeconômico	Aumento da arrecadação tributária	Positivo	Direta	2	Estratégico	2	Permanente	3	Imediato	2	Real	2	Irreversível	2	Sim	3	Média	3	80%	FORTE	MÉDIA	GRANDE
Socioeconômico	Geração de Emprego e Renda	Positivo	Direta	2	Regional	2	Permanente	3	Imediato	2	Real	2	Irreversível	2	Sim	3	Média	3	80%	FORTE	MÉDIA	GRANDE
Socioeconômico	Estímulo à economia	Positivo	Indireta	1	Estratégico	2	Permanente	3	Médio Prazo	1	Potencial	1	Irreversível	2	Sim	3	Média	3	58%	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIO

6.3 PROGRAMAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

Neste capítulo serão apresentados os programas e projetos pertinentes ao meio socioeconômico, como se segue:

	PLANO, PROJETOS E PROGRAMAS	INSTALAÇÃO	OPERAÇÃO
1.	Plano de Comunicação Social (PCS)	X	X
2.	Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT)	X	X
3.	Projeto de Educação Ambiental para as Comunidades (PROJEA)	X	X
4.	Programa de Contratação de Mão-de-Obra Local	X	X
5.	Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais (PRODFOR) - (Programa de Desenvolvimento e Fortalecimento da Cadeia Produtiva Regional)	X	X

Destacamos que, para a definição das ações do PCS, PEAT e PROJEA — instrumentos que viabilizam uma abordagem didático-pedagógica, metodológica e de monitoramento — foram considerados, prioritariamente, o conjunto de documentos e instrumentos normativos e técnicos relacionados a seguir:

- Política Nacional de Educação Ambiental – Lei 9.795/99;
- Decreto nº. 4281/2002 – Regulamenta a Lei nº. 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências;
- Política Estadual de Educação Ambiental e dá outras providências - Lei 9.265/2009;
- Instrução Normativa nº 013-N de 30/10/2024 deste IEMA;
- Pareceres e demais documentos do IEMA;
- Relatórios técnicos de Órgãos Ambientais e Instituições de Ensino e Pesquisa;
- Diagnóstico socioambiental elaborado pelo empreendimento contendo os problemas, conflitos, potencialidades e prioridades ambientais identificados nos grupos sociais direta e indiretamente afetados pelo empreendimento e entidades e projetos locais com objetivo socioambiental;
- Políticas e programas governamentais de meio ambiente desenvolvidos na região e/ou
- políticas integradas de meio ambiente: recursos hídricos, educação, saneamento, resíduos sólidos, saúde, segurança, dentre outros

6.3.1 Plano de Comunicação Social (PCS)

6.3.1.1 Introdução

Reconhecendo que a implantação de um novo empreendimento provoque dúvidas, inseguranças e até algum tipo de resistência em virtude do desconhecimento por parte das comunidades inseridas em sua Área de Influência. Nesse contexto, o Plano de Comunicação Social (PCS) torna-se um instrumento essencial para mediar uma relação eficiente, transparente e segura entre o empreendimento e os públicos envolvidos.

Quando as comunidades se reconhecem como participantes do processo de instalação e operação do empreendimento, ocorre simultaneamente um processo de identificação. Essa identificação é fundamental para assegurar o engajamento e o apoio comunitário em todas as fases do projeto.

Dessa forma, o PCS é concebido para valorizar e priorizar o diálogo entre o empreendedor e os diversos públicos, funcionando como um mecanismo de disponibilização de informações claras e acessíveis sobre o empreendimento, suas etapas, seus impactos — positivos e negativos — e as medidas de mitigação, compensação ou potencialização previstas. Além disso, o plano estabelece um canal de comunicação bilateral, capaz de acolher dúvidas, reclamações, críticas e demandas, atuando de forma responsiva às necessidades das comunidades internas e externas.

Sob a perspectiva socioambiental, o PCS considera como área de abrangência as Áreas de Influência Direta e Indireta definidas no estudo, contemplando ações nos municípios de Serra/ES e Vitória/ES, com foco nos bairros diretamente afetados.

Com base nos resultados do diagnóstico participativo, observou-se que os entrevistados de ambos os municípios apontam as redes sociais como principal canal de acesso à informação, seguidas pela televisão. Esses meios, portanto, devem ser considerados nas campanhas de comunicação sobre detalhes, oportunidades e resultados do empreendimento, alinhando-se às demandas reais identificadas.

Para garantir a transparência quanto aos impactos e resultados ambientais, é necessário observar as principais recomendações do diagnóstico:

- Comunicação clara e transparente por meio das redes sociais, televisão, e outros canais utilizados pela população;
- Ampliação do engajamento comunitário, considerando que um terço dos entrevistados já participa de ações e a maioria adota práticas ambientais, como a separação de resíduos;
- Valorização dos espaços culturais e públicos, reconhecidos como essenciais para o bem-estar e a coesão social, mas que requerem manutenção contínua;
- Reconhecimento da diversidade e da conectividade da comunidade, que demonstra uma percepção ambiental ativa e expectativas que abrangem desde aspectos positivos — como tranquilidade, estrutura, trabalho e lazer — até preocupações com poluição, saúde, segurança, infraestrutura e valorização dos espaços públicos.

As ações de comunicação social têm como objetivo principal facilitar o entendimento da comunidade sobre o empreendimento em fase de instalação ou operação, incluindo seus impactos positivos e negativos. O PCS atua como um canal contínuo entre o empreendedor e a sociedade, promovendo um relacionamento direto com os públicos interno e externo. É responsável pela produção e disponibilização de informações que favoreçam o diálogo e a interação, contribuindo para a redução de conflitos e desgastes decorrentes dos transtornos inevitáveis das obras e da operação do projeto.

Para cumprir esse papel, o PCS deve estar articulado com os demais programas, especialmente o PEAT e o PROJEA, garantindo o acesso claro às informações sobre o empreendimento e suas atividades. A comunicação deve ser realizada com linguagem e instrumentos adequados a cada público, promovendo o entendimento dos impactos sobre os diferentes grupos afetados, as razões desses impactos e os direitos envolvidos. Além disso, deve envolver a sociedade na busca por interesses comuns, evitando, em qualquer circunstância, a criação de falsas expectativas.

6.3.1.2 Objetivo Geral

O objetivo do Plano de Comunicação Social (PCS) é manter um canal contínuo e acessível de comunicação entre o empreendedor e os públicos interno e externo, promovendo o entendimento da comunidade sobre o empreendimento em fase de instalação ou operação, seus impactos positivos e negativos, o cumprimento das condicionantes e, sobretudo, as ações dos programas ambientais.

O PCS também visa demonstrar à sociedade o atendimento às exigências legais, fortalecendo uma relação de convivência estreita e transparente entre as partes. Por meio da articulação com os demais programas e da utilização de linguagem e ferramentas adequadas a cada público, o plano busca fomentar o diálogo, minimizar conflitos e desgastes, e envolver a sociedade na construção de interesses comuns, evitando, em qualquer circunstância, a criação de falsas expectativas**.**

6.3.1.3 Objetivos Específicos

1. Divulgar informações sobre o empreendimento e suas atividades por meio de canais de comunicação adequados à realidade da comunidade;
2. Informar a população da área de influência sobre mudanças na rotina local, impactos ambientais e sociais, e medidas mitigadoras adotadas;
3. Responder às demandas informativas da comunidade de forma objetiva e técnica, reduzindo dúvidas e especulações.
4. Atualizar o público de interesse sobre os aspectos técnicos do empreendimento e seus efeitos sociais, econômicos e ambientais;
5. Evitar a disseminação de informações contraditórias, promovendo a consistência na comunicação entre todas as partes envolvidas;
6. Articular ações com lideranças locais formais e informais, promovendo alinhamento de expectativas e construção conjunta de iniciativas;
7. Incentivar a participação ativa das comunidades da área de influência, reconhecendo seu papel como parte interessada no processo;
8. Estabelecer comunicação interna eficaz no âmbito do Programa, divulgando informações, instruções e eventos relacionados à atividade;
9. Disponibilizar canais diretos de comunicação entre comunidade e empreendedor, para esclarecimento de dúvidas e recebimento de sugestões;
10. Produzir e divulgar materiais informativos conforme necessidade dos projetos e ações do Programa.
11. Fortalecer sistemas comunicativos abertos e democráticos nos territórios, valorizando diferentes linguagens e tecnologias;

6.3.1.4 Público-Alvo

- **Público Externo**

Abrange os grupos sociais diretamente ou indiretamente impactados pelo empreendimento, conforme identificado nos estudos ambientais:

Comunidade Externa:

Segundo Max Weber (1987), "comunidade é uma relação social, na medida em que a orientação da ação social se fundamenta em um sentido de solidariedade, resultado de ligações emocionais". Estabelecer um plano de comunicação com essas comunidades, mantendo-as atualizadas sobre as ações do empreendimento, tende a aliviar tensões causadas pelas atividades.

Administração Pública:

Envolve prefeituras e órgãos públicos das áreas de meio ambiente, transporte e logística, saúde, educação, segurança, planejamento, organizações ambientais; agentes de saúde; lideranças políticas como vereadores, prefeitos, secretários e deputados.

Sociedade Civil Organizada:

Compreende entidades e movimentos sociais que atuam no entorno do empreendimento. Esses grupos podem ser potenciais parceiros ou pontos de pressão. É necessário mapear as principais ONGs e iniciativas locais.

Imprensa e Veículos de Comunicação:

Veículos que atuam na área de abrangência e que já produziram ou podem produzir pautas sobre o empreendimento. Inclui sites, jornais, revistas, emissoras de televisão e rádio.

- Público Interno

Composto por pessoas diretamente envolvidas com o empreendimento:

Comunidade Interna:

Refere-se aos empregados diretos e terceirizados, em todos os níveis hierárquicos. A comunicação com esse público visa à integração da empresa, à abertura de oportunidades, à redução de ruídos na comunicação e à motivação dos profissionais. A empresa deve ser a principal fonte de informação sobre seus processos, evitando boatos e valorizando seu capital humano. É essencial que os profissionais tenham acesso a dados concretos sobre as principais realizações da empresa.

6.3.1.5 Parcerias:

A efetividade do Plano de Comunicação Social (PCS) está diretamente relacionada à capacidade de estabelecer parcerias sólidas, estratégicas e diversificadas, que ampliem o alcance das ações de comunicação, fortaleçam os vínculos com a comunidade e assegurem a legitimidade do processo. Essas parcerias devem ser constituídas com base na relevância social, política, cultural, ambiental e técnica dos atores envolvidos, abrangendo desde instituições públicas até organizações da sociedade civil e representantes do setor privado.

Nesse sentido, é fundamental considerar atores com atuação significativa em nível local, regional ou estadual, que possuam capacidade de mobilização social, experiência em comunicação, educação ambiental ou engajamento comunitário. A seguir, apresentam-se as categorias estratégicas de parceiros que poderão contribuir para a implementação do PCS.

- **Órgãos Públicos:**

O engajamento das prefeituras dos municípios de Serra/ES e Vitória/ES, bem como das secretarias municipais e estaduais é fundamental para alinhar o PCS às políticas públicas existentes. Também se incluem órgãos fiscalizadores e de licenciamento ambiental (como o IEMA), além de conselhos municipais e estaduais, que podem atuar tanto como parceiros institucionais quanto como canais de validação e acompanhamento das ações.

- **Organizações da Sociedade Civil:**

ONGs ambientais, associações comunitárias, associações de moradores, conselhos de bairro e coletivos locais representam atores com grande capilaridade social. Essas organizações podem atuar tanto na mobilização da população quanto na identificação de demandas específicas, garantindo maior legitimidade às ações comunicacionais e favorecendo o processo de escuta e participação social.

- **Lideranças Comunitárias e Culturais:**

Lideranças reconhecidas em suas comunidades, tais como representantes religiosos, culturais, esportivos e de movimentos sociais, desempenham papel essencial como multiplicadores de informação e mediadores de diálogo. Além disso, a valorização das práticas culturais locais fortalece a identidade comunitária e contribui para a aceitação e o engajamento com o empreendimento.

- **Imprensa e Veículos de Comunicação:**

Parcerias com rádios comunitárias, jornais locais, emissoras de TV, sites de notícias e mídias digitais ampliam a divulgação das informações, garantindo maior transparência e capilaridade. Esses veículos, quando envolvidos de forma transparente, tornam-se aliados estratégicos na difusão de mensagens sobre riscos, oportunidades e resultados do empreendimento.

Assim, as parcerias a serem estabelecidas não se restringem a acordos formais de cooperação, mas se constituem em uma rede articulada de atores que, em conjunto com o empreendedor, potencializam o impacto positivo do Plano de Comunicação Social. O mapeamento detalhado dos parceiros e a definição das formas de engajamento ocorrerão no Plano de Trabalho do PCS, em sinergia com os demais programas, especialmente o PEAT e o PROJEA, assegurando coerência, integração e maior efetividade das ações de comunicação social.

A definição específica dos parceiros de cada categoria, bem como das estratégias de articulação com cada um deles, será detalhada durante a elaboração do Plano de Trabalho e no processo de integração com os demais programas, especialmente o PEAT e o PROJEA

6.3.1.6 Metas e Indicadores:

Tabela 6.3.1.6-1 : Objetivos, metas, prazos e Indicadores do PCS

OBJETIVO	METAS	PRAZO	INDICADOR DE RESULTADO
1. Divulgar informações sobre o empreendimento e suas atividades	Desenvolver plano de mídia	Até 60 dias após aprovação	Plano elaborado e validado
	Realizar divulgações periódicas em canais de comunicação da empresa	Contínuo	Nº de campanhas de divulgações realizadas
	Criar uma coluna no Jornal da Comunidade (impressos e digitais)	Trimestral	Nº de boletins distribuídos
2. Manter a população informada sobre mudanças, impactos e medidas mitigadoras	Realizar reuniões presenciais	Semestral	Nº de reuniões realizadas e participantes
	Publicar informações oficiais em canais digitais	Bimestral	Nº de notas publicadas
3. Responder às demandas informativas da comunidade	Aproveitar os canais de atendimento já existentes, como telefone, e-mail, WhatsApp e o 'Fale Conosco' no site, reforçando sua divulgação para ampliar o conhecimento e facilitar o acesso por parte dos usuários."	Contínuo	Nº de atendimentos
	Responder a 100% das demandas em até 5 dias úteis	Contínuo	% de respostas no prazo
	Manter atualizados e disponíveis os canais de atendimento existentes, com o objetivo de esclarecer as dúvidas mais recorrentes das comunidades.	Contínuo	Nº de atendimentos
4. Fomentar e articular ações com as lideranças locais e minimizar disseminação de informações contraditórias	Realizar a atualização periódica do mapeamento das lideranças locais	Contínuo	Mapa de lideranças atualizado
	Realizar encontros/contato com lideranças, mantendo uma relação próxima e fortalecendo os canais de diálogo.	Semestral	Nº de encontros/contatos realizados
5. Fortalecer parcerias locais	Formalizar novas parcerias entre comunidades, instituições e organizações sociais, caso identificado oportunidade	Até 2 anos	Nº de parcerias firmadas
	Promover reuniões de alinhamento entre a comunidade e a instituição parceira	Semestral	Nº de reuniões realizadas
	Desenvolver ações colaborativas com organizações parceiras, voltadas ao fortalecimento da comunidade e à promoção do desenvolvimento local	Anual	Nº de ações realizadas
6. Revisar e adaptar as metas, conforme o escopo do PCS	Estabelecer novos indicadores de desempenho	Anual	Indicadores definidos
	Realizar avaliações de resultados	Anual	Nº de avaliações feitas
	Ajustar estratégias conforme avaliação	Até 60 dias após cada avaliação	Alterações implementadas
7. Manter a comunicação interna de forma eficaz	Manter e fomentar o boletim interno e canal de WhatsApp	Trimestral	Nº de boletins publicados
	Reuniões de alinhamento no evento: Um Só Time	Trimestral	Nº de reuniões realizadas
	Ampliar a o alcance do Portal de comunicação interno	Contínuo	Nº de alcance do portal interno

6.3.1.7 Metodológica

O Plano de Comunicação Social define as ações de relacionamento com as comunidades inseridas em sua Área de Influência, objetivando a manutenção de um canal de diálogo através do instrumental da comunicação. São ações passíveis de serem executadas no Plano de Comunicação Social:

- Fortalecer os canais de comunicação e divulgação já existentes para apoiar as atividades do empreendimento, ampliando a distribuição de materiais didático-educativos e demais conteúdos produzidos pelos planos, projetos e programas associados. Deverá ser mantida a disseminação direcionada às comunidades interna, externa, local e regional, por meio de informativos, folders, cartazes e outros recursos gráficos (físicos e digitais), assegurando o respeito às diretrizes de sustentabilidade em sua produção e distribuição.
- Promoção de reuniões, encontros e visitas estratégicas com lideranças locais e membros da comunidade, com o objetivo de fortalecer vínculos e construir um diálogo transparente e participativo. As visitas da comunidade ao empreendimento serão mantidas como parte essencial desse processo, permitindo que os envolvidos conheçam de perto o projeto, compreendam seus impactos e identifiquem os benefícios que ele pode gerar para o território.
- Promoção da participação efetiva e organizada das comunidades locais, por meio da definição de procedimentos e atividades que incentivem a adesão, colaboração ou, ao menos, a aceitação das ações do empreendimento;
- Desenvolvimento, monitoramento e atualização de banco de dados de partes interessadas, incluindo a elaboração de matriz de stakeholders, com o objetivo de fomentar o diálogo e estabelecer parcerias estratégicas.

A seguir o detalhamento metodológico de cada objetivo a ser transformado em ação para o Plano de Comunicação Social (PCS):

- **Divulgar informações sobre o empreendimento e suas atividades**

Manter os canais de comunicação permanentes e adequados à realidade local, como reuniões públicas, boletins informativos, mídias sociais, entre outros meios utilizados. Esses canais deverão ser usados para divulgar informações sobre o empreendimento, suas atividades, medidas mitigadoras e de controle ambiental, além das ações sustentáveis e contrapartidas promovidas pelo empreendedor.

É igualmente essencial implementar ações específicas voltadas à população da área de influência, esclarecendo possíveis mudanças na rotina local decorrentes das atividades, seus impactos sociais e ambientais e os programas instituídos para mitigar tais efeitos.

A empresa poderá incluir uma seção dedicada ao novo empreendimento no jornal **“Acontece nas Comunidades",** que é distribuído trimestralmente em formato impresso às comunidades do entorno. Para ampliar o alcance da comunicação, recomenda-se aumentar a tiragem para 3.500 exemplares e complementar a distribuição com o envio digital via WhatsApp, garantindo maior capilaridade e acessibilidade às informações (**ANEXO 6.lll Jornal Acontece na Comunidade).**

- **Manter a população informada sobre mudanças, impactos e medidas mitigadoras**

É fundamental assegurar que o público de interesse esteja permanentemente atualizado sobre os aspectos técnicos do empreendimento e seus desdobramentos nas dimensões social, econômica e ambiental. O objetivo é esclarecer de forma transparente as atividades desenvolvidas, bem como as obrigações e responsabilidades do empreendedor, promovendo confiança mútua e diálogo qualificado.

Para isso, deve se desenvolver e divulgar materiais informativos, produzir e distribuir materiais gráficos, audiovisuais e didático-educativos voltados às necessidades do PCS e em interface com demais programas do empreendimento. Esses materiais devem ser adaptados a diferentes públicos (adultos, jovens, idosos, estudantes) e veiculados em diversos meios, físicos e digitais, ampliando o alcance das informações.

Desta forma, deve-se ampliar e fortalecer o Canal de Relacionamento com a Comunidade de Serra e o Programa de Visitas e Diálogo com a Comunidade que já são desenvolvidos pela Gerência de Comunicação, em articulação com a área de Responsabilidade Social, responsável pela interlocução com associações de moradores, lideranças comunitárias, população local e representantes do poder público.

- **Responder às demandas informativas da comunidade**

Garantir que as demandas informativas da comunidade sejam atendidas de forma clara, objetiva e tecnicamente embasada, de modo a reduzir dúvidas, expectativas e especulações. As respostas devem ser rápidas, confiáveis e adaptadas à linguagem do público, sempre que solicitado.

Manter disponível canais formais de comunicação direta entre a comunidade e o empreendedor, tais como número de telefone de prontidão, canal de denúncia gratuito e endereço eletrônico. Esses canais devem estar preparados para receber dúvidas, sugestões, críticas e outros comunicados, assegurando respostas rápidas, empáticas e registradas de forma sistemática.

Já são disponibilizados e acompanhados pela empresa os seguintes canais:

- ✓ *Celular do Prontidão (24h/7 dias na semana)*
- ✓ *Fale Conosco (site da empresa)*
- ✓ *Canal de Denúncia https://brasil.arcelormittal.com/a-arcelormittal/quem-somos/arcelormittal-tubarao)*

- **Fomentar e articular ações com as lideranças locais e minimizar disseminação de informações contraditórias**

Estabelecer articulação contínua com lideranças formais e informais dos bairros da área de influência direta do empreendimento, promovendo alinhamento de expectativas e construção conjunta de soluções e ações. A atuação deve valorizar a escuta ativa e a participação dessas lideranças como mediadores entre a comunidade e o empreendimento.

Para isso, devem ser planejadas e agendadas visitas com lideranças comunitárias e Pontos Focais, com base na Matriz de Stakeholders, a fim de monitorar e fortalecer o processo de comunicação e escuta ativa junto às comunidades envolvidas.

Garantir consistência e clareza nas informações divulgadas, evitando contradições que possam fragilizar a relação de confiança entre o empreendimento e a comunidade. Toda comunicação deve ser previamente validada por canais oficiais e veiculada de forma unificada.

- **Fortalecer parcerias locais**

Para fortalecer parcerias locais, será adotada uma metodologia baseada na identificação ativa de oportunidades de colaboração com comunidades, instituições e organizações sociais, visando a formalização de novas parcerias estratégicas. Serão promovidas reuniões de alinhamento entre os representantes comunitários e as instituições parceiras, com foco na construção de relações transparentes e colaborativas. A partir dessas conexões, serão desenvolvidas ações conjuntas voltadas ao fortalecimento da comunidade e à promoção do desenvolvimento local, priorizando iniciativas que gerem impacto social positivo e sustentável.

- **Revisar e adaptar as metas, conforme o escopo do projeto**

A revisão e adaptação das metas será conduzida por meio de uma análise contínua do escopo do projeto, permitindo ajustes estratégicos conforme a evolução das atividades e os contextos identificados. Serão estabelecidos novos indicadores de desempenho que reflitam com maior precisão os objetivos e os impactos esperados. A partir da realização de avaliações periódicas dos resultados, será possível identificar pontos de melhoria e redirecionar esforços, promovendo ajustes nas estratégias adotadas para garantir maior efetividade e alinhamento com as necessidades do PCS.

- **Manter a comunicação interna de forma eficaz**

Manter fluxo contínuo de comunicação com o público interno, garantindo a divulgação de informações, processos normativos, instruções operacionais, datas comemorativas e eventos institucionais e ambientais. Devem ser utilizados canais adequados, como boletins internos, murais digitais e grupos de comunicação corporativa.

Para manter a comunicação interna eficaz, será adotada uma abordagem integrada que inclui a continuidade e o fortalecimento dos canais existentes, como o boletim interno e o grupo de WhatsApp, garantindo atualizações regulares e conteúdos relevantes. Serão realizadas reuniões de alinhamento durante o evento "Um Só Time", promovendo o engajamento e a troca direta entre equipes. Além disso, será ampliado o alcance do Portal de Comunicação Interna por meio de campanhas de divulgação, melhorias na usabilidade e incentivo ao uso ativo por todos os colaboradores, consolidando-o como principal fonte de informação institucional.

A seguir, apresenta-se modelo de arte que é afixada em diversos espaços da empresa, como a portaria, entre outros locais estratégicos, com o objetivo de divulgar os canais de denúncia da ArcelorMittal.



6.3.1.8 Avaliação/Monitoramento:

Produtos do Monitoramento e Avaliação

- **Relatórios técnicos**: elaborados, contendo descrição das atividades realizadas, indicadores alcançados, análise crítica dos resultados, recomendações e planos de ajuste. Discussão dos resultados alcançados com base nas metas estabelecidas;
- **Banco de Imagens**: criar e manter um banco de imagens organizado das ações realizadas mensalmente;
- **Relatório dos registros dos canais de comunicação utilizados**;
- **Apresentações públicas**: quando necessário, os resultados poderão ser apresentados em reuniões comunitárias, reforçando a transparência do processo;
- **Banco de dados**: manutenção de um banco de dados atualizado com todas as informações coletadas, permitindo o acompanhamento histórico do PCS e sua consulta por diferentes atores interessados.

6.3.1.9 Cronograma de Execução:

O cronograma com os prazos para a execução das principais atividades do PCS está apresentado na tabela acima, **Tabela 6.3.1.6 1**.

6.3.1.10 Equipe técnica responsável

Um Plano de Comunicação Social exige uma equipe multidisciplinar para garantir uma comunicação eficaz, transparente e estratégica com os públicos de interesse estabelecidos, considerando, portanto, profissionais das áreas de comunicação e relacionamento (comunicador social, jornalista, social media, mediador de conflitos, especialistas em sustentabilidade).

6.3.1.11 Produção de material

Será dada prioridade à produção de materiais atrativos e funcionais, com potencial para serem preservados e utilizados por um longo período. Entre eles, destacam-se:

- ✓ Materiais Informativos e Educativos contendo dados ambientais e sociais;
- ✓ Boletins informativos (digitais e impressos);
- ✓ Informações para redes sociais e murais internos;
- ✓ Materiais acessíveis com linguagem adequada para diferentes públicos (jovens, idosos, trabalhadores com diferentes níveis de escolaridade);
- ✓ Esses materiais serão distribuídos em canais digitais e físicos, como, associações de moradores, comércios locais e devem ser registrados em cronogramas de produção e divulgação.

A definição exata desses materiais deverá ser realizada em alinhamento com os demais programas, especialmente o PEAT e o PROJEA.

6.3.1.12 Duração

O Plano de Comunicação Social é suporte aos outros planos, projetos e programas previstos no Termo de Referência, nesse sentido, assume posição estratégica, devendo permanecer conforme previsto em licença específica.

6.3.1.13 Interrelação com outros programas

Esse plano deve abranger toda a comunicação social de todos os planos, projetos e programas integrantes do Termo de Referência, incluindo os monitoramentos de meio físico, biótico e socioambiental e todos os desdobramentos que deles forem resultantes, divulgando ações e resultados, além de produzir todo o material gráfico/audiovisual necessário para a execução e apresentação destas condicionantes.

O PCS deve interagir com todos os demais programas, em especial com o PEAT e com o PROJEA, garantindo o acesso às informações relacionadas ao empreendimento e às atividades necessárias à sua implantação e operação, entre outras, usando de linguagem e instrumentos de comunicação apropriados a cada público a que se destinam.

6.3.2 Projeto De Educação Ambiental Para Trabalhadores (PEAT)

6.3.2.1 Introdução

A atuação dos trabalhadores é essencial para o sucesso do empreendimento, especialmente no que diz respeito à sua sustentabilidade ambiental. Os trabalhadores ocupam uma posição estratégica na operacionalização do projeto e, por consequência, na promoção da sua sustentabilidade ambiental, têm papel direto na adoção de práticas que promovem a responsabilidade socioambiental.

A capacitação e o engajamento desses profissionais em práticas ambientalmente responsáveis são essenciais para mitigar os impactos socioambientais, fortalecer a cultura organizacional sustentável e garantir a segurança no ambiente de trabalho. Partindo da análise do diagnóstico socioambiental e de percepção realizado, evidenciou-se a necessidade de desenvolver ações educativas específicas voltadas aos trabalhadores do empreendimento. Essas ações devem considerar suas experiências, desafios cotidianos e o potencial de contribuição para a gestão ambiental corporativa.

O Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) surge em consonância à crescente necessidade de sensibilizar e capacitar os trabalhadores vinculados ao empreendimento de implantação da planta de laminação de bobinas a frio, localizada no município de Serra, Espírito Santo. Alinhado às diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/99) e da Política Estadual de Educação Ambiental (Lei nº 9.265/09), o PEAT tem como propósito fomentar uma consciência ambiental crítica e participativa no ambiente de trabalho, promovendo práticas socioambientais que contribuam para a saúde, segurança e sustentabilidade das operações.

O projeto também atende às exigências da Instrução Normativa nº 13-N/2024, do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), que regulamenta as ações de educação ambiental no âmbito do licenciamento ambiental. Seu público-alvo abrange todos os trabalhadores e colaboradores do empreendimento — incluindo os setores administrativos, operacionais e de apoio — considerando suas diferentes realidades, perfis e necessidades formativas.

A principal finalidade do PEAT é promover a conscientização e a transformação de comportamentos frente às questões ambientais, por meio de processos educativos que estimulem a reflexão crítica e a sensibilização dos participantes. Além disso, busca-se incentivar a multiplicação dos conhecimentos adquiridos, gerando impactos positivos no curto, médio e longo prazo, tanto no ambiente laboral quanto na comunidade em geral.

6.3.2.2 Objetivo

O Programa de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) tem como objetivo implementar processos contínuos de ensino e aprendizagem junto aos trabalhadores do empreendimento, com foco na incorporação de valores, saberes e práticas ambientais e de saúde e segurança do trabalho que contribuam para a preservação do meio ambiente, a melhoria da qualidade do trabalho e a promoção do desenvolvimento sustentável corporativo.

6.3.2.3 Objetivos Específicos

- Promover o entendimento coletivo entre os trabalhadores sobre os aspectos ambientais, de saúde e segurança relacionados às atividades laborais e ao entorno do empreendimento;
- Conscientizar e capacitar multiplicadores de conscientização em saúde pública com foco, principalmente, em doenças vetoriais, Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs), vícios e dependências químicas;
- Estimular atitudes responsáveis e colaborativas para a prevenção de impactos ambientais e acidentes de trabalho;
- Capacitar os trabalhadores em técnicas e procedimentos adequados para o manejo sustentável dos recursos naturais e para a segurança no ambiente laboral;
- Incentivar a participação ativa dos colaboradores na construção de uma cultura organizacional ambientalmente responsável.
- Conscientizar e capacitar multiplicadores de conscientização em gestão ambiental, de tratamento e disposição de resíduos e de recursos hídricos;
- Integrar conteúdos teóricos e práticos contextualizados à realidade do empreendimento e às características socioambientais da região.
- Fomentar o diálogo contínuo entre trabalhadores, gestores para alinhar processos educacionais e ambientais.

6.3.2.4 Público de Interesse

O público de interesse do Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) compreende os trabalhadores diretos e indiretos do empreendimento de implantação da planta de laminação no município de Serra, incluindo principalmente:

- Operadores de máquinas e equipamentos;
- Técnicos de manutenção;
- Profissionais administrativos;
- Equipes de apoio logístico e ambiental;
- Novos contratados e trabalhadores em reciclagem de procedimentos.

6.3.2.5 Parcerias:

A definição específica dos parceiros estratégicos, bem como das estratégias de articulação com cada um deles, será detalhada durante a elaboração do Plano de Trabalho e da Matriz de Stakeholders, além de ser aprofundada no processo de integração com os demais programas, especialmente o PCS e o PROJEA, no âmbito do Diagnóstico Participativo de Percepção Ambiental (DPPA).

Nesse contexto, torna-se imprescindível o estabelecimento de parcerias com setores internos do empreendimento — como segurança do trabalho, saúde, meio ambiente, comunicação, recursos humanos e treinamento — bem como com instituições externas especializadas em educação ambiental e saúde ocupacional, que possam oferecer suporte técnico e pedagógico às ações a serem desenvolvidas.

6.3.2.6 Metas

A definição das metas, bem como a descrição das etapas necessárias para alcançar os objetivos — incluindo o que será realizado, como e quando — deverá ser validada em conjunto com o público-alvo durante a elaboração do Plano de Trabalho e no processo de integração com os demais programas, especialmente com o PROJEA, por meio do Diagnóstico Participativo de Percepção Ambiental (DPPA).

Nesse momento, as metas são estabelecidas como elementos mínimos, passíveis de complementação com outros indicadores que se revelem relevantes para assegurar a efetividade e a abrangência dos conteúdos propostos.

Tabela 6.3.2.6-1: Metas para o PEAT.

META	QUANTITATIVO / QUALITATIVO
Realizar treinamentos ambientais e de segurança do trabalho	Mínimo de 8 treinamentos anuais
Capacitar trabalhadores para prevenção de impactos ambientais e outros acidentes como os relacionados ao tráfego de veículos	Capacitação de pelo menos 80% do quadro de funcionários alocados no projeto
Empoderar trabalhadores para identificação e comunicação de riscos ambientais e laborais	Relatos e registros sistematizados de participantes
Produzir materiais didáticos específicos para o público trabalhista envolvido no projeto	Desenvolvimento de 3 a 5 materiais educativos por ano
Implantar grupos internos de multiplicadores ambientais	Formação de pelo menos 3 multiplicadores
Aplicar avaliações de satisfação e aprendizado	Avaliações em pelo menos 70% das ações desenvolvidas no projeto

6.3.2.7 Metodologia

A metodologia proposta para a execução deste projeto baseia-se em condução das atividades alternadas entre teoria e prática, enfatizando o protagonismo e o potencial do público na construção dos conhecimentos, habilidades e atitudes voltados para a sustentabilidade.

A adoção da metodologia participativa visa o envolvimento ativo dos trabalhadores por meio da exposição dialogada, buscando soluções coletivas. Tal metodologia implica a horizontalidade do processo de ensino-aprendizagem e o protagonismo dos profissionais participantes, resultando na interação social entre os sujeitos envolvidos, considerando suas vivências e a construção coletiva do conhecimento. Em termos de recursos didáticos, serão preconizados aqueles de caráter dialógico e participativo, visando promover a reflexão e a participação crítica e democrática de todos os envolvidos.

A construção coletiva do conhecimento e a resolução conjunta de problemas cria vínculos produtivos e potencializa as possibilidades de superação de desafios. Nesse sentido, a adoção da metodologia participativa fortalece o desenvolvimento da autonomia dos profissionais empregados, que se tornam os principais agentes de mudança no empreendimento.

O PEAT será conduzido por meio de módulos de treinamento que integram teoria e prática, priorizando o protagonismo dos trabalhadores e a contextualização dos conteúdos à realidade do ambiente laboral. A metodologia adotada será dialógica, utilizando recursos audiovisuais, estudos de casos reais, dinâmicas de grupo e simulações práticas para fortalecer o processo de aprendizagem.

Haverá ênfase na educomunicação, como estratégia para facilitar a compreensão e despertar o interesse dos participantes, respeitando a diversidade de níveis de escolaridade e experiências profissionais.

Cada módulo poderá ser subdividido em mais de um encontro, conforme proposta do executor do PEAT, com o objetivo de aprimorar a dinâmica de aplicação e garantir maior efetividade na formação dos trabalhadores.

- Módulo 1 – **Introdução e Contextualização** - Apresentação dos objetivos, sensibilização ambiental e laboral;
- Módulo 2 – **Normas e Legislação** - Ambiental e de Segurança Conhecimento da legislação, regulação e procedimentos;
- Módulo 3 – **Prevenção de Riscos e Saúde Ocupacional** - Técnicas e hábitos seguros para prevenção de acidentes (incluindo educação para o trânsito);
- Módulo 4 – **Práticas Sustentáveis no Ambiente de Trabalho** - Relacionamento com os trabalhadores do projeto.

6.3.2.8 Indicadores:

A partir da definição dos módulos específicos para cada tema, os indicadores viabilizam o monitoramento contínuo e adaptação nas metodologias de aplicação para melhor aproveitamento dos treinamentos pelos trabalhadores.

Tabela 6.3.2.8-1– Principais objetivos e indicadores do PEAT.

OBJETIVO	INDICADOR
Abordagem e compreensão dos temas	% de participação, nível de compreensão e satisfação (avaliação)
Capacitação técnica	Número de capacitações realizadas e participantes treinados
Avaliação contínua	Resultados das avaliações de satisfação e aprendizado
Participação ativa dos colaboradores	Nº de perguntas e intervenções dos colaboradores em cada treinamento, em relação ao número de colaboradores presente em cada treinamento
Abordagem e compreensão dos temas	horas para cada colaborador

6.3.2.9 Avaliação/Monitoramento:

Considerando a proposta de desenvolvimento de boas práticas ambientais, é imprescindível a avaliação da efetividade das ações, uma maneira de avaliá-las é através de fichas de avaliação, quando da situação de ações, eventos, oficinas, campanhas ou quaisquer atividades que mobilizem o público de interesse. Essas fichas deverão ser analisadas, organizando as sugestões, críticas e/ou dúvidas de forma a considerar, no monitoramento e adequação do projeto, as novas necessidades que possam surgir.

6.3.2.10 Cronograma de Execução

Todos os módulos do Programa de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) devem ser realizados de forma concomitante, garantindo que todos os trabalhadores envolvidos na obra tenham a oportunidade de participar de cada etapa do treinamento. Essa organização contínua assegura que o corpo de trabalhadores, independentemente do momento de sua admissão ou realocação, possa completar o ciclo completo das oficinas.

Essa abordagem promove uma formação integrada, consistente e abrangente, fortalecendo o entendimento, a capacitação técnica e o engajamento ambiental e socioambiental de todos os colaboradores ao longo de toda a execução do empreendimento.

Sugere-se a adoção de um cronograma anual, com duração de 12 meses, a ser replicado nos anos seguintes até a conclusão das obras.

6.3.2.11 Equipe técnica responsável:

A implementação do Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) requer uma equipe multidisciplinar capaz de integrar conhecimento técnico com habilidades pedagógicas e práticas voltadas à sustentabilidade. Para garantir a qualidade técnica e educativa das ações, é recomendável que a equipe seja composta por:

- Equipe de educação ambiental;
- Profissionais de segurança do trabalho;
- Comunicadores sociais.

Essa diversidade de formações assegura uma abordagem abrangente, sensível às especificidades do público-alvo e alinhada aos objetivos do projeto.

6.3.2.12 Produção de material

Será dada prioridade à produção de materiais atrativos e funcionais, com potencial para serem preservados e utilizados por um longo período. Entre eles, destacam-se apostilas, cartilhas, calendários, agendas e itens utilitários como sacolas, garrafas, canecas, entre outros. A definição exata desses materiais deverá ser realizada em alinhamento com os demais programas, especialmente o PCS e o PROJEA.

6.3.2.13 Duração

O PEAT constitui o principal instrumento de desenvolvimento da Educação Ambiental voltado aos profissionais que atuam no empreendimento, devendo permanecer conforme previsto em licença específica.

Sua implementação será realizada por meio de ciclos contínuos de capacitação e avaliação, alinhados ao cronograma do empreendimento e às necessidades identificadas dos trabalhadores. Essa estrutura garante a atualização permanente dos conteúdos e a efetividade das ações educativas ao longo das diferentes fases da obra.

6.3.2.14 Interrelação com outros programas

O PEAT tem interface, principalmente com o Plano de Comunicação Social, desenvolvendo as seguintes ações:

- Produção de material didático-educativo e/ou informativo gráfico (articulado com a equipe pedagógica do PEAT);
- Produção de material didático-educativo e/ou informativo audiovisual (articulado com a equipe pedagógica do PEAT);
- Produção de material gráfico de divulgação das atividades do PEAT;
- Produção de material audiovisual de divulgação das atividades do PEAT;
- Divulgação das atividades o PEAT.

6.3.3 Projeto De Educação Ambiental Para As Comunidades (PROJEA)

6.3.3.1 Introdução

O paradigma da Educação Ambiental toma corpo, a partir da década de 1970, com a mobilização socioambiental, envolvendo cientistas e movimentos sociais, pautada na revisão da relação entre sociedade e natureza. O eixo estruturante da Educação Ambiental foi fundamentado para as tomadas de decisões e para a reformulação de comportamentos sobre os temas relacionados à qualidade do meio ambiente.

- No Brasil, o marco de institucionalização da Educação Ambiental foi a aprovação da Lei nº 9795/99, que rege a “Política Nacional de Educação Ambiental”, afastando a Educação Ambiental de um viés tecnicista, pautado na aquisição de conhecimentos técnicos sobre ecologia, e passou a orientar a construção de uma nova consciência ambiental fundamentalmente pela assimilação de valores e atitudes de cooperação e solidariedade;
- No Espírito Santo, a Educação Ambiental é orientada pelo disposto no Parágrafo único, do art. 186, da Constituição Estadual do Espírito Santo:
- Art. 186 Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, impondo-se lhes e, em especial ao Estado e aos Municípios, o dever de zelar por sua preservação, conservação e recuperação em benefício das gerações atuais e futuras. (ESPÍRITO SANTO, 1989).
- E pelo que dispõe a Política Estadual de Meio Ambiente, Lei n° 4.701/92, bem como a Lei n° 9.265/09 que instituiu a Política Estadual de Educação Ambiental - PEEA, que declara:
- Art. 1º Fica instituída a Política Estadual de Educação Ambiental, seus objetivos, princípios e fundamentos e se constitui o Órgão Gestor da Política Estadual de Educação Ambiental.
- Art. 2º Entende-se por Educação Ambiental os processos permanentes de ação e reflexão individual e coletiva voltados para a construção de valores, saberes, conhecimentos, atitudes e hábitos, visando uma relação sustentável da sociedade humana com o ambiente que integra.
- Art. 3º A Educação Ambiental é um componente essencial e permanente da educação estadual, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter escolar e não-escolar. (ESPÍRITO SANTO, 2009).
- Estes PROJEA e PEAT, por sua vez, são regidos pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, através da Instrução Normativa n°13-N/2024.

A partir desse marco referencial, o presente Projeto de Educação Ambiental para as Comunidades (PROJEA) abrange a Área de Influência Direta (AID) e a Área de Influência Indireta (AII) relacionadas ao empreendimento de implantação da planta de laminação de bobinas a frio, localizado no município de Serra. A AID e AII do empreendimento se localiza, especificamente nos municípios da Serra e Vitória, incluindo os bairros Praia de Carapebus, Lagoa de Carapebus, Cidade Continental, Novo Horizonte, Balneário de Carapebus, bem como outras regiões da Serra e Vitória.

Do ponto de vista socioambiental, de forma sintética, essa área apresenta uma diversidade significativa em termos de perfil populacional, estrutura urbana, dinâmica econômica e desafios ambientais. O Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local realizado, por meio de metodologia qualiquantitativa, evidenciou características demográficas incluindo uma população predominantemente adulta e em processo acelerado de envelhecimento, bem como um perfil educacional que destaca níveis elevados de alfabetização, especialmente entre os jovens. A infraestrutura pública, particularmente na área de saúde e serviços básicos, revela a existência de redes de atendimento que demandam qualificação e ampliação para suprir demandas crescentes, associadas à expansão urbana e econômica.

O Diagnóstico da Percepção Social e das Expectativas da População Local, realizado por meio de entrevistas estruturadas abrangendo 205 participantes representativos dos diversos subgrupos sociais e bairros da AID e AII, mostrou uma comunidade diversificada e potencialmente engajada. Foram entrevistadas 205 pessoas, majoritariamente residentes na Serra (83%), distribuídas em bairros como Cidade Continental (maior representatividade), Balneário, Praia e Lagoa de Carapebus, e bairros da Vitória na AII. O perfil sociodemográfico indicou equilíbrio entre gêneros (44% mulheres e 56% homens), ampla faixa etária abrangendo jovens, adultos e idosos, e nível educacional relativamente elevado, com mais de 78% possuindo ensino médio completo ou superior. Essas características fortalecem a representatividade e a qualidade das percepções coletadas para subsidiar ações ambientais contextualizadas e eficazes.

O diagnóstico realizado junto às comunidades das áreas de influência direta (AID) e indireta (AII) do empreendimento da ArcelorMittal no Espírito Santo revelou um panorama abrangente e detalhado sobre a relação entre a população local e o meio ambiente. O estudo também evidenciou a necessidade de fortalecer a conscientização comunitária quanto à correta separação, destinação e reciclagem dos resíduos sólidos, destacando lacunas informacionais e oportunidades para o engajamento social. A partir de um levantamento participativo com 205 representantes, foram identificadas preocupações centrais relacionadas ao acúmulo inadequado de lixo (41%), à baixa adesão à coleta seletiva, aos descartes irregulares e aos impactos ambientais e à saúde decorrentes dessas práticas.

Recomendações para o Projeto de Educação Ambiental para as Comunidades (PROJEA)

O PROJEA deve valorizar a forte percepção da população sobre a importância da correta destinação dos resíduos sólidos urbanos gerados na região da AID do empreendimento.

Assim, o projeto está concebido para responder às especificidades do território e às expectativas e preocupações da população, alinhando o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental promovendo a proteção dos espaços naturais e o bem-estar das comunidades impactadas, garantindo, desta forma, a sustentabilidade do empreendimento e sua licença social. Reconhecendo o empreendimento enquanto alterador da realidade e considerando ainda os desafios cada vez mais prementes em relação ao meio ambiente, é imperativa a implementação de um Projeto de Educação Ambiental para Comunidades (PROJEA), esse projeto, por sua vez, é capaz de ampliar a conscientização dos diferentes atores quanto às questões ambientais, principalmente ao evidenciar as interações entre a ação humana e o meio ambiente e as intricadas provenientes que dela decorrem.

Destacamos que, segundo a Instrução Normativa nº 013-N de 30 de outubro de 2024, emitida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), a execução dos programas de educação ambiental deve **privilegiar a educação não formal**. Essa abordagem valoriza processos educativos permanentes e participativos, realizados fora do ambiente escolar tradicional, por meio de metodologias que promovam a reflexão, a sensibilização e o protagonismo dos participantes em suas comunidades e contextos sociais. Dessa forma, o desenvolvimento das atividades busca estimular a construção coletiva do conhecimento, a autonomia e o engajamento dos públicos envolvidos, assegurando uma educação ambiental eficaz e contextualizada às especificidades locais.

6.3.3.2 Objetivo Geral

Implementar processos de educação ambiental junto às comunidades da AID com foco na gestão sustentável dos resíduos sólidos, incentivando o entendimento coletivo e a prática efetiva da separação e reciclagem, contribuindo principalmente para a melhoria da qualidade ambiental, da saúde pública e do desenvolvimento sustentável local.

6.3.3.3 Objetivos Específicos

- Sensibilizar a comunidade sobre a problemática dos resíduos sólidos, enfatizando os impactos ambientais e sociais do manejo inadequado;
- Promover o conhecimento e a prática da separação correta dos resíduos na fonte, visando a coleta seletiva eficiente;
- Estimular o reaproveitamento e a reciclagem dos materiais, fortalecendo a economia circular local;
- Fomentar a participação ativa dos moradores nas ações comunitárias de gestão de resíduos;
- Fortalecer canais de comunicação e colaboração entre comunidades, empreendimentos e órgãos públicos;
- Organizar as informações para a elaboração integrada dos registros das atividades propostas;
- Divulgar os resultados e as conquistas do programa para ampliar o alcance do aprendizado.
- Promover ações que incentivem a participação popular, a qualificação do debate e o fortalecimento da comunidade, fomentando uma cultura de desenvolvimento sustentável;
- Capacitar jovens e adultos para serem multiplicadores de conhecimento e agentes de transformação em suas comunidades;
- Fomentar a preservação das áreas verdes por meio da implementação de práticas sistemáticas de separação e coleta seletiva de resíduos sólidos.

6.3.3.4 Público de Interesse

O público de interesse do Projeto de Educação Ambiental para Comunidades (PROJEA), compreende a população dos bairros que compõe a Área de Influência Direta do empreendimento, sendo:

- Praia de Carapebus;
- Lagoa de Carapebus;
- Balneário de Carapebus;
- Novo Horizonte;
- Cidade Continental (Setor Ásia);

- Cidade Continental (Setor África);
- Cidade Continental (Setor Europa);
- Cidade Continental (Setor América);
- Cidade Continental (Setor Oceania).

6.3.3.5 Parcerias

A definição específica dos parceiros estratégicos, bem como das estratégias de articulação com cada um deles, será detalhada durante a elaboração do Plano de Trabalho e da Matriz de Stakeholders, e no Diagnóstico Participativo de Percepção Ambiental (DPPA). Assim como no processo de integração com os demais programas, especialmente o PCS e o PEAT.

Inicialmente, devem ser estabelecidas parcerias com instituições comunitárias locais, incluindo associações de moradores, grupos sociais, lideranças comunitárias e demais organizações representativas da população. Essas parcerias são fundamentais para fortalecer o diálogo, ampliar a participação ativa da comunidade e garantir o envolvimento efetivo nas atividades do PROJEA.

6.3.3.6 Metas

A definição das principais metas está alinhada as ações e objetivos desenhados para esse PROJEA, conforme detalhadas a seguir:

Metas

Tabela 6.3.3.6-1: Metas do PROJEA.

META	QUANTITATIVO / QUALITATIVO
Realizar ações participativas sobre resíduos	Até de 4 ações em 12 meses
Promover campanhas educativas junto à comunidade sobre separação e reciclagem	Produzir materiais educativos e informativo
Realizar mutirões de limpeza e coleta seletiva	Promover no mínimo um mutirão com ampla participação comunitária
Produzir relatórios anuais de participação e resultados	Disponibilizar relatórios sistematizados para avaliação

6.3.3.7 Metodologia

A metodologia baseia-se no fortalecimento da autonomia comunitária e na educação participativa para a sustentabilidade da gestão de resíduos. Serão adotadas dinâmicas dialógicas e participativas, estimulado o protagonismo dos participantes por meio de atividades teórico-práticas e sensibilização contínua.

O projeto priorizará abordagem e ações participativas com base no Diagnóstico Participativo de Percepção Ambiental (DPPA), viabilizando a construção coletiva do conhecimento e das soluções locais para os resíduos sólidos.

As ações envolvem atividades nas comunidades e campanhas informativas. Essa abordagem contribui diretamente para a preservação de áreas verdes, espaços públicos e praias, sendo fortalecida por iniciativas práticas, como mutirões de limpeza, que reforçam o compromisso coletivo com o meio ambiente.

Através do DPPA é possível a apreensão da realidade local, com participação ativa dos indivíduos que irão refletir acerca de sua realidade e dos processos que permeiam sua vida. O método é ainda mediado visando a descoberta de possíveis soluções para os problemas encontrados, na medida em que promove o diagnóstico e estabelece cenários futuros desejados (VERDEJO, 2010), para isso, baseia-se nos princípios fundamentais: a satisfação das necessidades e a participação democrática; a reflexão e a ação formadora da consciência pessoal e grupal, e a organização como práxis política.

Abordagem

A metodologia adotada fundamenta-se em ações participativas estruturadas sob a perspectiva da educomunicação, que integra processos educativos e comunicativos de forma colaborativa, valorizando os saberes locais e promovendo a participação ativa dos participantes (Sanfelice et al., 2018; Servaes, 2010). Tais ações utilizam recursos lúdicos, audiovisuais e narrativas orais para fomentar a compreensão crítica sobre o meio ambiente, estimulando o protagonismo comunitário na conservação das áreas verdes da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.

Linhas de Ação e Atividades

Linha 1 – Conhecendo e Enfrentando o Desafio dos Resíduos

- Apresentação do PROJEA e contextualização sobre resíduos sólidos;
- Levantamento coletivo das práticas atuais de descarte e separação nos bairros;
- Reflexão e debate sobre os impactos do manejo inadequado;
- Sistematização e documentação das informações e percepções da comunidade.

Linha 2 – Capacitação e Ação Sustentável

- Capacitação teórica e prática em separação e reciclagem dos resíduos;
- Fortalecimento das redes comunitárias de comunicação e cooperação para gestão dos resíduos;
- Atividades práticas de separação seletiva doméstica e locais de descarte correto;
- Mutirões de limpeza e coleta seletiva, com incentivo à reciclagem local;
- Sistematização e elaboração dos relatórios parciais de resultados;
- Apresentação pública e avaliação final do programa.

Atividades complementares para as linhas 1 e 2.

- Realização de visitas por meio do Programa de Visitas da ArcelorMittal.
  Apoio da ArcelorMittal ao Mutirão de Limpeza de Praia.

Métodos de execução das atividades

As atividades propostas nas Linhas 1 e 2 do PROJEA utilizam técnicas educativas participativas e interativas que valorizam o conhecimento local e estimulam o protagonismo comunitário. As principais técnicas envolvem:

- Diálogo e escuta ativa: espaços para ouvir as percepções, saberes e práticas da comunidade, construindo um entendimento coletivo da realidade local em relação aos resíduos;
- Capacitação prática e teórica: sessões que combinam explicações, demonstrações e práticas presenciais para ensinar sobre separação, reciclagem e manejo sustentável dos resíduos;
- Dinâmicas participativas e reflexivas: atividades em grupo para estimular a reflexão crítica sobre hábitos, causas e consequências do manejo dos resíduos, promovendo mudanças de comportamento;
- Mobilização e articulação: construção de redes de colaboração entre moradores, grupos sociais e instituições para fortalecer as ações e garantir continuidade.

6.3.3.8 Indicadores

A partir da definição de objetivos específicos para cada etapa ou atividades do programa, os indicadores viabilizam o monitoramento contínuo e contribuem para o fortalecimento dos processos participativos, a consolidação do conhecimento socioambiental e a promoção da cidadania ambiental. A seguir seguem os indicadores apontados, destacando que outros indicadores podem ser agregados a esse rol.

Tabela 6.3.3.8-1: Ações e indicadores PROJEA.

AÇÃO	OBJETIVO PRINCIPAL	INDICADORES DE EXECUÇÃO PROPOSTOS
Apresentação do Programa	Sensibilizar e engajar os participantes	Nº de participantes; nível geral de satisfação
Atividade prática de separação de resíduos	Promover prática básica de separação	% participantes que realizaram separação correta
Todas as atividades realizadas	Executar as ações previstas	Nº total de atividades realizadas
Fortalecimento de redes	Mobilizar comunidade	Nº de lideranças envolvidas
Sistematização e relatório	Organizar informações para avaliação	Produção e entrega do relatório parcial

6.3.3.9 Avaliação/Monitoramento:

Considerando a proposta de desenvolvimento do PROJEA, é imprescindível a avaliação da efetividade das ações a partir dos seguintes resultados esperados:

Tabela 6.3.3.9-1 : Resultados esperados PROJEA.

RESULTADO ESPERADO	DESCRIÇÃO
Ampliação da consciência ambiental e sociocultural	Maior valorização das áreas verdes na AID
Fortalecimento do protagonismo comunitário	Comunidades com maior capacidade participativa na gestão ambiental dos resíduos gerados
Promoção do sentimento de pertencimento	Reconhecimento da comunidade como protagonista da conservação territorial
Aprendizado sobre o tema de Resíduos sólidos	Comunidades com maior capacidade separação e destinação correta dos resíduos
Estabelecimento de redes colaborativas	Conexão entre comunidade, órgãos públicos, movimentos sociais e empreendimento para sustentabilidade

Dessa forma a executora do PROJEA pode propor uma avaliação dos resultados alcançados, a partir da especificidade dos grupos participantes da ação.

6.3.3.10 Cronograma de Execução

O cronograma de execução e a definição da equipe técnica responsável pelo PROJEA serão detalhados durante a elaboração do Plano de Trabalho e no processo de integração com os demais programas, especialmente o PCS e o PEAT.

6.3.3.11 Equipe técnica responsável

Um Projeto de Educação Ambiental para Comunidades exige uma equipe multidisciplinar, que possa aliar conhecimento técnico, com habilidades pedagógica, práticas em sustentabilidade e relacionamento com comunidades, portanto, é desejável que a equipe técnica seja composta por:

- Gestores ambientais;
- Educadores ambientais;
- Pedagogos ou áreas relacionadas.

E que tenham, de preferência:

- Experiência prévia em projetos potenciais geradores de impactos;
- Experiência com produção de material didático;
- Experiência na temática de gerenciamento de resíduos

6.3.3.12 Produção de material

Será dada prioridade à produção de materiais atrativos e funcionais, com potencial para serem preservados e utilizados por um longo período. Entre eles, destacam-se apostilas, cartilhas, calendários, entre outros. A definição exata desses materiais deverá ser realizada em alinhamento com os demais programas, especialmente o PCS e o PEAT.

6.3.3.13 Duração

O PROJEA deverá ser desenvolvido conforme tempo indicado na licença específica.

6.3.3.14 Interrelação com outros programas

O PROJEA tem interface, principalmente com o Plano de Comunicação Social, desenvolvendo as seguintes ações:

- Produção de material didático-educativo e/ou informativo gráfico (articulado com a equipe pedagógica do PROJEA);
- Produção de material didático-educativo e/ou informativo audiovisual (articulado com a equipe pedagógica do PROJEA);
- Produção de material gráfico de divulgação das atividades do PROJEA;
- Produção de material audiovisual de divulgação das atividades do PROJEA;
- Divulgação das atividades o PROJEA.

6.3.4 Programa De Contratação E Capacitação De Mão-De-Obra Local

6.3.4.1 Introdução

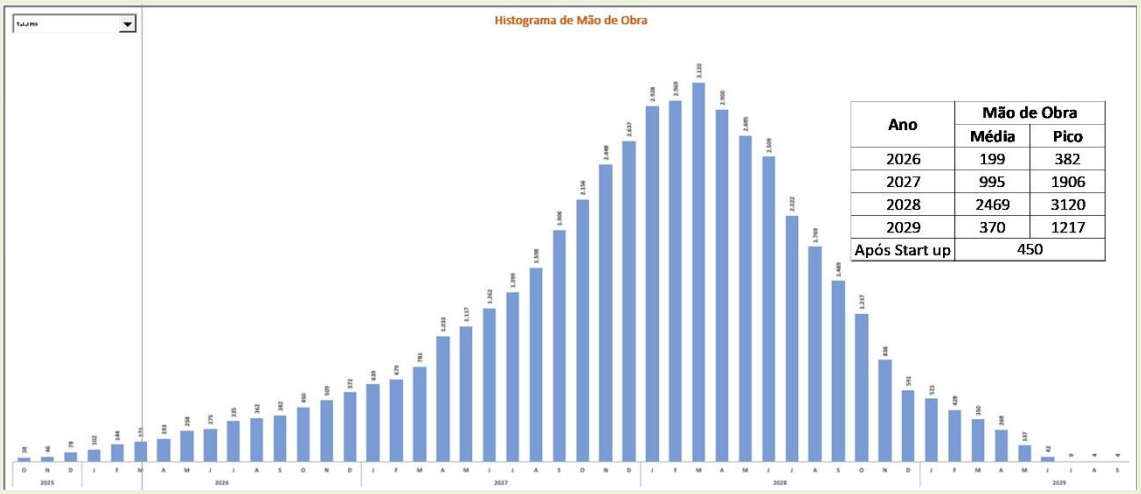
A contratação de mão de obra local é medida benéfica à área que se direciona, uma vez que, além de diminuir o desemprego, também atua na dinâmica da economia local, potencializando um dos impactos positivos do empreendimento.

Além disso, valorizar a mão de obra local, atua também no sentido de minimizar a quantidade de trabalhadores trazidos de fora pelo empreendimento, diminuindo a pressão sobre a infraestrutura local e os equipamentos públicos.

Desta forma, para além da conformidade com os requisitos legais e boas práticas da gestão socioambiental, este programa se justifica, ainda, quando analisadas as potencialidades deste impacto positivo nas áreas de influência direta e indireta, desde a ampliação da empregabilidade, a capacitação técnica e profissional, o estímulo à internalização e ampliação da renda, e a prevenção ou diminuição de possíveis impactos oriundos da migração e fixação de profissionais.

6.3.4.2 Duração

A duração do Programa de Contratação de Mão de Obra Local está condicionada ao histograma de mão de obra a seguir:



Ano	Mão de Obra	
	Média	Pico
2026	199	382
2027	995	1906
2028	2469	3120
2029	370	1217
Após Start up	450	

*Figura 6.3.4.2-1 : **H**istograma de mão de obra.*

A imagem acima apresenta um histograma de previsão mão de obra que ilustra a variação na quantidade de trabalhadores ao longo do tempo, de 2025 a 2029.

O histograma mostra uma tendência crescente na demanda de mão de obra entre 2026 e 2028, com o pico absoluto em 2028 (3120 trabalhadores). Esse crescimento é previsto na fase intensiva de instalação do empreendimento. Em 2029, há uma queda significativa, na fase de transição para fase menos intensiva com encerramento de atividades principais de instalação. Após o startup, o número estabiliza em 450, indicando uma fase de operação contínua com menor necessidade de pessoal.

6.3.4.3 Objetivo

O Programa de Contratação da Mão de Obra Local visa consolidar diretrizes e ações voltadas à potencialização do efetivo de contratação de mão de obra local, de forma com que os benefícios gerados pelas fases de implantação e operação do empreendimento sejam incorporados localmente, quando contribuindo na priorização e desenvolvimento do perfil profissional local.

6.3.4.4 Ação Metodológica

O foco das atividades do Programa de Contratação da Mão de Obra Local será a priorização e desenvolvimento da mão de obra local cujo perfil profissional seja condizente com as futuras demandas do empreendimento. São ações passíveis de serem executadas:

Relações Institucionais com instituições de ensino

Estabelecer parcerias com instituições de ensino profissionalizantes para acessar a mão de obra formanda de cursos técnicos alinhados às demandas do empreendimento, para busca de contratação de mão de obra local. Além disso, articular com órgãos públicos, sindicatos e agências de emprego para mapear a disponibilidade de mão de obra local, divulgar vagas e perfis profissionais. Estabelecer por meio de um termo simples de parceria, que delimite responsabilidades e ações conjuntas entre as partes.

Banco de Currículos

Elaborar e atualizar o banco de currículos, com dados da população residente interessada em trabalhar no empreendimento, de forma a otimizar processos de recrutamento e seleção.

Parceria com Instituições da Grande Vitória

Estabelecer cooperação ativa com instituições da Grande Vitória para ampliar a divulgação de vagas, o mapeamento da mão de obra local e o encaminhamento qualificado de trabalhadores. Essa parceria facilitará o acesso dos profissionais locais às oportunidades oferecidas pelo empreendimento, fortalecendo a inserção efetiva da comunidade no mercado de trabalho. Recomenda-se a formalização dessa cooperação por meio de um termo simples de parceria, que delimite responsabilidades e ações conjuntas entre as partes.

Programa de Estágio – ArcelorMittal Tubarão

O Programa de Estágio, já em desenvolvimento, tem foco na capacitação de estudantes do ensino técnico e superior, oriundos das comunidades do entorno da unidade da ArcelorMittal Tubarão. O objetivo central é contribuir para a formação de mão de obra qualificada, alinhada à cultura organizacional da empresa, promovendo a sustentabilidade do negócio e o fortalecimento do compromisso social da companhia.

O programa propõe uma trilha estruturada de desenvolvimento, que integra o conhecimento acadêmico à vivência prática no ambiente corporativo e produtivo. A iniciativa reconhece os desafios enfrentados por jovens no acesso ao mercado de trabalho e busca atuar como ponte entre a formação educacional e a inserção profissional, promovendo inclusão, desenvolvimento e cidadania.

6.3.4.5 Priorização da Mão-de-Obra Local

O público de interesse do Programa de Contratação da Mão de Obra Local, prioriza a população residente nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, cujo perfil profissional alinha-se às necessidades das vagas ofertadas, sendo que, caso a demanda não seja suprimida localmente, outros profissionais serão buscados, afastando-se gradualmente da localização do empreendimento.

6.3.4.6 Inclusão e Diversidade:

Incentivar ativamente a contratação de mulheres, e pessoas com deficiência, garantindo um ambiente de trabalho diverso e inclusivo.

Monitoramento da Mão de Obra Contratada: implementar sistema de acompanhamento contínuo dos indicadores de contratação com foco em percentuais de mão de obra local contratada, fluxos migratórios profissionais, taxa de rotatividade, entre outros.

6.3.4.7 Monitoramento e Avaliação do Programa:

O Programa de Contratação de Mão de Obra Local definirá metas e indicadores que se alinhem aos seus objetivos, de forma a monitorar sua execução e eficácia, com base, principalmente, nas taxas de empregabilidade (considerando aspectos como local de moradia, identidade de gênero, idade, entre outros).

A seguir apresentamos as metas e indicadores que deverão ser acompanhadas na execução do programa.

Tabela 6.3.4.7-1*: Metas e indicadores.*

METAS	INDICADORES A SEREM ALCANÇADOS
Estabelecer parcerias institucionais com instituições de ensino e órgãos públicos	Número de termos de parceria assinados; quantidade de instituições parceiras ativas; frequência de articulações e reuniões
Manter e atualizar banco de currículos da população local interessada	Número de currículos cadastrados; percentual de atualização periódica do banco; tempo médio de resposta para recrutamento
Estabelecer cooperação ativa com Instituições da Grande Vitória	Número de vagas encaminhados para divulgação
Estabelecer cooperação ativa com o Instituições da Grande Vitória	Quantidade de encaminhamentos realizados por Instituições para a ArcelorMittal e contratadas
Manter o programa de estágio para formação e capacitação	Quantidade de estudantes inseridos no programa de estágio; percentual dos estagiários oriundos das comunidades do entorno; taxa de conclusão do programa
Promover contratação de trabalhadores locais qualificados pelo programa de estágio	Percentual de estagiários efetivados; número de contratos firmados com participantes do programa
Ampliar a divulgação das oportunidades de trabalho locais	Número de canais e meios utilizados para divulgação; alcance das campanhas de vagas

6.3.4.8 Ajustes e Melhorias

Como proposta de ajustes e melhorias ao Programa de Contratação de Mão de Obra Local, recomenda-se a revisão anual do programa, considerando as mudanças tecnológicas da indústria, a evolução das demandas do empreendimento e a realidade socioeconômica local. Essa revisão pode incluir a atualização dos perfis profissionais prioritários, a adequação dos cursos ofertados em parceria com instituições de ensino, a ampliação das estratégias de inclusão e diversidade, e o aprimoramento dos indicadores de monitoramento. Além disso, é importante incorporar mecanismos de feedback da comunidade e dos trabalhadores contratados, garantindo que o programa se mantenha eficaz e alinhado às expectativas locais e às exigências do mercado.

6.3.4.9 Resultados Esperados

Com base na estrutura e objetivos do Programa de Contratação de Mão de Obra Local, os resultados esperados incluem:

- Formação de mão de obra qualificada por meio de parcerias com instituições de ensino e capacitação técnica;
- Geração de empregos diretos e indiretos, especialmente nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- Fortalecimento da economia regional, com estímulo à circulação de renda nas áreas de influência;
- Redução da pressão sobre a infraestrutura pública, ao priorizar trabalhadores locais;
- Aumento da inclusão social, com oportunidades para mulheres, jovens e pessoas com deficiência;
- Contribuição para o desenvolvimento sustentável;
- Atração de novos investimentos para o Espírito Santo;
- Consolidação do papel do empreendimento como vetor de transformação socioeconômica.

6.3.4.10 Interrelação com outros programas:

O Programa de Contratação de Mão de Obra Local tem interface, principalmente, com o Plano de Comunicação Social, com as seguintes ações:

- Divulgar, de forma ética, democrática, transparente e ampla, junto à população da área de influência, todas as informações sobre a oferta de vagas para trabalhadores locais;
- Disponibilizar Canais de Comunicação para prestar esclarecimentos sobre dúvidas das oportunidades de trabalho e dos processos seletivos abertos/previstos.

6.3.4.11 Equipe

A definição da equipe técnica responsável pelo Programa De Contratação E Capacitação De Mão-De-Obra Local será definida durante a elaboração do Plano de Trabalho e no processo de integração com os demais programas, especialmente o PCS.

6.3.4.12 Cronograma

O cronograma de execução Programa De Contratação E Capacitação De Mão-De-Obra Local, deverá permanecer conforme previsto em licença específica.

6.3.5 Programa De Contratação De Bens E Serviços Locais

6.3.5.1 Introdução

A implantação e operação do empreendimento em tela tem potencial de contribuição no fomento e articulação da rede de serviços e fornecedores locais em sua área de influência, alcançando diferentes setores nos municípios da área de influência, conforme surgem necessidades de absorção de serviços e produtos locais em suas diferentes fases.

A priorização de serviços e fornecedores locais, é medida benéfica à área que se direciona, uma vez que atua na dinâmica da economia local, potencializando um dos impactos positivos do empreendimento. Além disso, valorizar o comércio local, atua também no sentido de minimizar a quantidade de serviços trazidos de fora pelo empreendimento, diminuindo a pressão sobre a infraestrutura local.

Nesse contexto a ArcelorMittal busca implantação da Planta de Laminador a Frio, localizada no município da Serra. Em decorrência do processo de licenciamento ambiental, pela ArcelorMittal, da Planta de Laminador a Frio, segue a apresentação do Programa de Priorização e Contração de Produtos e Serviços para cada fase de instalação do empreendimento, observando as seguintes diretrizes;

- Apresentar as demandas de produtos ou serviços previstos;
- Avaliar a oferta existente quanto a fornecedores locais;
- Verificar a compatibilidade entre a oferta disponível no mercado local com a demanda do projeto, propondo ações que permitam o maior aproveitamento de empresas locais e para desenvolvimento das empresas da região.

6.3.5.2 Objetivo

6.3.5.2.1 Objetivo Geral

O Programa de Priorização e Contração de Produtos e Serviços tem como objetivo proporcionar que fornecedores de Produtos e Serviços da região sejam, sempre que possível contratados no processo de instalação do empreendimento, considerando elementos como qualidade, técnica, disponibilidade e critério econômico. Assim sendo, o Programa tem como função o planejamento, o acompanhamento e o controle do fluxo contratação de fornecedores.

6.3.5.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e avaliar a oferta de Produtos e serviços existente na AI do empreendimento;
- Verificar se os produtos e serviços disponíveis no mercado são compatíveis com a demanda e se atendem aos requisitos técnicos e às políticas de saúde, segurança e meio ambiente;
- Estabelecer ações para priorizar a contratação de produtos e serviços já existentes na região;
- Utilizar os instrumentos para contratação de fornecedores já praticada pela Arceor Mittal;
- Desenvolver as empresas da região para se qualificarem como fornecedores de produtos e serviços.

6.3.5.3 Público de Interesse:

O Público de interesse do Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais, considera os fornecedores e prestadores de serviço dos municípios da área de influência do empreendimento, sempre observando padrões de qualidade, capacidade técnica e legal para a contratação, sendo que, caso a demanda não seja suprimida localmente, outros fornecedores serão buscados, afastando-se gradualmente da localização do empreendimento.

- Empresas localizadas na região que podem ser fornecedoras de produtos e serviços em diversos setores, especialmente construção civil e montagem eletromecânica;
- Organizações associativas do setor empresarial e outros que podem ser identificados no desenvolvimento do Programa.

O Programa atuará em toda a Área de Influência do empreendimento, que inclui a AID e AII.

6.3.5.4 Ação Metodológica - Ferramentas de Seleção e Desenvolvimento de fornecedores

O foco das atividades do Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais será a priorização e desenvolvimento das redes locais de fornecedores cuja oferta seja condizente com as futuras demandas do empreendimento. Para a contratação de produtos e serviços serão utilizadas as ferramentas já utilizadas pela ArcelorMittal, que é o banco de dados do Programa Integrado de Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores - Prodfor.

Programa Integrado de Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores - Prodfor

O PRODFOR (Programa Integrado de Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores) é uma iniciativa conjunta das principais empresas instaladas no Espírito Santo, entre elas a ArcelorMittal, que atua como mantenedora do programa. Criado em 1997, o PRODFOR tem como objetivo promover o desenvolvimento e a qualificação dos fornecedores locais, especialmente nos setores de bens e serviços, por meio de um sistema organizado e integrado que busca melhorar a qualidade, reduzir os riscos no processo de fornecimento e aumentar a confiança nos fornecedores.

Quanto à metodologia, o PRODFOR adota um sistema de gestão que segue a norma ISO 9001:2000 com acréscimos importantes para meio ambiente, segurança e saúde, além de normas específicas próprias do programa. O programa é coordenado pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL-ES) e conta com o apoio da Federação das Indústrias do Espírito Santo (Findes). Os fornecedores passam por processos de auditoria e certificação para garantir que atendam aos requisitos de organização, qualidade, meio ambiente, segurança e regularização financeira e trabalhista, possibilitando a participação em processos de contratação pelas empresas mantenedoras, entre as quais está a ArcelorMittal.

O PRODFOR também visa simplificar e melhorar o processo de aquisição para as empresas mantenedoras, reduzindo esforços e custos, além de facilitar o intercâmbio entre áreas de suprimentos e divulgar de forma integrada as melhores práticas para o desenvolvimento da cadeia de fornecedores locais. Para incluir o PRODFOR no Programa de Contratação de Serviços Locais, pode-se articular ações:

- Buscar fornecedores qualificados pelo PRODFOR para priorização nas contratações;
- Utilizar os critérios e sistemas de gestão do PRODFOR como referência para avaliação e desenvolvimento dos fornecedores locais;
- Monitorar a evolução e certificação dos fornecedores no âmbito do PRODFOR para garantir qualidade e alinhamento com os objetivos do empreendimento.

Forma de ingresso no Prodfor

O ingresso ao Prodfor por empresas que se interessam em integrar o cadastro, ocorre de duas formas: candidatura própria apresentada pela empresa, através de formulário solicitado à secretaria do Prodfor ou indicação por uma das empresas mantenedoras do Prodfor. As duas formas de acesso ao sistema de certificação Prodfor demanda a passagem por um procedimento de adequação de qualidade que inclui os seguintes passos para implantação do Sistema de Garantia da Qualidade e Fornecimento (SGQF):

- Diagnóstico inicial para conhecer a realidade do fornecedor;
- Elaboração do PED – Programa especifico de desenvolvimento;
- Capacitação em sistema de gestão da qualidade;
- Participação em seminários para transferência do método SGQF;
- Realização de Consultorias na Empresa do Fornecedor;
- Cursos complementares e formação de auditores internos;
- Preparativos para certificação.

O diagrama abaixo apresenta um esquema simplificado do caminho para obter a certificação e se tornar fornecedor:



Figura 6.3.5.4-1 Passos para obtenção da certificação do Prodfor.

Fonte: Revista Prodfor.

6.3.5.5 Análise da demanda de produtos e serviços

A instalação da Planta de Laminação a Frio representa uma oportunidade de valorização da cadeia de fornecedores local. Desse modo, compete a ArcelorMittal assegurar os devidos procedimentos de priorização de contratação de produtos e serviços dentro da AII do empreendimento, sempre que possível, garantindo a responsabilidade solidária de suas contratadas quanto a essa premissa.

Serão demandados fornecedores para a instalação propriamente dita e fornecedores para responder as demandas das contratadas envolvidas na instalação do empreendimento.

A projeção da demanda por serviços, ao longo de todo o projeto de implantação da planta, encontra-se no **Quadro 6.3.5.5-1** abaixo.

Quadro 6.3.5.5-1 – Demanda de serviços e produtos para instalação do empreendimento.

SERVIÇOS	PRODUTOS
Topografia;	Materiais para construção civil (concreto, madeira, ferragens etc.)
Terraplenagem;	
Fundações e sondagens de solo;	Equipamentos em geral (bombas, ventiladores, sopradores de ar etc.);
Construção civil, carpintaria, alvenaria;	
Pavimentação e calçamento;	Vasos e tanques;
Coleta e transporte de resíduos de construção civil;	Tubulações, conexões e válvulas;
Tratamento e destinação final de resíduos da construção civil;	Materiais elétricos em geral (motores, fios, cabos, conectores, painéis elétricos, disjuntores, quadros etc.);
Tratamento e destinação final de resíduos classe I;	
Tratamento e destinação final de resíduos classe II;	Materiais para controle e supervisão (instrumentação).
Serviços de montagem e desmontagem de andaimes;	
Serviços de montagem eletromecânica;	
Serviços de gerenciamento de obras;	
Serviços de jardinagem e paisagismo;	
Serviços de vigilância e segurança patrimonial.	

Nota: O Planejamento executivo da obra pode elencar outros produtos e serviços necessários.

6.3.5.6 Compatibilidade das demandas e ofertas de fornecedores locais

A análise da compatibilidade das demandas do empreendimento com a oferta de fornecedores locais foi realizada a partir do Prodfor. Com base nessa ferramenta de cadastro e desenvolvimento de fornecedores, foram identificadas uma série de empresas que podem se tornar fornecedoras para atender a demanda necessária a instalação da Planta tanto em termos de fornecimento de equipamentos como na prestação de serviços para instalação e operação.

Vale destacar que, desses potenciais fornecedores, encontram-se nas áreas de influência indireta do empreendimento.

O levantamento seguiu o seguinte protocolo:

- Realização de filtro a partir dos produtos e serviços demandados na instalação do empreendimento, de acordo com lista atualizada do Prodfor;
- Avaliação dos portes e capacidade de fornecimento para o empreendimento;
- Localização das empresas.

Dessa forma, foi verificado a existência na área de influência do empreendimento e no estado do Espírito Santo, capacidade de fornecimento de produtos e serviços para atender parte das demandas do empreendimento. Destacamos que esse filtro deve ser realizado no momento de busca por contratação para uma identificação atualizada do rol de empresas com possibilidades de fornecimento para o empreendimento.

6.3.5.7 Metodologia de desenvolvimento do programa

O Programa de Priorização de Contratação de Produtos e Serviços, em busca de cumprir seus objetivos de proporcionar a priorização da contratação de fornecedores de produtos e serviços locais, assim como acompanhar sistematicamente o processo de contratação desses fornecedores, deverá seguir o escopo metodológico assim como as premissas delineadas a seguir.

- Buscar contratação de fornecedores de produtos e serviços locais, sempre que possível;
- Contribuir na formação de empresários locais, para fortalecimento da cadeia de fornecedores.

Forma de acesso aos fornecedores locais

A partir da constituição de Termos de Parcerias com instituições locais, AMEAR, CDL e Secretaria de Desenvolvimento Municipal a ArcelorMittal e suas contratadas disponibilizarão as demandas para Instalação da Planta.

Dessa forma, além de convites realizados a empresas com expertise nas atividades demandadas, serão procedidos os seguintes passos para ampliação da possibilidade de contratação de fornecedores locais.

- Disponibilização das demandas através do Prodfor.

É importante destacar, que para além desse programa, será praticado a política de preferência por contratação de fornecedores locais, desde que mediante igualdade de condições entre os fornecedores, ou seja, casos em que as empresas locais apresentem igualdade em qualidade e preços.

6.3.5.8 Metas e Indicadores

O Programa de Priorização de Contratação de Produtos e Serviços tem como principais metas as apresentadas abaixo, devidamente acompanhadas de indicadores que permitam a avaliação do alcance dos resultados.

Tabela 6.3.5.8-1 :Metas e Indicadores do Programa.

META	INDICADOR
Apresentar os resultados sistematizados do número de empresas que foram consultadas ou convidadas para aquisição de produtos e serviços	Quantitativo de empresas consultadas
Priorizar empresas locais contratadas para fornecimento de produtos ou serviços, pela ArcelorMittal e pelas empreiteiras da obra	Número de fornecedores locais contratados
Buscar incluir Pequenas e médias Empresas (PMEs)	Números de PMEs participantes

Os dados brutos, como relatórios do Portal de Fornecedores e documentação advinda das contratadas serão tratados de acordo com os itens relacionados na metodologia.

6.3.5.9 Duração

O Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais está condicionado às demandas por bens e serviços no empreendimento em suas diferentes fases, devendo permanecer conforme previsto em licença específica.

6.3.5.10 Impacto Econômico Local e Regional:

- Estímulo à economia das comunidades da área de influência Direta;
- Redução da necessidade de contratação externa, diminuindo a pressão sobre a infraestrutura local;
- Geração de empregos indiretos e fortalecimento do comércio regional.

6.3.5.11 Monitoramento/Avaliação

O Programa de Contratação de Bens e Serviços Locais definirá metas e indicadores que se alinhem aos seus objetivos, de forma a monitorar sua execução e eficácia, com base, principalmente, no mapeamento e contratação efetiva de fornecedores locais, permitindo sua avaliação e ajustes necessários através da elaboração de Relatório de Análise Crítica e adequação metodológica.

6.3.5.12 Interrelação com outros programas

O Programa de Contratação Bens e Serviços Locais tem interface, principalmente, com o Plano de Comunicação Social, desenvolvendo as seguintes ações:

- Plano de Comunicação Social

Essa inter-relação deve buscar:

- Tornar disponível, de forma ética, democrática, transparente e ampla, junto às empresas da área de influência, as informações necessárias sobre a demanda por bens e serviços locais quando na situação de editais;
- Disponibilizar Canais de Comunicação para prestar esclarecimentos sobre dúvidas dos processos de contratação.

6.3.5.13 Cronograma

- Apresentação das ações propostas e desenvolvidas conforme as fases do empreendimento (implantação e operação), com acompanhamento contínuo. O cronograma detalhado da obra deve ser apresentado no primeiro relatório do programa devendo permanecer conforme previsto em licença específica.

7 Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental

Ao longo do presente capítulo é analisada a interação entre os meios físico, biótico e socioeconômico. Para tanto, com base no capítulo de Diagnóstico Ambiental, foi elaborada a Matriz de Integração do Diagnóstico Ambiental, apresentando uma análise espacial das inter-relações e sobreposições das diferentes variáveis físicas, bióticas e antrópicas.

Com base na análise dos fatores ambientais, foram identificados os componentes com maior vulnerabilidade, os quais foram atribuídos pesos utilizados na construção do Mapa de Fragilidade Ambiental. Esse mapa tem a função de representar as condições ambientais da área de estudo e apresentar os pontos de maior sensibilidade socioambiental nas áreas de influência do empreendimento. A avaliação leva em conta as fragilidades observadas e as interações entre o empreendimento e os aspectos socioambientais, sendo representadas espacialmente por meio de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

É importante, contudo, contextualizar que a área objeto deste RCA, pretendida para instalação do empreendimento, está localizada em área industrial consolidada do complexo de Tubarão e o entorno da área prevista para instalação do empreendimento é demarcada por forte urbanização. Tais fatores por si só, indicam uma baixa sensibilidade ambiental quando se avalia a área de forma geral, motivo pelo qual, para o presente estudo, optou-se por realizar Análise Integrada do Diagnóstico Ambiental com uma abordagem objetiva e simplificada, direcionada à realidade do empreendimento.

Entender as interdependências entre os diferentes fatores é essencial para estabelecer uma abordagem sistêmica da região de inserção do projeto. A seguir, são apresentados os fundamentos metodológicos que embasaram a condução dessa análise.

7.1 Metodologia

A análise integrada tem como principal objetivo fornecer dados para uma avaliação sistêmica e integradora, visando complementar e consolidar os estudos socioambientais realizados, de modo a fornecer um panorama da situação socioambiental da Área de Influência do empreendimento.

Para a avaliação da interação entre os diferentes elementos que compõem os meios físico, biótico e socioeconômico (fatores ambientais), foi adaptada a metodologia utilizada em diferentes estudos, sendo fundamental para seu desenvolvimento a experiência da equipe técnica envolvida neste estudo ambiental.

A metodologia ora aplicada é dividida em três etapas distintas, sendo estas:

- 1ª Etapa: Seleção de fatores ambientais para a análise integrada;
- 2ª Etapa: Elaboração da Matriz de Integração do diagnóstico ambiental e levantamento dos temas ambientais sensíveis;
- 3ª Etapa: Elaboração do mapa de fragilidade ambiental com base nos temas ambientais sensíveis levantados na 2ª etapa, caso seja aplicável.

7.1.1 SELEÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS

Com base nas análises dos especialistas em campo, dos relatórios que compõe o Diagnóstico Ambiental e na experiência da equipe técnica envolvida, foram selecionados fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico a servirem de variáveis à análise integrada. Foram selecionados todos os itens elencados e exigidos no Termos de Referência e, dentre eles, os fatores relevantes conforme critérios abaixo:

- Possibilidade de inter-relacionamento entre fatores ambientais em uma relação causa/efeito;
- Possibilidade de inter-relacionamento entre fatores ambientais em uma relação sinergia/antagonia;
- Reconhecida variação do fator ambiental no empreendimento;
- Relevância do parâmetro para a natureza do empreendimento.

Os parâmetros selecionados para a presente análise integrada foram:

- Geologia/Geomorfologia;
- Recursos Hídricos;
- Qualidade do Ar;
- Flora;
- Fauna;
- Áreas Protegidas;
- Comunidades.

7.1.2 ELABORAÇÃO DO MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

A avaliação das condições ambientais do projeto foi realizada considerando o cruzamento de quatro conjuntos principais de feições: Recursos Hídricos, Flora, Áreas Protegidas e Comunidades localizadas na área de influência do empreendimento. Para viabilizar essa análise, os dados foram ponderados e convertidos em formato matricial, permitindo sua integração por meio do processamento em Sistema de Informação Geográfica (SIG). O resultado é um produto que reúne os atributos dos grupos e de suas respectivas classes.

O cruzamento dessas feições requer a atribuição de pesos tanto aos grupos quanto às classes associadas, conforme o grau de sensibilidade ambiental de cada feição. As **Tabela 7.1.2-1 a Tabela 7.1.2-5** apresenta a distribuição desses pesos, definidos com base nesse critério. Nesse contexto, valores mais baixos indicam condições menos restritivas, enquanto valores mais altos indicam menor favorabilidade à instalação do projeto.

Tabela 7.1.2-1 Classificação dos grupos quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento.

GRUPOS	PESO
Comunidades	1
Flora	2
Recursos Hídricos Superficiais	3
Áreas Protegidas	4

Tabela 7.1.2-2: Classificação das classes de flora quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento.

CLASSES DE FLORA	PESO
Reflorestamento com espécies exóticas	1
Mata nativa em estágio inicial	2
Floresta Ciliar, Florestas de Várzeas, Brejos, Restingas e Manguezal, Mata Nativa	3

Tabela 7.1.2-3: Classificação das áreas protegidas quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento.

ÁREAS PROTEGIDAS / RESTRIÇÕES AMBIENTAIS	PESO
Reserva Legal	1
Áreas de Preservação Permanente	2
Unidade de Conservação	3

Tabela 7.1.2-4: Classificação das áreas de recursos hídricos superficiais quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento.

RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	PESO
Lagoas 02 e 03, 04 e 07	1
Lagoas 05 e 06	2
Cursos d'água e nascentes nos limites da ArcelorMittal Tubarão	3

Tabela 7.1.2-5: Classificação das classes no grupo comunidades quanto ao grau de restrição à implantação do empreendimento.

COMUNIDADES	PESO
Zona Industrial	1
Zona Urbana – Não Consolidada	2
Área Urbana Consolidada	3

Após a atribuição dos pesos, as feições são convertidas para o formato matricial, no qual cada pixel passa a representar o valor definido anteriormente. Em seguida, aplica-se o processamento conhecido como álgebra de mapas, que consiste na realização de operações matemáticas pixel a pixel entre as diferentes feições. O resultado é um produto integrado, no qual valores mais elevados correspondem às áreas de maior qualidade ambiental, enquanto os valores reduzidos representam as regiões de menor qualidade ambiental.

7.2 Resultados

Com o objetivo de sintetizar e integrar as principais informações apresentadas no diagnóstico ambiental – abrangendo os meios físico, biótico e antrópico apresenta-se a seguir a síntese das condições socioambientais da área de influência (**Tabela 7.2-1**).

Entre os aspectos ambientais sensíveis identificados na AID, destacam-se os corpos hídricos potencialmente suscetíveis à contaminação decorrente das atividades de implantação e operação do empreendimento. Em especial, duas lagoas situadas nas proximidades da área do empreendimento, denominadas neste estudo como Lagoa 05 e Lagoa 06, conforme ilustrado na Figura 4.1.4.1.8-1. A análise realizada no diagnóstico ambiental classificou as lagoas 02, 03, 04 e 07 como de baixa suscetibilidade (lagoa 02, 03 e 04 situadas a montante do novo empreendimento, enquanto a lagoa 07 é isolada e distante) à contaminação, enquanto as lagoas 05 e 06 apresentaram suscetibilidade média (situadas a jusante do novo empreendimento). Porém, cabe destacar que tais lagoas apresentam boas condições de qualidade da água, mesmo sob influência de lançamentos de efluentes domésticos não tratados nos cursos d'água que alimentam as lagoas 02 e 03, as quais são conectadas as lagoas 04, 05 e 06, efluentes esses provenientes da ocupação urbana (residencial) no entorno da área da ArcelorMittal Tubarão.

Para o componente do meio biótico, considerou-se a flora como ponto mais sensível, pois esta abriga a maior parte das espécies de fauna registradas na área, além de cumprir com outras funções ecológicas. Neste componente, destaca-se que a vegetação da ADA é composta basicamente por reflorestamento com espécies exóticas, contudo, existem formações vegetais a AID identificadas como restinga, brejo, manguezal e mata nativa em estágio inicial.

Em relação as áreas legalmente protegidas, considerou-se a existência de APP e da Unidade de Conservação APA de Praia Mole existente na AII. Na ADA não existem áreas com restrições de uso.
Para o meio socioeconômico, os principais elementos para compreender a dinâmica ambiental da área de influência do empreendimento estão relacionados especialmente às dimensões de qualidade de vida e saúde da população local. A qualidade de vida é impactada por aspectos urbanos, como as características e disponibilidade de infraestruturas urbanas, que se relacionam de forma intrínseca com fatores climáticos e meteorológicos, podendo influenciar no conforto e na segurança da população. Esse cenário é agravado pela ocupação desordenada do território.

A relação das comunidades com as Áreas Protegidas da AII é um componente essencial dessa análise. A Lagoa de Carapebus e toda a APA de Praia Mole, enfrentam pressões decorrentes da expansão urbana e do desenvolvimento de empreendimentos na região, o que afeta a qualidade de vida da população local.

No que diz respeito à saúde, emissões atmosféricas relacionam-se com o bem-estar das comunidades do entorno do complexo industrial, configurando-se como um dos elementos relevantes na avaliação integrada do diagnóstico. Para essa análise, foram definidos critérios que delimitam áreas com diferentes níveis de sensibilidade: i) área urbana consolidada (com presença de comunidade) – sensibilidade alta; ii) área urbana sem presença de comunidade consolidada – sensibilidade média; iii) Zona Industrial – sensibilidade baixa.

Tabela 7.2-1: Matriz de Inter-Relacionamento Entre Fatores Ambientais da Área de Estudo. (Continua).

FATOR \ RESPOSTA		MEIO FÍSICO			MEIO BIÓTICO			MEIO SOCIOECONÔMICO
		1 GEOMORFOLOGIA E SOLOS	2. RECURSOS HÍDRICOS	3. QUALIDADE DO AR	4. FLORA	5. FAUNA	6. ÁREAS PROTEGIDAS	7. COMUNIDADES
Meio Físico	**1. GEOMORFOLOGIA E SOLOS**	A geomorfologia da ADA é caracterizada pelos Tabuleiros Costeiros, com relevo plano a suave ondulado e estabilidade morfodinâmica, enquanto da AID se tem a presença de falésias vegetadas na linha de costa. Na ADA predominam os Argissolos Amarelos, que após investigação confirmatória não apresentaram indícios de contaminação. **Não foram identificadas fragilidades ambientais para esses temas.**	Desencadeamento de ações pluvio-erosivas podem alterar qualidade de águas superficiais de lagoas e córregos, em função do potencial carreamento de sedimentos da ADA em direção a tais corpos hídricos.	Geomorfologia poderia influenciar na dispersão de emissões em microescala. Chaminés terão altura mínima de 23,9m. Modelagem considerou cenário mais crítico.	A geomorfologia e tipo de solo pode influenciar na fitofisiologia local, contudo, salienta-se que a vegetação da área de estudo é demarcada notadamente por ambiente florestal resultante de reflorestamento com espécies exóticas.	Geomorfologia típica de tabuleiros costeiro, influencia no bioma existente e por consequência pode influenciar nas espécies da área de estudo.	Geomorfologia típica de tabuleiros com presença de depressões onde formam leitos de corpos d'água resultam na existência de área protegida no local (APPs), que não sofrerão influência do empreendimento.	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são identificadas inter-relações significativas entre esses fatores ambientais.
	2. RECURSOS HÍDRICOS	Os recursos hídricos superficiais das lagoas internas e do córrego Pelado favorecem a formação de Gleissolos através da acumulação de sedimentos, enquanto os recursos hídricos marinhos contribuem para a formação dos Neossolos Quartzarênicos próximo à linha de costa.	A área do empreendimento (ADA) está relativamente próxima a corpos hídricos lagunares, cursos d'água e nascentes presentes AID. O IQA das Lagoas internas a empresa monitoradas são avaliadas no geral como Boa. Foi identificada sensibilidade ambiental para as águas das lagoas internas da AMT (Lagoas 2, 3, 4, 5, 6).	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são vislumbradas inter-relações entre esses fatores ambientais.	Os recursos hídricos existentes podem influenciar na fitofisionomia, contudo predomina na área recuperação com espécies exóticas.	Disponibilidade de água na AID fomenta a presença de fauna e tende a aumentar a diversidade encontrada.	Presença de recursos hídricos resulta na existência de APPs (margem de lagoas) na AID.	Os recursos hídricos presentes na AID, especialmente a Lagoa de Carapebus, desempenha um papel fundamental para as comunidades como espaço para lazer, convivência social e práticas culturais. A lagoa é utilizada pelas populações vizinhas para atividades recreativas e de lazer, funcionando como um espaço de integração comunitária e de fortalecimento do vínculo social com o território.
	3. QUALIDADE DO AR	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são vislumbradas inter-relações entre esses fatores ambientais.	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são vislumbradas inter-relações entre esses fatores ambientais.	Concentrações de PTS, PM10, PM 2,5, SO2, NO2, CO, HCl e HCT não violarão os limites legais, sendo considerados impactos baixo ou insignificantes.	Qualidade do ar pode influenciar nas condições fitossanitárias, contudo, emissões projetadas não causarão alterações significativas na qualidade do ar atual.	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são vislumbradas inter-relações entre esses fatores ambientais.	Áreas protegidas não são influenciadas pela qualidade do ar.	Presença de fontes de emissão de particulados e/ou fumaça pode causar deterioração da qualidade do ar, poluição visual e riscos à saúde respiratória. Intensifica problemas de saúde comunitária e gera possível comprometimento das condições ambientais das áreas residenciais e estabelecendo os conflitos ambientais atualmente existentes. No entanto, não violarão os limites legais, conforme simulação.

Tabela 7.2-1: Matriz de Inter-Relacionamento entre Fatores Ambientais da Área de Estudo. (Conclusão).

FATOR / RESPOSTA		MEIO FÍSICO			MEIO BIÓTICO			MEIO SOCIOECONÔMICO
		2. GEOMORFOLOGIA E SOLOS	3. RECURSOS HÍDRICOS	4. QUALIDADE DO AR	5. FLORA	6. FAUNA	7. ÁREAS PROTEGIDAS	8. COMUNIDADES
Meio Biótico Meio Biótico	**4. FLORA**	O tipo de cobertura vegetal interfere diretamente na ação dos agentes pluvio-erosivos sobre as formas de relevo presentes na região do empreendimento. A presença de vegetação na ADA e AID é um atenuante para os mecanismos erosivos e deposicionais, contribuindo para a estabilidade geomorfodinâmica da paisagem.	A presença de vegetação no entorno da ADA, sobretudo em Áreas de Proteção Permanente (APP), influencia a qualidade e quantidade de recursos hídricos.	Barreira vegetal poderá auxiliar na contenção de material particulado em especial. Contudo emissões serão insignificantes conforme diagnóstico.	A ADA é constituída majoritariamente por ambiente florestal resultante de reflorestamento com espécies exóticas. Na área da ArcelorMittal e no entorno são encontrados remanescentes da floresta ciliar dos tabuleiros costeiros e, em menor frequência, florestas de várzea desse ecossistema, em diferentes graus de preservação. 2 espécies registradas encontram-se legalmente protegidos (CITES).	Flora local influencia diretamente na fauna por ser o habitat principal dos grupos faunísticos estudados (anfíbios, répteis, mamíferos, aves e abelhas nativas). Supressão da ADA irá impactar na fauna em decorrência da redução de hábitat.	A vegetação presente exerce papel fundamental na manutenção dos processos ecológicos tanto nas APPs quanto na APA. Nas APPs a cobertura florestal contribui diretamente para a proteção dos recursos hídricos. Na APA a flora influencia diretamente na manutenção dos serviços ecossistêmicos, tais como regulação microclimática, proteção do solo e equilíbrio hidrológico e presença de fauna associada a flora.	A cobertura vegetal presente na Área de Influência Direta (AID), desempenha papel fundamental na estruturação da paisagem e qualidade de vida da população local, abrangendo dimensões culturais e a memória territorial. A Presença de áreas verdes no entorno da Lagoa de Carapebus é um espaço simbólico para essas comunidades e influência diretamente a qualidade de vida da população.
	5. FAUNA	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são vislumbradas inter-relações entre esses fatores ambientais.	Proporcionam habitats e recursos alimentares para diversos grupos faunísticos.	Fauna não influenciará na qualidade de ar local.	Fauna local atua como dispersores de sementes e polinizadores, auxiliando no processo de manutenção da flora e desenvolvimento do estágio sucessional.	Inventariadas 15 espécies de anfíbios e répteis, 82 espécies de aves, 06 espécies de mamíferos e 13 espécies de abelhas nativas. Somente 01 espécie protegida foi identificada (*Caiman latirostris)* e este está associado às lagoas que não serão impactadas diretamente pelo empreendimento (AID).	A fauna diagnosticada contribui para polinização, dispersão de sementes e equilíbrio trófico, reforçando a integridade de APP e APA. Apenas *Caiman latirostris*, espécie protegida, foi identificado. De modo geral, a fauna exerce influência positiva na conservação dos ecossistemas, justificando a manutenção e o monitoramento contínuo dessas áreas.	Para a ADA e a AID do empreendimento em análise não são identificadas inter-relações significativas entre esses fatores ambientais.
	6. ÁREAS PROTEGIDAS	A criação da Área de Proteção Ambiental (APA de Praia Mole) e de seu Plano de Uso representa uma perspectiva de maior controle para o uso e ocupação do solo na AII do empreendimento, sobretudo no que se refere a ocupação de encostas e uso das margens de cursos d'água no interior dessa APA em área de avançado processo de urbanização.	A presença de recursos hídricos na AID condiciona legalmente a existência de Áreas de Proteção Permanentes na mesma (APPs de recursos hídricos).	Existência da Unidade de Conservação na AIIpoderá auxiliar na contenção de material particulado, embora emissões sejam consideradas insignificantes.	Existência de áreas protegidas (APP) e Unidade de Conservação na AII garante a manutenção de cobertura florestal.	Presença de áreas protegidas como APPs e a Unidade de Conservação (APA de Praia Mole) fomenta a presença de fauna.	Existem áreas protegidas na AID, sendo APP de margem de cursos hídricos e a UC APA de Praia Mole na AII. A ADA não irá interferir nas áreas protegidas identificadas.	A Lagoa de Carapebus e as áreas incluídas na APA de Praia Mole, sofrem pressões decorrentes da ocupação do entorno. A migração potencial de pessoas em busca de oportunidades nos últimos anos potencializou o crescimento urbano desordenado. Esse aumento populacional e a ocupação no entorno da APA, promove processos como o desmatamento e o incremento do lançamento de resíduos domiciliares, contribui para o desequilíbrio ambiental local e alteração da qualidade de vida da população que usufrui de alguma maneira do ambiente.
Meio Socioeconômico	**7. COMUNIDADES**	O desenvolvimento do processo de urbanização na AII do empreendimento vem alterando o uso do solo nas últimas décadas e, consequentemente, modificando a morfologia e a paisagem natural através da criação de áreas terraplanadas, de cortes e aterros, de ocupação de encostas, canalização e retilinização de drenagens.	A águas dos cursos d'água e das Lagoas Internas da AMT são utilizadas para a preservação, porém recebem efluentes domésticos não tradados advindos da área urbana consolidada em seu entorno, alterando assim a qualidade da água de tais corpos hídricos.	Existência de comunidade consolidada pode influenciar na qualidade do ar local, notadamente em decorrência de emissões veiculares. Contudo qualidade do ar atual se apresenta adequada conforme diagnóstico.	Comunidades podem pressionar os fragmentos florestais existentes na AID, notadamente com invasão de áreas protegidas e disposição inadequada de resíduos.	Diversas espécies encontradas são alvo de caça ilegal pela comunidade vizinha.	Presença de comunidade consolidada pode indicar pressão sobre áreas protegidas, notadamente sobre a APA de Praia Mole, localizada na AII.	A ocupação urbana na Área de Influência Direta (AID) no entorno da área industrial da ArcelorMittal apresenta-se em incremento na densidade populacional. Esse processo urbano, ocorre de forma muitas vezes desorganizada, o que contribui para desafios sociais e ambientais locais. A circulação constante de veículos leves e pesados poderá gerar congestionamentos, poluição atmosférica e sonora, e desgaste da malha viária, agravando as condições de mobilidade e qualidade de vida dos moradores.

Com base nas interrelações entre os fatores apresentados na matriz, julga-se que os fatores avaliados com maior fragilidade ambiental foram:

- **Recursos hídricos superficiais na área da empresa** (apresenta baixa a média fragilidade), sendo as lagoas 02, 03, 04 e 07 apresentando baixa fragilidade, e as lagoas 5, 6 com média fragilidade.
- **Cobertura Florestal** com Floresta Ciliar, Florestas de Várzeas, Brejos, Restingas e Manguezal, Mata Nativa apresentando-se com maior fragilidade, Mata nativa em estágio inicial com fragilidade média e reflorestamento com espécies exóticas com baixa fragilidade.
- **Restrições Ambientais:** Unidade de conservação com alta fragilidade, Áreas de Preservação permanente com fragilidade média e reserva legal com fragilidade baixa, contudo esta última feição não é encontrada na área de estudo.
- **Comunidades:** A presença de comunidades (área urbana consolidada) com presença de residências possui maior sensibilidade quando comparada a áreas sem consolidação de moradias e por fim, as áreas menos sensíveis são as áreas classificadas como áreas destinadas ao uso industrial.

Os critérios (ponderações) referentes à sensibilidade foram apresentados conforme apresentado nas tabelas **Tabela 7.1.2-2 Tabela 7.1.2-1 à Tabela 7.1.2-5** Desta forma, o mapa de fragilidade ambiental foi elaborado visando apresentar de forma espacial os locais com maior sensibilidade. De acordo com a **Figura 7.2-1,** predomina em toda ADA, sensibilidade baixa. Na AID existem locais com sensibilidade baixa, média e poucos trechos com sensibilidade alta que são resultantes da interação entre recursos hídricos e presença de áreas protegidas.
Destaca-se a implantação do empreendimento em área industrial já demarcada por forte antropização, sendo visto assim como local propício para desenvolvimento da atividade. A avaliação dos fatores elencados de forma integrada, onde tomou-se como base o diagnóstico ambiental e as características do empreendimento, demonstra a viabilidade para implantação e operação do empreendimento. Não existem na ADA fatores sensíveis ou fatores que sejam influenciados diretamente na AID que resultem na inviabilidade do projeto.

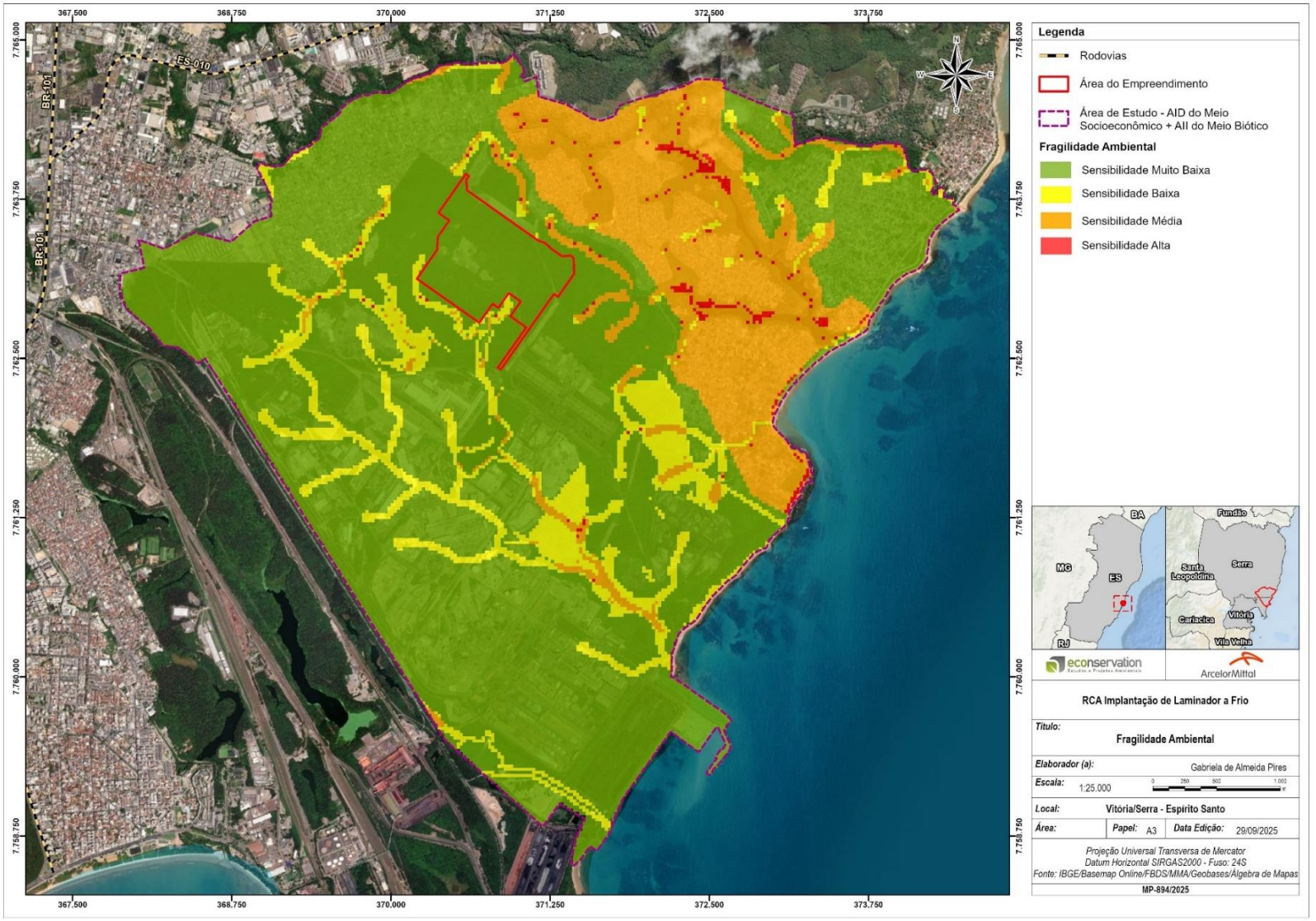


Figura 7.2-1: Mapa de Sensibilidade com base na análise integrada.

8 Conclusões

O presente estudo abrangeu uma análise detalhada dos meios físico, biótico e socioeconômico, além de uma avaliação dos impactos ambientais associados à implantação e operação da Planta de Laminação e linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio na ArcelorMittal Tubarão e a análise integrada desenvolvida neste Relatório de Controle Ambiental (RCA) evidencia que a implantação e operação do empreendimento é ambientalmente viável, considerando os diagnósticos realizados, os impactos identificados e as medidas de controle propostas.

O empreendimento será instalado dentro do Complexo Industrial de Tubarão, área consolidada para uso industrial, favorecendo a compatibilidade territorial.

Com relação ao meio físico, a área apresenta condições geológicas, geomorfológicas e pedológicas estáveis, com baixa suscetibilidade a processos erosivos e ausência de restrições geotécnicas relevantes. A avaliação da qualidade dos solos não apontou contaminações, com concentrações de hidrocarbonetos, VOCs, fenóis, PCBs e metais abaixo dos Valores de Prevenção e de Investigação da Resolução CONAMA 420/09.

Quanto aos recursos hídricos, não estão previstas intervenções diretas em corpos hídricos e a suscetibilidade potencial de contaminação em lagoas do entorno foi classificada como baixa a média, com destaque para a Lagoa 05, que requer maior atenção devido sua proximidade com o empreendimento. As águas subterrâneas não apresentaram concentrações críticas de poluentes, sendo os valores mais elevados de ferro e alumínio compatíveis com a geologia do Grupo Barreiras, enquanto a qualidade da água marinha demonstrou conformidade geral com os limites da Resolução CONAMA 357/05 (Classe 1), com registros pontuais de ferro, alumínio e coliformes, atribuídos a variações naturais e fontes difusas.

No meio físico, foram identificados 06 impactos, sendo 05 de pequena importância e 01 de importância média, todos mitigáveis pelas medidas de controle previstas.

No meio biótico, avaliando-se o componente de flora, a ADA é composta majoritariamente por reflorestamento com espécies exóticas, áreas de regeneração natural e pequenos trechos de vegetação esparsa, onde foram identificadas espécies protegidas, como o coqueirinho (Bactris caryotifolia) e o pau-brasil (Paubrasilia echinata). Para fauna, foram identificadas 9 espécies de anfíbios e 6 de répteis, 82 espécies de aves, 6 espécies de mamíferos e 13 espécies de abelhas nativas. Dos grupos amostrados, somente o jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris)* é considerado espécie vulnerável, contudo é importante mencionar que esta espécie é alvo de projeto voltado para a conservação desenvolvido pela própria ArcelorMittal Tubarão (Projeto Caiman).

Para esse meio foram identificados 03 impactos, sendo 02 de alta importância e 01 de importância média, todos passíveis de mitigação mediante programas ambientais específicos, como o resgate e manejo de fauna e flora.

No meio socioeconômico, o diagnóstico caracterizou a dinâmica territorial e incorporou a participação comunitária em reuniões públicas, assegurando transparência e envolvimento social no processo. Foram identificados 11 impactos, sendo 02 de alta importância, 09 de importância média e 03 positivos (dos quais 02 de grau alto e 01 de grau baixo), associados principalmente à geração de empregos, estímulo à economia local e fortalecimento da cadeia de fornecedores. Os impactos negativos, notadamente ligados ao tráfego viário e pressões territoriais, podem ser minimizados com programas específicos de mitigação e acompanhamento, além da articulação da ArcelorMittal Tubarão junto ao poder público municipal para soluções estruturais.

No conjunto, os resultados da modelagem atmosférica, análises de solo, água e fauna, aliados à avaliação de impactos socioeconômicos, demonstram que o empreendimento não apresenta restrições ambientais impeditivas e que seus impactos podem ser adequadamente controlados mediante a implementação dos programas ambientais propostos. Dessa forma, conclui-se que a implantação e operação da Planta de Laminação e da Linha de Galvanização de Bobinas de Aço Laminado a Frio é ambientalmente viável, desde que observadas as medidas mitigadoras, de monitoramento e de gestão ambiental previstas neste estudo, assegurando a compatibilidade entre a atividade industrial e a sustentabilidade regional.

9 Referências Bibliográficas

ACGIH. BENZENE - ACGIH. Disponível em: <https://www.acgih.org/benzene-2/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ACGIH. BENZENE - ACGIH. Disponível em: <https://www.acgih.org/benzene-2/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ACGIH. HYDROGEN CHLORIDE - ACGIH. Disponível em: <https://www.acgih.org/hydrogen-chloride/>. Acesso em: 18 jul. 2025.

ACGIH. HYDROGEN CHLORIDE - ACGIH. Disponível em: <https://www.acgih.org/hydrogen-chloride/>. Acesso em: 18 jul. 2025.

ANDREÃO, Willian Lemker et al. Quantifying the impact of particle matter on mortality and hospitalizations in four Brazilian metropolitan areas. Journal of Environmental Management, v. 270, p. 110840, 15 set. 2020.

ANDREÃO, Willian Lemker et al. Quantifying the impact of particle matter on mortality and hospitalizations in four Brazilian metropolitan areas. Journal of Environmental Management, v. 270, p. 110840, 15 set. 2020.

ANTP (2020). Observatório Nacional de Mobilidade Urbana: Indicadores e Diagnósticos. São Paulo: ANTP.

ANTP (2020). Observatório Nacional de Mobilidade Urbana: Indicadores e Diagnósticos. São Paulo: ANTP.

ARCELOR MITTAL TUBARÃO. Fluxo atual de veículos AMT, rotas de acesso e downstream. Serra, 2025.

ARCELORMITTAL TUBARÃO. Inventário de emissões atmosféricas de fontes fixas - Ano base: 2022. Vitória, 2023.

ARCELORMITTAL TUBARÃO. Inventário de emissões atmosféricas de fontes fixas - Ano base: 2022. Vitória, 2023.

ARSP – Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo. Energia Elétrica. Disponível em: https://arsp.es.gov.br/energiaeletrica#:~:text=As%20concession%C3%A1rias%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20operando,Empresa%20Luz%20e%20For%C3%A7a%20Santa%20Maria%20%E2%80%93%20ELFSM. Acesso em: 24 jul. 2025.

ARSP – Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo. Energia Elétrica. Disponível em: https://arsp.es.gov.br/energia-eletrica#:~:text=As%20concession%C3%A1rias%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20operando,Empresa%20Luz%20e%20For%C3%A7a%20Santa%20Maria%20%E2%80%93%20ELFSM. Acesso em: 24 jul. 2025.

ATLAS BR – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. IDHM. Disponível em: http://idhm.org.br/consulta/planilha. Acesso em: 23 jul. 2025.

ATLAS BR – Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. IDHM. Disponível em: http://idhm.org.br/consulta/planilha. Acesso em: 23 jul. 2025.

BONTEMPO, Valéria Lima. Achille Mbembe: A noção de necropolítica. Belo Horizonte, v.11, n.22, p.558-572, 2020. Disponível em: https://periodicos.pucminas.br/SapereAude/article/download/24876/17639/. Acesso em: 24 jul. 2025.

BONTEMPO, Valéria Lima. Achille Mbembe: A noção de necropolítica. Belo Horizonte, v.11, n.22, p.558-572, 2020. Disponível em: https://periodicos.pucminas.br/SapereAude/article/download/24876/17639/. Acesso em: 24 jul. 2025.

BRASIL. Código Penal. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/91614/codigo-penal-decreto-lei-2848-40. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Código Penal. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/91614/codigo-penal-decreto-lei-2848-40. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. O que são arboviroses. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. O que são arboviroses. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Banco de Dados-BI-MTE-Caged-Rais. Disponível em: http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_rais_estabelecimento_id/login.php. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Banco de Dados-BI-MTE-Caged-Rais. Disponível em: http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_rais_estabelecimento_id/login.php. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. O Programa PDET. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/o-pdet. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. O Programa PDET. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/o-pdet. Acesso em: 22 jul. 2025.

BRASIL. Resolução n°506, de 5 julho de 2024. . 2024.

BRASIL. Resolução n°506, de 5 julho de 2024. . 2024.

CÂMARA MUNICIPAL DE VITÓRIA – CMV. Vitória é um dos principais destinos náuticos do Brasil. Vitória, 2021. Disponível em: https://www.cmv.es.gov.br/opiniao/ler/2614/vitoria-e-um-dos-principais-destinos-nauticos-do-brasil. Acesso em: 22 out. 2024.

CÂMARA MUNICIPAL DE VITÓRIA – CMV. Vitória é um dos principais destinos náuticos do Brasil. Vitória, 2021. Disponível em: https://www.cmv.es.gov.br/opiniao/ler/2614/vitoria-e-um-dos-principais-destinos-nauticos-do-brasil. Acesso em: 22 out. 2024.

CAMPOS, Carmen Hein de. Violência, Crime e Segurança Pública: Feminicídio no Brasil: Uma análise crítico-feminista. Revista Eletrônica da Faculdade de Direito, Programa de Pós-Graduação em Ciências Criminais, PUCRS, Porto Alegre, p. 103-115, 2015. Disponível em: https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/iberoamericana/N%C3%83%C6%92O%20https:/www.scimagojr.com/index.php/sistemapenaleviolencia/article/view/20275. Acesso em: 27 jun. 2022.

CAMPOS, Carmen Hein de. Violência, Crime e Segurança Pública: Feminicídio no Brasil: Uma análise crítico-feminista. Revista Eletrônica da Faculdade de Direito, Programa de Pós-Graduação em Ciências Criminais, PUCRS, Porto Alegre, p. 103-115, 2015. Disponível em: https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/iberoamericana/N%C3%83%C6%92O%20https:/www.scimagojr.com/index.php/sistemapenaleviolencia/article/view/20275. Acesso em: 27 jun. 2022.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Tipo de Estabelecimentos-Serra. Disponível em: https://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Unidade.asp?VEstado=32&VMun=320500. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Equipamentos-Serra. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipamento.asp?VEstado=32&VMun=320500. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Leitos-Serra. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp?VEstado=32&VMun=320500. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Equipamentos-Vitória. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipamento.asp?VEstado=32&VMun=320530. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Tipo de Estabelecimentos-Vitória. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Unidade.asp?VEstado=32&VMun=320530. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Leitos-Vitória. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp?VEstado=32&VMun=320530. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Tipo de Estabelecimentos-Serra. Disponível em: https://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Unidade.asp?VEstado=32&VMun=320500. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Equipamentos-Serra. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipamento.asp?VEstado=32&VMun=320500. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Leitos-Serra. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp?VEstado=32&VMun=320500. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Equipamentos-Vitória. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Equipamento.asp?VEstado=32&VMun=320530. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Tipo de Estabelecimentos-Vitória. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Unidade.asp?VEstado=32&VMun=320530. Acesso em: 23 jul. 2025.

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. DATASUS. Ministério da Saúde. Consulta-Leitos-Vitória. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp?VEstado=32&VMun=320530. Acesso em: 23 jul. 2025.

COHEN, Ariel E. et al. A review of planetary boundary layer parameterization schemes and their sensitivity in simulating southeastern U.S. cold season severe weather environments. Weather and Forecasting, v. 30, n. 3, p. 591–612, 2015.

DATASUS – Ministério da Saúde. TabNet. Conceito - Índice de Envelhecimento-A-15. Livro IDB. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/a15.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

DATASUS – Ministério da Saúde. TabNet. Conceito - Índice de Envelhecimento-A-15. Livro IDB. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/a15.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

DATASUS – Ministério da Saúde. TabNet. Conceito - Razão de Sexo-A.2. Livro IDB. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/a02.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

DATASUS – Ministério da Saúde. TabNet. Conceito - Razão de Sexo-A.2. Livro IDB. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/a02.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

DATASUS – Ministério da Saúde. TabNet. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10es.def. Acesso em: 23 jul. 2025.

DATASUS – Ministério da Saúde. TabNet. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10es.def. Acesso em: 23 jul. 2025.

DATASUS (2022). Indicadores de Saúde. Ministério da Saúde.

DATASUS (2022). Indicadores de Saúde. Ministério da Saúde.

DIEGUES, A. C. S. O mito moderno da natureza intocada. 5. ed. São Paulo: NUPAUB/USP, 2008.

DIEGUES, A. C. S. O mito moderno da natureza intocada. 5. ed. São Paulo: NUPAUB/USP, 2008.

Econservation, 2020b. Monitoramento Marinho da Área Marinha Adjacente à Vale, Relatório Técnico da campanha de Outono/2020.

ECONSERVATION, 2021a. Monitoramento Marinho da Área Marinha Adjacente à Vale, Relatório Técnico da campanha de Outono/2021.

ECONSERVATION, 2021B. Relatório Técnico da campanha para Atendimento de Condicionantes da Licença de Dragagem de Setembro/2021.

ECONSERVATION, 2022A. Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2021.

ECONSERVATION, 2022B. Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão Relatório Anual 2021

ECONSERVATION, 2023. Monitoramento Físico-Químico, Biológico e Ecotoxicológico das Lagoas Internas da ArcelorMittal Tubarão Relatório Anual 2022

ECONSERVATION, 2024A. Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2023.

ECONSERVATION, 2025. Monitoramento Biológico, Físico-Químico e Ecotoxicológico da Área Marinha Adjacente à ArcelorMittal Tubarão, Relatório Anual 2024.

ECOSOFT. Inventário de emissões atmosféricas da Região da Grande Vitória. Ano base: 2015 - RTC190018-R1. Vitória-ES: [S.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/INVENTÁRIO/Ecosoft_RTC190018_R1.pdf>.

ECOSOFT. Inventário de emissões atmosféricas da Região da Grande Vitória. Ano base: 2015 - RTC190018-R1. Vitória-ES: [S.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/INVENTÁRIO/Ecosoft_RTC190018_R1.pdf>.

EMERY, Chris; TAI, Edward; YARWOOD, Greg. Enhanced Meteorological Modeling and Performance Evaluation for Two Texas Ozone EpisodesEnviron International Corporation. [S.l.: S.n.].

EMERY, Chris; TAI, Edward; YARWOOD, Greg. Enhanced Meteorological Modeling and Performance Evaluation for Two Texas Ozone EpisodesEnviron International Corporation. [S.l.: S.n.].

ESPÍRITO SANTO, Governo do. Dados Operacionais - Sistema TRANSCOL. Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo. Disponível em: https://ceturb.es.gov.br/dados-operacionais. Acesso em: 24 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO, Governo do. Dados Operacionais - Sistema TRANSCOL. Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo. Disponível em: https://ceturb.es.gov.br/dados-operacionais. Acesso em: 24 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO, Governo do. Terminais de Integração Transcol. Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo. Disponível em: https://www.es.gov.br/terminais-de-integracao-transcol. Acesso em: 24 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO, Governo do. Terminais de Integração Transcol. Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo. Disponível em: https://www.es.gov.br/terminais-de-integracao-transcol. Acesso em: 24 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Decreto No 6076-R DE 11/06/2025. . 2025.

ESPÍRITO SANTO. Lei Complementar nº 872, que institui o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI da Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV. Disponível em: https://planometropolitano.es.gov.br/Media/comdevit/Legisla%C3%A7%C3%A3o/LEI%20COMPLEMENTAR%20N%C2%BA%20872.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Lei Complementar nº 872, que institui o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI da Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV. Disponível em: https://planometropolitano.es.gov.br/Media/comdevit/Legisla%C3%A7%C3%A3o/LEI%20COMPLEMENTAR%20N%C2%BA%20872.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Mapa de Conflitos. ES – População da Grande Vitória sofre com poluição provocada por siderúrgicas e luta por indenizações. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/es-populacao-da-grande-vitoria-sofre-com-poluicao-provocada-por-siderurgicas-e-luta-por-indenizacoes/. Acesso em: 24 jul. 2025.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Mapa de Conflitos. ES – População da Grande Vitória sofre com poluição provocada por siderúrgicas e luta por indenizações. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/es-populacao-da-grande-vitoria-sofre-com-poluicao-provocada-por-siderurgicas-e-luta-por-indenizacoes/. Acesso em: 24 jul. 2025.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Mapa de Conflitos. Sobre-Breves considerações conceituais e metodológicas sobre o Mapa de Conflitos envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/breves-consideracoes-conceituais-e-metodologicas-sobre-o-mapa-de-conflitos-e-injustica-ambiental-em-saude-no-brasil/. Acesso em: 24 jul. 2025.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Mapa de Conflitos. Sobre-Breves considerações conceituais e metodológicas sobre o Mapa de Conflitos envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil. Disponível em: https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/breves-consideracoes-conceituais-e-metodologicas-sobre-o-mapa-de-conflitos-e-injustica-ambiental-em-saude-no-brasil/. Acesso em: 24 jul. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Região Metropolitana. Disponível em: https://www.es.gov.br/turismo/regiao-metropolitana. Acesso em: 6 jul. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Região Metropolitana. Disponível em: https://www.es.gov.br/turismo/regiao-metropolitana. Acesso em: 6 jul. 2025.

https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html. Acesso em: 22 jul. 2025.

https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html. Acesso em: 22 jul. 2025.

IBAMA (2010). Diretrizes Metodológicas para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental. Brasília: MMA.

IBAMA (2010). Diretrizes Metodológicas para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental. Brasília: MMA.

IBAMA. Cidadania e Educação Ambiental: uma proposta de educação no processo de gestão ambiental digital. Brasília, DF, ano. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/cidadaniaeeducacaoambientalumapropostadeeducacaonoprocessodegestaoambientaldigital.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

IBAMA. Cidadania e Educação Ambiental: uma proposta de educação no processo de gestão ambiental digital. Brasília, DF, ano. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/cidadaniaeeducacaoambientalumapropostadeeducacaonoprocessodegestaoambientaldigital.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades. Serra - Histórico. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/serra/historico. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades. Vitória - História & Fotos. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/vitoria/historico. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades. Serra - Histórico. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/serra/historico. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Cidades. Vitória - História & Fotos. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/vitoria/historico. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 23 jul. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produtos Internos Brutos dos Municípios: Vitória e Serra. Disponível em:

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produtos Internos Brutos dos Municípios: Vitória e Serra. Disponível em:

IEMA. INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA ANO BASE-2015. [S.l.: S.n.].

IEMA. INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA ANO BASE-2015. [S.l.: S.n.].

IEMA. Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória - 2021. Vitória, 2022. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/IEMA_CQAI_Relat%C3%B3rio_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2021_27-06-22.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023

IEMA. Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória - 2021. Vitória, 2022. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/IEMA_CQAI_Relat%C3%B3rio_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2021_27-06-22.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023

IEMA. Relatório da Qualidade do Ar na Grande Vitória - 2018. Vitória, 2018. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2018_1.pdf>

IEMA. Relatório da Qualidade do Ar na Grande Vitória - 2018. Vitória, 2018. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2018_1.pdf>

IEMA. Relatório da Qualidade do Ar na Grande Vitória - 2019. Vitória, 2020. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/IEMA_CQAI_Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2019.pdf>

IEMA. Relatório da Qualidade do Ar na Grande Vitória - 2019. Vitória, 2020. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/IEMA_CQAI_Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2019.pdf>

IEMA. RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA GRANDE VITÓRIA - 2022. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Qualidade%20do%20ar/Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar%202022.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2024.

IEMA. RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA GRANDE VITÓRIA - 2022. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Qualidade%20do%20ar/Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar%202022.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2024.

IEMA. RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR. Cariacica: [S.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/Relat%C3%B3rio_Anual_da_Qualidade_do_Ar%202024%20-%20Final.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

IEMA. RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR. Cariacica: [S.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/Relat%C3%B3rio_Anual_da_Qualidade_do_Ar%202024%20-%20Final.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

IEMA. Relatório de Qualidade do Ar na Grande Vitória - 2020. Vitória, 2021. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/IEMA_CQAI_Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2020.pdf>

IEMA. Relatório de Qualidade do Ar na Grande Vitória - 2020. Vitória, 2021. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/Relatorios_anuais/IEMA_CQAI_Relatório_Anual_da_Qualidade_do_Ar_2020.pdf>

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar - Microdados da Educação Básica. Brasil, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados. Acesso em: 23 jul. 2025.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados Educacionais de Serra. QEDU, Censo, 2024. Disponível em: https://qedu.org.br/municipio/3205002-serra. Acesso em: 23 jul. 2025.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar - Microdados da Educação Básica. Brasil, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados. Acesso em: 23 jul. 2025.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados Educacionais de Serra. QEDU, Censo, 2024. Disponível em: https://qedu.org.br/municipio/3205002-serra. Acesso em: 23 jul. 2025.

INSTITUTO BALEIA JUBARTE. Espaço Baleia Jubarte - Vitória/ES. Disponível em: https://www.baleiajubarte.org.br/c%C3%B3pia-espa%C3%A7o-baleia-jubarte-praia-do. Acesso em: 22 jul. 2025.

INSTITUTO BALEIA JUBARTE. Espaço Baleia Jubarte - Vitória/ES. Disponível em: https://www.baleiajubarte.org.br/c%C3%B3pia-espa%C3%A7o-baleia-jubarte-praia-do. Acesso em: 22 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Regiões de Influência das Cidades 2018 (REGIC 2018). Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 6 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Regiões de Influência das Cidades 2018 (REGIC 2018). Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 6 jul. 2025.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. Relatório de Controle Ambiental: Dragagem de Manutenção do Terminal de Barcaças Oceânicas (TBO). ArcelorMittal, março 2025.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. Relatório de Controle Ambiental: Dragagem de Manutenção do Terminal de Barcaças Oceânicas (TBO). ArcelorMittal, março 2025.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. Dinâmica Urbano Regional do Estado do Espírito Santo. 2023.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. Dinâmica Urbano Regional do Estado do Espírito Santo. 2023.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. Produto Interno Bruto (PIB) Municipal. 2023. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/publicacoes/cadernos/pib-municipal. Acesso em: 10 out. 2024.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. Produto Interno Bruto (PIB) Municipal. 2023. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/publicacoes/cadernos/pib-municipal. Acesso em: 10 out. 2024.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. Relatório de Pesquisa - Indicador do Desenvolvimento Turístico dos Municípios do Espírito Santo. Vitória, 2020. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/relatorios/IJSN_Relatorio_de_pesquisa_IDTMES.pdf. Acesso em: 22 jul. 2025.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. Relatório de Pesquisa - Indicador do Desenvolvimento Turístico dos Municípios do Espírito Santo. Vitória, 2020. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/relatorios/IJSN_Relatorio_de_pesquisa_IDTMES.pdf. Acesso em: 22 jul. 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IpeaData. Disponível em: https://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx. Acesso em: 22 jul. 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IpeaData. Disponível em: https://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx. Acesso em: 22 jul. 2025.

KITAGAWA, Yasmin Kaore Lago et al. Coastal-urban meteorology: A sensitivity study using the WRF-urban model. Urban Climate, v. 44, p. 101185, 1 jul. 2022.

KITAGAWA, Yasmin Kaore Lago et al. Coastal-urban meteorology: A sensitivity study using the WRF-urban model. Urban Climate, v. 44, p. 101185, 1 jul. 2022.

KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. Petermanns Geographische Mitteilungen, v. 64, p. 193–203, 1 jan. 1918.

KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. Petermanns Geographische Mitteilungen, v. 64, p. 193–203, 1 jan. 1918.

LAKES. Lakes Environmental Software. Disponível em: <https://www.weblakes.com/>. Acesso em: 29 nov. 2020.

LAKES. Lakes Environmental Software. Disponível em: <https://www.weblakes.com/>. Acesso em: 29 nov. 2020.

MAANEN, J. V. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface. Administrative Science Quarterly, v. 24, n. 4, 1979.

MAANEN, J. V. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface. Administrative Science Quarterly, v. 24, n. 4, 1979.

MAPBIOMAS. MapBiomas – Coleção 9 da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 15 jul. 2025a.

MAPBIOMAS. MapBiomas – Coleção 9 da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 15 jul. 2025a.

MAPBIOMAS. MapBiomas Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em: 15 jul. 2025b.

MAPBIOMAS. MapBiomas Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em: 15 jul. 2025b.

MCNALLY, Dennis. Meteorological modeling performance guidelines to replace old standards. Proc. 10th Annual Ad-Hoc Meteorological Modelers Meeting. Boulder, CO: [S.n.]. Disponível em: <https://www3.epa.gov/scram001/adhoc/mcnally2009.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2020.

MCNALLY, Dennis. Meteorological modeling performance guidelines to replace old standards. Proc. 10th Annual Ad-Hoc Meteorological Modelers Meeting. Boulder, CO: [S.n.]. Disponível em: <https://www3.epa.gov/scram001/adhoc/mcnally2009.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2020.

MUNIZ, A. Bairro Lagoa de Carapebus é o único da região sem equipamentos públicos. Instagram, 19 jun. 2024.

MUNIZ, A. Bairro Lagoa de Carapebus é o único da região sem equipamentos públicos. Instagram, 19 jun. 2024.

NATIONAL ACADEMIES PRESS (US). ACUTE TOXICITY OF HYDROGEN CHLORIDE - Assessment of Exposure-Response Functions for Rocket-Emission Toxicants - NCBI Bookshelf. [S.l.: S.n.].

NATIONAL ACADEMIES PRESS (US). ACUTE TOXICITY OF HYDROGEN CHLORIDE - Assessment of Exposure-Response Functions for Rocket-Emission Toxicants - NCBI Bookshelf. [S.l.: S.n.].

NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH. Hazardous Substance Fact Sheet:Threshold Limit Value (TLV). [S.l.: S.n.]. Disponível em: <http://nj.gov/health/workplacehealthandsafety/right-to->.

NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH. Hazardous Substance Fact Sheet:Threshold Limit Value (TLV). [S.l.: S.n.]. Disponível em: <http://nj.gov/health/workplacehealthandsafety/right-to->.

NIOSH. Hydrogen chloride - IDLH | NIOSH | CDC. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/7647010.html>. Acesso em: 18 jul. 2025.

NIOSH. Hydrogen chloride - IDLH | NIOSH | CDC. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/7647010.html>. Acesso em: 18 jul. 2025.

OECD (2019). Measuring Well-being and Progress: Socio-economic Indicators for Policy. Paris: OECD Publishing.

OECD (2019). Measuring Well-being and Progress: Socio-economic Indicators for Policy. Paris: OECD Publishing.

PCES – Polícia Civil do Espírito Santo. Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. Grande Vitória - Superintendência de Polícia Regional Metropolitana (SPRM). Disponível em: https://pc.es.gov.br/enderecos-e-telefones-das-delegacias-e-distritos-policiais-da-grande-vitoria. Acesso em: 24 jul. 2025.

PCES – Polícia Civil do Espírito Santo. Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. Departamentos, Divisões e Delegacias Especializadas. Disponível em: https://pc.es.gov.br/delegacias-especializadas. Acesso em: 24 jul. 2025.

PCES – Polícia Civil do Espírito Santo. Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. Grande Vitória - Superintendência de Polícia Regional Metropolitana (SPRM). Disponível em: https://pc.es.gov.br/enderecos-e-telefones-das-delegacias-e-distritos-policiais-da-grande-vitoria. Acesso em: 24 jul. 2025.

PCES – Polícia Civil do Espírito Santo. Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. Departamentos, Divisões e Delegacias Especializadas. Disponível em: https://pc.es.gov.br/delegacias-especializadas. Acesso em: 24 jul. 2025.

PEDRUZZI, Rizzieri et al. Performance evaluation of a photochemical model using different boundary conditions over the urban and industrialized metropolitan area of Vitória, Brazil. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, n. 16, p. 16125–16144, 10 jun. 2019.

PEDRUZZI, Rizzieri et al. Performance evaluation of a photochemical model using different boundary conditions over the urban and industrialized metropolitan area of Vitória, Brazil. Environmental Science and Pollution Research, v. 26, n. 16, p. 16125–16144, 10 jun. 2019.

PEDRUZZI, Rizzieri et al. Update of land use/land cover and soil texture for Brazil: Impact on WRF modeling results over São Paulo. Atmospheric Environment, v. 268, 2022a.

PEDRUZZI, Rizzieri et al. Update of land use/land cover and soil texture for Brazil: Impact on WRF modeling results over São Paulo. Atmospheric Environment, v. 268, p. 118760, jan. 2022b.

PEDRUZZI, Rizzieri et al. Update of land use/land cover and soil texture for Brazil: Impact on WRF modeling results over São Paulo. Atmospheric Environment, v. 268, 2022a.

PEDRUZZI, Rizzieri et al. Update of land use/land cover and soil texture for Brazil: Impact on WRF modeling results over São Paulo. Atmospheric Environment, v. 268, p. 118760, jan. 2022b.

PETROBRAS. Diagnóstico da comunidade de Jacaraípe. 2021. Disponível em: https://repositorio.uvv.br/handle/123456789/831. Acesso em: 11 out. 2024.

PETROBRAS. Diagnóstico da comunidade de Jacaraípe. 2021. Disponível em: https://repositorio.uvv.br/handle/123456789/831. Acesso em: 11 out. 2024.

PMS – Prefeitura Municipal da Serra. Conheça a Serra. Serra, 2025. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/pagina/conheca-a-serra. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMS – Prefeitura Municipal da Serra. Conheça a Serra. Serra, 2025. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/pagina/conheca-a-serra. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMS – Prefeitura Municipal da Serra. Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (Dengue, Zika, Chikungunya e Febre Amarela) e Assistência ao Paciente 2024/2026. Secretaria Municipal de Saúde, Serra, 2024. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/arquivo/1733410079250-plano-de-contingncia-arboviroses-serra-2024-1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMS – Prefeitura Municipal da Serra. Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (Dengue, Zika, Chikungunya e Febre Amarela) e Assistência ao Paciente 2024/2026. Secretaria Municipal de Saúde, Serra, 2024. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/arquivo/1733410079250-plano-de-contingncia-arboviroses-serra-2024-1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMS – Prefeitura Municipal da Serra. Símbolos Municipais. Serra, 2025. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/pagina/simbolos-municipais. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMS – Prefeitura Municipal da Serra. Símbolos Municipais. Serra, 2025. Disponível em: https://www.serra.es.gov.br/pagina/simbolos-municipais. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. A cidade. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/cidade/saiba-mais-sobre-vitoria. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. A cidade. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/cidade/saiba-mais-sobre-vitoria. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Carta de Serviços. Cultura Museu Capixaba do Negro "Verônica da Pas" (Mucane). Disponível em: https://cartadeservicos.vitoria.es.gov.br/areas/13-Cultura/servicos/385-Museu-Capixaba-do-Negro-Veronica-da-Pas-MUCANE/. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Carta de Serviços. Cultura Museu Capixaba do Negro "Verônica da Pas" (Mucane). Disponível em: https://cartadeservicos.vitoria.es.gov.br/areas/13-Cultura/servicos/385-Museu-Capixaba-do-Negro-Veronica-da-Pas-MUCANE/. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (Dengue, Zika e Chikungunya) e Assistência ao Paciente 2024/2025. Secretaria Municipal de Saúde, Vitória,

2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/download.php?tipo=1&id=4153. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Plano de Contingência para Controle das Arboviroses (Dengue, Zika e Chikungunya) e Assistência ao Paciente 2024/2025. Secretaria Municipal de Saúde, Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/download.php?tipo=1&id=4153. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Secretaria de Cultura - Símbolos Municipais. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/semc/simbolos-municipais. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Secretaria de Cultura - Símbolos Municipais. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/semc/simbolos-municipais. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Secretaria de Cultura, História da Cidade. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/semc/historia-de-vitoria. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Secretaria de Cultura, História da Cidade. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/semc/historia-de-vitoria. Acesso em: 23 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Secretaria de Desenvolvimento da Cidade e Habitação. PDU – Anexos. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/sedec/pdu-anexos. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Secretaria de Desenvolvimento da Cidade e Habitação. PDU – Anexos. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/sedec/pdu-anexos. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Centro histórico concentra capelas, fortes e outros monumentos. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/centro-historico-concentra-capelas-fortes-e-outros-monumentos. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Centro histórico concentra capelas, fortes e outros monumentos. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/centro-historico-concentra-capelas-fortes-e-outros-monumentos. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Parques. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/parques. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Parques. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/parques. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Praias. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/praias. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Praias. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/praias. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Teatros. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/teatros. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Teatros. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/teatros. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Turismo náutico e observação de baleias. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/turismo-nautico-e-observacao-de-baleias. Acesso em: 22 jul. 2025.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória. Turista - Turismo náutico e observação de baleias. Vitória, 2024. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/turista/turismo-nautico-e-observacao-de-baleias. Acesso em: 22 jul. 2025.

PNE – Plano Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei nº 13.005/2014-PNE. Brasil, 2014. Disponível em: https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014. Acesso em: 23 jul. 2025.

PNE – Plano Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei nº 13.005/2014-PNE. Brasil, 2014. Disponível em: https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014. Acesso em: 23 jul. 2025.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO – PUC-SP. Grande Vitória / ES: desenvolvimento e metropolização. 2001. Disponível em: https://www.pucsp.br/artecidade/mg_es/textos/grande_vitoria_metropolizacao.pdf. Acesso em: 6 jul. 2025.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO – PUC-SP. Grande Vitória / ES: desenvolvimento e metropolização. 2001. Disponível em: https://www.pucsp.br/artecidade/mg_es/textos/grande_vitoria_metropolizacao.pdf. Acesso em: 6 jul. 2025.

POWERS, Jordan G. et al. The Weather Research and Forecasting Model: Overview, System Efforts, and Future Directions. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 98, n. 8, p. 1717–1737, 1 ago. 2017.

POWERS, Jordan G. et al. The Weather Research and Forecasting Model: Overview, System Efforts, and Future Directions. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 98, n. 8, p. 1717–1737, 1 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. Comunidade de Praia de Carapebus ganha praça e campo revitalizados. Serra, 23 jan. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. Comunidade de Praia de Carapebus ganha praça e campo revitalizados. Serra, 23 jan. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. Equipamentos Públicos Municipais de Saúde - Serra (ES), 2015. Disponível em: http://www.serra.es.gov.br/site/download/1433887372251-1.pdf. Acesso em: 12 jul. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. Equipamentos Públicos Municipais de Saúde - Serra (ES), 2015. Disponível em: http://www.serra.es.gov.br/site/download/1433887372251-1.pdf. Acesso em: 12 jul. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA. PMUS: Plano de Mobilidade Urbana Sustentável. Serra, 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA – PMVV. Náutico. 2024a. Disponível em: https://turismo.vilavelha.es.gov.br/o-que-fazer/nautico. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA – PMVV. Náutico. 2024a. Disponível em: https://turismo.vilavelha.es.gov.br/o-que-fazer/nautico. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA – PMVV. Praias. 2024b. Disponível em: https://turismo.vilavelha.es.gov.br/o-que-fazer/praias. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA – PMVV. Praias. 2024b. Disponível em: https://turismo.vilavelha.es.gov.br/o-que-fazer/praias. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA – PMV. Observação de baleias. 2024a. Disponível em: https://vitoria.es.gov.br/cdtiv/observacao-de-baleias. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA – PMV. Observação de baleias. 2024a. Disponível em: https://vitoria.es.gov.br/cdtiv/observacao-de-baleias. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA – PMV. Praias. 2024b. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/cidade/praias. Acesso em: 22 out. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA – PMV. Praias. 2024b. Disponível em: https://www.vitoria.es.gov.br/cidade/praias. Acesso em: 22 out. 2024.

RIBEIRO, Rafael Silva. Atlas de riscos geológico e hidrológico do estado do Espírito Santo no período 2011-2020: resultados gerais. Geologia USP. Série Científica, v. 22, n. 4, p. 3–22, 17 dez. 2022.

RIBEIRO, Rafael Silva. Atlas de riscos geológico e hidrológico do estado do Espírito Santo no período 2011-2020: resultados gerais. Geologia USP. Série Científica, v. 22, n. 4, p. 3–22, 17 dez. 2022.

SAMBONI, Andrés Felipe Idrobo et al. Avaliação da metodologia do HCM para determinação da velocidade média de percurso de vias urbanas brasileiras. Brasília.

SCHULMAN, Lloyd L.; STRIMAITIS, David G.; SCIRE, Joseph S. The Prime plume rise and building downwash model. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://www3.epa.gov/ttn/scram/7thconf/iscprime/useguide.pdf>.

SCHULMAN, Lloyd L.; STRIMAITIS, David G.; SCIRE, Joseph S. The Prime plume rise and building downwash model. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://www3.epa.gov/ttn/scram/7thconf/iscprime/useguide.pdf>.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE (SciELO). Conflitos territoriais entre o zoneamento urbano municipal e as áreas de proteção ambiental. Vitória, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0000-0000. Acesso em: 12 jul. 2025.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE (SciELO). Conflitos territoriais entre o zoneamento urbano municipal e as áreas de proteção ambiental. Vitória, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0000-0000. Acesso em: 12 jul. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO DO ESPÍRITO SANTO – SEDES. Espírito Santo se consolida como hub logístico com novos investimentos portuários e estratégias de modernização, 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO DO ESPÍRITO SANTO – SEDES. Espírito Santo se consolida como hub logístico com novos investimentos portuários e estratégias de modernização, 2021.

SÉCULO DIÁRIO. Projeto da Ufes mapeia conflitos socioambientais da Grande Vitória. Vitória, 2023. Disponível em: https://www.seculodiario.com.br/projeto-ufes-conflitos-grande-vitoria. Acesso em: 12 jul. 2025.

SÉCULO DIÁRIO. Projeto da Ufes mapeia conflitos socioambientais da Grande Vitória. Vitória, 2023. Disponível em: https://www.seculodiario.com.br/projeto-ufes-conflitos-grande-vitoria. Acesso em: 12 jul. 2025.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 2. ed. [S.l.: S.n.].

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 2. ed. [S.l.: S.n.].

SERRA. Lei Complementar nº 05 de 16 de março de 2023. Dispõe Sobre o Plano Diretor Municipal Sustentável do Município da Serra, Estado do Espírito Santo. Serra, 2023. Disponível em: https://prefeiturasempapel.serra.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/C52023.html?identificador=3100340033003900390034003A004C00#:~:text=O%20Plano%20Diretor%20Municipal%20Sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20o%20instrumento,a%20fun%C3%A7%C3%A3o%20social%20da%20cidade%20e%20da%20propriedade. Acesso em: 22 jul. 2025.

SERRA. Lei Complementar nº 05 de 16 de março de 2023. Dispõe Sobre o Plano Diretor Municipal Sustentável do Município da Serra, Estado do Espírito Santo. Serra, 2023. Disponível em: https://prefeiturasempapel.serra.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/C52023.html?identificador=3100340033003900390034003A004C00#:~:text=O%20Plano%20Diretor%20Municipal%20Sustent%C3%A1vel%20%C3%A9%20o%20instrumento,a%20fun%C3%A7%C3%A3o%20social%20da%20cidade%20e%20da%20propriedade. Acesso em: 22 jul. 2025.

SERRA. Lei nº 5.990, de 14 de maio de 2024. Institui o plano de mobilidade da Serra, estabelecendo os princípios e diretrizes para integração entre os modos de transporte e para a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no município e dá outras providências. Serra, Espírito Santo, 2024. Disponível em: https://prefeiturasempapel.serra.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/L59902024.html?identificador=3100340038003300330039003A004C00. Acesso em: 23 jul. 2025.

SERRA. Lei nº 5.990, de 14 de maio de 2024. Institui o plano de mobilidade da Serra, estabelecendo os princípios e diretrizes para integração entre os modos de transporte e para a melhoria da

acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no município e dá outras providências. Serra, Espírito Santo, 2024. Disponível em: https://prefeiturasempapel.serra.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/L59902024.html?identificador=3100340038003300330039003A004C00. Acesso em: 23 jul. 2025.

SKAMAROCK, William C. et al. A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4. [S.l.: S.n.].

SKAMAROCK, William C. et al. A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4. [S.l.: S.n.].

SOUZA, C. M.; ZUCOLOTO, G. F. M. Alternativas de infraestrutura urbana para navios de cruzeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023. 40f. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/4409/TCC_Alternativas_Infraestrutura_Urbana_Navios_Cruzeiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 out. 2024.

SOUZA, C. M.; ZUCOLOTO, G. F. M. Alternativas de infraestrutura urbana para navios de cruzeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023. 40f. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/4409/TCC_Alternativas_Infraestrutura_Urbana_Navios_Cruzeiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 out. 2024.

STULL, Roland B. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Roland B. ed. [S.l.]: Springer Netherlands, 1988.

STULL, Roland B. An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Roland B. ed. [S.l.]: Springer Netherlands, 1988.

TESOURO NACIONAL. Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf. Acesso em: 28 out. 2024.

TESOURO NACIONAL. Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf. Acesso em: 28 out. 2024.

THOMPSON, Gregory et al. Explicit Forecasts of Winter Precipitation Using an Improved Bulk Microphysics Scheme. Part II: Implementation of a New Snow Parameterization. Monthly Weather Review, v. 136, n. 12, p. 5095–5115, 1 dez. 2008.

THOMPSON, Gregory et al. Explicit Forecasts of Winter Precipitation Using an Improved Bulk Microphysics Scheme. Part II: Implementation of a New Snow Parameterization. Monthly Weather Review, v. 136, n. 12, p. 5095–5115, 1 dez. 2008.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). Highway Capacity Manual. 6. ed. Washington, D.C.: National Academies Press, 2010.

UNDP – United Nations Development Programme. O que é o IDHM. Disponível em: https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html. Acesso em: 23 jul. 2025.

UNDP – United Nations Development Programme. O que é o IDHM. Disponível em: https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html. Acesso em: 23 jul. 2025.

USEPA. AERMOD Implementation Guide. [S.l.: S.n.].

USEPA. AERMOD Implementation Guide. [S.l.: S.n.].

USEPA. AERMOD Implementation Guide. EPA-454/B-19-035. AERMOD Implementation Workgroup. Office of Air, 2019b.

USEPA. AERMOD Implementation Guide. EPA-454/B-19-035. AERMOD Implementation Workgroup. Office of Air, 2019b.

USEPA. Air Quality Dispersion Modeling - Preferred and Recommended Models. Disponível em: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models#aermod>. Acesso em: 23 out. 2021.

USEPA. Air Quality Dispersion Modeling - Preferred and Recommended Models. Disponível em: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models#aermod>. Acesso em: 23 out. 2021.

USEPA. Air Quality Dispersion Modeling - Related Model Support Programs | US EPA. Disponível em: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-related-model-support-programs#mmif>. Acesso em: 31 jan. 2024a.

USEPA. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>. Acesso em: 5 abr. 2023.

USEPA. Guidance on the Use of the Mesoscale Model Interface Program (MMIF) for AERMOD Applications. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/related/mmif/MMIF_Guidance.pdf>. Acesso em: 14 set. 2021.

USEPA. Guidance on the Use of the Mesoscale Model Interface Program (MMIF) for AERMOD Applications. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/related/mmif/MMIF_Guidance.pdf>. Acesso em: 14 set. 2021.

USEPA. User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). [S.l.: S.n.].

USEPA. User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). [S.l.: S.n.].

USEPA. User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/met/aermet/aermet_userguide.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025c.

USEPA. User's Guide for the AERMOD Terrain Preprocessor (AERMAP). [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/related/aermap/aermap_userguide.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025d.

USEPA. User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD). [S.l.: S.n.].

USEPA. User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD). [S.l.: S.n.].

USEPA. User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD). [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/preferred/aermod/aermod_userguide.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025b.

VERDEJO, Miguel Expósito. Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 2010.

VERDEJO, Miguel Expósito. Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 2010.

WEBSTER, F. V. (1958). Traffic signal settings. Department of Scientific and Industrial Research, Road Research Technical Paper No. 39 London, 1958 (H.M. Stationery Office).

WORLD BANK (2018). Environmental and Social Framework. Washington: The World Bank.

WORLD BANK (2018). Environmental and Social Framework. Washington: The World Bank.