



Estudo de Impacto Ambiental da Central de Gestão Ambiental Linhares – CGA Linhares

Volume I/III

- Relatório Técnico -

CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.

C461-DT01

Julho / 2013

APRESENTAÇÃO

Este documento técnico tem por finalidade apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Central de Gestão Ambiental Linhares - CGA Linhares, no município de Linhares/ES, de propriedade da Vital Engenharia Ambiental S.A.

O EIA da CGA Linhares foi elaborado pelo CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda., empresa de consultoria ambiental, contratada pela Vital Engenharia Ambiental S.A, para prestar assessoria no processo de licenciamento ambiental do referido empreendimento junto a este Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA.

O presente documento foi impresso em papel reciclado e em frente e verso, contribuindo com o meio ambiente a partir da redução no consumo de papel e otimização de espaço no arquivamento do documento, tanto nos órgãos ambientais quanto nas instituições envolvidas.

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA é composto de 03 volumes:

Volume I/III:

- Capítulo 1: Identificação do Empreendimento/Empreendedor;
- Capítulo 2: Identificação da Empresa Responsável pelo EIA/RIMA;
- Capítulo 3: Caracterização Geral do Empreendimento;
- Capítulo 4: Arcabouço Legal;
- Capítulo 5: Delimitação das Áreas de Influência.

Volume II/III:

- Capítulo 6: Diagnóstico Ambiental.

Volume III/III:

- Capítulo 7: Análise dos Impactos Ambientais e Proposição de Medidas Mitigadoras;

- Capítulo 8: Programas de Acompanhamento e Monitoramento de Impactos Ambientais;
- Capítulo 9: Cenários Prospectivos;
- Capítulo 10: Conclusão;
- Capítulo 11: Equipe Técnica;
- Capítulo 12: Referências Bibliográficas.

ÍNDICE GERAL

1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO / EMPREENDEDOR.....	16
1.1	IDENTIFICAÇÃO OFICIAL DO EMPREENDIMENTO.....	16
1.2	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	16
2	IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EIA/RIMA .	17
3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	18
3.1	OBJETIVOS	18
3.1.1	Objetivo Geral	18
3.1.2	Objetivos Específicos	18
3.1	JUSTIFICATIVA QUANTO À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	19
3.2	EMPREENDIMENTOS DECORRENTES E SIMILARES	22
3.3	PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS E POLÍTICAS SETORIAIS	24
3.3.1	Programas Federais	24
3.3.2	Programas Estaduais	29
3.3.3	Programas Municipais.....	30
3.3.4	Conclusão	32
3.4	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS.....	33
3.4.1	Alternativas Locacionais.....	33
3.4.2	Alternativas Tecnológicas	48
3.5	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO EMPREENDIMENTO	50
3.6	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO.....	53
3.7	CENÁRIO ATUAL DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	53
3.8	APRESENTAÇÃO DO PROJETO	56
3.8.1	Layout Geral.....	56
3.8.2	Caracterização dos resíduos a serem dispostos na CGA Linhares	56

3.8.3	Transporte e Recepção dos Resíduos	62
3.8.4	Caracterização da Área de Implantação do Empreendimento	72
3.8.5	Concepção da Central de Gestão Ambiental Linhares	106
3.8.6	Manual de Operação do Aterro Classe II.....	256
3.8.7	Manual de Operação do Aterro Classe I.....	267
3.8.8	Canteiro de Obras	276
3.8.9	Efluentes líquidos na fase de instalação.....	277
3.8.10	Resíduos sólidos na fase de instalação.....	278
3.8.11	Áreas de Empréstimo e Bota-fora.....	280
3.8.12	Consumo de água e energia.....	281
3.8.13	Mão de obra das fases de instalação e operação.....	281
3.8.14	Acessos e condições de pavimentação	285
3.8.15	Regime de trabalho	289
3.8.16	Cronograma de execução.....	290
3.8.17	Estimativa do custo total do empreendimento	290
3.8.18	Plano de Emergências do Empreendimento.....	291
4	ARCABOUÇO LEGAL.....	317
4.1	LEGISLAÇÃO FEDERAL	317
4.1.1	Leis	317
4.1.2	Decretos	319
4.1.3	Portarias.....	320
4.1.4	Resoluções	321
4.2	LEGISLAÇÃO ESTADUAL	325
4.2.1	Leis	325
4.2.2	Decretos	326
4.2.3	Instruções Normativas.....	326
4.3	LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	327
4.3.1	Leis	327
4.4	NORMAS TÉCNICAS ABNT	328

5	DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	331
5.1	MEIO FÍSICO.....	332
5.1.1	Pedologia.....	332
5.1.2	Recursos Hídricos	332
5.1.3	Geologia, Geomorfologia e Geotecnia.....	333
5.2	MEIO BIÓTICO.....	334
5.2.1	Fauna	334
5.2.2	Flora.....	334
5.3	MEIO SOCIOECONÔMICO.....	335
5.3.1	Socioeconomia	335
5.3.2	Patrimônio Histórico - Cultural.....	336
	ANEXOS.....	338

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1: Coordenadas UTM das alternativas locais (Datum WGS84, Zona 24k).....	34
Tabela 3-2: Critérios de avaliação utilizados para as alternativas locais estudadas.	43
Tabela 3-3: Escala de valoração para os critérios utilizados no estudo de Alternativas Locacionais.	44
Tabela 3-4: Caracterização das alternativas locais por meio de notas aplicadas segundo o grau de interferência.	45
Tabela 3-5: Resultado da pontuação das alternativas locais.....	45
Tabela 3-6: Coordenadas em UTM (<i>Datum</i> WGS84, 24K) da área de implantação da CGA Linhares.	52
Tabela 3-7: Coleta de RSU no Estados da Região Sudeste.	54
Tabela 3-8: Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos (2007/2012).....	55
Tabela 3-9: Resumo das sondagens SPT executadas na área da CGA.....	73
Tabela 3-10: Profundidades de realização dos ensaios “ <i>open end hole</i> ”.....	90
Tabela 3-11: Resultados dos ensaios de infiltração “ <i>Open end Hole</i> ”.	94
Tabela 3-12: Resultados dos ensaios “ <i>Slug Test</i> ”.....	94
Tabela 3-13: Quadro de volumes do aterro.....	113
Tabela 3-14: Vida útil estimada para o aterro Classe II-A.....	114
Tabela 3-15: Parâmetros geotécnicos utilizados nas análises de estabilidade..	155
Tabela 3-16: Estimativa de consumo de gás Metano para evaporação de efluentes.	233
Tabela 3-17: Estimativa de contratação de profissões por escolaridade (instalação).	283
Tabela 3-18: Estimativa de contratação de profissões por escolaridade (operação).	284
Tabela 3-19: Estimativa paramétrica de quantidades e custos - Projeto Executivo.	291

LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1: Classificação dos Resíduos Sólidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).	59
Quadro 3-2: Resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados.....	82
Quadro 3-3: Principais características das Unidades Naturais do município de Linhares.	98
Quadro 3-4: Características da Estação Rio Bananal.....	101
Quadro 3-5: Características da Estação Rio Bananal (2).	101
Quadro 3-6: Temperaturas mínimas, médias e máximas mensais.	106
Quadro 3-7: Valores para FCM, segundo IPCC (1996).	129
Quadro 3-8: Composição dos RSU.....	130
Quadro 3-9: Coeficientes de Escoamento Superficial, segundo o Manual de Drenagem de Rodovias – IPR 72 (DNIT, 2005).	139
Quadro 3-10: Espessuras indicativas dos revestimentos em colchão Reno e gabiões em função da velocidade da água.....	148
Quadro 3-11: Planilha de dimensionamento do sistema de contenção e desidratação de lodo.....	216
Quadro 3-12: Dimensões a serem atendidas pelo tubo de geotêxtil para contenção e desaguamento de lodo.	219
Quadro 3-13: Sequência de instalação do sistema de desidratação de lodos. ...	222
Quadro 3-14: Valores de C e de α em função da declividade e do tipo de solo.	229
Quadro 3-15: Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos conforme o Anexo II da resolução a CONAMA nº. 382 de 26/12/2006.....	234
Quadro 3-16: Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos conforme o Anexo V da resolução a CONAMA nº. 382 de 26/12/2006.	234
Quadro 3-17: Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos conforme o Artigo 38 da resolução a CONAMA nº. 316 de 29/10/2002.....	235
Quadro 3-18: Principais problemas e soluções da operação em condições adversas em épocas chuvosas.....	267
Quadro 3-19: Classificação dos acondicionadores para resíduos segundo a Resolução CONAMA nº 275/01.	279

Quadro 3-20: Riscos de acidentes com a utilização de Trator de Esteira.....	293
Quadro 3-21: Riscos de acidentes com a utilização de Pás Carregadeiras / Escavadeiras Hidráulicas.....	295
Quadro 3-22: Riscos de acidentes com a utilização de Caminhões Basculantes.	296
Quadro 3-23: Riscos de acidentes não relacionados diretamente com máquinas.	297
Quadro 3-24: Riscos Ligados à Manutenção Mecânica.....	298
Quadro 3-25: Riscos Ligados aos Trabalhos nas Alturas.....	299
Quadro 3-26: Riscos Elétricos.	299
Quadro 3-27: Riscos Ligados à Emissão de Poeiras e Ruídos.	300
Quadro 3-28: Riscos Ligados a Derramamento de Produtos.	300
Quadro 3-29: Riscos Ligados a Incêndio e Explosão	301
Quadro 3-30: Treinamentos a serem oferecidos aos funcionários.	305

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Índice de abrangência da Coleta de RSU, em 2012.....	20
Figura 3-2: Destinação final de RSU no Brasil, em toneladas.....	20
Figura 3-3: Mapa de localização da alternativa A.	35
Figura 3-4: Vista geral da alternativa A.	36
Figura 3-5: Fragmentos florestais presentes na área.....	36
Figura 3-6: Mapa de localização da alternativa B.	37
Figura 3-7: Plantação de café na área.	38
Figura 3-8: Área localizada a margem esquerda da estrada.	39
Figura 3-9: Mapa de localização da alternativa C.	40
Figura 3-10: Ponte na estrada que liga Guaraná a Desengano e rampa após saída da ponte.	41
Figura 3-11: Estrada não pavimentada que dá acesso à área.....	41
Figura 3-12: Vista geral da área ao fundo sendo possível visualizar a área alagada na cota inferior.....	42
Figura 3-13: Representações gráficas das variáveis ambientais aplicadas nas alternativas locais.	47
Figura 3-14: Mapa de localização político-administrativo do empreendimento....	51
Figura 3-15: Destinação final de RSU no Espírito Santo, em toneladas.	54
Figura 3-16: Caracterização e classificação de resíduos sólidos. Fonte: NBR 10004/2004.	57
Figura 3-17: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 01, 03, 04, 05 e 06.	75
Figura 3-18: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 01, 03, 04, 05 e 06.	76
Figura 3-19: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 10, 11, 12, 13, 14 e 15.	77
Figura 3-20: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 10, 11, 12, 13, 14 e 15.	78

Figura 3-21: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 07, 08 e 09.....	79
Figura 3-22: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 07, 08 e 09.....	80
Figura 3-23: Unidades Naturais do município de Linhares. Destaque para a localização aproximada da área de estudo (em azul).....	97
Figura 3-24: Direção e frequência dos ventos para a área em estudo. A área em estudo localiza-se abaixo da representação gráfica de direção e frequência de ventos. Fonte: adaptado de Atlas Eólico do Espírito Santo (ASPE, 2012).....	98
Figura 3-25: Rosa dos ventos anual – Velocidade média anual (m/s). A área em estudo localiza-se abaixo da representação gráfica de direção e frequência de ventos.	99
Figura 3-26: Média mensal da precipitação e de dias chuvosos no período de 1976 a 2011.....	100
Figura 3-27: Curva intensidade x duração x frequência.....	105
Figura 3-28: Seção transversal típica de implantação do acesso perimetral ao aterro.	109
Figura 3-29: Representação esquemática das quatro fases de implantação da base.....	111
Figura 3-30: Esquema conceitual do sistema de impermeabilização de base e de taludes	116
Figura 3-31: Modelo hidráulico para a camada de argila compactada.	117
Figura 3-32: Esquema da cobertura idealizada.	119
Figura 3-33: Detalhe dos drenos coletores e principais.....	121
Figura 3-34: Disposição dos drenos coletores, principais e de gases verticais em relação à base do aterro.....	122
Figura 3-35: Detalhe típico dos drenos intermediários horizontais.	123
Figura 3-36: Detalhe típico dos drenos intermediários anelares.....	124
Figura 3-37: Detalhe típico dos drenos verticais de coleta e queima de gases.	126
Figura 3-38: Fases de formação do biogás de aterro.	127
Figura 3-39: Estimativa da geração de metano do aterro classe II.....	132
Figura 3-40: Canais de drenagem do pé dos taludes do aterro junto ao dique externo.....	135

Figura 3-41: Descidas d'água revestidas com gabiões manta.	135
Figura 3-42: Valas de proteção dos taludes do aterro	136
Figura 3-43: Detalhe das descidas d'água nas transposições dos acessos ao topo do aterro.....	136
Figura 3-44: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos.	142
Figura 3-45: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (2).....	143
Figura 3-46: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (3).....	144
Figura 3-47: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (4).....	145
Figura 3-48: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (5).....	146
Figura 3-49: Dimensionamento das descidas d'água nos taludes de resíduos..	149
Figura 3-50: Dimensionamento das descidas d'água nos taludes de resíduos..	150
Figura 3-51: Dimensionamento das descidas d'água nos taludes de resíduos..	151
Figura 3-52: Dimensionamento das obras de arte correntes.	153
Figura 3-53: Seção transversal do aterro analisada, sem influência dos níveis internos de líquido livre, admitindo-se uma superfície circular de ruptura.....	156
Figura 3-54: Seção transversal do aterro analisada, sem influência dos níveis internos de líquido livre, admitindo-se uma superfície de ruptura autodefinida pelo software.	156
Figura 3-55: Seção transversal do aterro analisada, sem influência dos níveis internos de líquido livre, admitindo-se uma superfície de ruptura definida manualmente forçando a ruptura a ocorrer junto a impermeabilização.	157
Figura 3-56: Seção transversal do aterro analisada, com uma razão de poropressão de 0,2, admitindo-se uma superfície circular de ruptura.....	157
Figura 3-57: Seção transversal do aterro analisada, com uma razão de poropressão de 0,2, admitindo-se uma superfície de ruptura autodefinida pelo software.	158
Figura 3-58: Seção transversal do aterro analisada, com uma razão de poropressão de 0,2, admitindo-se uma superfície de ruptura definida manualmente forçando a ruptura a ocorrer junto a impermeabilização.	158

Figura 3-59: Localização da área de implantação do Aterro de Resíduos Classe I.	160
Figura 3-60: Layout das Células de Disposição Final de Resíduos Classe I.	162
Figura 3-61: Seção transversal típica das Células de Disposição de Resíduos Classe I.	165
Figura 3-62: Detalhe típico da impermeabilização das Valas Classe I.	169
Figura 3-63: Detalhe típico do dreno de gás indicado pelo projeto.	174
Figura 3-64: Detalhe típico do sistema de cobertura proposto.	175
Figura 3-65: Fluxograma esquemático da Unidade de Solidificação.	195
Figura 3-66: Fluxograma esquemático da Blendagem Líquida.	201
Figura 3-67: Fluxograma esquemático da Blendagem Sólida.	202
Figura 3-68: Curva estimada de geração de vazão para o aterro sanitário utilizando-se o Método Suíço.	230
Figura 3-69: Curva estimada de geração de vazão máxima diária para o aterro sanitário utilizando-se o Método Suíço.	231
Figura 3-70: Layout do sistema de evaporação proposto.	237
Figura 3-71: Vista geral de uma unidade de tratamento por Osmose Reversa.	239
Figura 3-72: Container metálico do sistema de Osmose Reversa.	239
Figura 3-73: Vista interna do container metálico do sistema de Osmose Reversa e dos cartuchos de filtração.	240
Figura 3-74: Etapas de tratamento do lixiviado.	241
Figura 3-75: Detalhe das trincheiras de reinjeção de concentrados.	244
Figura 3-76: Histograma da mão de obra direta na fase de instalação.	282
Figura 3-77: Histograma da mão de obra direta na fase de operação.	282
Figura 3-78: Acessos internos do empreendimento.	287
Figura 3-79: Detalhe Típico: Caminho de Serviço, Cortinamento Vegetal e Acessos Perimetrais.	288

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I: Mapa geral da localização das alternativas locacionais.

ANEXO II: Mapa indicativo das vias de acesso ao empreendimento.

ANEXO III: Anuência do COMAR.

ANEXO IV: Anuência da Prefeitura Municipal de Linhares quanto ao uso e ocupação do solo.

ANEXO V: Cronograma físico-financeiro da CGA Linhares.

ANEXO VI: Desenhos (plantas) de detalhamento da concepção.

ANEXO VII: Layout do empreendimento.

ANEXO VIII: Boletins de sondagem.

ANEXO IX: Mapa das áreas de influência de solos.

ANEXO X: Mapa da área de influência direta para recursos hídricos.

ANEXO XI: Mapa da área de influência indireta para recursos hídricos.

ANEXO XII: Mapa das áreas de influência de geologia e geomorfologia.

ANEXO XIII: Mapa das áreas de influência da fauna.

ANEXO XIV: Mapa das áreas de influência da flora.

ANEXO XV: Mapa das áreas de influência indireta do meio socioeconômico.

ANEXO XVI: Mapa das áreas de influência direta do meio socioeconômico.

ANEXO XVII: Mapa das áreas de influência de arqueologia

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO / EMPREENDEDOR

1.1 IDENTIFICAÇÃO OFICIAL DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento objeto do presente Estudo de Impacto Ambiental refere-se à Central de Gestão Ambiental Linhares – CGA Linhares, a ser implantada no município de Linhares, no estado do Espírito Santo.

1.2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

RAZÃO SOCIAL: Vital Engenharia Ambiental S.A.

CNPJ: 02.536.066/0001-26.

ENDEREÇO: Rua Santa Luzia, nº 651, 21º andar, Centro, Rio de Janeiro – RJ.

CEP: 20.030-040.

TELEFONE: (21) 2131-7204

HOME PAGE: www.vitalambiental.com.br

REPRESENTANTE LEGAL

NOME: Bruno Nunes de Bustamante – **CARGO:** Gerente de Contrato

CPF: 068.360.407-46

ENDEREÇO ELETRÔNICO: bbustamante@queirozgalvao.com

PESSOA DE CONTATO

NOME: Carlos José Vieira Filho – **CARGO:** Gerente Operacional

CPF: 095.771.517-01

ENDEREÇO ELETRÔNICO: cvieira@vitalambiental.com.br

2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EIA/RIMA

RAZÃO SOCIAL: CTA - Serviços em Meio Ambiente Ltda.

CNPJ: 39.793.153/0001-79.

ENDEREÇO: Avenida Saturnino Rangel Mauro, nº 283, Pontal de Camburi – Vitória/ES.

CEP: 29.062-030.

TELEFAX: (27) 3345-4222.

HOME PAGE: www.cta-es.com.br

REPRESENTANTE LEGAL

NOME: Humberto Ker de Andrade – **CARGO:** Diretor Geral
Biólogo, Mestre em Aquicultura.

CPF: 823.582.037-68

ENDEREÇO ELETRÔNICO: diretoria@cta-es.com.br

REPRESENTANTE TÉCNICO

NOME: Alessandro Trazzi – **CARGO:** Diretor Técnico
Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental, Auditor Líder.

CPF: 031.484.307-86

ENDEREÇO ELETRÔNICO: alessandro@cta-es.com.br

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo Geral

A Central de Gestão Ambiental de Linhares será implantada no município de Linhares/ES com o objetivo de tratar e realizar a destinação final, ambientalmente adequada, dos resíduos sólidos gerados na região de Linhares. É necessário esclarecer que a CGA Linhares será uma unidade de gestão de resíduos, de propriedade privada, concebida para ser uma unidade suplementar inserida no âmbito do sistema de gestão de resíduos sólidos do estado do Espírito Santo.

Como sua demanda será aberta, a CGA será capacitada a receber os diferentes resíduos de vários municípios e indústrias, articulada com toda a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para o tratamento e disposição final. Conforme preconiza esta lei, os resíduos que afluirão ao aterro sanitário serão aqueles rejeitos provenientes dos processos de reutilização, reciclagem e tratamento na sua origem.

3.1.2 Objetivos Específicos

A Central de Gestão Ambiental Linhares tem a ambição de ofertar os serviços ambientalmente adequados de gestão dos resíduos classificados conforme a ABNT em resíduos Classe I – Perigosos e Classe IIA – Não Perigosos (Não Inertes), tanto de origem urbana quanto industrial, abarcando a instalação e operação das seguintes unidades básicas:

- Aterro de Resíduos Sólidos classificados pela ABNT como Classe IIA – Não Inertes;
- Aterro de Resíduos Sólidos classificados pela ABNT como Classe I – Perigosos;

- Unidade de Processamento de Resíduos Classe I, composta de Sistema de Blendagem Líquida;
- Unidade de Processamento de Resíduos Classe I, composta de Sistema de Blendagem Sólida;
- Unidade de Solidificação de Resíduos Classe I, composta por Sistema de Solidificação;
- Unidade de Autoclavagem de Resíduos de Serviços de Saúde;
- Unidade de Desidratação de Resíduos de Fossa Séptica;
- Unidade de Tratamento de Líquidos Percolados;
- Unidade de Compostagem;
- Instalações Físicas de Apoio: guarita, balança, laboratório, oficina, escritório, instalação sanitárias, vestiários e refeitório;
- Centro de Educação Ambiental.

3.1 JUSTIFICATIVA QUANTO À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Segundo o panorama de resíduos sólidos da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), em 2012, no Brasil, foram geradas aproximadamente 201.058 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, o que equivale cerca de 1,228 kg/hab/dia, sendo que 90,17% deste total foram coletados. Os maiores índices de coleta, conforme observado na **Figura 3-1**, foram obtidos pelas regiões Sudeste e Sul.

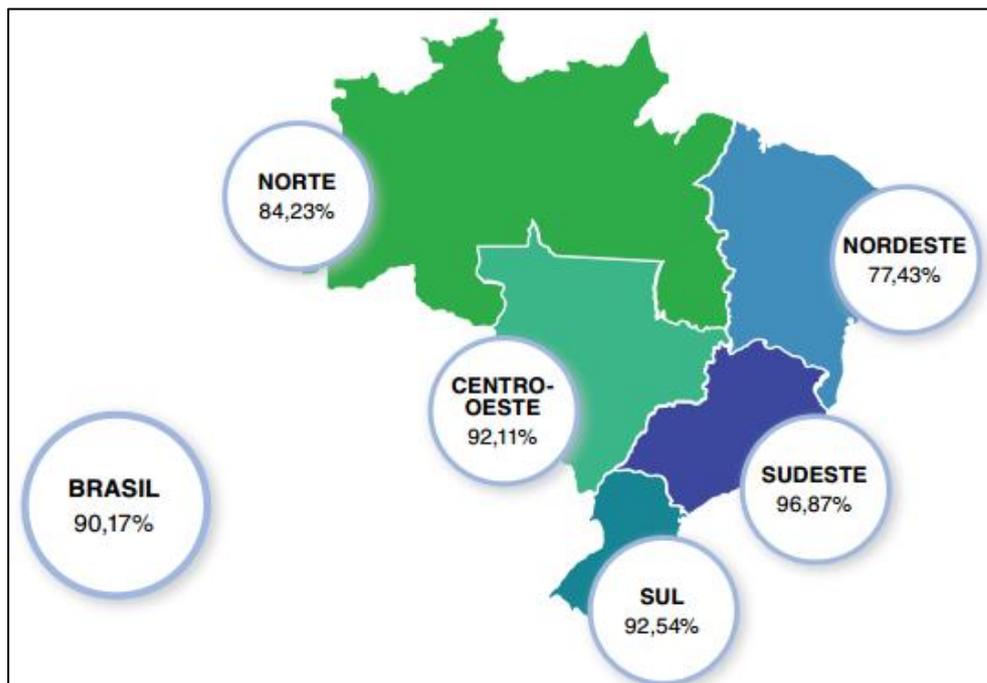


Figura 3-1: Índice de abrangência da Coleta de RSU, em 2012.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2013).

Dos resíduos coletados em 2012, 58% foram destinados a aterros sanitários, sendo o restante destinado a aterros controlados ou lixões. Isto significa que cerca de 76 mil toneladas diárias ainda são destinadas a locais inadequados, os quais não possuem sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (**Figura 3-2**) (ABRELPE, 2013).

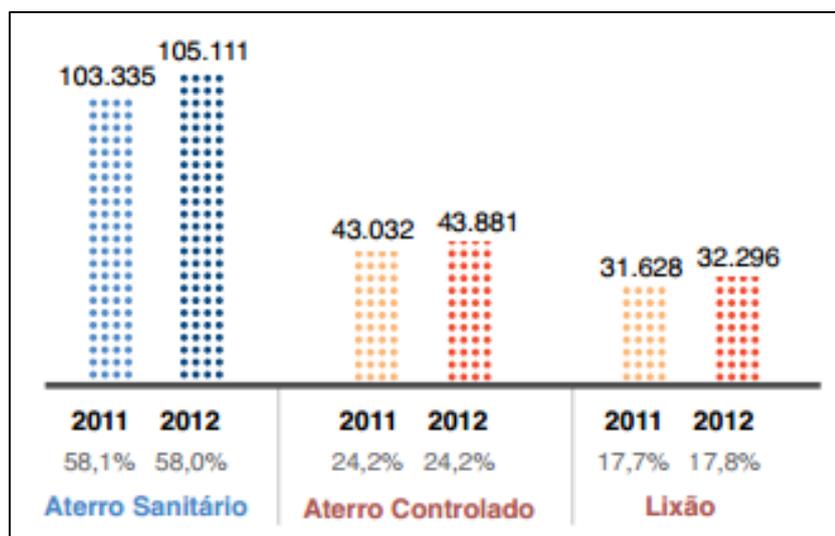


Figura 3-2: Destinação final de RSU no Brasil, em toneladas.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2013).

No Espírito Santo, em especial, no ano de 2012, segundo a ABRELPE, 63,9% dos resíduos sólidos foram destinados a aterros, sendo o restante (979 toneladas por dia), destinadas a lixões ou aterros controlados.

Desta forma, apesar das determinações legais e dos esforços empreendidos, a destinação inadequada de RSU, que está presente em todos os estados, torna-se um dos grandes desafios a serem enfrentados pelo país nos dias atuais, sendo especialmente importante em função da quantidade e da diversidade de resíduos, do crescimento populacional e do aumento do consumo, bem como da expansão de áreas urbanas.

Neste sentido, a implantação de um sistema eficaz de disposição de resíduos sólidos, tal qual a CGA Linhares, e seu funcionamento adequado, torna-se extremamente importante pelo aspecto legal, uma vez que adequa a gestão dos resíduos com as normas estabelecidas, além de se justificar sob diversos outros aspectos.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, observa-se a diminuição dos lixões a céu aberto, eliminando problemas sociais, estéticos, de segurança, por exemplo, os problemas relacionados à cata de restos de resíduos diversos nesses locais a proliferação de vetores de várias doenças. A implantação da CGA Linhares também demandará a contratação de serviços e de mão-de-obra dinamizando a geração de renda e emprego local. Além disso, prevê-se uma diminuição dos custos advindos do transporte de resíduos e, conseqüentemente, economia de recursos para os usuários/clientes da CGA Linhares.

No que se refere aos aspectos técnicos, ressalta-se que o aterro sanitário, como parte integrante da CGA Linhares, é uma das técnicas mais viáveis para dispor e tratar os resíduos sólidos adequadamente, sendo indispensável em qualquer sistema de gerenciamento e disposição de resíduos, além de ser o método mais usado no mundo. Trata-se de destinação final sanitária, adequada e completa, possível de receber quase todos os tipos de rejeitos.

Quanto aos aspectos ambientais, a implantação de sistemas de gestão de resíduos adequados colabora com a proteção do meio ambiente e a saúde pública, à medida que diminui dos problemas ambientais urbanos, resultantes da deposição indiscriminada e inadequada de resíduo. Além disso, possibilita a recuperação de terrenos degradados, antes lixões e aterros irregulares.

Por fim, é possível destacar aspectos locais, no contexto municipal. Segundo a prefeitura municipal de Linhares, o lixo urbano municipal é composto basicamente por restos domésticos, resíduos da construção civil e hospitalares, que são coletados e destinados a um aterro sanitário da cidade de Cariacica/ES. Já os resíduos hospitalares são incinerados na cidade de Colatina/ES. Desta forma, com a implantação da CGA Linhares, prevê-se uma diminuição dos custos advindos do transporte e, conseqüentemente, economia de recursos públicos municipais.

3.2 EMPREENDIMENTOS DECORRENTES E SIMILARES

Para a implantação e operação da CGA Linhares não estão previstos empreendimentos decorrentes necessários ao desenvolvimento das atividades principais da Central. A seguir, são apresentadas informações sobre os principais empreendimentos similares à CGA Linhares, localizados no estado do Espírito Santo.

✓ Brasil Ambiental Tratamento de Resíduos S.A

A **Brasil Ambiental** possui centrais no Espírito Santo (Aracruz) e em São Paulo (Guará) voltadas para o tratamento e destinação de resíduos urbanos, industriais, de serviços de saúde e de portos e aeroportos, atuando desde a limpeza em espaço confinado até a destinação final dos resíduos.

Sua estrutura é composta por: células específicas para disposição segregada de resíduos de todas as classes, perigosos, não inertes e inertes; Autoclave e

trituração para a esterilização de resíduos patogênicos provenientes de estabelecimentos e serviços de saúde, portos e aeroportos; Central de triagem de resíduos passíveis de reciclagem; Leitões de Secagens para resíduos pastosos; Unidades de inertização de resíduos industriais; Unidades de segregação de resíduos sólidos e líquidos; Incineração de resíduos; Compostagem de resíduos orgânicos; dentre outros.

✓ Marca Ambiental Ltda.

A **Marca Ambiental** localiza-se no município de Cariacica/ES, atuando em multitecnologias para o gerenciamento integrado de resíduos. A sua central de tratamento recebe resíduos Classe I e II de prefeituras, indústrias, portos, aeroportos, de estabelecimentos de serviços de saúde, dentre outros, atuando desde a coleta e transporte, até o tratamento e disposição final dos resíduos.

Sua estrutura inclui: aterro industrial, unidades de triagem, trituração, enfardamento, descontaminação de embalagens, blendagem e co-processamento, tratamento químico, tratamento de resíduos oleosos, descontaminação de lâmpadas fluorescentes, tratamento de efluentes contaminados e reciclagem.

✓ Vitória Ambiental Engenharia e Tecnologia S.A.

A **Vitória Ambiental** localiza-se no município da Serra/ES atuando no gerenciamento de resíduos, desde a coleta até a disposição final. É constituída por um Aterro Industrial e uma Central de Gerenciamento de Resíduos, licenciados para resíduos industriais Classe I, Classe IIA e Classe IIB.

Sua estrutura é composta por: células de resíduos classes I e II, célula de armazenamento de lama de perfuração, galpão de armazenamento temporário de resíduos perigosos, área de segregação de resíduos, área de prensagem de

resíduos recicláveis, área de armazenamento de resíduos oleosos, planta de blendagem (Co-Processamento) e estação de tratamento de efluentes industriais e sanitários.

- CTRVV – Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha Ltda.

A **CTRVV** localiza-se no município de Vila Velha/ES e apresenta uma área total de 1,5 milhões de m², com vida útil de aproximadamente 20 anos. Os resíduos sólidos gerenciados pelo aterro sanitário da CTRVV são de Classe II A e II B, no entanto a empresa também gerencia resíduos Classe I, que são transportados para empresas responsáveis pela reciclagem e destinação do mesmo.

A Central é responsável pela disposição final dos resíduos sólidos provenientes do município de Vila Velha, além deste, outros municípios também encaminham seus resíduos ao aterro sanitário, tais como: Guarapari, Alfredo Chaves, Iconha, Anchieta, Piúma e Cachoeiro.

3.3 PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS E POLÍTICAS SETORIAIS

Este item busca correlacionar os programas e políticas vinculados ao segmento de resíduos sólidos em todas as esferas governamentais (Municipal, Estadual e Federal) ao empreendimento. Adiante serão listados e descritos os programas por esfera administrativa para posteriormente correlacionar a CGA Linhares.

3.3.1 Programas Federais

3.3.1.1 Plano Brasil Sem Miséria

O objetivo do Plano Brasil Sem Miséria é elevar a renda e as condições de bem-estar da população. As famílias extremamente pobres que ainda não são

atendidas serão localizadas e incluídas de forma integrada nos mais diversos programas de acordo com as suas necessidades.

Farão parte do Plano os brasileiros que vivem em lares cuja renda familiar é de até R\$ 70 por pessoa. De acordo com o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estão nesta situação 16,2 milhões de brasileiros.

Especificamente para os catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, está previsto apoio à organização produtiva, com melhoria das condições de trabalho e ampliação das oportunidades de inclusão socioeconômica. A prioridade é atender capitais e regiões metropolitanas, apoiar as prefeituras em programas de coleta seletiva, além de capacitar catadores e viabilizar infraestrutura e redes de comercialização.

3.3.1.2 Programa Pró-Catador

Com a finalidade de integrar e articular as ações do Governo Federal voltadas ao apoio e ao fomento à organização produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, à melhoria das condições de trabalho, à ampliação das oportunidades de inclusão social e econômica e à expansão da coleta seletiva de resíduos sólidos, da reutilização e da reciclagem por meio da atuação desse segmento, foi instituído, pelo Decreto 7.405 de 23 de dezembro de 2010, o Programa Pró-Catador.

São considerados como catadores as pessoas físicas de baixa renda que se dedicam às atividades de coleta, triagem, beneficiamento, processamento, transformação e comercialização de materiais reutilizáveis e recicláveis.

A capacitação, formação, assessoria técnica, incubação de cooperativas e empreendimentos sociais solidários, pesquisas e estudos sobre o ciclo de vida dos produtos e a responsabilidade compartilhada, aquisição de equipamentos, máquinas e veículos, implantação e adaptação de infra estrutura física e a

organização de redes de comercialização e cadeias produtivas integradas por cooperativas e associações de trabalhadores em materiais recicláveis e reutilizáveis estão entre as ações que o Programa Pró-Catador pode apoiar.

O Programa Pró-Catador pode ser efetivado por meio da cooperação com órgãos e entidades das administrações públicas da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com adesão voluntária e a responsabilidade de promover os objetivos do Programa, acompanhar o desenvolvimento de estudos e pesquisas que estimulem a coleta seletiva local ou regional e o desenvolvimento de ações inclusivas econômicas e sociais dos catadores na respectiva esfera administrativa.

A participação das cooperativas, associações e entidades no Programa será realizada por meio de seleção pública de projetos, escolhidos nos termos de editais previamente publicados.

O Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis é responsável por coordenar e monitorar as ações do Programa.

3.3.1.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Lei nº 12.305/10 de 2 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no qual contém instrumentos importantes para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Esta lei ainda, o utiliza de métodos para a prevenção e redução de resíduos, propondo a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos que propicie o aumento da reciclagem e da reutilização de resíduos sólidos, além da destinação adequada dos rejeitos (o que não pode ser reciclado ou reutilizado).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos ainda institui uma responsabilidade compartilhada entre os geradores de resíduos, do fabricante ao cidadão (consumidor), além dos responsáveis pelos serviços de manejo e destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Estes atributos podem ser vistos nos princípios da política Art. 6º:

- VI – a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- VII – a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII – o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

Um dos importantes atributos desta legislação é a criação de metas que irão contribuir para a extinção de lixões e institui instrumentos de planejamento em diversas esferas: nacional, estadual, municipais, intermunicipais, microrregional e metropolitano.

A legislação mostra-se inovadora em relação a leis de outras nações por incluírem os catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva.

São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Art. 7º) estão expostos abaixo:

- I – proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II – não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III – estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IV – adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- V – redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI – incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- VII – gestão integrada de resíduos sólidos;
- VIII – articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- IX – capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X – regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI – prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII – integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII – estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XIV – incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV – estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Por fim, a Lei no Art. 15 ainda prevê que a União, através do Ministério do Meio Ambiente, elabore um **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, com um horizonte de vinte anos, atualizado a cada quatro anos. Este Plano contemplou um diagnóstico, cenários propostos com, tendências, metas de redução, reutilização, reciclagem, metas para a eliminação e recuperação de lixões. Este Plano passou por audiências públicas, nas quais foram analisadas informações e propostas as redações finais, o texto entrou em vigor em 2012. Como principais metas o plano estabelece:

- Acabar com os lixões até 2014, está previsto também a substituição de lixões a céu aberto por aterros sanitários ou controlados;
- Os aterros somente poderão receber os rejeitos, ou seja, parte do lixo que não pode ser reciclada;
- Adoção de Planos municipais para os resíduos sólidos, até o mês de agosto de 2014, os municípios do País deverão apresentar práticas de tratamento do lixo, incluindo os cuidados com a contaminação do solo, da água e disseminação de doenças.

3.3.2 Programas Estaduais

3.3.2.1 Política Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo

A Política Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo foi instituída pela Lei 9.264 de julho de 2006, que traz entre seus fundamentos a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis em ações que envolvem o fluxo de resíduos sólidos (Artigo 2º).

Entre os objetivos da lei, está o estímulo à criação de cooperativas ou associações de catadores como forma de promover a inclusão social dos “agentes diretamente ligados à cadeia produtiva de materiais reutilizáveis, recicláveis e recuperáveis” (Artigo 3º).

A gestão integrada dos resíduos sólidos no estado deve “considerar as condições para inclusão social dos catadores de materiais reaproveitáveis” (Artigo 20). As ações para a inclusão destes agentes devem estar previstas no plano estadual e nos planos municipais de gestão dos resíduos urbanos (Artigo 29). Quanto aos incentivos econômicos, cabe ao Estado “fomentar parcerias com a iniciativa privada nos programas de coleta seletiva e no apoio à implantação e desenvolvimento de associações ou cooperativas de catadores” (Artigo 41).

3.3.2.2 Espírito Santo Sem Lixão

O objetivo central do “Espírito Santo sem Lixão” é a concepção, construção e operação de sistemas regionais de destinação final adequada de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, para atender a todo Estado, considerando que os atuais sistemas privados em operação continuarão em funcionamento. Os sistemas regionais de destinação dos resíduos sólidos serão compostos por estações de transbordo, transportes regionais e aterros sanitários regionais.

O programa tem como principais entregas: 03 Sistemas Regionais implantados; 03 Consórcios Públicos implantados; 60 municípios com frotas de caminhões de coleta de lixo com capacidade adequada para promover a universalização dos serviços (100% de cobertura municipal).

O ES sem Lixão está previsto no Planejamento Estratégico 2025 e no Novos Caminhos 2011-2014 e está sob a responsabilidade da Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (Sedurb).

3.3.3 Programas Municipais

3.3.3.1 Agenda 21

Para o município de Linhares estão previstos diversos programas governamentais e políticas setoriais com o objetivo de corroborar com o crescimento e desenvolvimento do município de forma sustentável e duradoura.

O “Plano de Gestão Participativa 2005-2025 – Agenda 21” de Linhares apresenta os programas municipais que visam o desenvolvimento nas diversas áreas que compõem sua diversidade, com foco nas metas estabelecidas para 2025. Os programas são baseados em quatro estratégias principais:

- I. Aproveitar as condições atuais favoráveis e construir as bases para o desenvolvimento sustentável do município nas próximas décadas.
- II. Consolidar para o município uma marca: “Terra do Verde e das Águas”.
- III. Fortalecer a posição de Linhares na Rede de Cidades do Espírito Santo.
- IV. Ampliar a participação da sociedade nas discussões e decisões sobre o desenvolvimento do município.

3.3.3.2 Plano Diretor Municipal

De acordo com o Plano Diretor Municipal (PDM), Linhares tem como diretrizes para políticas setoriais:

- Desenvolvimento econômico;
- Turismo;
- Desenvolvimento rural;
- Políticas sociais nas áreas: saúde; educação; cultura; esporte e lazer; segurança pública;
- Política ambiental: recursos hídricos; saneamento ambiental, drenagem urbana; resíduos sólidos;
- Política de desenvolvimento urbano: habitação; circulação; transportes; espaços e serviços públicos; mobilidade urbana.

3.3.3.3 Projeto Criar

O Projeto Criar (Centro de Reciclagem Inovação Aprendizagem e Renovação) surgiu no município de Linhares a partir da mobilização de catadores, iniciativa privada com vistas ao cumprimento do Plano Nacional de Resíduos Sólidos no que preconiza a responsabilidade compartilhada.

O Projeto coloca Pontos de Entrega Voluntária (PEV) destinados ao recolhimento de resíduos sólidos secos, ou seja, papel, papelão, jornais, revistas, cadernos, folhas soltas, caixas de embalagens em geral, metais, vidros, plásticos, sacos e embalagens. Os PEVs têm como finalidade dar uma destinação correta dos resíduos sólidos e melhorar a qualidade de vida dos catadores envolvidos no Criar.

3.3.3.4 Projeto de Coleta Seletiva de Resíduos de Pescado

O Projeto de Coleta Seletiva de Resíduos de Pescado (PCSRP) é uma iniciativa da Secretaria de Estado Agricultura, Abastecimento e Pesca (Seag) em parceria com a Prefeitura Municipal de Linhares, Sebrae e Associações de pescadores e aquicultores do município. A proposta do PCSRP é transformar as vísceras de peixes em farinha evitando que o despejo destes materiais em rios ou aterros sanitários.

O Projeto abrange as comunidades de Regência, Povoação, Degredo, Pontal do Ipiranga, Barra Seca e do Guaxe, além do Mercado Municipal, estas localidades contarão com postos de coletas. A escolha destes locais ocorreu por meio de um diagnóstico que os apontou como importantes centros de produção e comercialização de pescado, conseqüentemente de geração de resíduos.

Os pontos de coleta vão contar com equipamentos refrigerados e o transporte será feito por um caminhão com o sistema de refrigeração. Além disso, os pescadores serão capacitados para realizarem a manipulação dos resíduos de pescado de forma adequada.

3.3.4 Conclusão

Todos os programas que foram descritos, juntamente com as diretrizes de políticas setoriais da Lei Complementar que trata do PDM, intervêm positivamente para o cotidiano da cidade.

Desta forma, o empreendimento em questão poderá alinhar, quando cabível, medidas potencializadoras aos programas existentes, de forma a atuar em conjunto com as diretrizes do município visando a destinação final de forma correta o empreendimento.

A CGA Linhares é uma iniciativa que está de acordo com os preceitos preconizados pelas Políticas de Resíduos Sólidos, nacional e estadual, visto que, o objetivo principal do empreendimento é a destinação final correta dos resíduos sólidos gerados pelo município de Linhares e de municípios adjacentes. Seguindo ainda os preceitos de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação dos resíduos.

Estas Políticas têm como objetivo desativar lixões e dar a destinação correta em aterros sanitários ou controlada até 2014. Linhares atualmente não dispõe de um aterro sanitário, cabendo levar os resíduos do município para uma empresa licenciada para dar a destinação final em Cariacica, o que torna o serviço caro e oneroso, além de transferir a responsabilidade à outra localidade.

Como exposto anteriormente, as políticas que envolvem resíduos sólidos no Brasil, de forma geral, abrange os catadores de materiais reaproveitáveis ou recicláveis. Contudo a forma de coleta domiciliar adotada pela Prefeitura Municipal de Linhares não potencializa a destinação dos resíduos para o reaproveitamento o reciclagem, direcionando materiais potencialmente recicláveis a aterros sanitários.

3.4 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

3.4.1 Alternativas Locacionais

A seleção das alternativas locacionais para a implantação do empreendimento foi realizada por meio de consultas a bases cartográficas, imagens aéreas e a corretores de imóveis, intercalando-se com avaliações de campo orientadas por sistema de navegação (GPS), fornecendo importantes informações para os estudos de avaliação ambiental preliminar do projeto. Buscando-se efetuar, sob o ponto de vista ambiental, uma avaliação qualitativa e quantitativa das áreas possíveis para instalação do empreendimento.

A região de análise compreendeu o município de Linhares, contemplando áreas urbanas e rurais. Foram definidas três alternativas locais, denominadas neste estudo de A, B e C. O mapa de localização das alternativas locais encontra-se no **ANEXO I**.

As coordenadas das três alternativas locais estão descritas na **Tabela 3-1**. Apresenta-se no item a seguir uma caracterização ambiental preliminar de cada uma das áreas selecionadas para a implantação da CGA Linhares.

Tabela 3-1: Coordenadas UTM das alternativas locais (Datum WGS84, Zona 24k).

Alternativas	W	S
A	392816	7847267
B	377073	7844608
C	361835	7830705

3.4.1.1 Áreas Analisadas

- **Alternativa A**

A alternativa A situa-se na zona rural do município de Linhares, no distrito de Bebedouro, e possui coordenadas UTM 392816 W / 7847267 S (**Figura 3-3**). O acesso à área se dá por uma convergência à esquerda na BR-101, a aproximadamente 6,5 km da ponte de Linhares, no sentido Linhares – Vitória. O percurso de aproximadamente 9 km até a área a partir da convergência é realizado pela rodovia ES-440, estrada de acesso a Regência. A partir deste ponto, segue por uma estrada vicinal à esquerda por aproximadamente 2 km até a área. Neste último trecho a estrada corta um fragmento florestal por 400 m.

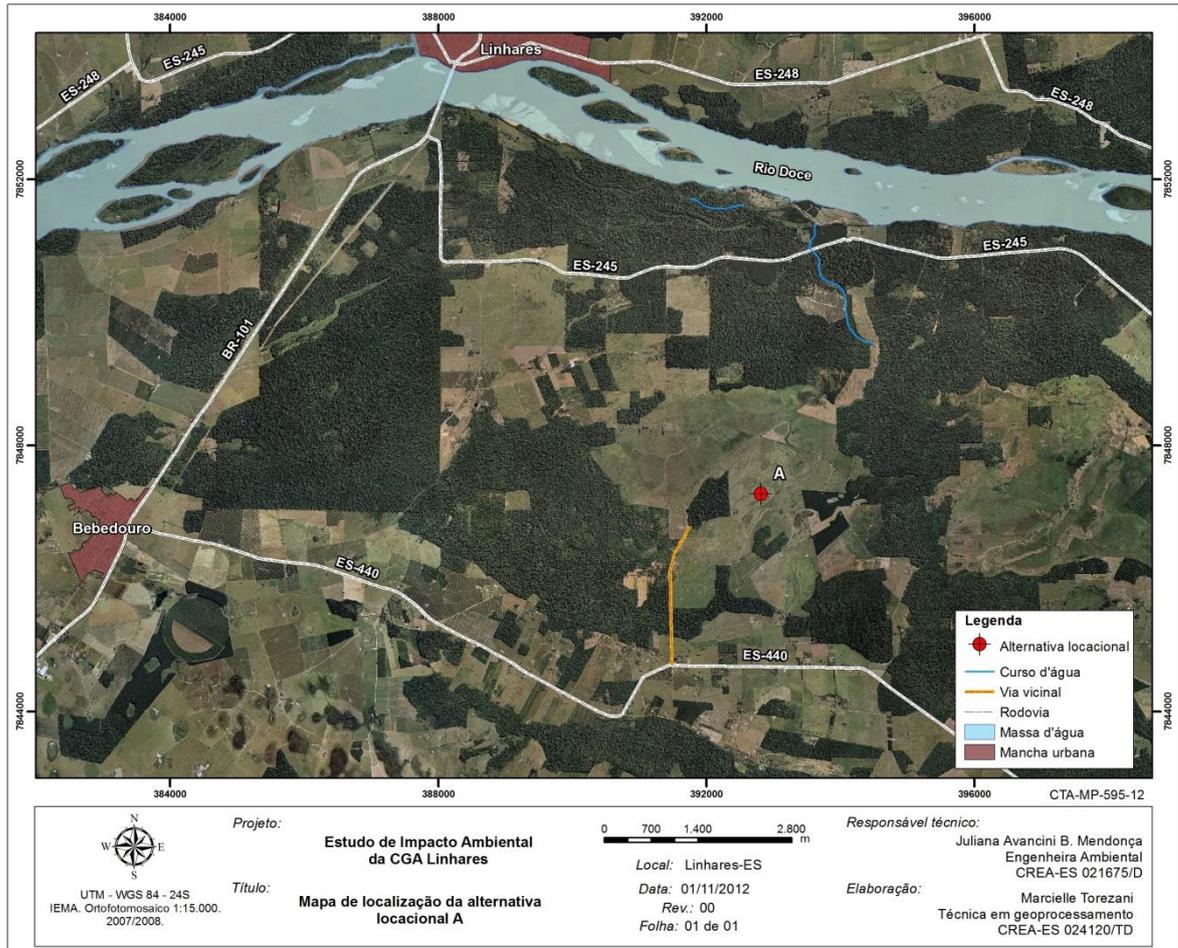


Figura 3-3: Mapa de localização da alternativa A.

Situada a margem direita da estrada, a área tem característica topográfica plana. A área é ocupada por pastagem e possui alguns fragmentos florestais. Constatou-se a ausência de corpo hídrico no seu entorno, sendo que o córrego mais próximo dista aproximadamente 2 km, e do rio Doce está a aproximadamente 3,5 km.

Das alternativas, a alternativa A é a que se encontra mais próxima de uma Unidade de Conservação, estando a 3,5 km da Floresta Nacional de Goytacazes, e do aeroporto de Linhares (11,3 km). O núcleo populacional mais próximo é a comunidade de Bebedouro, localizado a 9 km da referida área, e a sede do município de Linhares encontra-se a 6 km.

Segundo informações locais, trata-se de uma área sujeita a inundação. Portanto, conclui-se que o lençol freático esteja em um nível mais alto. Cabe ressaltar que

em consulta prévia junto ao proprietário, este demonstrou interesse de venda. A **Figura 3-4** e a **Figura 3-5** apresentam os registros fotográficos da área.



Figura 3-4: Vista geral da alternativa A.



Figura 3-5: Fragmentos florestais presentes na área.

- **Alternativa B**

A alternativa *B* situa-se na zona rural do município de Linhares, especificamente no distrito de Rio Quartel, e possui coordenadas UTM 377073 W / 7844608 S

(Figura 3-6). O acesso à área se dá por uma convergência à direita na BR-101 a aproximadamente 12 km da ponte de Linhares, no sentido Linhares – Vitória. O percurso até a área a partir da convergência é por uma estrada vicinal sem pavimentação (antiga estrada de acesso ao município de Colatina), porém em bom estado de conservação e com largura suficiente para o acesso de mais de um veículo, num trecho de aproximadamente 5,6 km.

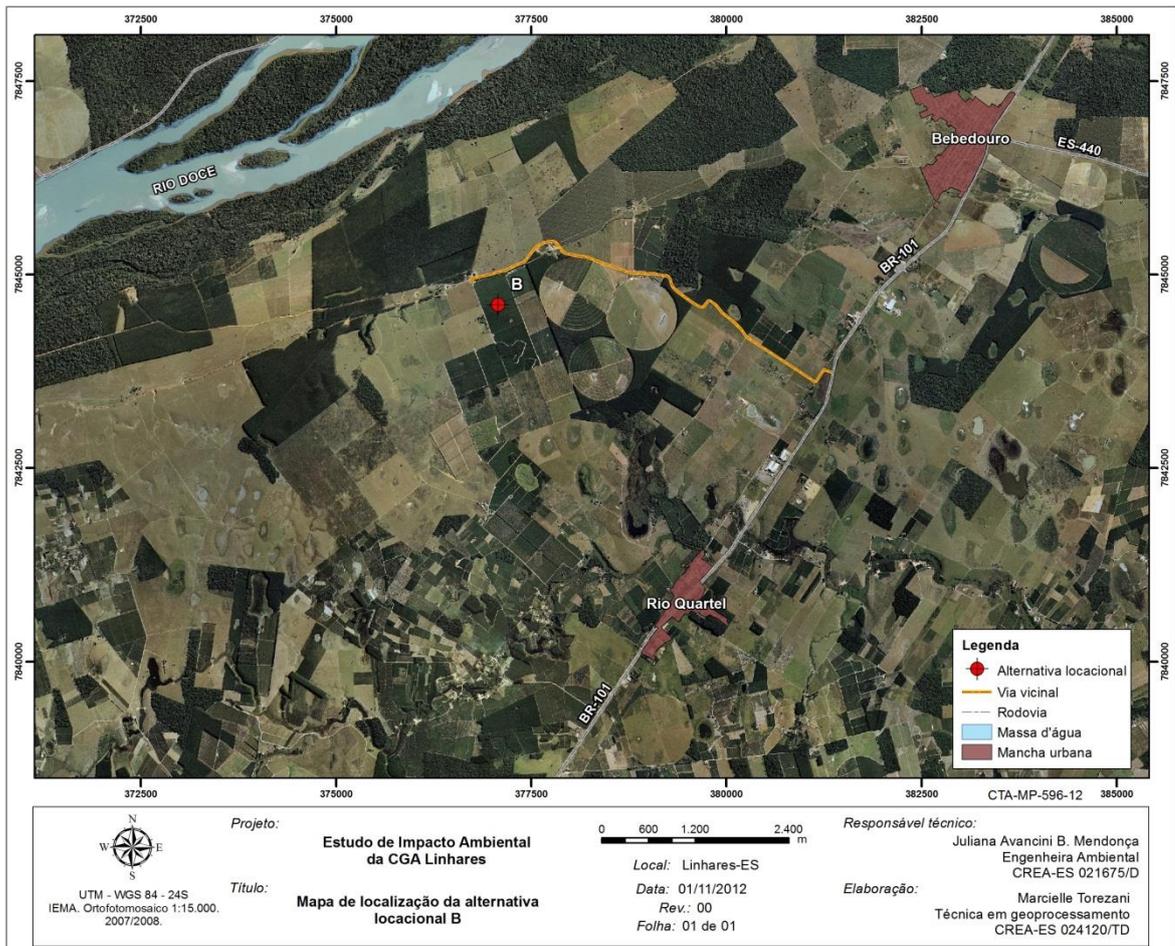


Figura 3-6: Mapa de localização da alternativa B.

Situada a margem esquerda da estrada, a área tem característica topográfica plana. O uso do solo é caracterizado por plantio de café e em alguns pontos são encontrados fileiras ou plantio de eucalipto. Constatou-se a ausência de corpo hídrico no seu entorno, sendo que o mais próximo é o Rio Doce e encontra-se a aproximadamente 2,3 km da área.

Esta alternativa está situada em cima de uma encosta, logo o solo tende a ser mais argiloso e com possibilidades de ter o lençol freático mais profundo.

A área está distante cerca de 7,5 km da Floresta Nacional de Goytacazes, estando assim, fora da zona de amortecimento, que é de 3 km (Resolução Conama nº 428/2010). O núcleo populacional mais próximo é a comunidade de Rio Quartel, localizado a 3,4 km da referida área.

Cabe ressaltar que esta área é de propriedade de três sócios, que estão desfazendo a sociedade, e um deles demonstrou interesse na venda. Tais informações foram repassadas pelo corretor de imóveis. A **Figura 3-7** e a **Figura 3-8** apresentam os registros fotográficos da área.



Figura 3-7: Plantação de café na área.



Figura 3-8: Área localizada a margem esquerda da estrada.

- **Alternativa C**

A alternativa C situa-se na zona rural do município de Linhares, no distrito de Desengano, e possui coordenadas UTM 361835 W / 7830705 S (**Figura 3-9**). O acesso se dá por uma convergência a direita na BR 101 no distrito de Guaraná, sentido Linhares – Guaraná, numa estrada pavimentada e em bom estado de conservação até a comunidade de Desengano, porém, este acesso possui alguns fatores negativos que influenciam na escolha de tal área. Apesar do bom estado de conservação no acesso, existe uma ponte que deverá ser ampliada e melhor estruturada, rampas acentuadas e bastantes curvas. A partir da comunidade de Desengano o acesso é por uma estrada sem pavimentação em um trecho de aproximadamente 1,0 km.

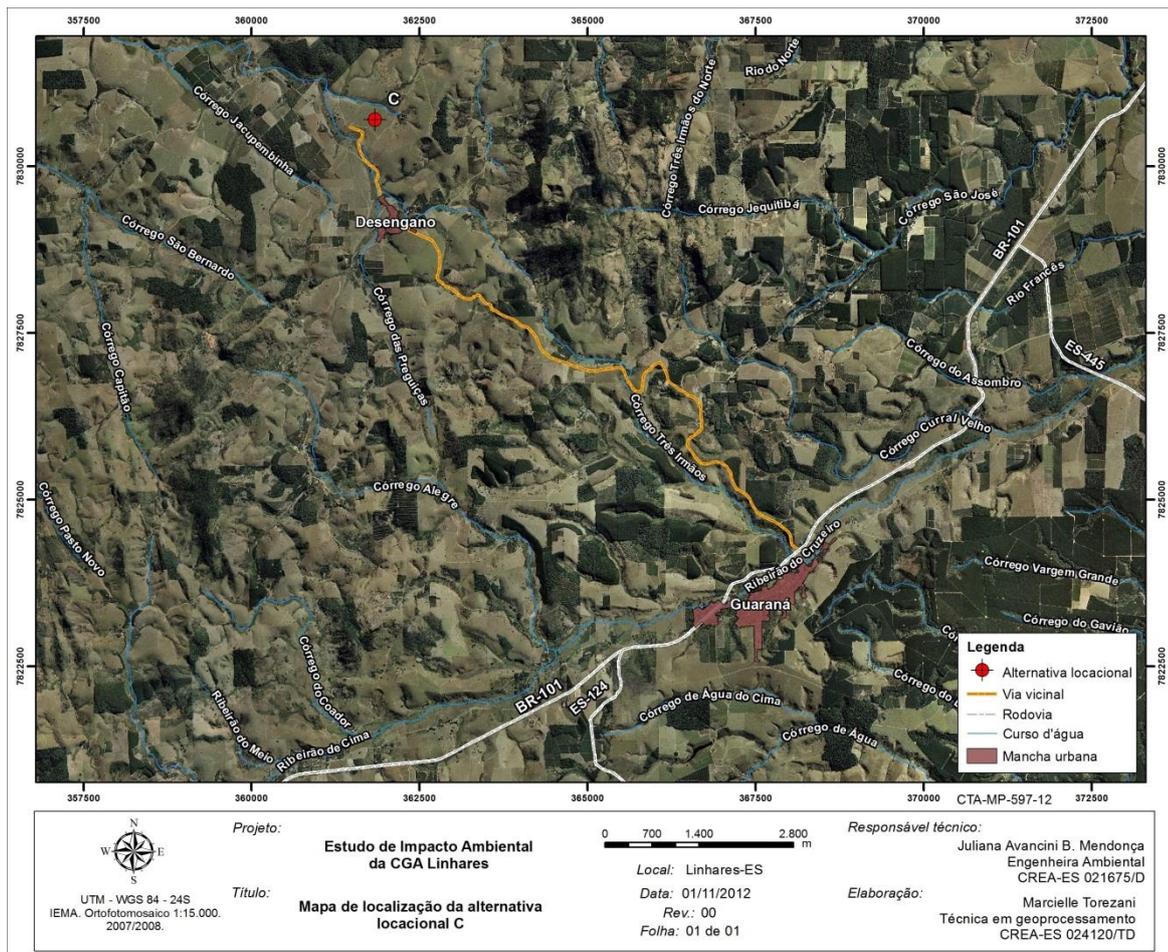


Figura 3-9: Mapa de localização da alternativa C.

A área está localizada na margem direita da estrada, a topografia consiste em uma encosta suave, e o uso do solo é caracterizado por pastagem. A aproximadamente 100 metros existe uma área alagada por onde passa o córrego denominado Desengano. A área está localizada às margens do córrego Desengano.

A Unidade de Conservação (Reserva Particular do Patrimônio Natural do Morro da Vargem - Mosteiro Zen) mais próxima está localizada numa distância superior a 15 km da área, no município de Ibirajú. Foi constatada a existência de algumas residências espalhadas no entorno da área, sendo que a mais perto se encontra a mais ou menos 300 metros.

Ressalta-se que o acesso a partir de Desengano se apresenta em estado ruim de conservação, sendo assim, para a implantação do empreendimento será necessário um investimento maior na sua recuperação e manutenção, e ainda, a área encontra-se distante da sede do município. O proprietário não foi localizado, portanto, não foi possível identificar o interesse em vender o imóvel. A **Figura 3-10**, **Figura 3-11** e **Figura 3-12** apresentam os registros fotográficos da área.



Figura 3-10: Ponte na estrada que liga Guaraná a Desengano e rampa após saída da ponte.



Figura 3-11: Estrada não pavimentada que dá acesso à área.



Figura 3-12: Vista geral da área ao fundo sendo possível visualizar a área alagada na cota inferior.

3.4.1.2 Metodologia de Avaliação das Alternativas Locacionais

Uma vez definidas as três opções de localização, nas quais foram consideradas as restrições ambientais e de projeto, passou-se a etapa seguinte, que correspondeu à definição dos critérios a serem utilizados para avaliação das alternativas locacionais ora apresentadas.

Os critérios para avaliação de cada uma das alternativas locacionais consideraram os diferentes aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, técnicos e econômicos, conforme demonstrado na **Tabela 3-2**.

Tabela 3-2: Critérios de avaliação utilizados para as alternativas locacionais estudadas.

Aspectos	Critérios de Avaliação
Aspectos Bióticos	Cobertura vegetalacional.
	Unidades de Conservação (UC).
	Áreas de Preservação Permanente (APP).
	Abrigo de fauna.
Aspectos Físicos	Cursos d'água.
	Áreas alagáveis (brejos e pastagens inundáveis).
	Características do solo.
	Relevo.
Aspectos Socioeconômicos	Zoneamento municipal.
	Proximidades com núcleos populacionais.
	Uso econômico da área.
Aspectos Técnicos e Econômicos	Terrenos disponíveis para compra/negociação.
	Proximidade com aeroportos.
	Acessos e rodovias.
	Infraestrutura disponível.

Para os aspectos bióticos foi considerada toda a área potencialmente suprimível de vegetação nativa, em função das atividades de instalação e operação do empreendimento. Para Áreas de Preservação Permanente (APPs), seguiu o disposto no Código Florestal (Lei nº 12.651/12), o qual dispõe os limites de APPs. Os abrigos de fauna foram considerados quanto à existência de matas, brejos, grutas ou outros ambientes favoráveis à fauna. A base técnica utilizada para análise das Unidades de Conservação foi a Lei 9.985/2000 e a Resolução Conama nº 428/2010 que limita o raio de três quilômetros para UC cuja zona de amortecimento não esteja estabelecida.

Para os aspectos físicos, foram avaliados o relevo de cada alternativa, as características do solo, os cursos d'água e as áreas alagáveis, considerando à interferência e proximidade do empreendimento sobre os mesmos. Para efeito de comparação foi utilizada a NBR 10.157/1987, a qual estabelece critérios para localização de aterros de resíduos perigosos.

Sobre os aspectos socioeconômicos, foram avaliadas a localização das alternativas em relação ao zoneamento municipal e as comunidades no seu

entorno imediato. O uso econômico da área foi correlacionado com o tipo de cultura e benfeitorias existentes.

Foram verificadas as proximidades das alternativas com os aeroportos existentes na região, seguindo o disposto na Resolução Conama nº04/1995, que estabelece a Área de Segurança Aeroportuária (ASA). Com relação aos aspectos técnicos e econômicos, também foram analisadas a condição de acessos às alternativas, a disponibilidade de infraestrutura e de aquisição dos terrenos.

Ainda dentro da metodologia concebida para avaliação comparativa entre as opções locacionais, foi estabelecida uma escala de valoração conforme a favorabilidade do critério utilizado, onde foi pré-definida uma pontuação que varia conforme a maior ou menor favorabilidade do critério em relação à opção estudada.

Desta forma, a **Tabela 3-3**, apresenta a escala de pontuação adotada no estudo de Alternativas Locacionais para as diferentes condições de favorabilidade do critério.

Tabela 3-3: Escala de valoração para os critérios utilizados no estudo de Alternativas Locacionais.

Pontuação a ser aplicada ao critério em avaliação	Condição de Favorabilidade
0,0 Ponto	Condição Desfavorável
1,0 Ponto	Condição Pouco Favorável
2,0 Pontos	Condição Favorável
3,0 Pontos	Condição Muito Favorável

Depois de avaliados todos os critérios, e estabelecida a pontuação obtida para cada um, a somatória com a maior pontuação corresponderá a melhor alternativa locacional para a implantação da CGA Linhares.

3.4.1.3 Avaliação das alternativas estudadas

A **Tabela 3-4** apresenta a avaliação comparativa entre as três opções de alternativas locais considerando-se os 15 critérios estabelecidos como prioritários para a avaliação socioambiental.

Tabela 3-4: Caracterização das alternativas locais por meio de notas aplicadas segundo o grau de interferência.

Aspectos	Critérios de Avaliação	ALTERNATIVAS LOCAIS		
		NOTAS*		
		A	B	C
Aspectos Bióticos	Cobertura vegetal	1,0	3,0	3,0
	Unidades de Conservação	1,0	3,0	3,0
	Áreas de Preservação Permanente	3,0	3,0	0,0
	Abrigo de fauna	0,0	2,0	2,0
Aspectos Físicos	Cursos d'água	2,0	3,0	0,0
	Áreas alagáveis	0,0	2,0	1,0
	Características do solo	0,0	3,0	2,0
	Relevo	1,0	3,0	1,0
Aspectos Socioeconômicos	Zoneamento municipal	1,0	1,0	1,0
	Proximidades com núcleos populacionais	3,0	3,0	2,0
	Uso econômico da área	3,0	2,0	3,0
Aspectos Técnicos e Econômicos	Terrenos disponíveis para compra	3,0	3,0	1,0
	Proximidade com aeroportos	1,0	1,0	3,0
	Acessos e rodovias	0,0	2,0	0,0
	Infraestrutura disponível	0,0	2,0	0,0
TOTAL		19	36	22

*Atribuições das Notas: **0,0** – Condição Desfavorável; **1,0** – Condição Pouco Favorável; **2,0** – Condição Favorável; **3,0** – Condição Muito Favorável.

3.4.1.4 Seleção da alternativa preferencial

Depois de avaliados e valorados (pontuados) todos os critérios para as três alternativas locais, apresenta-se na **Tabela 3-5** o resultado das somatórias obtidas para cada opção local.

Tabela 3-5: Resultado da pontuação das alternativas locais.

Alternativa	A	B	C
Total da Pontuação	19	36	22

Analisando-se os resultados das somatórias na tabela anterior verifica-se que a **Alternativa B** registrou a maior pontuação (36 pontos), correspondendo a alternativa preferencial para implantação da CGA Linhares, uma vez que é aquela que possui a maior favorabilidade para os critérios analisados, que representam as principais prioridades socioeconômicas e ambientais na região de estudo.

Na **Figura 3-13**, é possível verificar de forma comparativa, a representação gráfica das variáveis ambientais, tecnológicas e técnicas aplicadas nas três alternativas locais para o empreendimento. De maneira geral, é possível verificar que a alternativa A apresenta as menores notas dos atributos considerados neste estudo e a **alternativa B** apresenta o melhor resultado.

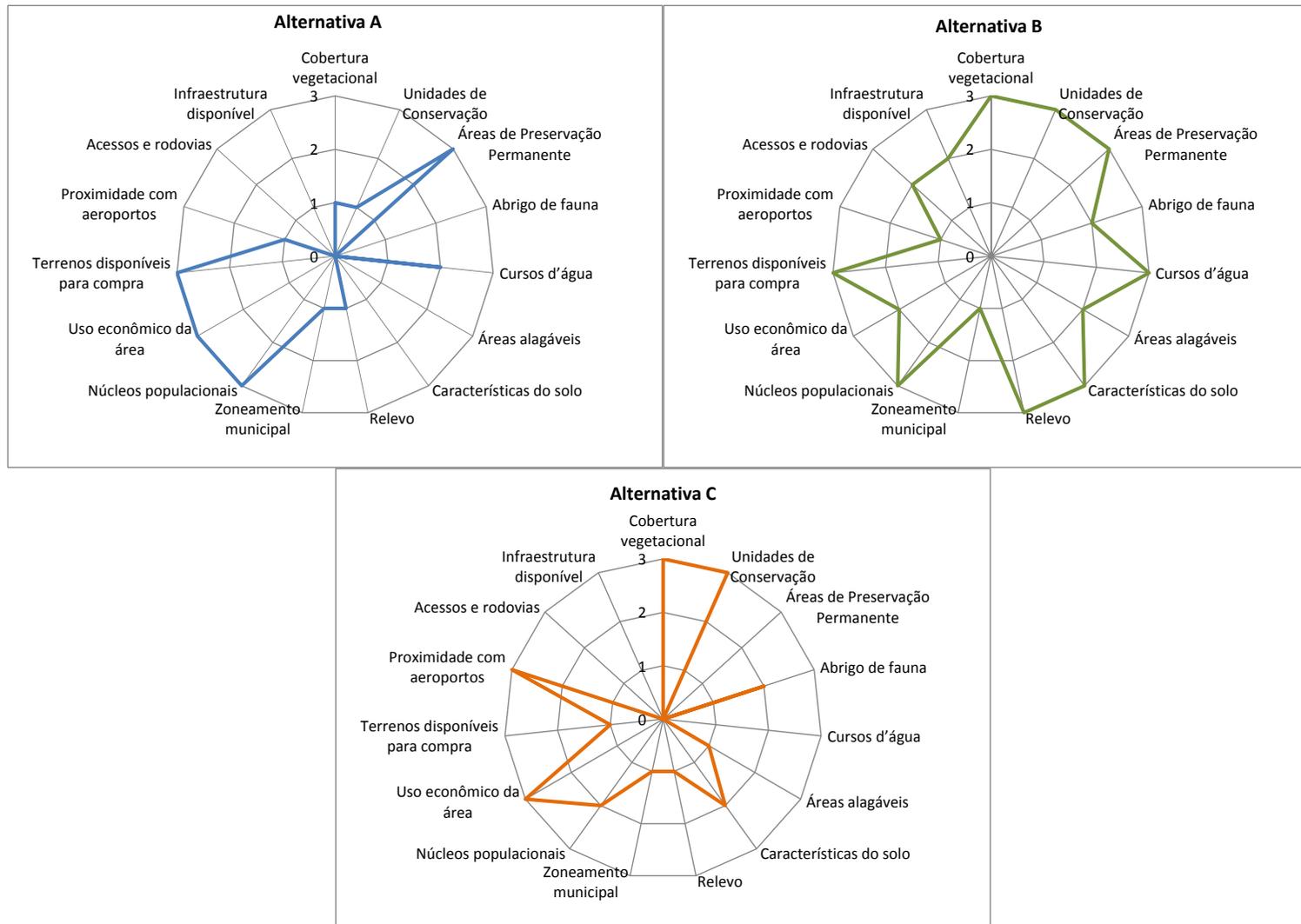


Figura 3-13: Representações gráficas das variáveis ambientais aplicadas nas alternativas locais.

3.4.2 Alternativas Tecnológicas

As tecnologias de tratamento e destinação aplicáveis para uma unidade de tratamento de resíduos sólidos devem contemplar os aspectos físicos e operacionais do sistema, bem como atentar para cuidados especiais requeridos para um sistema, geralmente complexo, e que envolve segurança operacional extra, principalmente quando comparada a outras tecnologias de tratamento de resíduos.

A seguir são descritos os dois processos térmicos avaliados para o tratamento de resíduos infecciosos (RSSS): Autoclavagem e Incineração.

Autoclavagem: Trata-se de processos térmicos operados a temperaturas da ordem de 120°C, sob pressão, que visam à esterilização do resíduo, para sua disposição posterior em aterro sanitário de lixo doméstico. A operação do sistema de autoclavagem consiste na alimentação em bateladas da câmara de autoclavagem e processamento pelo tempo de detenção recomendado pelo fabricante.

Os sistemas de autoclavagem são bastante simplificados, e consistem no tratamento dos resíduos a altas temperaturas o que provoca a eliminação total de organismos patogênicos, potencialmente infecciosos, não promovendo, porém, a redução de volume (nem a destruição de matéria orgânica), uma vez que não utilizam a conversão térmica como via de desinfecção.

A autoclavagem vem sendo largamente difundida para o tratamento de resíduos infecciosos pelo fato de não oferecer riscos ambientais potenciais.

Incineração: A incineração pode ser definida sumariamente como um sistema ou um processo que promove a redução do volume e do peso dos resíduos através da combustão controlada. Outra maneira de se definir o processo é que ele consiste no método de tratamento que utiliza a decomposição térmica via

oxidação, com o objetivo de tornar os resíduos menos volumosos, menos tóxicos, ou atóxicos, ou ainda eliminá-los. Se for considerada uma combustão ideal, a incineração gera remanescentes que se constituem basicamente de gases CO, SO_x, NO_x, N₂ e O₂ provenientes da queima com o ar atmosférico alimentado em excesso, vapor d'água, escória e cinzas (óxidos metálicos, aglomerados inorgânicos, vitrificados etc.). Além de se aprimorar o processo de combustão a temperatura e tempos de residência adequados, é necessário o controle de emissões gasosas por sistemas complexos de depuração de gases de combustão. A combustão incompleta, geralmente em incineradores com projeto deficiente ou mal operado, gera remanescentes tóxicos e indesejáveis, como o CO, fuligem, hidrocarbonetos voláteis, peróxidos, compostos organo-clorados, dioxinas, furanos entre uma série de outros compostos. As cinzas geradas na queima de resíduos domiciliares e de serviços de saúde devem ser dispostas em aterros apropriados, de acordo com sua classificação.

As unidades de incineração vão desde pequenas instalações, projetadas para queimar apenas um tipo de resíduo específico, que em geral são operadas pelo próprio gerador, até grandes unidades com capacidade para queimar grandes quantidades de resíduos provenientes de diversas fontes geradoras. Algumas plantas de incineração estão associadas a sistemas de recuperação térmica, como geração de vapor ou ainda associadas a sistemas de produção de energia elétrica, com geração de vapor e turbogeradores.

Mesmo sendo um processo largamente utilizado a nível mundial, em vários países desenvolvidos como os Estados Unidos, Japão e diversos países europeus, existe hoje uma polêmica em torno de sua utilização, promovida por entidades ambientalistas, no que diz respeito às emissões de poluentes atmosféricos tóxicos e danosos à saúde humana, principalmente as dioxinas, furanos e PCBs (compostos organo-clorados).

Embora um dos processos de grande eficiência para a inertização de resíduos contaminantes (ex. RSSS), ou ainda infecciosos, seja a incineração, pelo fato de

que a conversão térmica dos resíduos reduz substancialmente os volumes de resíduos a serem dispostos em aterros, a incineração requer um rigoroso controle operacional e um sistema eficiente de descontaminação dos gases efluentes, o que torna o processo caro e visto como de grande potencial de impacto ambiental.

Ante o exposto, o processo escolhido para ser implantado para o tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde na CGA Linhares é o sistema de tratamento térmico pelo processo de Autoclavagem. O equipamento de esterilização de RSSS a ser implantado com tecnologia de autoclavagem deverá ser moderno e não poderá apresentar riscos à população e ao meio ambiente.

3.5 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO EMPREENDIMENTO

A CGA Linhares será instalada no município de Linhares/ES, o qual se encontra na latitude sul de 19,39111 e uma longitude oeste de 40,07222, numa região conhecida como "Baixo Rio Doce". A referida localidade possui uma área de 3.450 km², sendo o maior município em área territorial do estado do Espírito Santo. A BR 101 que liga o Sul e o Nordeste do Brasil, também está presente no município e é por onde são escoados os principais produtos da região.

O município está distante 130 km de Vitória (capital do Espírito Santo) e 86 km de São Mateus, município ao norte. Além do distrito sede (Linhares), o município possui 8 distritos: Bebedouro, Desengano, Regência, Povoação, Pontal do Ipiranga, Farias, Rio Quartel e São Rafael (**Figura 3-14**).

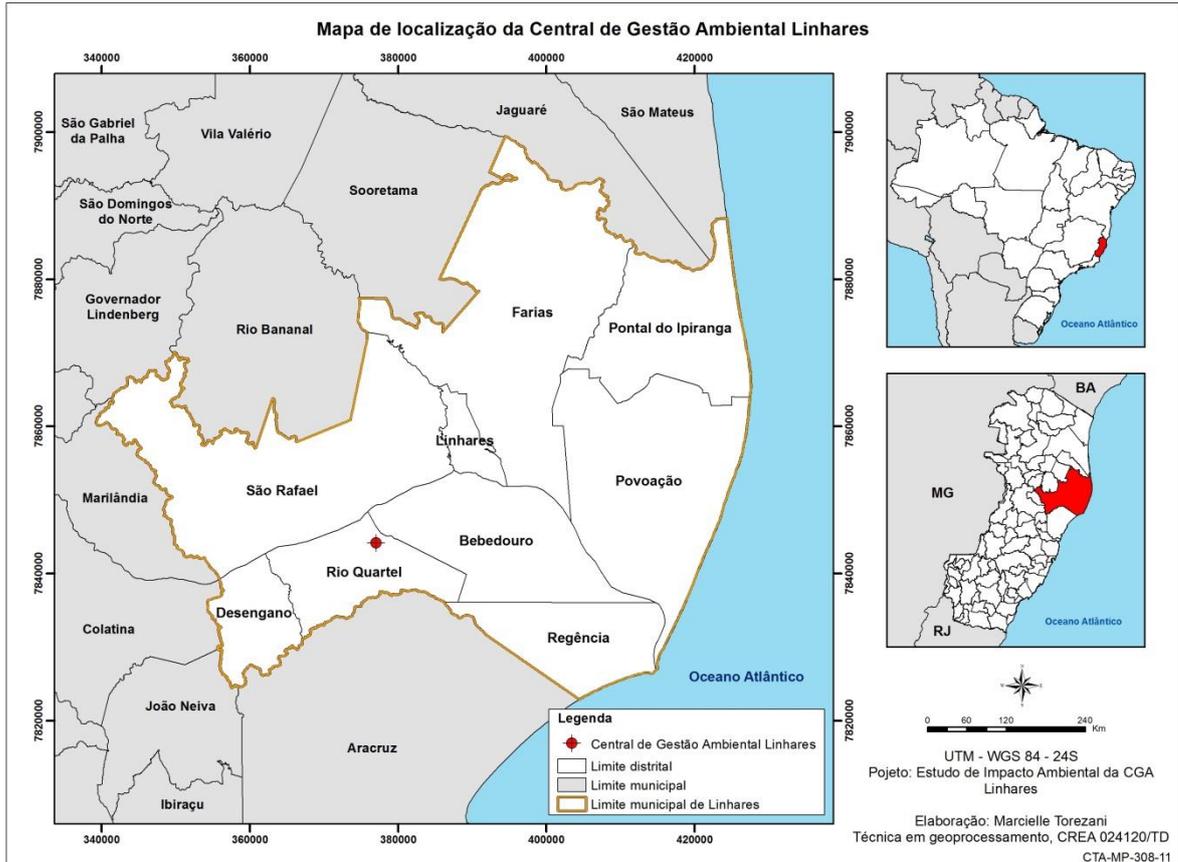


Figura 3-14: Mapa de localização político-administrativo do empreendimento.

A implantação da CGA Linhares será localizada mais especificadamente na zona rural do município de Linhares/ES, no Distrito de Rio Quartel, em terreno de propriedade da empresa Vital Engenharia Ambiental S.A., distante aproximadamente 20 km da sede do município.

A propriedade onde será instalado o empreendimento possui aproximadamente 93 ha e está a uma distância de 5,6 km em via local não pavimentada (estrada do Poção) do entroncamento do km 162,5 da rodovia BR-101. Os centros populacionais mais próximos são Bebedouro, que dista da área 5,5 km e Rio Quartel, que dista da área 3,4 km (em linha reta). O **ANEXO II** apresenta o mapa de localização da CGA Linhares, no município de Linhares (ES), destacando ainda as principais vias a serem utilizadas para acesso ao empreendimento.

A área destinada à CGA Linhares está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, distando de suas margens em seu ponto de maior proximidade 2,3 km. O uso do solo é caracterizado por plantio de café e em alguns pontos são encontrados fileiras ou plantio de eucalipto. A Unidade de Conservação (Floresta Nacional de Goytacazes) mais próxima está localizada numa distância superior a 7 km da área, estando assim, fora da zona de amortecimento, que é de 3 km (Resolução Conama nº 428/2010). As coordenadas limítrofes da área de implantação do empreendimento são apresentadas, com base no Datum WGS 84, na **Tabela 3-6**.

Tabela 3-6: Coordenadas em UTM (*Datum* WGS84, 24K) da área de implantação da CGA Linhares.

PONTO	E	N
P01	376720	7844935
P02	377156	7845045
P03	377620	7843842
P04	376536	7843416
P05	376371	7843858
P06	377028	7844124

A Resolução Conama nº 04/1995, que estabelece as Áreas de Segurança Aeroportuária – ASA, determina um raio de 20 km para aeroportos que operam com IFR e um raio de 13 km para os demais aeródromos. O terreno de implantação da CGA Linhares está distante aproximadamente 18,5 km do aeroporto de Linhares, o qual não opera com regras de voo por instrumentos (IFR), portanto encontra-se fora da ASA referente a este aeródromo. Ainda assim, o **ANEXO III** apresenta o ofício do COMAR (Terceiro Comando Aéreo Regional) deferindo o pedido de autorização para implantação da CGA Linhares.

De acordo com Plano Diretor Municipal – PDM de Linhares (Lei Complementar nº 11, de 17 de janeiro de 2012), o terreno de instalação do empreendimento situa-se na Zona Rural de Uso Intensivo do município. A anuência da Prefeitura Municipal de Linhares quanto ao uso e ocupação do solo para exercício da atividade encontra-se no **ANEXO IV**.

3.6 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O **ANEXO V** apresenta o cronograma físico-financeiro da CGA Linhares, com a previsão das etapas de execução do empreendimento.

3.7 CENÁRIO ATUAL DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Em agosto de 2010, com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) ficou estabelecido que a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos no país deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após esta data, significando o fim dos lixões a céu aberto no país até agosto de 2014. Tal política é vista como um marco regulatório para o setor de resíduos no Brasil, já que contribui para a solução de problemas ambientais, sociais e econômicos, trazendo princípios, diretrizes e metas a serem cumpridas pelos diversos atores que participam do ciclo de vida dos produtos.

Neste sentido, o estado do Espírito Santo articulou a erradicação de todos os seus lixões a céu aberto até 2010 através de um projeto, intitulado “Espírito Santo Sem Lixão”, visando à instalação de três sistemas regionais de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos (Região Norte, Região Doce Oeste e Região Sul) e de várias estações de transbordo em seu território. A meta, porém, não foi atingida. Os sistemas serão implantados por meio da formação de consórcios públicos regionais, dois dos quais já atuantes e em fase de contratação das obras (CONDOESTE e CONORTE). O consórcio CONSUL está em fase de finalização e iniciando a fase de projeto e estudos de impacto ambiental.

Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, da Associação Brasileira de ABRELPE, em 2012, foram gerados no Espírito Santo 2.956 ton/dia de resíduos sólidos urbanos. Deste total, 2.714 ton/dia foram coletados.

Considerando a população urbana no estado, o montante equivale a 0,908 kg/hab.dia de resíduo coletado. Tal indicador é o menor entre os dos estados da Região Sudeste, conforme apresentado na **Tabela 3-7**.

Tabela 3-7: Coleta de RSU no Estados da Região Sudeste.

Estado	População Urbana 2012 (hab.)	RSU Coletado (ton/dia)	RSU Coletado por Habitação (kg/hab.dia)
Espírito Santo	2.987.670	2.714	0,908
Minas Gerais	16.953.796	16.011	0,944
Rio de Janeiro	15.694.169	20.450	1,303
São Paulo	40.177.103	55.967	1,393

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2013).

Quanto à destinação do resíduo coletado, pela **Figura 3-15**, observa-se que, em 2012, a maioria dos RSU foi destinada a aterros sanitários localizados no estado. Entretanto, grande parte deste resíduo ainda é disposta de maneira inadequada, seja em aterros controlados (23%) ou em lixões a céu aberto (13,1%).

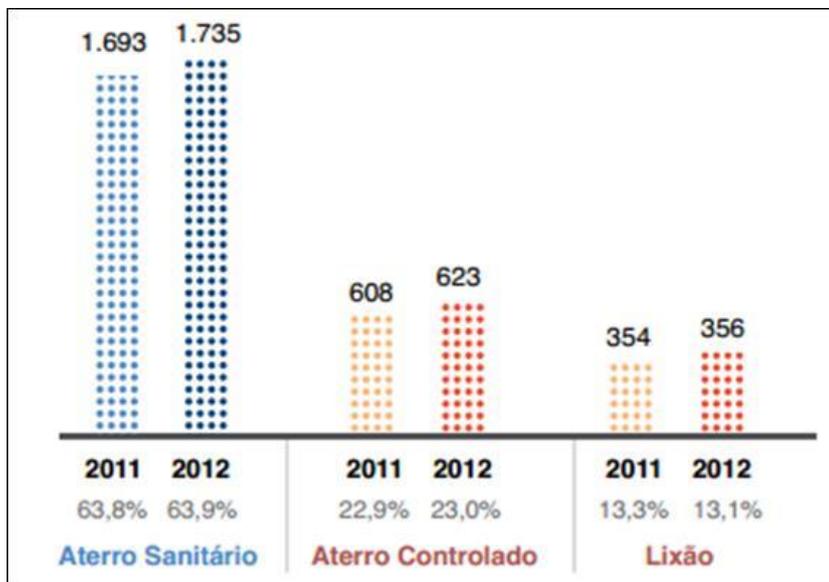


Figura 3-15: Destinação final de RSU no Espírito Santo, em toneladas.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2013).

Conforme informações apresentadas no VIII Seminário Nacional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, promovido pelo Instituto de Desenvolvimento Integrado para Ação Social (Ideias/ES), o estado do Espírito Santo vem evoluindo, nos últimos anos, no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos. Tal fato possivelmente relaciona-se ao desenvolvimento das políticas e planos nacional e estadual de resíduos sólidos, integrado ao reconhecimento da urgência e gravidade da problemática. De acordo com esta fonte, em 2012, 53,8% dos municípios capixabas dispunham seus resíduos em aterros sanitários (42 municípios), enquanto que em 2007, este número era de apenas 26 municípios. A **Tabela 3-8** apresenta o diagnóstico dos resíduos sólidos nestes anos.

Tabela 3-8: Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos (2007/2012).

Situação dos RSU	2007	2012
Município com disposição inadequada	52	36
Município com destinação para aterro	26	42
Nº de Lixões Ativos	102	Dado não disponível*
Nº Aterros Licenciado	4	4
Nº Aterros em Licenciamento	1	6
Nº Transbordo Licenciado	4	7
Nº Transbordo em Licenciamento	3	10

Fonte: Instituto IDEIAS/ES (2012). * Em atualização.

No contexto municipal, os resíduos de Linhares são compostos por restos domésticos, construtivos e hospitalares. A coleta e o destino são executados por empresa contratada pela prefeitura (Vital Engenharia Ambiental S.A.), pela qual o lixo doméstico, aproximadamente 2.500 ton/mês é levado para uma Estação de Transbordo, localizada em uma área rural próxima ao bairro Três Barras. Em seguida, o resíduo é transportado através de caminhões para um aterro sanitário da cidade de Cariacica/ES. Os entulhos são depositados em um terreno situado entre os bairros Linhares V e São José, sendo reaproveitado como aterro de estradas. Já os resíduos hospitalares, cerca de 4 ton/mês, são recolhidos e seguem para o município de Colatina/ES onde são incinerados (PREFEITURA DE LINHARES, 2013).

3.8 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

As informações referentes a este item foram adaptadas do Memorial Descritivo da Concepção Básica da Central de Gestão Ambiental Linhares desenvolvido pela empresa Azambuja Engenharia e Geotecnia Ltda., contratada pela Vital Engenharia, para elaboração do projeto de engenharia do empreendimento. Os desenhos (plantas) de detalhamento da concepção encontram-se no **ANEXO VI**.

3.8.1 Layout Geral

O layout do empreendimento apresentando as unidades previstas para o projeto é apresentado no **ANEXO VII**.

3.8.2 Caracterização dos resíduos a serem dispostos na CGA Linhares

3.8.2.1 Origem

A norma brasileira ABNT NBR 10004 - Resíduos Sólidos – Classificação (2004) fornece subsídios para o gerenciamento de resíduos sólidos e define que:

“A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

A segregação dos resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, onde a descrição de matérias-primas, de insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser explicitados.

A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem.”

Desta forma, necessariamente, a caracterização e classificação dos resíduos a serem recebidos para disposição final na CGA Linhares iniciará na identificação do processo ou atividade que lhes deu origem.

Os resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente são classificados em dois grupos – perigosos (classe I) e não perigosos (classe II), sendo este último subdividido em não inertes (classe II-A, classe da qual fazem parte os resíduos sólidos urbanos) e inertes (classe II-B). A **Figura 3-16** é a reprodução da Figura 1 da NBR 10004 e ilustra a classificação dos resíduos sólidos definida por esta norma.

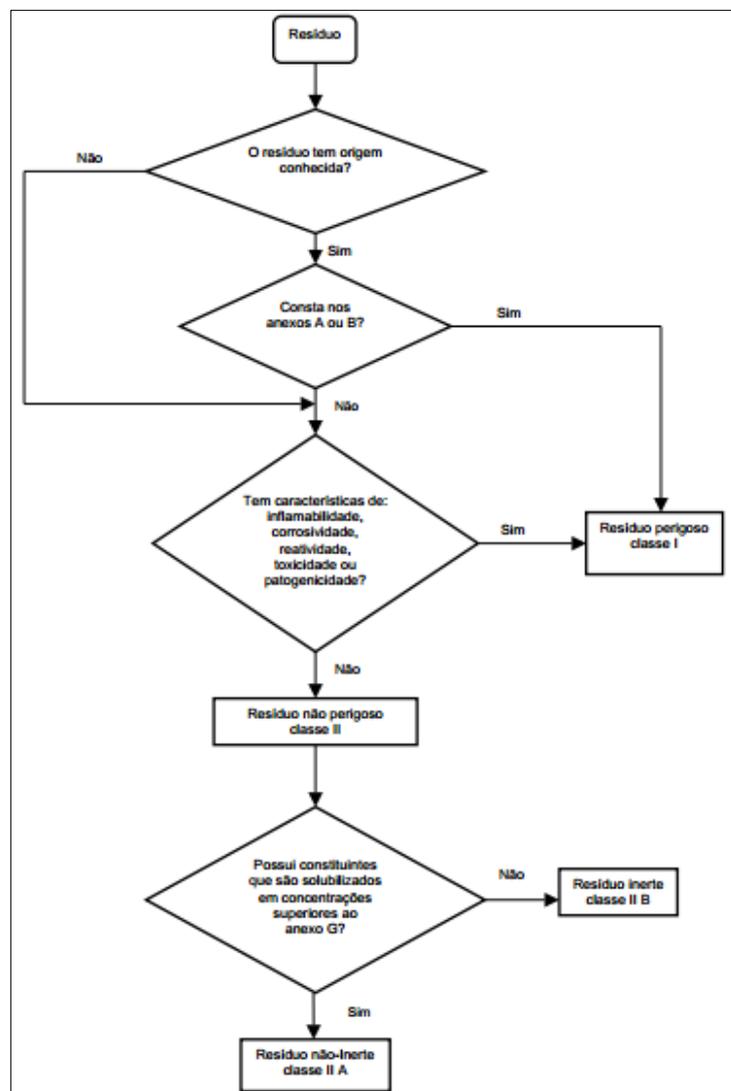


Figura 3-16: Caracterização e classificação de resíduos sólidos. **Fonte:** NBR 10004/2004.

A concepção do empreendimento prevê o recebimento de resíduos das classes I e II-A definidas conforme a NBR 10004 (**Quadro 3-1**).

Resíduos cadastrados na origem, que tenham sido classificados como pertencentes à classe II, que não sejam passíveis de reaproveitamento e tenham sido transportados até a Central por transportadores cadastrados deverão, após inspeção visual da carga a ser realizada durante o procedimento de pesagem, ser encaminhados para o aterro de disposição de resíduos classe II.

Resíduos cadastrados na origem, que tenham sido classificados como pertencentes à classe I, que não sejam passíveis de reaproveitamento e tenham sido transportados até a Central por transportadores cadastrados poderão, após passarem por inspeção visual a ser realizada no interior do pavilhão de armazenamento provisório, ser encaminhados para as valas de disposição de resíduos classe I.

Os resíduos de origem industrial, pertencentes à classe I e ou os pertencentes à classe II que sejam passíveis de aproveitamento serão, depois de pesados, encaminhados para o sistema de armazenamento provisório enquanto aguardam a definição do melhor processo de tratamento e/ou disposição a ser empregado, dentro de condições seguras do ponto de vista ambiental. Os resíduos de origem desconhecida não serão recebidos pela central.

Uma tipologia específica de resíduos a serem recebidos pela Central são os resíduos de serviços de saúde que são caracterizados pela Norma ABNT NBR 10004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade.

Quadro 3-1: Classificação dos Resíduos Sólidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).

CLASSE	CARACTERÍSTICAS
CLASSE I - RESÍDUOS PERIGOSOS	Aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar:
	a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
	b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.
	Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade são características da periculosidade de um resíduo.
	Exemplos: borras de tinta, lodo de galvanoplastia, Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), solventes, substâncias cloradas e contendo metais pesados, outros.
CLASSE II A - RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS (NÃO INERTES)	Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes.
	Os resíduos classe II A podem ter propriedades, tais como a biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
	Exemplo: lixo domiciliar urbano (doméstico e comercial), sucata de metais ferrosos e não ferrosos, papel, plástico, borracha, madeira, materiais têxteis, outros.
CLASSE II B - RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS (INERTES)	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Exemplo: cacos de vidro, entulho de construção, refratários, outros.

Fonte: ABNT, 2004.

Devido à diversidade das características dos Resíduos de Sólidos Industriais (RSI) a serem abarcados pela CGA Linhares, inicialmente torna-se necessária à identificação dos resíduos que não poderão ser recebidos, sendo estes:

- Resíduos explosivos;
- Resíduos com teor de Bifenilas Policloradas superior a 500 ppm;
- Resíduos radioativos.

Os demais RSI, após sua identificação, pesagem, amostragem e realização de ensaios analíticos de caracterização e tratabilidade deverão ser encaminhados para as unidades, conforme os critérios de admissibilidade definidos nesta concepção básica.

3.8.2.2 Quantidade Diária e Mensal de Resíduos

3.8.2.2.1 Resíduos Classe II-A

A CGA Linhares foi concebida para receber uma demanda diária de resíduos integrantes da Classe II, conforme a NBR 10004, de **915 t/dia**.

Esta demanda total será distribuída entre Resíduos Domiciliares e Industriais da Classe II-A. Conjectura-se que, aproximadamente, 600 t/dia venham a ser constituídas por Resíduos Domiciliares e que as 315 t/dia complementares venham a ser compostas por Resíduos Industriais diversos da Classe II provenientes de geradores cadastrados.

Desta forma, os acessos, áreas de disposição e equipamentos necessários à operação foram dimensionados para uma demanda mensal de 23.790 toneladas mensais dispostas.

Para o projeto do aterro considerou-se que os resíduos dispostos serão compactados pelo método de compactação em rampa com passagens sucessivas do equipamento de espalhamento que deverá ser um trator de esteiras do tipo CAT D6 ou CAT D8.

Em cada camada os resíduos deverão ser descarregados no pé do talude, empurrados de baixo para cima e compactados com pelo menos 5 passadas do trator de esteiras de forma a que se obtenha, nas camadas compactadas, um peso específico mínimo de 1,0 t/m³.

3.8.2.2.2 Resíduos Classe I

A CGA Linhares foi concebida para receber e tratar uma demanda diária de resíduos integrantes da Classe I, conforme a NBR 10.004, de **15 t/dia**.

Desta demanda total, estima-se que aproximadamente 7 t/dia serão dispostas diretamente nas células de disposição de resíduos industriais classe I, 4t/dia serão encaminhadas as unidades de solidificação e estabilização e 4 t/dia serão encaminhadas para a unidade de blendagem.

Desta forma, os acessos à área de tratamento e disposição dos resíduos da classe I, áreas de disposição e equipamentos necessários à operação foram dimensionados para uma demanda mensal de 390 toneladas.

3.8.2.2.3 Resíduos de Serviços de Saúde

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) são caracterizados pela Norma ABNT NBR 10004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade.

São considerados resíduos sólidos de serviços de saúde todos os produtos resultantes de atividades médicos-assistenciais e de pesquisa na área de saúde, voltadas às populações humana e animal, compostos por materiais biológicos, químicos e perfurocortantes, contaminados por agentes patogênicos, representando risco potencial à saúde e ao meio ambiente, conforme definidos em Resolução CONAMA 358/2005, que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo tratamento prévio à sua disposição final.

O gerenciamento de resíduos de serviços de saúde é regulamentado pela Resolução RDC 306/2004 e Resolução CONAMA 358/2005. Todos os estabelecimentos de saúde geradores de resíduos de serviços de saúde devem elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS, atendendo a critérios técnicos, legislação sanitária e ambiental, normas locais dos serviços de limpeza urbana e contemplando todas as etapas

do manejo de RSS desde a segregação até disposição final. O empreendimento receberá para tratamento e disposição apenas resíduos de geradores cadastrados e que possuam o PGRSS.

Atualmente são coletados mensalmente em Linhares, pela Vital Engenharia, 12 toneladas de resíduos sólidos de serviços de saúde. A CGA Linhares foi concebida para receber a instalação de uma unidade de tratamento de RSS com capacidade operacional de **100 kg/hora** de resíduos esterilizados.

3.8.2.2.4 Resíduos de Fossa Séptica

A CGA Linhares foi concebida para receber e desidratar uma quantidade mensal de **3.500 m³** de lodo de fossa séptica

3.8.3 Transporte e Recepção dos Resíduos

O transporte dos resíduos poderá ser realizado de diversas maneiras e deverá ser analisado separadamente com relação à classificação dos mesmos. Para o transporte dos resíduos um estudo preliminar do roteiro viário (Plano de Tráfego) deverá ser realizado para cada caso. Este estudo deverá ser parte integrante das negociações contratuais para o tratamento dos resíduos.

3.8.3.1 Horário de recebimento de resíduos

O projeto da CGA Linhares visa viabilizar o recebimento de resíduos 24 horas por dia. Para tanto, prevê-se a implantação de um sistema de iluminação de acessos internos e áreas de armazenamento e disposição de resíduos.

Prioritariamente as operações de disposição de resíduos deverão ser realizadas no horário compreendido entre 6 horas da manhã e 20 horas da noite.

3.8.3.2 Sistemática de Controle e Frequência de Recebimento de Resíduos

O controle será feito em três níveis diferentes e independentes um do outro permitindo aumentar a segurança na admissão dos resíduos, através do confronto dos dados recolhidos para um cada desses níveis.

Os três níveis de controle são:

- Controle na entrada da CGA (qualitativo);
- Controle na balança (qualitativo e quantitativo);
- Controle no descarregamento (qualitativo).

3.8.3.2.1 Controle da Entrada dos Resíduos

Na portaria do empreendimento existirão vigias encarregados do controle geral das entradas na CGA. Eles terão orientação expressa no sentido de só permitir a entrada de pessoas autorizadas e em medida de provar essa autorização por meio de um documento ou por verificação com a gerência geral ou administrativa da CGA.

Em particular para os caminhões transportadores de resíduos será estabelecida uma lista onde serão identificadas as empresas de coleta e transporte de resíduos devidamente autorizadas a encaminhar os resíduos para a CGA.

Além disso, nessa lista, cada empresa identificará todos os caminhões que possam desejar adentrar à Central, indicando:

- Modelo do caminhão;
- Cor do caminhão;

- Chapa;
- Proveniência(s) dos resíduos e tipo de resíduos por proveniência.

Os caminhões não constantes dessa lista não poderão descarregar na CGA e deverão esperar no pátio de estacionamento a regularização da situação ou retornar-se para a sua origem.

Será da responsabilidade de cada empresa manter atualizada essa lista, indicando os novos caminhões. Nesse processo de introdução de novos caminhões, a empresa deverá provar por atestados dos seus clientes a origem e natureza dos resíduos trazidos.

O vigia registrará todas as entradas em dois registros diferentes:

- Registro das visitas, contendo:
 - Data e hora de entrada;
 - Tipo do veículo;
 - Placa do veículo;
 - Motivo da visita.
- Registro das entradas de resíduos, contendo:
 - Data e hora de entrada;
 - Placa do veículo.

3.8.3.2.2 Controle da Qualidade dos Resíduos

É necessário definir quais são os tipos de resíduos que podem ser encaminhados diretamente para disposição e quais deverão ir para a Unidade de Armazenamento Provisório e definir procedimentos de controle de entrada/qualidade desses resíduos.

a) Lista dos resíduos admissíveis na CGA

Os resíduos susceptíveis de serem admitidos na CGA são os classificados como sendo das classes I e II-A da NBR 10.004.

b) Lista dos resíduos não admissíveis na CGA

Os resíduos que não poderão ser recebidos são:

- Resíduos explosivos;
- Resíduos com teor de Bifenilas Policloradas superior a 500 ppm;
- Resíduos radioativos.

c) Aceitação Prévia

Resíduos que não tenham tido amostras enviadas pelo cliente à CGA anteriormente para realização de análises de classificação não poderão adentrar e ser descarregados na central.

Esse pedido deverá ser acompanhado de uma identificação completa do ou do(s) resíduo(s), da(s) empresa(s) de transporte e dos veículos utilizados (modelo, chapa) assim como da indicação das quantidades e frequência de entrega previsíveis.

Essas informações serão registradas nas listas de veículos autorizados a trazer resíduos para a Central e servirá para a efetivação de controles qualitativos na entrada e na balança.

d) Controle na Balança

O controle na balança da qualidade dos resíduos será feito em dois estágios:

- Primeiro estágio: os caminhões serão identificados conforme as listas atualizadas. O operador da balança poderá assim verificar quais são os resíduos que esse caminhão é suscetível de trazer. No caso dele poder trazer resíduos de várias fontes o operador questionará o motorista do caminhão a fim de identificar o seu cliente.
- Segundo estágio: No caso do veículo não poder ser vistoriado (caso dos compactadores) uma comunicação será feita com a área de descarregamento a fim de eles prestarem atenção particular no momento do descarregamento desse veículo.

Nesta etapa será verificada também a documentação que acompanha o transporte dos resíduos (Manifesto de Carga).

Esse procedimento se traduz pela necessidade de se manter atualizado um registro de admissão, onde a operadora consigna para cada veículo que traz os resíduos, as seguintes informações:

- A tonelagem e a natureza dos resíduos;
- O local de procedência e a identificação do gerador;
- A data e a hora do recebimento;
- A identidade do transportador;
- A placa do veículo;
- O resultado de eventuais controles de admissão;
- As recusas de admissão.

A operadora informará também, no registro de admissão ou em um registro complementar vinculado de modo preciso ao mesmo, os resultados de todas as análises efetuadas nos resíduos a serem admitidos em seu local.

Os resíduos que não respeitarem os critérios de admissão serão sistematicamente recusados e orientados a um processo de eliminação adequado. Esses rejeitos serão consignados em um registro mantidos à disposição da administração de controle.

e) Controle Visual no Descarregamento - Disposição Direta

O controle na descarga dos caminhões será visual, executado pelo fiscal de aterro presente no cais de descarregamento, ao qual é qualificado para identificar os resíduos proibidos de entrar no local.

Os operadores da área de descarga receberão uma formação específica permitindo a identificação de resíduos por meio visual e/ou olfativo.

No caso da ocorrência da disposição direta de resíduos não autorizados, um boletim de ocorrência deverá ser imediatamente emitido para o gerente geral da unidade e deverão ser realizadas as medidas de isolamento dos resíduos imediatamente a fim de evitar qualquer risco para o pessoal da operação.

Uma vez melhor identificados os resíduos, as medidas necessárias serão tomadas podendo ser principalmente uma recarga dos resíduos no próprio caminhão que os levou e reexpedido para o gerador.

f) Controle da Quantidade dos Resíduos

O controle quantitativo dos resíduos encaminhados à CGA será feito através da pesagem dos caminhões em balança do tipo rodoviária. Os veículos serão pesados cheios e vazios para a determinação das cargas de resíduos.

Através do uso de um software específico, as informações sobre os veículos, cargas e horários que serão sistematicamente registradas e armazenadas. Com isso, de forma periódica (diária, mensal, anual) serão sumarizadas e analisadas estatisticamente de modo a se ter pleno controle da quantidade disposta.

Esses relatórios envolverão administração de dados tais como:

- Dos tipos, categorias e quantidades de resíduos;
- Da origem geográfica dos resíduos;
- Dos clientes, produtores, transportadores;
- Dos veículos e tipos de veículos, etc.

3.8.3.2.3 Resíduos Sólidos Industriais

Após a pesagem os resíduos seguirão para a Unidade de Armazenamento Provisório onde serão tomadas amostras para análises de verificação no laboratório para confirmar a identificação prévia do resíduo (Manifesto de Carga). Nesta fase ocorre a aceitação ou não dos resíduos encaminhados ao CGA.

Os veículos aguardarão o parecer do laboratório em estacionamento no local. Confirmada a identificação dos resíduos, esses serão aceitos para tratamento ou disposição na unidade.

As instalações do laboratório serão compostas dos equipamentos necessários para a realização de ensaios analíticos de caracterização e tratabilidade dos resíduos e monitoramento ambiental da planta. Estes ensaios são indispensáveis para adequada operação, supervisão e controle da unidade.

A seguir apresenta-se uma estimativa dos veículos a serem realizadas para transportar as 15 toneladas diárias:

- Um Caminhão do tipo poliguindaste *double* de resíduos de 7 t de peso útil por dia;
- Dois caminhões do tipo poliguindaste de resíduos de 4 t de peso útil por dia.

3.8.3.3 Resíduos Classe II-A

As atividades de transporte de resíduos envolvidas na implantação do aterro de resíduos classe II consistirão dos transportes provenientes dos geradores de resíduos sólidos urbanos, onde poderão ser recebidos diretamente caminhões coletores compactadores dos geradores próximos e ou caminhões de transbordo do tipo bitrem, caso de grandes geradores locados a distância considerável do empreendimento.

Os resíduos industriais da classe II de geradores cadastrados e com processo de geração e segregação certificado poderão ser transportados até o aterro através de caminhões transportadores trucados e ou carretas do tipo *roll-on/roll-off*. Este transporte, quando proveniente de grandes geradores, também poderá ser realizado por carretas do tipo bitrem.

A CGA, em sua guarita de entrada e controle de pesagem, contará com sistemas de comunicação por telefone, rádio e computadores ligados ao sistema centralizado de cadastro e identificação dos veículos. Nos veículos cadastrados que tenham acesso livre e sistemático para descarga de resíduos a serem dispostos na CGA serão instalados *transponders* para o acionamento automático da cancela e registro no sistema de gerenciamento de pesagem dos resíduos recebidos.

A seguir apresenta-se uma estimativa dos veículos a serem realizadas para transportar as 915 toneladas diárias:

- Caminhões trucados de Resíduos de 10 t de peso útil - 32 Veículos por dia;
- Carretas do tipo bitrem de Resíduos de 30 t de peso útil - 20 Veículos por dia.

3.8.3.4 Resíduos Classe I

As atividades de transporte de resíduos envolvidas na implantação do aterro de resíduos classe I consistirão dos transportes provenientes dos próprios geradores de resíduos industriais, onde poderão ser recebidos diretamente caminhões e carretas do tipo *roll-on roll-off*, caminhões caçamba de pequeno porte, bombonas, dentre outros. O transporte dos resíduos deverá obedecer ao disposto na norma NBR 13.221 - Transporte de Resíduos.

Os resíduos que chegarem à CGA Linhares terão suas características analisadas no laboratório local, para comprovação de sua qualidade. Esses resíduos serão temporariamente armazenados no pavilhão coberto e impermeabilizado, executado conforme as disposições da NBR 12.235 – Armazenamento de Resíduos Perigosos, do sistema de armazenamento temporário porque os veículos transportadores não poderão aguardar no interior da central a aprovação das análises laboratoriais.

A localização do galpão de estocagem e pátios foi escolhida de modo que o sistema operacional de chegada, checagem da carga, estocagem de quarentena e aguardo de processamento não implique em uma grande circulação dos resíduos pela área da central.

3.8.3.5 Resíduos de Serviços de Saúde

A coleta e o transporte externo consistem na remoção dos RSS do depósito particular do gerador até a unidade de tratamento ou disposição final, utilizando-

se técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente, devendo estar de acordo com as orientações dos órgãos de limpeza urbana.

A coleta e transporte externos dos resíduos de serviços de saúde devem ser realizados de acordo com as Normas ABNT NBR 12810/1993, NBR 14652/2001, NBR 9735/2005, NBR 15071/2005, NBR 14619/2006, NBR 15480/2007, NBR 14095/2008, NBR 7500/2009 e NBR 13221/2010.

O transporte terrestre de resíduos perigosos deve atender ainda o Decreto do Ministério dos Transportes 96044/1988, a Resolução ANTT 420/2004 e a legislação municipal pertinente.

O transporte de substâncias perigosas, conforme classificação ONU, requer do expedidor (estabelecimento de saúde gerador dos RSS) documentação que especifique identificação do expedidor; a classificação, a quantidade e o tipo de acondicionamento a que estão submetidos os resíduos, a identificação do transportador e da instalação de tratamento. Estas informações deverão ser fornecidas no Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR.

Conforme as disposições da Norma ABNT NBR 7503/2008, o MTR se faz acompanhar pelo Envelope de Transporte e pela Ficha de Emergência do produto transportado.

O transporte dos geradores credenciados até a CGA Linhares será realizado através vans especialmente preparadas conforme exigências da ABNT NBR 12810/1993 com capacidade de transporte de 1,0 tonelada, sendo estimado um número de 1,0 viagem diária para a CGA.

3.8.3.6 Resíduos de Fossa Séptica

Os resíduos de fossa séptica serão transportados diretamente por caminhões do tipo limpa fossa que possuem um reservatório estanque e bomba de sucção de lodo. Os veículos recebidos pela CGA Linhares serão de propriedade da Vital Engenharia Ambiental e ou de coletores cadastrados. Estima-se que um número médio de 13 caminhões trucados de 10 t de peso útil serão recebidos diariamente na Central.

3.8.4 Caracterização da Área de Implantação do Empreendimento

3.8.4.1 Contexto Geológico – Geomorfológico

A área de implantação do empreendimento localiza-se na Carta Geológica FOLHA SE-24-Y-D-I LINHARES do Programa Geologia do Brasil do Ministério de Minas e Energia elaborada pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

Na referida Carta a área localiza-se completamente sobre o Grupo Barreiras que é formado por areias grossas, arcoseanas, mal selecionadas, com grânulos angulosos de quartzo e matriz areno-síltica e com frequentes camadas delgadas e lentes de argilas, síltico-argilosas e de areias finas; areias grossas com estratificação granodecrescente, conglomeráticas na base, também com intercalações de sedimentos mais finos. (CPRM, 2009).

O Grupo Barreiras Pleistocênico (Grupo Barreiras Superior) se estende continuamente desde a região de Vitória ao extremo norte do Espírito Santo, interrompido apenas pelas aluviões recentes do rio Doce. É capeado por depósitos colúvio-aluviais na área. Têm litologia variada com poucos metros de espessura, constituindo-se de areias com matriz argilosa com lentes irregulares argilo-arenosas e camadas de argila. (CPRM, 2010).

Os sedimentos recentes da Formação Barreiras em geral possuem granulometria desde a faixa da argila até areia muito grossa, eventualmente conglomerática, e argissolos desenvolvidos sob os referidos sedimentos.

Os solos da área são mapeados pela EMBRAPA como Neossolo Flúvicos, distrófico, de textura arenosa, que ocupam cerca de 25% da área, ao norte, e Latossolos Vermelho-Amarelos coesos, distróficos, de textura argilosa, que ocupam cerca de 75% da área, na sua porção centro-sul.

Esses sedimentos estão dispostos geomorfologicamente em tabuleiros e planícies fluviais, com relevo suave primordialmente plano a ondulado, inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, Interbacia Hidrográfica do Rio Bananal.

3.8.4.1.1 Ensaios de Reconhecimento

As investigações de campo para a avaliação geológico-geotécnica e para a classificação dos solos do local de implantação do empreendimento consistiram da realização de 14 sondagens do tipo SPT distribuídas em toda a área da propriedade. As sondagens foram realizadas pela empresa SondaFuros Sondagens Ltda. e os laudos encontram-se no **ANEXO VIII**.

Um resumo dos dados obtidos por estas investigações de campo é apresentado na **Tabela 3-9**.

Tabela 3-9: Resumo das sondagens SPT executadas na área da CGA.

Sondagem	Cota (m)	Prof. atingida (m)	N.A. (m)
SP-01	33,45	14,45	12,46
SP-03	33,01	20,45	12,46
SP-04	33,08	14,45	12,50
SP-05	34,58	20,45	12,90
SP-06	34,17	15,45	12,30
SP-07	27,29	20,45	5,25
SP-08	28,35	10,45	6,20
SP-09	27,03	12,76	4,95

Continua...

Tabela 3-9 (Continuação): Resumo das sondagens SPT executadas na área da CGA.

Sondagem	Cota (m)	Prof. atingida (m)	N.A. (m)
SP-10	32,59	15,45	12,00
SP-11	34,87	15,45	12,80
SP-12	34,08	14,45	13,40
SP-13	35,18	17,45	15,40
SP-14	36,75	17,72	15,12
SP-15	33,65	14,45	12,78

A propriedade possui o formato de L, sendo que sua morfologia apresenta uma depressão junto ao centro da área para onde convergem as águas pluviais. A interpretação das investigações permitiu a verificação da existência, nas partes altas, de duas camadas de argila arenosa de consistência rija a dura, sendo a superior de coloração amarelada e a inferior de coloração avermelhada.

Na porção Norte da área, onde foram realizadas as sondagens SP 01, 03, 04, 05 e 06, a camada superior apresentou espessura variando de 2,7 m a 3,2 m e a camada inferior variando de 7,0 a 9,0 metros. Este pacote argiloso apresentou espessura total variando de 9,8 a 11,8 metros. Abaixo desse pacote argiloso foi verificada a existência de camadas arenosas compactas a muito compactas de cor amarela e acinzentada. Nesses materiais arenosos foram verificados níveis d'água variando entre as cotas 21,9 m e 20,6 m (**Figura 3-17 e Figura 3-18**).

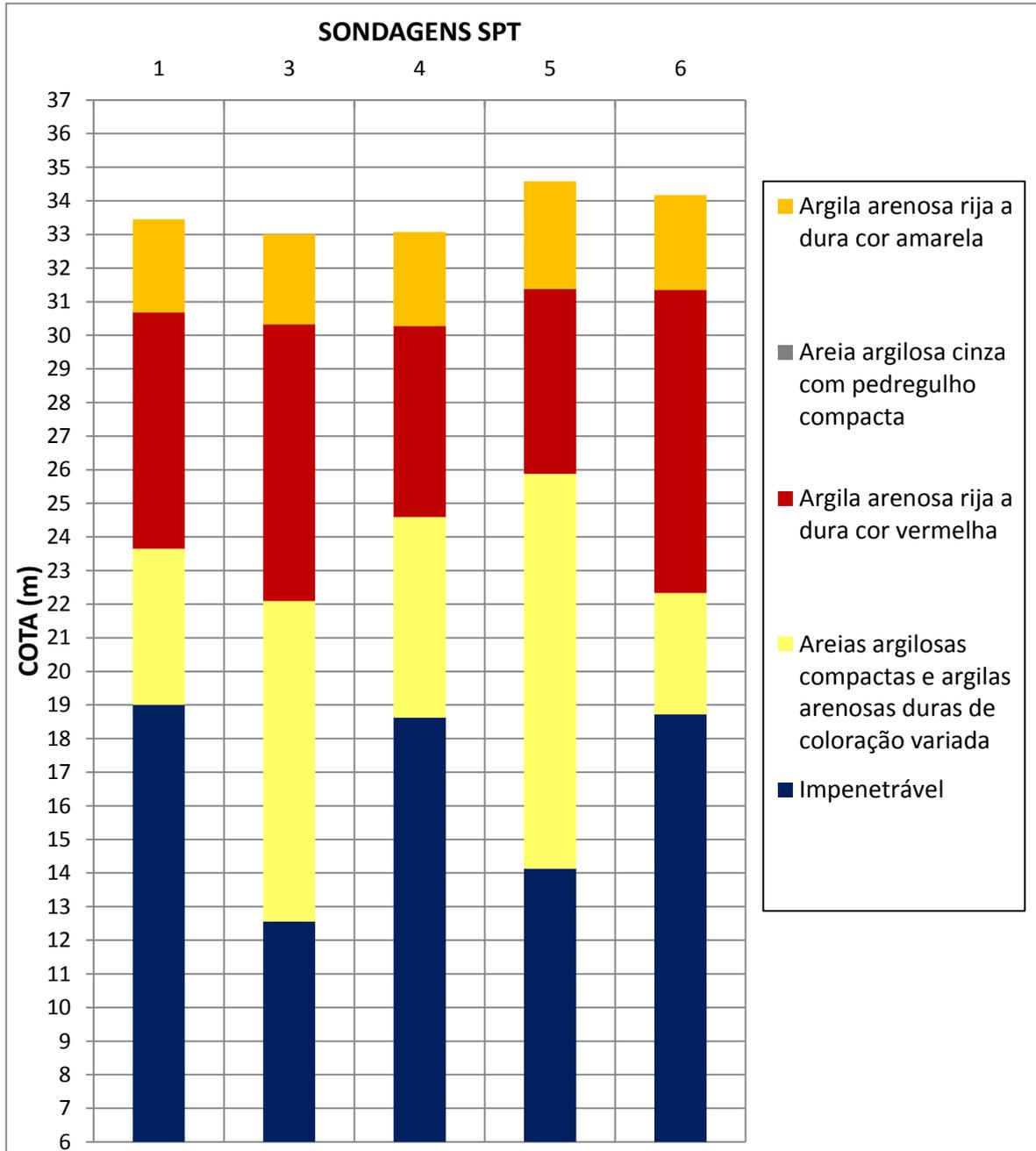


Figura 3-17: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 01, 03, 04, 05 e 06.

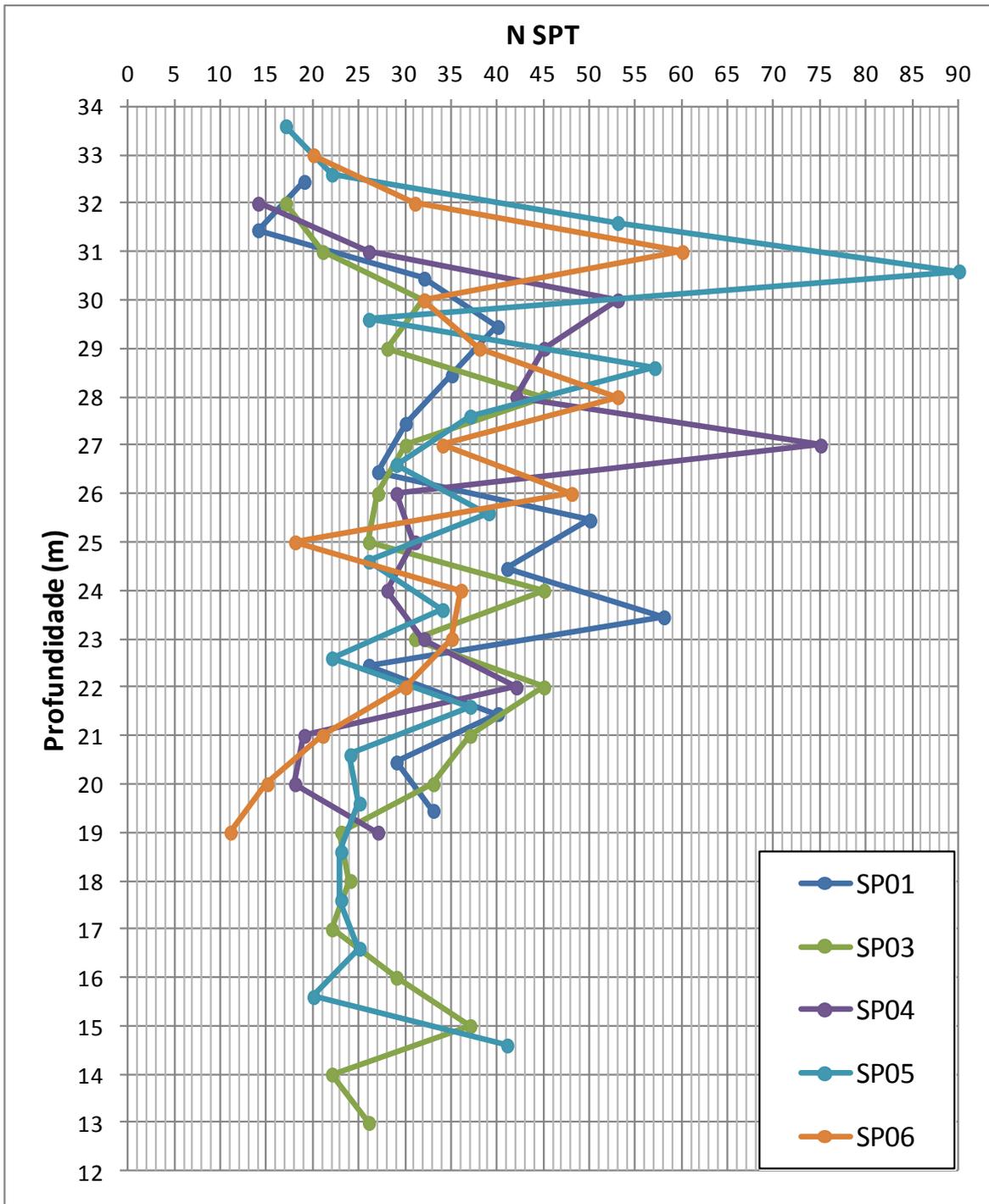


Figura 3-18: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 01, 03, 04, 05 e 06.

Na porção Sul da área, onde foram realizadas as sondagens SP 10, 11, 12, 13, 14 e 15, a camada superior apresentou espessura variando de 1,9 m a 5,8 m e a camada inferior variando de 3,1 a 8,8 metros. Este pacote argiloso apresentou

espessura total variando de 8,7 a 11,7 metros. Abaixo desse pacote argiloso foi verificada a existência de camadas arenosas compactas a muito compactas de cor amarela e acinzentada, muitas vezes intercaladas por finas camadas argilosas muito consistentes. Nesses materiais arenosos foram verificados níveis d'água variando entre as cotas 19,2 m e 22,1 m (**Figura 3-19 e Figura 3-20**).

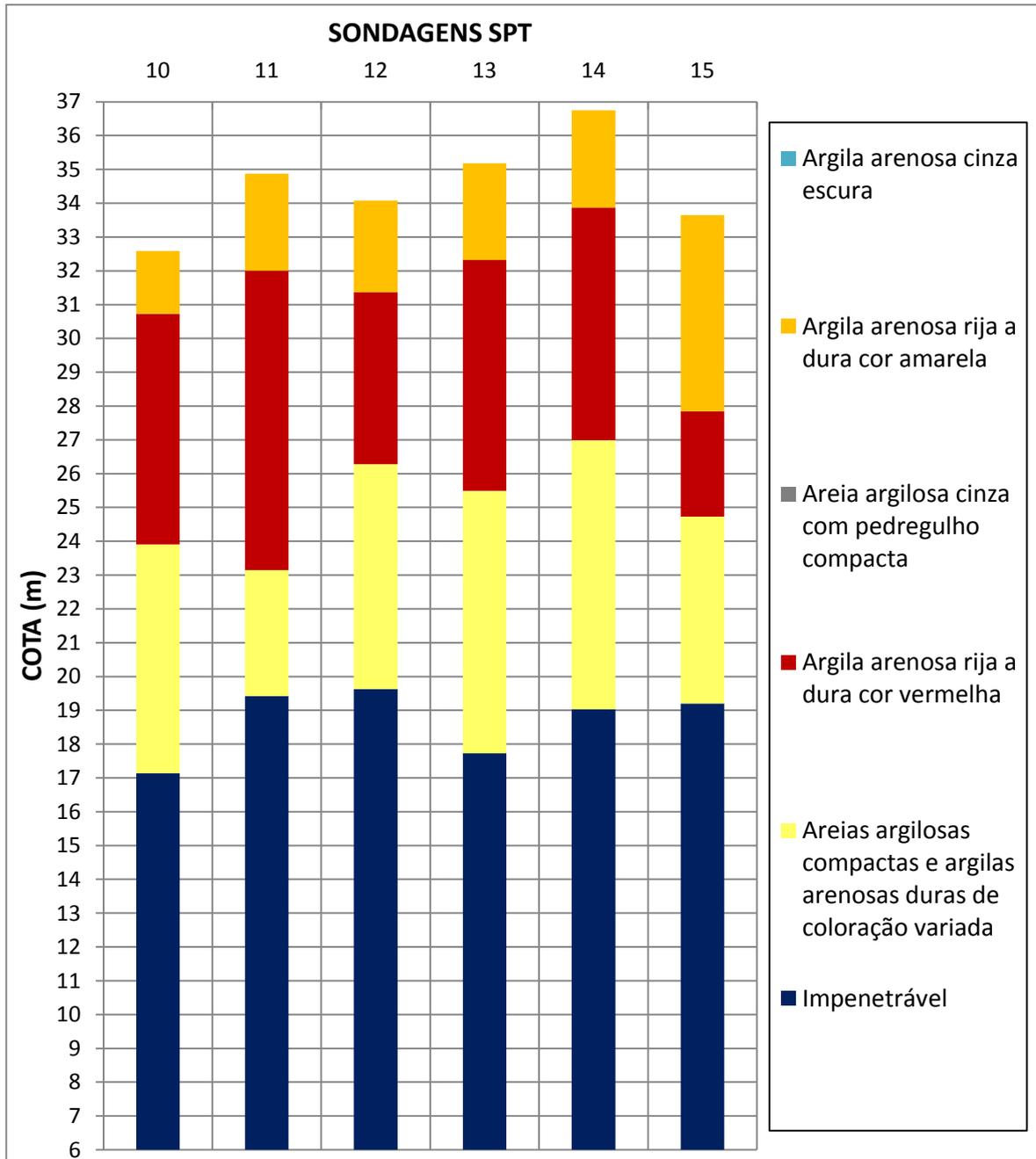


Figura 3-19: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

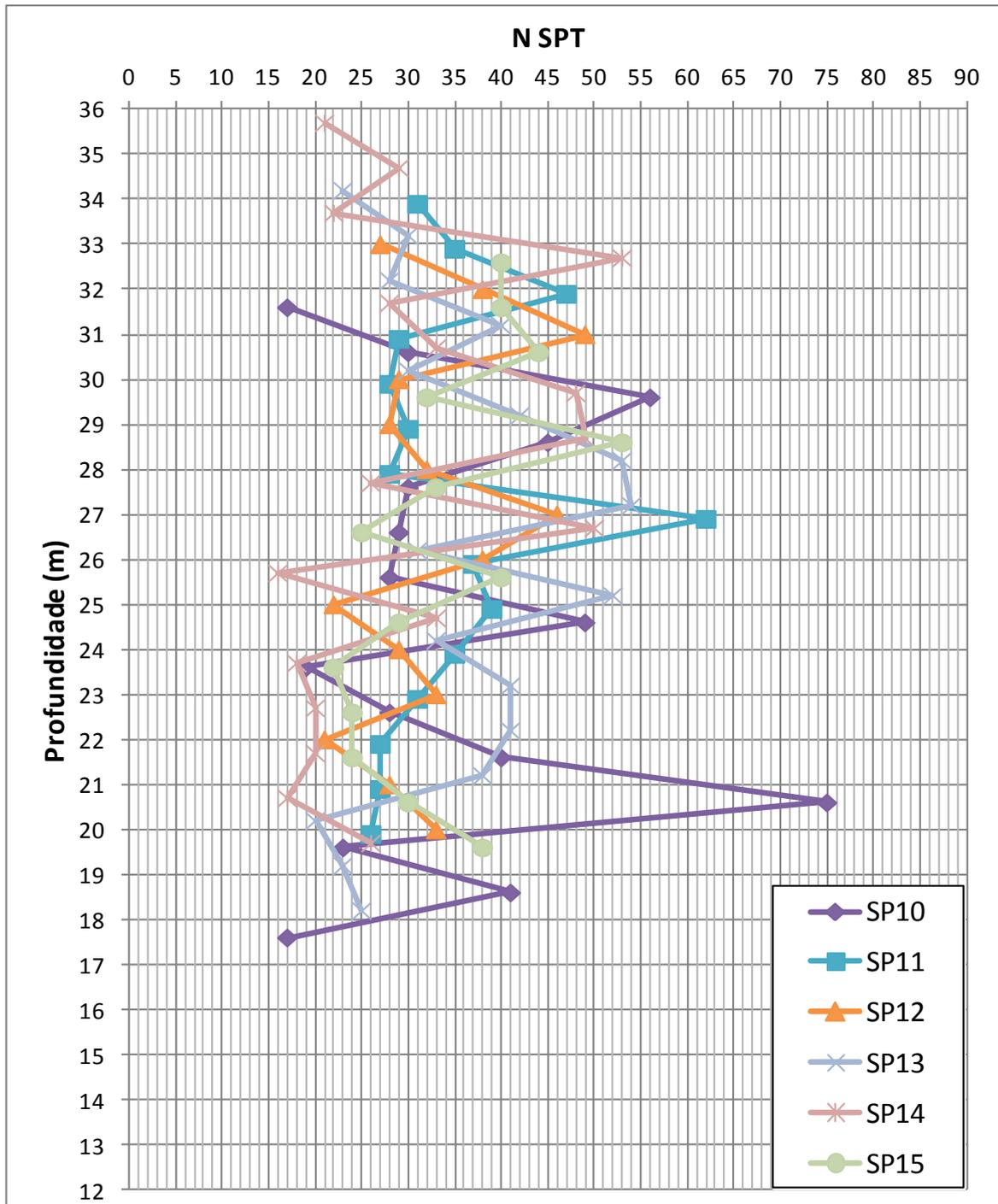


Figura 3-20: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

Junto da depressão existente no centro da área foram realizadas as sondagens SPT de número 07, 08 e 09. Nessas sondagens não foi verificada a camada de argila arenosa de consistência rija a dura e coloração avermelhada, sendo apenas

verificada a existência da camada superior, de coloração amarelada. Nas sondagens SPT 07 e 09 essa camada argilosa superior apresentou espessura de 4,9 metros, estando sobre as camadas arenosas verificadas nas demais sondagens.

O perfil da sondagem SPT 08 apresentou a camada superior de argila arenosa de consistência rija a dura e coloração amarelada com uma espessura de 1,3 metros estando esta sobre outra camada de argila pouco arenosa, dura, de coloração cinza escura (Figura 3-21 e Figura 3-22).

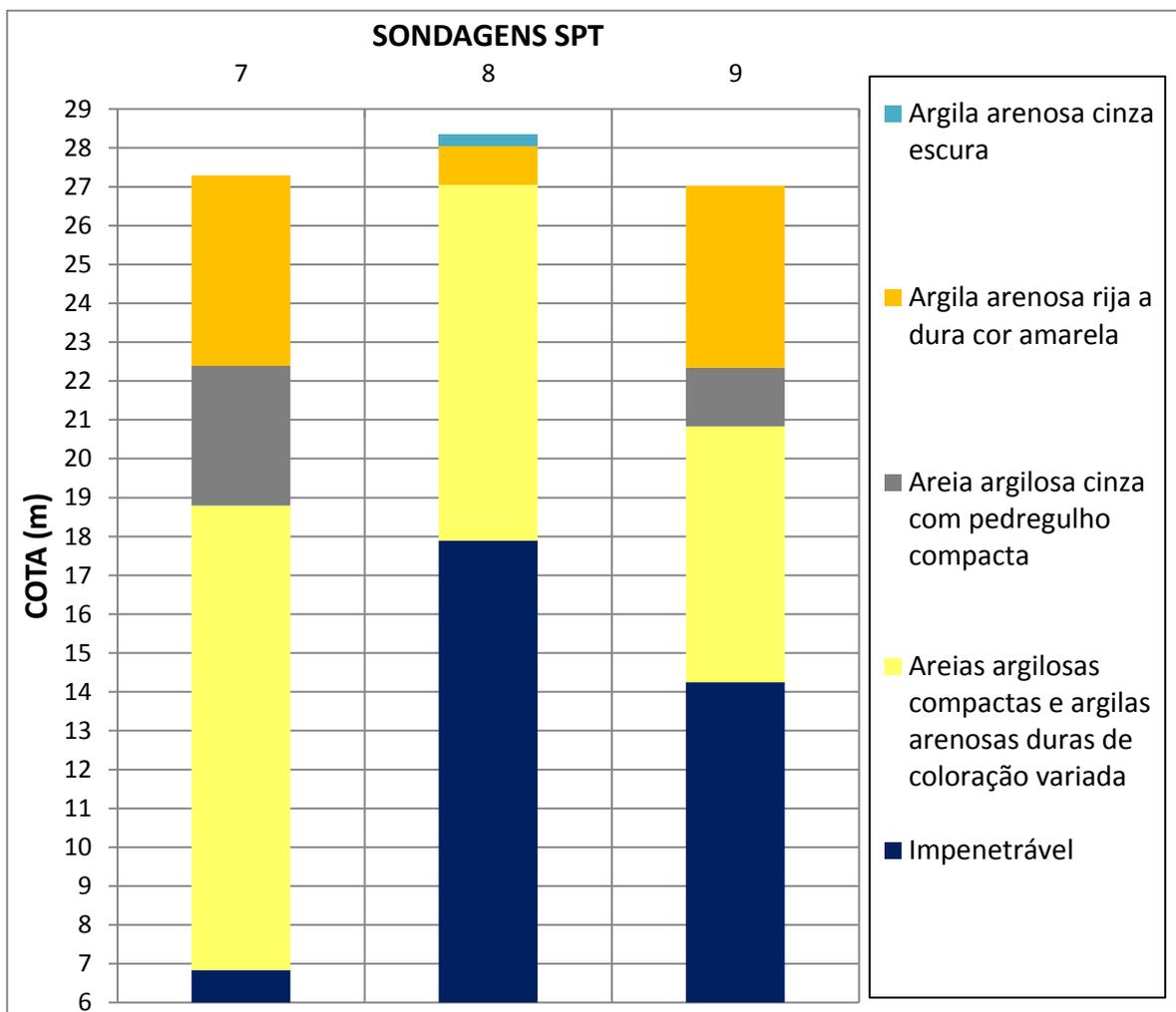


Figura 3-21: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 07, 08 e 09.

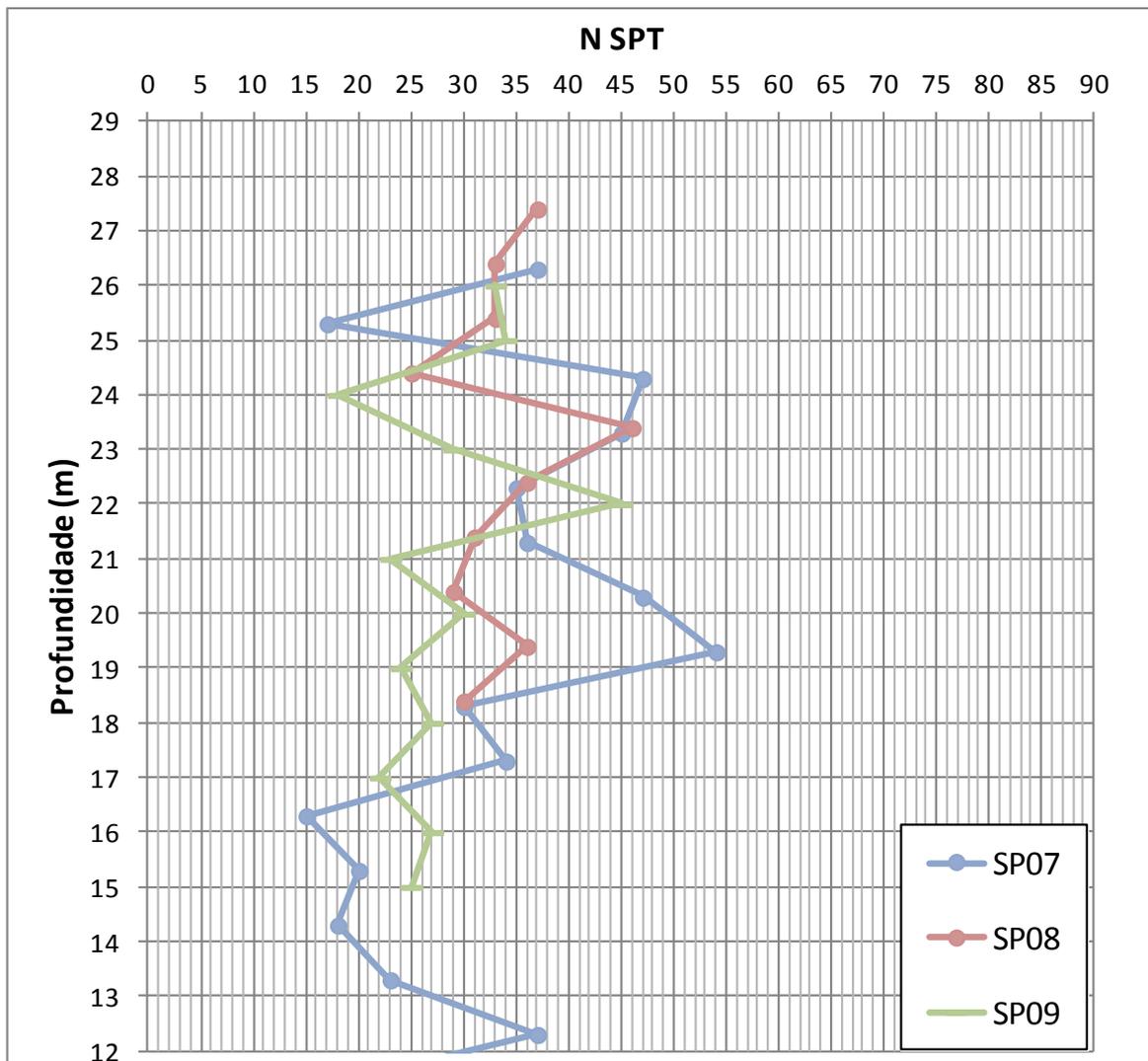


Figura 3-22: Descrição textural dos perfis do subsolo e variação do número de golpes SPT com a profundidade nas sondagens SP 07, 08 e 09.

Em todas as sondagens SPT realizadas na camada superficial de argila arenosa de consistência rija a dura e coloração amarelada foram obtidos valores de N_{SPT} superiores a 15. Para a camada subjacente a esta em nenhum ensaio foram obtidos valores de N_{SPT} inferiores a 35.

Este elevado número de golpes necessários para a cravação do amostrador SPT nas sondagens realizadas permite que se possa classificar estes materiais, que apresentam N_{SPT} próximos a 30 ou mais golpes, como sendo rochas sedimentares brandas.

Os níveis d'água medidos nas sondagens apresentaram coerência com o contexto geológico e geomorfológico, concentrando o aquífero local nas camadas arenosas profundas.

3.8.4.1.2 Ensaios de Caracterização e Compactação

As investigações geotécnicas prosseguiram com a coleta de amostras para realização de ensaios de caracterização e compactação através da execução de poços de amostragem. Foram amostrados 11 pontos, sendo que em cada ponto foram coletadas amostras da camada de argila arenosa dura na cor vermelha, localizada abaixo da camada de argila arenosa rija a dura na cor amarela. Da camada superficial amarela foi tomada uma amostra homogeneizada de toda a espessura escavada.

As amostras coletadas em campo foram encaminhadas à empresa CONSTEL Engenharia e Tecnologia Ltda. para realização dos seguintes ensaios (**ANEXO VIII**):

- a) Granulometria (DNER-ME 080/94);
- b) Umidade Natural e Índices de consistência, LL, IP (DNER-ME 0820/94, DNER-ME 122/94);
- c) Ensaio de Compactação – I.S.C. com energia Proctor Normal em três pontos de compactação (DNER-ME 162/94, DNER-ME 129/94 e DNER-ME 049/94);
- d) Ensaio de expansibilidade (DNER-ME 029/94).

A determinação do I.S.C. em quatro pontos de umidade distintos visou à elaboração da curva umidade x ISC permitindo assim a determinação, para os solos utilizáveis, dos limites de variação na umidade de compactação a serem aplicados em campo (hot +X%). Um resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados é apresentado no **Quadro 3-2**.

Quadro 3-2: Resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados.

SONDAGEM		01/ST01	02/ST01	01/ST02	02/ST02	01/ST03	02/ST03	01/ST04	02/ST04
PROFUND. (cm)		0,00-2,65	2,70	0,00-2,20	3,55	0,00-2,70	2,95	0,00-2,17	2,80
GRANULOMETRIA % PASSANDO EM PESO	3/4"								
	1"								
	3/8"								
	Nº4	100,0	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	99,9	99,9
	Nº10	99,7	99,8	99,0	99,9	99,8	99,8	99,7	99,3
	Nº40	82,9	84,8	85,5	83,7	85,6	85,1	84,6	87,2
	Nº200	54,1	56,2	62,7	54,5	58,4	59,1	58,7	64,6
LL (%)		59,0	59,0	64,0	56,0	59,0	57,0	58,0	62,0
LP (%)		28,0	27,0	29,0	26,0	27,0	27,0	28,0	29,0
IP (%)		31,0	32,0	35,0	30,0	32,0	30,0	30,0	33,0
IG		13,4	14,3	16,3	13,4	14,9	14,9	14,9	16,9
FAIXA AASHO - HRB		A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6
COMPACTAÇÃO DNER-ME 129/4 C.B.R. DNER-ME 049/94 -12 Golpes	UMID. (%)	15,9	15,3	15,4	15,4	14,5	16,3	16,7	17,4
	C.B.R. (%)	11,0	9,0	5,8	9,6	6,8	6,1	5,0	5,3
	EXP. (%)	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,4	1,1
	UMID. (%)	17,8	17,6	18,2	17,3	16,6	18,0	18,9	19,4
	C.B.R. (%)	17,0	11,2	9,5	12,0	10,9	11,0	9,2	8,2
	EXP. (%)	1,0	1,2	1,1	1,1	0,7	1,1	1,1	1,2
	UMID. (%)	19,5	19,0	20,4	19,5	18,6	20,4	20,8	21,5
	C.B.R. (%)	14,0	8,4	5,6	5,0	7,0	7,8	6,9	4,6
	EXP. (%)	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0
	UMID. (%)	21,5	21,2	22,7	21,5	20,4	24,1	22,9	23,7
	C.B.R. (%)	9,0	5,8	4,8	4,0	4,0	4,5	2,7	3,1
	EXP. (%)	1,2	0,7	1,3	1,2	1,4	0,7	1,1	0,9
	UMID. OTIM.	18,2	18,3	19,4	18,4	17,7	19,0	19,3	20,4
	C.B.R. FINAL	12,0	10,0	8,0	9,0	9,2	10,0	9,0	6,5
	EXP. (%)	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,1
DENS. MÁX. (g/cm³)	1,699	1,694	1,663	1,684	1,672	1,701	1,674	1,649	
UMIDADE NATURAL		15,9	16,6	18,1	15,2	16,8	16,8	17,0	17,4
DESVIO DE UMIDADE		2,3	1,7	1,3	3,2	0,9	2,2	2,3	3,0

Continua...

Quadro 3-2 (continuação): Resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados.

SONDAGEM		01/ST05	02/ST05	01/ST06	02/ST06	01/ST07	02/ST07	01/ST08	02/ST08
PROFUND. (cm)		0,00-2,35	3,10	0,00-2,58	3,45	0,00-3,30	3,30	0,00-2,38	2,42
GRANULOMETRIA % PASSANDO EM PESO	3/4"								
	1"								
	3/8"								
	Nº4	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,4	100,0	100,0
	Nº10	99,7	99,8	99,8	99,9	98,2	98,0	99,6	99,5
	Nº40	85,8	86,1	82,8	84,0	84,9	84,5	87,8	88,4
	Nº200	58,1	58,5	53,9	54,9	62,7	64,4	62,5	64,0
LL (%)		57,0	58,0	56,0	55,0	62,0	61,0	62,0	61,0
LP (%)		29,0	28,0	26,0	26,0	29,0	30,0	30,0	29,0
IP (%)		28,0	30,0	30,0	29,0	33,0	31,0	32,0	32,0
IG		13,8	14,8	13,1	13,1	16,3	16,8	16,2	16,7
FAIXA AASHO - HRB		A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6
COMPACTAÇÃO DNER-ME 129/4 C.B.R. DNER-ME 049/94 -12 Golpes	UMID. (%)	15,8	13,6	15,5	12,9	16,3	17,3	17,3	16,5
	C.B.R. (%)	3,5	3,1	5,1	7,9	6,1	6,0	5,0	4,5
	EXP. (%)	1,3	1,3	0,9	0,9	1,8	0,8	0,7	1,1
	UMID. (%)	17,8	15,8	17,6	14,9	18,5	19,5	19,7	18,3
	C.B.R. (%)	8,1	7,0	12,1	10,1	10,0	9,0	9,0	8,2
	EXP. (%)	1,0	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	0,9	0,9
	UMID. (%)	19,9	17,6	19,6	16,8	20,5	21,6	21,4	20,3
	C.B.R. (%)	12,0	10,7	9,6	9,9	5,9	6,0	6,0	5,9
	EXP. (%)	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	1,2	1,2	0,8
	UMID. (%)	21,6	19,7	21,7	18,9	22,6	23,2	23,7	22,8
	C.B.R. (%)	4,4	3,6	5,8	6,2	4,0	5,0	2,6	3,8
	EXP. (%)	0,8	0,8	1,2	0,9	1,2	1,4	1,0	1,3
	UMID. OTIM.	19,0	18,6	18,1	17,8	19,6	20,8	20,4	19,7
	C.B.R. FINAL	11,0	8,0	12,0	8,1	8,0	7,2	8,0	6,3
	EXP. (%)	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,2	1,0	0,8
DENS. MÁX. (g/cm³)	1,687	1,678	1,737	1,723	1,653	1,609	1,647	1,612	
UMIDADE NATURAL		17,2	16,1	16,1	15,5	17,3	18,3	15,9	16,4
DESVIO DE UMIDADE		1,8	2,5	2,0	2,3	2,3	2,5	4,5	3,3

Continua...

Quadro 3-2 (continuação): Resumo dos resultados obtidos nos ensaios realizados.

SONDAGEM		01/ST09	02/ST09	01/ST10	02/ST10	01/ST11	02/ST11
PROFUND. (cm)		0,00-2,58	2,58	0,00-2,95	2,95	0,00-2,85	2,90
GRANULOMETRIA % PASSANDO EM PESO	3/4"						
	1"						
	3/8"						
	Nº4	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0
	Nº10	99,8	99,8	99,7	99,8	99,7	99,7
	Nº40	86,9	87,3	85,9	87,0	86,9	86,3
	Nº200	61,9	61,9	62,2	62,8	62,7	61,8
LL (%)		62,0	62,0	61,0	60,0	61,0	60,0
LP (%)		30,0	29,0	29,0	30,0	29,0	29,0
IP (%)		32,0	33,0	32,0	30,0	32,0	31,0
IG		16,1	16,1	16,2	16,4	16,3	16,0
FAIXA AASHO - HRB		A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6
COMPACTAÇÃO DNER-ME 129/4 C.B.R. DNER-ME 049/94 -12 Golpes	UMID. (%)	16,1	15,2	15,0	15,0	15,0	15,8
	C.B.R. (%)	6,9	6,8	4,8	6,5	6,8	7,1
	EXP. (%)	0,8	1,4	1,3	1,6	0,8	1,3
	UMID. (%)	18,3	17,1	17,2	17,0	17,8	17,6
	C.B.R. (%)	9,8	8,9	8,8	8,8	8,6	9,9
	EXP. (%)	1,3	1,3	1,0	1,2	1,2	0,2
	UMID. (%)	20,2	19,2	19,0	19,1	19,7	19,5
	C.B.R. (%)	6,2	4,8	5,3	5,5	4,2	7,1
	EXP. (%)	1,2	0,9	1,2	0,9	1,0	1,4
	UMID. (%)	22,2	21,9	21,2	21,3	21,8	21,4
	C.B.R. (%)	3,8	3,2	2,0	2,5	3,5	4,0
	EXP. (%)	0,9	1,1	1,0	0,8	1,1	1,1
	UMID. OTIM.	19,7	19,3	19,8	20,1	19,2	20,1
	C.B.R. FINAL	7,0	4,8	4,0	4,2	5,5	6,0
	EXP. (%)	1,3	0,9	1,2	0,9	1,1	1,4
DENS. MÁX. (g/cm³)	1,643	1,658	1,652	1,637	1,655	1,659	
UMIDADE NATURAL		17,8	18,1	18,5	18,3	16,8	16,7
DESVIO DE UMIDADE		1,9	1,2	1,3	1,8	2,4	3,4

Os solos típicos do grupo A-7 são argilosos, apresentam elevado limite de liquidez e índice de plasticidade e elevada mudança de volume entre os estados seco e úmido.

O subgrupo A-7-6 compreende materiais com elevados índices de plasticidade em relação aos limites de liquidez, estando sujeitos a elevadas mudanças de volume.

3.8.4.2 Conclusões e recomendações para as atividades de terraplenagem

Os solos argilosos encontrados no local, mesmo apresentando razoável expansibilidade e elevados índices de plasticidade e limite de liquidez, apresentam comportamento que permite seu uso nas atividades de preparação da base das células de disposição e conformação de diques de confinamento e aterros gerais.

Os materiais escavados no local e que não terão uso imediato em aterros deverão ser convenientemente estocados para a utilização nas operações de cobertura dos resíduos dispostos.

3.8.4.2.1 Critérios de Execução dos Aterros

A execução dos aterros deverá obedecer à especificação de serviço DNIT 108/2009 – ES (Terraplenagem – Aterros) sendo que seu corpo e camada final deverão respeitar as seguintes condições:

- Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas;

- Para o corpo do aterro, apresentar $ISC \geq 5\%$ para umidades 3% inferiores à ótima e expansão $\leq 2\%$ quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:
 - Ensaio de compactação – DNER-ME 129/94 (Método A);
 - Ensaio de Índice Suporte Califórnia – ISC – DNER-ME 49/94, com a energia do Proctor Normal (Método A).
- Para a camada final do aterro, apresentar $ISC \geq 10\%$ para umidades 3% inferiores à ótima e expansão $\leq 2\%$ quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:
 - Ensaio de compactação – DNER-ME 129/94 (Método B);
 - Ensaio de Índice Suporte Califórnia – ISC – DNER-ME 49/94, com a energia do Proctor Normal (Método B).
- É impreterível que o lançamento do material para a construção dos aterros seja realizado em camadas horizontais sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões que permitam seu umedecimento e compactação, sendo que para o corpo dos aterros a espessura da camada compactada deve ser inferior a 30 cm e, para as camadas finais, inferior a 20 cm;
- Todas as camadas devem ser convenientemente compactadas devendo a compactação ser realizada:
 - Para o corpo dos aterros, na umidade ótima, permitindo-se um desvio de menos 3% até se obter a massa específica aparente correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca do ensaio realizado pela norma DNER-ME 129/94, Método A;
 - Para as camadas finais, na umidade ótima, permitindo-se um desvio de menos 3% até se obter a massa específica aparente correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca do ensaio realizado pela norma DNER-ME 129/94, Método B.
- Os aterros deverão ser executados com inclinação dos taludes de 2(H):1(V).

3.8.4.2.2 Critérios de Execução dos Cortes

Os cortes deverão obedecer à especificação de serviço DNIT 106/2009 – ES (Terraplenagem – Cortes) e serem realizados estritamente nas áreas delimitadas pelos pontos de “Offsets” a serem indicados nas notas de serviço do projeto executivo.

As marcações dos pontos de locação devem atender as disposições da especificação de serviço DNIT 104/2009 – ES (Terraplenagem – Serviços Preliminares), sendo que, somente após a marcação dos pontos de “Offsets” poderão ser iniciadas as operações de desmatamento e destocamento.

Para que se possam iniciar as operações de corte os segmentos de aterro, em cuja execução serão utilizados, de forma parcial ou total, os materiais escavados, devem estar devidamente tratados em termos de desmatamento e destocamento, estando assim, em condições de receber os materiais do corte.

A escavação dos cortes deve subordinar-se aos elementos fornecidos nas notas de serviço a serem elaboradas pelo projeto executivo, sendo de suma importância à observação das inclinações determinadas pelo projeto para os taludes de escavação.

Quando alcançado o nível da plataforma dos cortes deverão ser obedecidos os seguintes critérios:

- Se for verificada a ocorrência de rocha sã ou em decomposição deve-se promover o rebaixamento do greide, da ordem de 40 cm, e o preenchimento do rebaixo com material inerte;
- Se for verificada a existência de solos de baixa capacidade de suporte (ISC<5%) deve-se promover sua remoção com rebaixamento em 60 cm;
- No nível final da plataforma dos cortes em solo devem ser verificadas as condições do solo “*in natura*” nos 60 cm superiores, equivalentes à camada

final do aterro em termos de C.B.R. (esta verificação pode ser realizada com a realização de ensaios de cone dinâmico do tipo DCP).

3.8.4.3 Ensaios de Permeabilidade Tipo “Open end Hole” & “Slug Test”

Os ensaios de permeabilidade “*in situ*” foram realizados para avaliar o comportamento médio da permeabilidade vertical “*in situ*” na zona insaturada em dois intervalos lito/geotécnicos superficiais caracterizados previamente pelas sondagens SPT. Os ensaios foram realizados pela empresa ES Consultoria e Sondagens Ltda. e o texto descrito a seguir foi extraído do Relatório Técnico de apresentação dos trabalhos. Esses intervalos foram denominados camada argilosa amarela superior e camada argilosa avermelhada.

Os ensaios foram realizados nas proximidades das sondagens tipo SPT realizadas, utilizando-se os métodos de avaliação denominados “*Slug Test*”, para a zona saturada e “*Open end Hole*”, para a zona insaturada.

Além disso, se objetivou determinar o coeficiente de permeabilidade “*in situ*” da zona saturada, pelo menos meio metro abaixo do nível d’água constatado, na parte baixa do terreno, nas imediações dos furos de sondagem SPT: SP-07, SP-08 e SP-09. Foram construídos piezômetros ao lado de cada ponto de sondagem para realizar os testes.

3.8.4.3.1 Metodologia

a) *Open end Hole*

Para a determinação dos valores de permeabilidade vertical nas zonas saturadas aplicou-se o método denominado “*Open end Hole*”, que conforme ABGE, 1996, são classificados como ensaio de rebaixamento, realizado com carga variável

(flutuação do nível d'água) e com injeção de água, na zona não saturada do aquífero, têm como principal característica direcionar a infiltração da água verticalmente possibilitando a avaliação do potencial superficial dos solos à recarga nos períodos de excedente hídrico.

Esses ensaios de infiltração *in situ* representam uma série de metodologias utilizadas para estimar as condutividades hidráulicas verticais (K_v) do meio testado. São mais vantajosos em relação aos métodos de laboratório, pois são mais rápidos, de baixo custo e não exigem a retirada de amostras deformadas ou indeformadas do material a ser testado. Os experimentos montados no campo medem a relação da taxa de água infiltrada no tempo necessário para sua percolação e visam definir a condutividade hidráulica/permeabilidade não saturada dos solos. Os ensaios de infiltração outestes de permeabilidade são definidos com base no diferencial de pressão exercido no meio, e medem a quantidade de água infiltrada verticalmente na superfície do solo ou em profundidade (ABGE, 1996).

Os ensaios de infiltração pelo método "*open end hole*", foram realizados em poços perfurados com diâmetro de 100 mm, com uso de trado mecânico, até a profundidade correspondente à metade da espessura da camada superficial de argila amarelada e, na camada argilosa avermelhada, a uma profundidade de aproximadamente um metro abaixo de seu topo, profundidades estas determinadas a partir dos boletins das sondagens SPT prévias.

Depois de perfuração alcançar a profundidade marcada para a realização do teste o furo foi cheio com água até um quarto de sua extensão a fim de saturar o meio e só assim realizar o ensaio, evitando-se assim leituras de permeabilidade incoerentes (**Tabela 3-10**).

Nestas profundidades foram introduzidos e cravados no fundo os tubos de PVC, com diâmetro de 75 mm, sendo apenas um dos testes realizados com tubo de PVC de 50 mm de diâmetro, revestindo toda a extensão do furo. O furo, com as

paredes revestidas com o tubo, foi preenchido com água até uma altura inicial qualquer (h_0).

A água infiltra exclusivamente pela extremidade inferior do poço uma vez que as paredes estão revestidas com o tubo medindo-se as alturas das colunas d'água inicial e final e o intervalo de tempo decorrido para o rebaixamento. A estimativa da condutividade hidráulica é realizada aplicando-se a seguinte equação (adaptada de Earth Manual, 1974):

$$K_v = 2,303 \times \frac{R}{4 \times D_t} \times \log \left(\frac{h_0}{h_t} \right)$$

Onde:

- K_v = Condutividade Hidráulica vertical (m/s);
- R - Raio interno do tubo de PVC (m);
- h_0 - Coluna d'água inicial;
- h_t - Coluna d'água final;
- D_t - Tempo decorrido para o rebaixamento entre h_0 e h_t (s).

Tabela 3-10: Profundidades de realização dos ensaios “open end hole”.

Furo	Argila Amarela	Argila Vermelha
SP-01	1,40	3,80
SP-03	1,40	3,80
SP-04	1,40	3,80
SP-05	1,60	4,20
SP-06	1,40	3,80
SP-10	0,93	2,80
SP-11	1,40	3,80
SP-12	1,40	3,80
SP-13	1,45	3,90
SP-14	1,45	3,90
SP-15	2,90	6,80

Em cada ensaio foram realizadas várias medidas para verificação da variação da condutividade hidráulica vertical com o tempo (h_0/h_t).

b) Slug Test

O *slug test* é um teste de campo realizado em poços de observação ou poços de aproveitamento de recursos hídricos, comumente utilizado para determinação de parâmetros hidráulicos dos poços e caracterização das propriedades hidrogeológicas do aquífero. Esse teste consiste basicamente no lançamento de um volume conhecido de água ou objeto com volume conhecido, no poço em estudo e a observação da subida do nível e o tempo de recuperação do nível estático inicial.

Nos trabalhos de campo realizados para esse relatório foram executados três *slug tests* em 3 poços de observação diferentes (PZ-07, PZ-08 e PZ-09), imediatamente próximos aos furos SPT SP-07, SP-08 e SP-09, respectivamente.

Primeiramente foi medido o nível estático dos piezômetros, depois lançado um volume de 10 litros de água no interior de cada piezômetro a uma vazão de cerca de $4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, imediatamente após o lançamento, inseriu-se o medidor de nível no interior do piezômetro e iniciou-se a medida do nível a cada 30 segundos até que o nível voltasse a estar estático. Cada ensaio durou cerca de 10 minutos, entretanto o intervalo de dados entre 0 e 600 segundos é suficiente para a obtenção de dados pois a partir daí a recuperação do nível estático é muito lenta.

Os furos onde os piezômetros foram instalados foram perfurados com trado mecanizado, com diâmetro de 100 milímetros, no dia 03/09/2012. Ressalta-se que só se optou por esse diâmetro em função da ocorrência de material argilo-arenoso muito duro, impenetrável ao trépano da sonda SPT, com cerca de 4 metros de espessura, entre 1 e 5 metros de profundidade, na área.

Utilizou-se o tubo de PVC de 25 mm de diâmetro externo como revestimento, posicionando-o centralizado no furo, com tampão de fundo (CAP). Sendo que de 0,1 metros acima do fundo até 0,8 metros do fundo foram feitas ranhuras de aproximadamente 0,75 milímetros. Assim, o comprimento do filtro é de 0,7

metros, em todos os piezômetros avaliados, sempre no intervalo supramencionado.

Como pré-filtro foi utilizada areia quartzosa de granulometria entre 1,50 e 3,0 milímetros, posicionado sempre do fundo até o nível d'água constatado na ocasião da perfuração. A partir do nível d'água constatado adicionou-se bentonita (Compactolite) para isolar a zona saturada da zona insaturada. Esse isolamento teve espessura uniforme em todos os piezômetros construídos, com 0,5 metros.

Do selo de bentonita até 0,5 metros de profundidade o preenchimento do furo foi realizado com o solo local. Entre essa profundidade e a superfície foi novamente executado um selo com bentonita para isolamento.

A solução matemática mais comumente utilizada neste tipo de ensaio, que corresponde ao método proposto por Hvorslev. A condutividade hidráulica segundo a fórmula proposta Hvorslev é descrita da seguinte forma:

$$K = \frac{r^2 \times \ln(L/R)}{2 \times L \times T_L}$$

$$T_L = \frac{\pi \times R^2}{FK}$$

$$FK = \pi \times R^2 \times \frac{d_r}{d_t}$$

Onde:

- r é o raio do poço de observação testado;
- L é o comprimento do filtro;
- R é o raio continuo de interferência do poço de observação;
- h é a variação da altura do nível estático, e;
- T_L é o tempo para 37% de recuperação.

3.8.4.3.2 Resultados

a) Zona Insaturada (*Open end Hole*)

Os valores de permeabilidade vertical na zona não saturada dos solos são fundamentais para a avaliação das condições de infiltração que controlam a recarga dos aquíferos, bem como sua eficiência (Fiori, 2010). Além desse aspecto, estes resultados também são importantes para estudos de contaminação das águas subterrâneas, pesquisas em projetos de irrigação, análise de perda de solos, avaliação geotécnica e estudos hidrológicos.

Em última análise os valores de K_v dos solos traduzem o funcionamento hídrico das coberturas e controlam diretamente a função filtro dos aquíferos, desempenhada pela zona não saturada, e a função reguladora, exercida pela porção superior da zona saturada (descarga de base das águas subterrâneas).

Segundo Freeze & Cherry (1979) e Fetter (1994) valores típicos de condutividades hidráulicas/permeabilidades podem ser classificados como: $> 10^{-3}$ m/s muito alta, 10^{-3} a 10^{-5} m/s alta, 10^{-6} m/s moderada, 10^{-7} a 10^{-8} m/s baixa e $< 10^{-8}$ m/s muito baixa. De acordo com a classificação apresentada, o valor de K_v com ordem de grandeza de 10^{-6} m/s pode ser considerado como limite entre valores altos e valores baixos.

A **Tabela 3-11** apresentada a seguir mostra os resultados obtidos nos ensaios de infiltração “*open end hole*” realizados na área, onde se pode notar que até o momento só foram obtidos valores de permeabilidade da ordem de 10^{-7} a 10^{-8} m/s, isto é, valores considerados baixos.

Os ensaios tiveram duração média de 4 horas, entretanto, como apresentaram uma homogeneidade no rebaixamento, para se ganhar tempo, optou-se por realiza-los em 1,5 horas nos furos SP-03, SP-04, SP-05, SP-11, SP-12, SP-13 e SP-14, sem prejuízos nos resultados obtidos.

Tabela 3-11: Resultados dos ensaios de infiltração “*Open end Hole*”.

Permeabilidades Verticais K_v (m/s)		
Furo	Argila Amarela	Argila Vermelha
SP-01	1,48E-07	9,68E-08
SP-03	1,51E-07	
SP-04	1,65E-07	
SP-05	1,47E-07	
SP-06	2,09E-07	9,97E-08
SP-10	2,80E-07	1,12E-07
SP-11	2,29E-07	
SP-12	8,94E-08	
SP-13	1,56E-07	
SP-14	2,49E-07	
SP-15	9,11E-08	5,42E-08
Mínimo	8,94E-08	
Máximo	2,80E-07	
Média	1,74E-07	

b) Zona Saturada (*Slug Test*)

Os ensaios de permeabilidade tipo *Slug Test* foram realizados no dia 14/09/2012. Os valores obtidos, calculados através da expressão proposta por Hvorslev, são apresentados na **Tabela 3-12**.

Nota-se uma uniformidade entre os valores obtidos nos três piezômetros (obteve-se a mesma potência). Essa característica pode ser atribuída a uma correlata homogeneidade do meio poroso em profundidade, na direção NW-SE, onde os ensaios foram realizados.

Tabela 3-12: Resultados dos ensaios “*Slug Test*”.

Furo	Permeabilidade/Condutividade Hidráulica (K) (m/s)
PZ-07	1,0958E-06
PZ-08	1,1127E-06
PZ-09	8,8624E-07
Média	1,03E-06

Os valores de K obtidos nos ensaios *slug tests* forneceram potências consideradas limítrofes entre valores considerados baixos e moderados, coerentes com as características geológicas do meio poroso da zona saturada.

Segundo a descrição geotécnica apresentada nas sondagens SPT e as observações em campo, os intervalos onde foi observado o nível d'água e instalada a seção filtro para realização dos ensaios corresponde a uma areia argilosa com percentagem de pedregulho.

3.8.4.4 Caracterização climatológica

O diagnóstico ambiental constante no Capítulo 6 (Volume II) deste EIA, apresenta detalhadamente o clima e as condições meteorológicas da área do empreendimento e da região na qual a mesma está inserida (**Item 6.2.1**).

Para a elaboração do projeto de engenharia foram extraídas informações importantes do diagnóstico e rerepresentadas a seguir.

3.8.4.4.1 Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região que abrange a área de estudo é definido como **Aw**, ou seja, quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Durante o verão, todo o continente Sul-Americano se encobre de nuvens. Na região sudeste do continente, região foco deste estudo, observa-se uma maior frequência delas devido às frentes frias e a chuvas convectivas. No período janeiro-fevereiro, as nuvens se posicionam preferencialmente ao sul do Espírito Santo, fazendo com que janeiro e fevereiro sejam meses relativamente mais secos que o período outubro-dezembro.

Em abril, a nebulosidade sobre o Espírito Santo começa a regredir, o que é acompanhado pela redução de chuvas. O período junho-agosto, embora nele sejam observadas nuvens sobre o Estado, é o menos chuvoso. Isto ocorre

porque, neste período, as frentes se posicionam mais para o norte, provocando muita chuva no noroeste da Amazônia. Forma-se um vetor com o ar subindo sobre o noroeste da Amazônia e descendo sobre a região do Espírito Santo. Finalmente, a estação chuvosa se restabelece, com os máximos de chuva em novembro e dezembro, provocada por chuvas convectivas e frontais com as frentes frias muito bem posicionadas sobre a região.

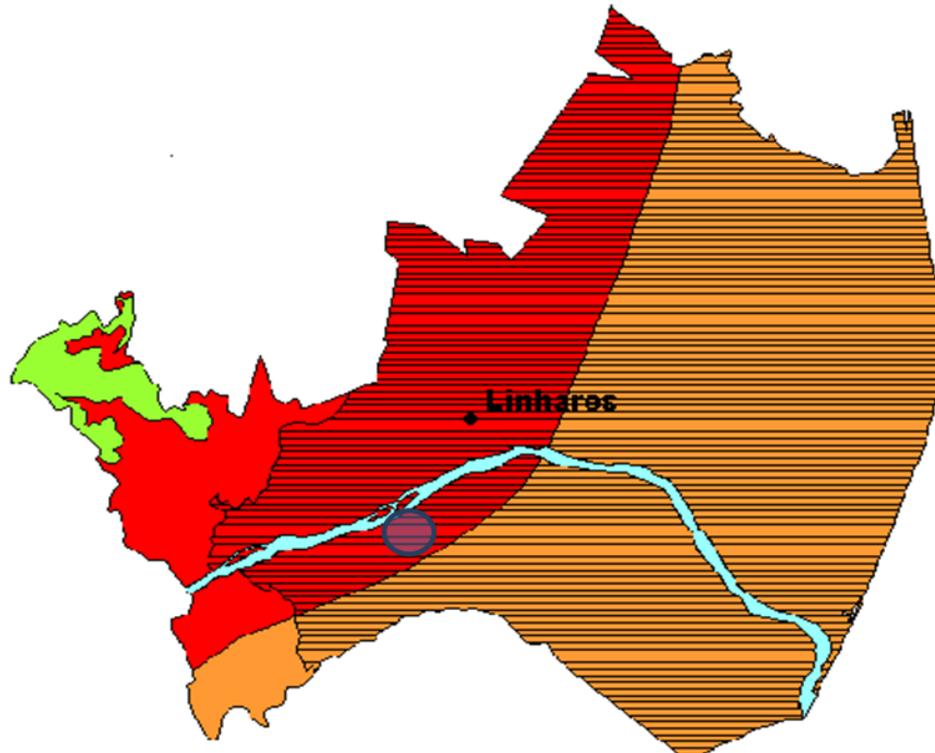
O Fenômeno “El Niño” é outro fator que provoca alterações na climatologia regional. Ele é provocado por oscilações climáticas e de temperatura da água do oceano Pacífico Sul, entre as Filipinas e a costa da América do Sul. Quando as águas da costa oriental da América do Sul ficam mais quentes que o normal, ocorre a formação de nuvens sobre o Oceano Atlântico.

Em anos normais, em que as águas apresentam temperaturas baixas, as nuvens se formam sobre os continentes e, neste caso, o ar sobe sobre o continente e desce sobre os oceanos, provocando chuvas abundantes na Amazônia e no nordeste e, secas no sul e sudeste. A linha divisória entre a região chuvosa e a seca é muito sutil e o Espírito Santo está localizado na região onde ela passa. Em anos em que as águas estão mais aquecidas, o ar sobe sobre o oceano, formando nuvens e desce seco sobre o continente, criando inversão de temperatura. Nestes casos, em toda a Amazônia e nordeste ocorre seca e as frentes frias ficam bloqueadas na região sul e sudeste, provocando excesso de chuva, enchentes e inundações.

3.8.4.4.1.1 Zonas Naturais

A classificação das Zonas Naturais foi realizada aplicando-se a metodologia de Unidades Naturais desenvolvida por Feitoza et al. (2001), que apresenta um formato de fácil compreensão da estratificação espacial do Espírito Santo, foram utilizadas informações de clima e solos, associadas a fatores ecológicos e socioeconômicos.

Conforme observado na **Figura 3-23**, a área de estudo, localizada no município de Linhares, insere-se na unidade de terras quentes, planas e secas (Zona 9). O **Quadro 3-3** apresenta as principais características da Unidade Natural Zona 9 do município de Linhares.



Zonas naturais			Área (%)
Zona 3		Terras de temperaturas amenas acidentadas e transição chuvosa/seca	3,0
Zona 5		Terras quentes acidentadas e transição chuvosa/seca	2,4
Zona 6		Terras quentes, acidentadas e secas	8,8
Zona 8		Terras quentes, planas e transição chuvosa/seca	57,8
Zona 9		Terras quentes, planas e secas	28,0

Figura 3-23: Unidades Naturais do município de Linhares. Destaque para a localização aproximada da área de estudo (em azul).

Fonte: INCAPER (2012).

Quadro 3-3: Principais características das Unidades Naturais do município de Linhares.

Zona	Temperatura		Relevo	Meses secos	Água											
	Média mín. mês mais frio (°C)	Média máx. mês mais quente (°C)	Declividade		Meses secos, chuvosos / secos e secos*											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zona 9 Terras quentes, planas e secas	11,8 – 18,0	30,7 – 34,0	> 8%	6	U	P	P	P	P	P	S	S	S	P	U	U

*Cada 2 meses parcialmente secos são contados como um mês seco; U – chuvoso; S – seco; P – parcialmente seco.

Fonte: adaptado de INCAPER (2012).

3.8.4.4.2 Regime dos ventos

O Espírito Santo, por estar situado na zona de predomínio da influência do centro de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, apresenta acentuada ocorrência de ventos de quadrante leste e nordeste.

O regime de ventos na região é caracterizado por apresentar maior frequência das direções do quadrante sudeste, mais especificamente nas direções sudeste (15%), sudoeste (12%) e sul (10%), totalizando 37%. Os demais ventos são oriundos do quadrante Nordeste (nordeste e lés-nordeste) (**Figura 3-24**).

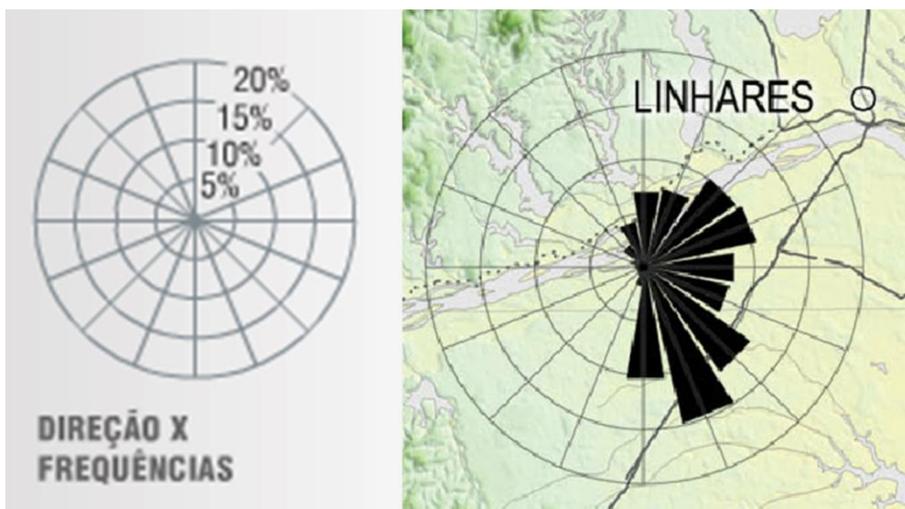


Figura 3-24: Direção e frequência dos ventos para a área em estudo. A área em estudo localiza-se abaixo da representação gráfica de direção e frequência de ventos. **Fonte:** adaptado de Atlas Eólico do Espírito Santo (ASPE, 2012).

Os ventos do quadrante nordeste estão associados aos ventos alísios, que sopram durante a maior parte do ano, enquanto que os de sudeste estão relacionados às frentes frias que chegam periodicamente à costa capixaba.

As maiores velocidades médias registradas, a saber, 1,2 m/s (4,3 km/h), são observadas nas direções sul, su-sudeste e sudeste. Tais velocidades enquadram os ventos locais como de pouca intensidade (**Figura 3-25**).

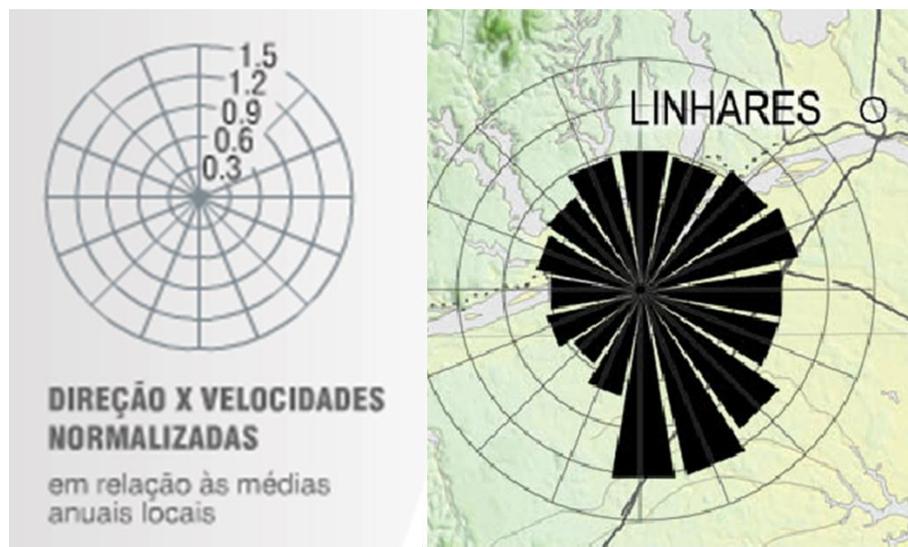


Figura 3-25: Rosa dos ventos anual – Velocidade média anual (m/s). A área em estudo localiza-se abaixo da representação gráfica de direção e frequência de ventos.

Fonte: adaptado de Atlas Eólico do Espírito Santo (ASPE, 2012).

3.8.4.4.3 Regime de Precipitações Pluviométricas

De acordo com as informações obtidas junto ao INCAPER (2012), a pluviosidade média anual para o município de Linhares foi de 1.283 mm no período 1976-2011.

O regime pluviométrico é caracterizado por chuvas distribuídas em função da época do ano (chuvosa ou não) e por variações anuais associadas a fenômenos atmosféricos globais, neles incluindo o fenômeno “El Niño”.

Nesse sentido, são observados anos com precipitações superiores a 1.800 mm (1982 e 2009), bem como meses do ano com chuvas de mais de 210 mm (novembro) ou inferiores a 60 mm (maio a agosto) (**Figura 3-26**).

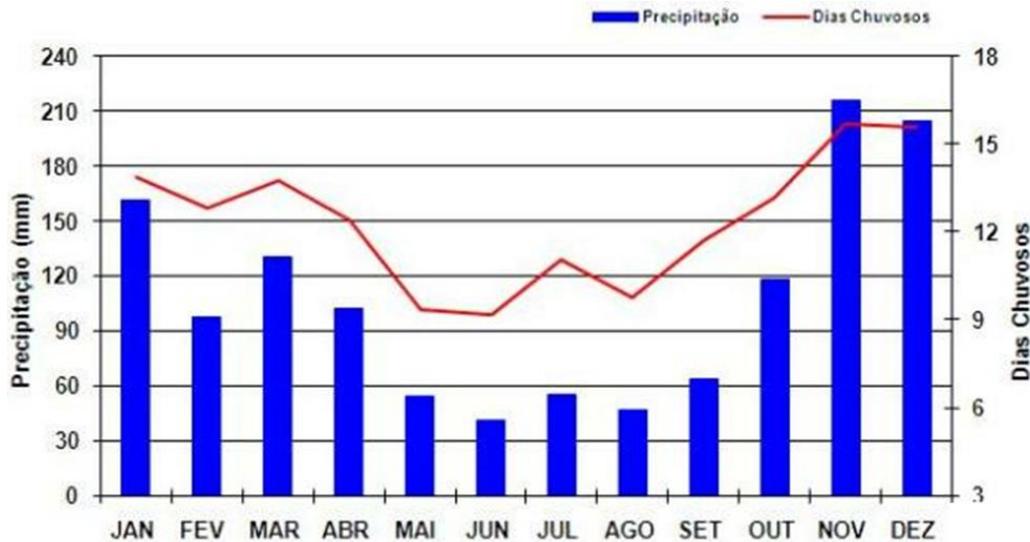


Figura 3-26: Média mensal da precipitação e de dias chuvosos no período de 1976 a 2011.

Fonte: INCAPER (2011).

O clima da região é caracterizado por uma estação chuvosa e uma seca, sendo que a chuvosa coincide com os meses mais quentes do ano e a seca com os meses mais frios.

A estação chuvosa compreende o período outubro-abril, nela se concentrando cerca de 70% do total pluviométrico anual. As baixas pluviosidades em fevereiro caracterizam o chamado veranico (época de baixas precipitações durante a estação chuvosa) que pode abranger parte de janeiro. A estação seca coincide com os meses mais frios do ano e compreende o período maio-setembro. Neste período concentra-se cerca de 30% do total pluviométrico anual.

Observa-se uma média de 145 dias chuvosos por ano no período 1976-2011. Nota-se, entretanto, uma significativa variação neste número durante o ano, com mais dias chuvosos na estação chuvosa que na estação seca.

Para os dimensionamentos do projeto ainda utilizou-se os dados da estação pluviométrica Rio Bananal localizada a 28 km da área por esta apresentar um conjunto consistente de dados. Os dados da estação são apresentados no **Quadro 3-4**. O **Quadro 3-5** apresenta a síntese dos dados obtidos da Estação Rio Bananal.

Quadro 3-4: Características da Estação Rio Bananal.

Dados da Estação	
Código	1940023
Nome	RIO BANANAL
Bacia	ATLÂNTICO, TRECHO LESTE (5)
Sub-bacia	RIO DOCE (56)
Estado	ESPÍRITO SANTO
Município	LINHARES
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-19:16:27
Longitude	-40:19:15
Altitude (m)	95
Período De amostragem	1970 – 2011

Fonte: HIDROWEB – ANA (2012).

Quadro 3-5: Características da Estação Rio Bananal (2).

Mês	Precipitação (mm)			Chuva Máxima em 24 horas	Média de dias de chuva
	mínima mensal	máxima mensal	média mensal		
Jan	1,20	648,20	193,19	209,00	11,76
Fev	5,70	287,90	100,40	122,40	9,20
Mar	0,00	317,60	147,64	145,00	10,63
Abr	18,40	287,60	79,31	150,00	8,34
Mai	0,00	124,80	39,42	91,20	5,63
Jun	0,00	131,20	30,54	78,40	5,54
Jul	0,00	293,10	46,17	121,60	7,61
Ago	0,30	126,70	38,85	45,40	6,56
Set	0,00	200,40	48,43	125,80	6,90
Out	0,00	441,30	111,94	146,00	9,12
Nov	0,00	456,20	188,11	221,80	12,59
Dez	0,00	401,30	182,85	216,50	13,07
Média	2,13	309,69	100,57	139,43	8,91
Total	25,60	3.716,30	1.206,85	1.673,10	
Anual	964,40	2.683,60	1.961,96	1.961,96	

Fonte: HIDROWEB - ANA (2012) período 1970-2011.

3.8.4.4.3.1 Determinação das chuvas de projeto

A partir dos dados de chuvas diárias máximas anuais registrados na Estação Pluviométrica Rio Bananal efetuou-se a análise de frequência dos eventos hidrológicos máximos de projeto fazendo-se uso dos seguintes métodos:

- Hipérbole;
- Função Logarítmica;
- Distribuição de Gumbel.

a) Ajuste pelo Método da Hipérbole

O Método da Hipérbole corresponde ao equacionamento dos dados de chuva de um dia pelo método dos mínimos quadrados que normalmente se ajusta a uma hipérbole.

b) Ajuste pelo Método Logarítmico

O Método da Função Logarítmica corresponde ao equacionamento dos dados de chuva de um dia pelo método dos mínimos quadrados que normalmente se ajusta a uma logarítmica.

c) Ajuste pelo Método de Gumbel

Esta distribuição, para o caso específico de precipitação afirma que se Y_j , $j=1,2,\dots,n$, são precipitações entre n precipitações ocorridas no período de 1 ano e X_n a precipitação máxima ocorrida neste período, ou seja $X_n = \text{máx.}(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$, a probabilidade de qualquer um dos elementos da série ser menor que um dado X , tal que $P_x(X)$, é dado pela Função de Distribuição de Probabilidade (FDP).

d) Análise dos Resultados e Ajuste Adotado

Ajustadas as equações pelos três métodos, a comparação entre os resultados gerados com os observados, foi feita mediante a análise dos coeficientes de correlação estatística e avaliação do desvio padrão entre os valores observados e calculados.

A escolha recaiu, preferencialmente, no método de maior coeficiente de correlação estatística e menor desvio padrão entre as precipitações observadas e as precipitações calculadas.

Justifica-se a escolha do ajuste pelo modelo FDP (Gumbel) em decorrência da menor dispersão entre os valores observados e calculados.

Para obtenção das intensidades de chuvas de curta duração, em função de diversos tempos de recorrência, aplicaram-se procedimentos a seguir descritos: Primeiramente transformaram-se as chuvas de 1 dia, para diferentes tempos de recorrência (T), em uma chuva de 24 horas, através da relação: $P(24h:T) / P(1 \text{ dia:T}) = 1,13$.

Através do valor da chuva de 24 horas, para um dado T, é possível determinar as chuvas de mais curta duração através de relações médias entre precipitações de diferentes durações, definidos por um estudo de chuvas intensas, efetuados pelo DNOS, segundo o Manual de Drenagem de Rodovias – IPR 72 (DNIT, 2005).

e) Equações da Chuva de Projeto

As chuvas de projeto foram obtidas conforme descrito anteriormente, com as correções devido às relações entre tempos de precipitação, de forma a atender todos os tempos necessários.

$$P_{(10,tc)} = 7,38 [\ln (tc)]^{1,518}$$

$$P_{(25,tc)} = 8,79 [\ln (tc)]^{1,518}$$

$$P_{(50,tc)} = 9,84 [\ln (tc)]^{1,518}$$

$$P_{(100,tc)} = 10,88 [\ln (tc)]^{1,518}$$

Onde:

- P(TR, tc) - precipitação pluviométrica (mm);
- TR: para tempo de retorno (anos);
- tc: e tempo de concentração (min).

f) Curvas “Intensidade X Duração X Frequência”

As precipitações são tanto mais raras quanto mais intensas. Para considerar a variação da intensidade com a frequência, fixa-se, cada vez, uma duração determinada. Analisando os dados do posto pluviométrico, para todo o período de registro, escolhe-se a máxima de cada ano, para cada duração t (min). Obtém-se assim, uma série anual, constituída por n máximos x_i para cada duração, suscetível de ser tratada estatisticamente para determinar as frequências de ocorrência. Vários métodos podem ser utilizados, sendo o mais comum o de Gumbel que permite calcular o valor da chuva para um dado período de retorno. A plotagem destes valores calculados origina uma família de curvas relacionando “Intensidade x Duração x Frequência” (**Figura 3-27**)

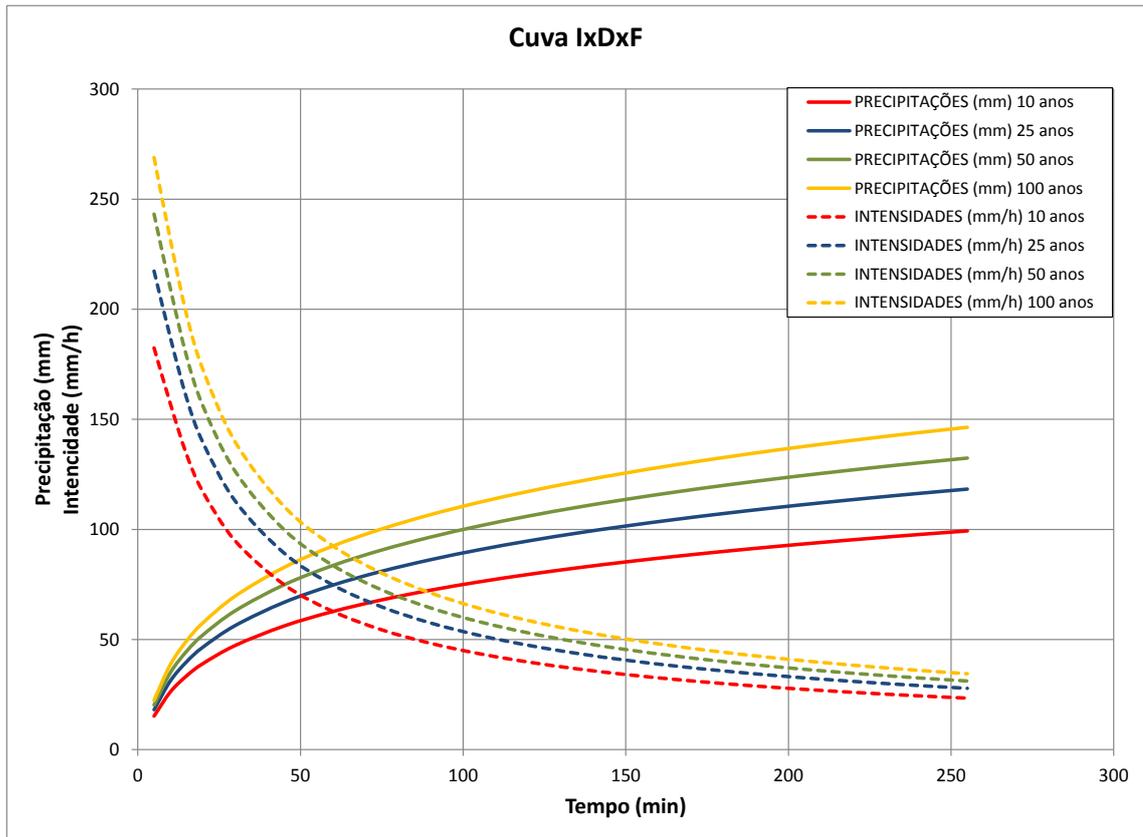


Figura 3-27: Curva intensidade x duração x frequência.

3.8.4.4 Temperatura

A temperatura do ar da região de estudo é governada por dois fatores geográficos. A região está inserida em área tropical onde o sol culmina zenitalmente em duas épocas do ano, resultando em um balanço positivo de radiação em praticamente todo o ano. A penetração de massas de ar polar provoca o rebaixamento da temperatura por um curto período de tempo, enquanto houver domínio destas massas sobre a região, antes da mesma se dissipar.

Para o período analisado, janeiro, fevereiro e março foram os meses mais quentes, enquanto junho, julho e agosto, os mais frios. As temperaturas médias máximas são próximas aos 29,3 °C e as médias mínimas situam-se na casa dos 20,1 °C. A temperatura média anual é de 23,9 °C (**Quadro 3-6**).

Quadro 3-6: Temperaturas mínimas, médias e máximas mensais.

Mês	Temperatura (mm)		
	Mínima mensal	Máxima mensal	Média mensal
Jan	22,60	31,20	26,10
Fev	22,50	31,90	26,30
Mar	22,40	31,60	26,10
Abr	21,10	30,20	24,80
Mai	19,10	28,70	23,00
Jun	17,40	27,50	21,50
Jul	17,10	26,90	21,10
Ago	17,20	27,30	21,40
Set	18,40	27,60	22,30
Out	20,00	28,60	23,60
Nov	21,20	29,30	24,50
Dez	22,30	30,40	25,60
Média	20,11	29,27	23,86

Fonte: INMET (período 1991-99).

3.8.5 Concepção da Central de Gestão Ambiental Linhares

A CGA Linhares compreenderá a instalação e operação das seguintes unidades básicas:

- Aterro de Resíduos Sólidos Classe IIA – Não Inertes;
- Aterro de Resíduos Sólidos Classe I – Perigosos;
- Unidade de Processamento Classe I, composta de Sistema de Blendagem Líquida;
- Unidade de Processamento Classe I, composta de Sistema de Blendagem Sólida;
- Unidade de Solidificação Classe I, composta por Sistema de Solidificação;
- Unidade de Autoclavagem de Resíduos de Serviços de Saúde;
- Unidade de Desidratação de Resíduos de Fossa Séptica;
- Unidade de Tratamento de Líquidos Percolados;
- Unidade de Compostagem;
- Instalações Físicas de Apoio: escritório, oficina, vestiários, instalação sanitárias, balança, guarita, refeitório, e;
- Centro de Educação Ambiental.

Ressalta-se, que as unidades previstas neste memorial poderão sofrer ajustes em suas dimensões básicas e capacidades para se adaptar as reais condições, em função de potenciais especificidades geológico-geotécnicas locais que sejam observadas durante as fases de elaboração do projeto executivo e de implantação, bem como em reavaliações das demandas de recebimento de resíduos, ao longo de sua vida útil, porém, sem alterar a concepção básica aqui apresentada.

Os itens a seguir apresentam a concepção detalhada das unidades ora citadas que compõem a Central de Gestão Ambiental Linhares.

3.8.5.1 Aterro de Resíduos Classe II-A

A geometria do aterro foi definida visando o aproveitamento racional da área, considerando-se as especificidades geológico-geotécnicas locais, a prática atual, ambientalmente correta, de disposição de resíduos e a análise de estabilidade realizada.

Em muitos pontos as concepções adotadas no projeto executivo adotam quesitos mais restritivos que os estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras vigentes e legislações de âmbito municipal, estadual e federal.

A concepção das obras e dos sistemas a serem utilizados na área é discriminada a seguir.

3.8.5.1.1 Geometria do Aterro Projetada

Para a definição da geometria e da locação do aterro foram considerados como limites prévios afastamentos mínimos de 15 metros de todas as divisas (cercas) para a disposição do acesso perimetral da célula de disposição de resíduos,

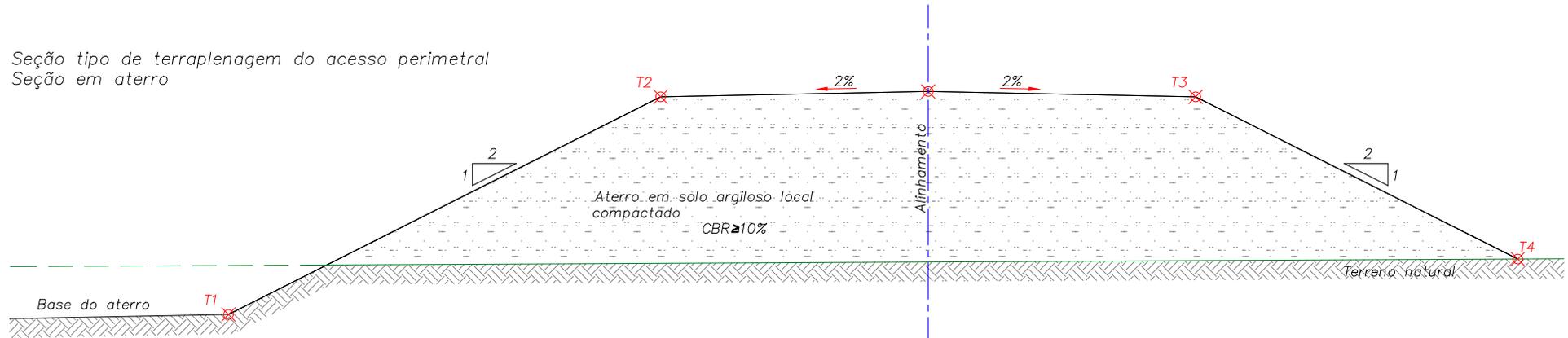
contando-se que esse acesso possui uma plataforma de 10 metros de largura, o início da área utilizada na disposição de resíduos considera um afastamento de 25 metros das divisas da área.

A área de disposição de resíduos é delimitada por acesso perimetral projetado com caimentos mínimos necessários para drenagem respeitando a morfologia do terreno. Para manter um comportamento uniforme quanto a drenagem pluvial por vezes será necessário regularizar a plataforma de terraplenagem desse acesso perimetral através da execução de pequenos cortes e aterros com taludes de inclinação 1:2 (V:H).

O acesso perimetral durante a operação do aterro será utilizado para o acesso às frentes de disposição e, depois de encerrada a operação, servirá de caminho prioritário de manutenção.

A pista deste acesso perimetral possuirá duas faixas de tráfego de sentidos opostos com largura total de 7,0 m e será revestida por uma camada de revestimento primário com espessura de 30 cm. A pista será implantada com declividade transversal, a partir do eixo para os bordos, de 2 %. A **Figura 3-28** apresenta uma seção transversal típica do acesso perimetral ao aterro.

Seção tipo de terraplenagem do acesso perimetral
Seção em aterro



Seção tipo de terraplenagem do acesso perimetral
Seção em corte

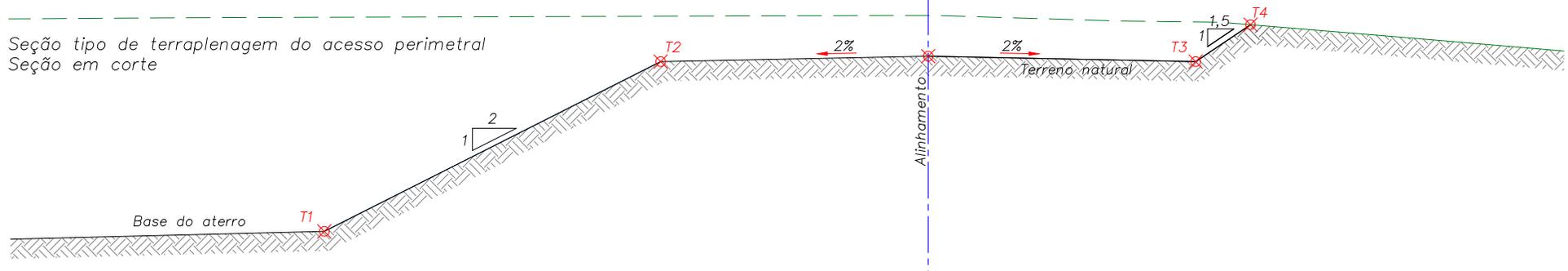


Figura 3-28: Seção transversal típica de implantação do acesso perimetral ao aterro.

Depois de considerados os afastamentos mínimos necessários e os limitantes geomorfológicos, a área resultante apresentou uma geometria retangular impondo esta forma à base do maciço de resíduos a ser formado pelo aterro.

O aterro se desenvolverá ao longo de toda a largura da área iniciando a partir de um afastamento médio de 190 metros da testada da área tendo como sentido longitudinal o alinhamento da noroeste-sudeste e desenvolvendo-se por um comprimento médio de 260 m.

A largura do aterro varia de 395 m, em seu limite noroeste, para 398 m, em seu limite sudeste. A área interna ao dique de confinamento de resíduos totaliza 345.140 m².

A metodologia de implantação do aterro consiste na escavação de uma grande cava, impermeabilização do local, instalação dos sistemas auxiliares e disposição de resíduos. A escavação inicial da cava para a disposição de resíduos fornecerá o volume de solo necessário para a execução das coberturas temporária e definitiva do aterro.

Como forma de otimizar os volumes de terraplenagem para preparação da base do aterro, optou-se por dividir a implantação em quatro fases. As quatro fases convergem sua declividade de base para quatro alinhamentos longitudinais principais que definem quatro pontos baixos para onde convergirão os sistemas de drenagem da base.

A base apresentará ainda, entre os alinhamentos longitudinais que definem os pontos baixos, alinhamentos de cumeeira, a partir dos quais, a base irá apresentar uma declividade transversal de 1,5%. Um esquema destas quatro fases iniciais é apresentado na **Figura 3-29** e **ANEXO VI**.

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 4

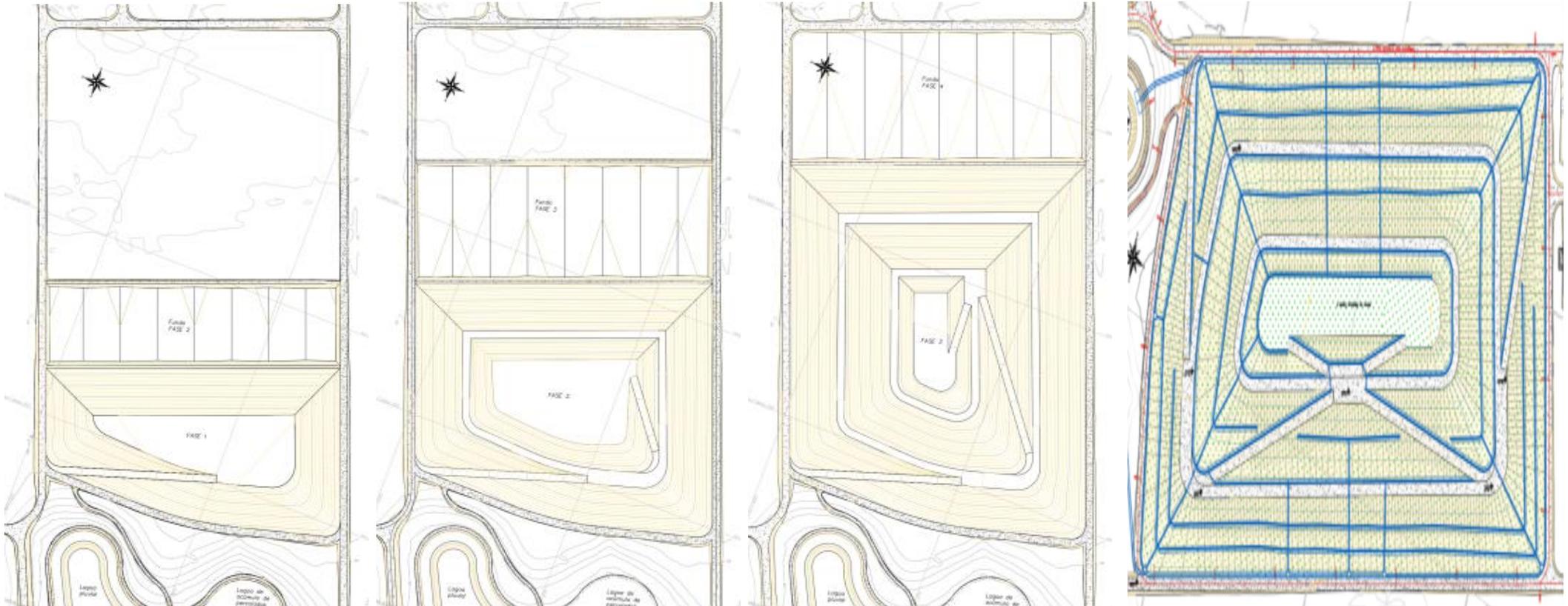


Figura 3-29: Representação esquemática das quatro fases de implantação da base.

Acima da cota do acesso perimetral, o maciço de resíduos será conformado de manter uma inclinação única característica nos taludes externos do aterro de 1:3 (V:H). Taludes temporários de resíduos, localizados nos limites entre as fases poderão ser executados com inclinações superiores, porém, nunca maiores que 1:2 (V:H).

Esses taludes permanecerão com inclinação constante até atingirem uma altura de 20 metros, onde então, será implantado um patamar que receberá uma pista de acesso para manutenções na cobertura final e sistemas de drenagem de gases do aterro. Após esse patamar, com a continuidade da disposição deve-se manter a inclinação de 1:3 (V:H) prevista até que seja alcançada uma altura de aterro de 40 metros, onde então, um novo patamar deverá ser implantado com as mesmas características do anterior.

O topo do aterro consistirá de uma superfície com uma declividade longitudinal de 0,5% no sentido noroeste-sudeste e de 5 % no sentido transversal a partir do centro do aterro. A cota de topo máxima corresponde à cota 83 m, sendo que a superfície de topo varia entre esta cota e a cota 80,7 m. Para a cota média de topo da camada de impermeabilização pode-se admitir a cota 30 m, desta forma, o aterro possuirá, ao final de sua vida útil, uma espessura média total de resíduos dispostos de 51 m.

Para o acesso ao topo será implantada uma plataforma sobre os resíduos dispostos no aterro com largura de terraplenagem de 10,0 metros e rampa máxima de 10%. Esta plataforma receberá uma pista de rolamento com características idênticas às da pista do acesso perimetral do aterro.

3.8.5.1.2 Volume Útil de Disposição de Resíduos

A **Tabela 3-13** apresenta um resumo dos volumes de materiais e resíduos a serem utilizados na execução do aterro.

Tabela 3-13: Quadro de volumes do aterro.

Fase	Decapagem (m³)	Terraplenagem (m³)		Impermeab. (m³)	Cobertura (m³)	Resíduos (m³)
		Corte	Aterro			
I	10.687	424.864	8.452	43.695	116.482	1.002.371
II	4.532	184.919	72	59.240	118.460	1.039.339
III	6.242	170.783	509	44.670	205.236	1.809.164
IV	6.760	116.850	0	44.095	209.867	1.846.457
Total	28.221	897.416	9.033	287.620	650.044	5.697.332

Esta previsão considerou apenas volumes geométricos, não sendo atribuídos volumes adicionais aos resíduos provenientes de recalques durante a composição do maciço.

3.8.5.1.3 Capacidade Operacional e Vida Útil

A capacidade operacional da unidade foi determinada considerando-se o volume útil total previsto para disposição e uma vida útil mínima de **20 anos**.

Dessa forma, tomou-se a capacidade total da unidade e fez-se a divisão do montante de resíduos a ser disposto no período de 20 anos. Como resultado obteve-se uma capacidade de disposição mensal de 23.740 m³, ou, aproximadamente 915 m³ diários.

Considerando-se uma densidade para os resíduos dispostos igual a 1 tonelada/m³, tem-se uma capacidade de disposição de 915 toneladas diárias.

A partir desta capacidade de disposição, foram determinados quesitos operacionais como veículo transportador de projeto, largura das faixas de tráfego, raios mínimos de curvatura e rampas máximas de implantação dos acessos.

A partir da demanda estimada para a unidade foram determinados também os equipamentos necessários às atividades de disposição e cobertura de resíduos e manutenção geral do aterro.

O aterro foi concebido para permitir a disposição de resíduos durante as 24 horas do dia e também nos períodos chuvosos característicos da região.

A vida útil estimada para cada fase de execução considerando-se a demanda máxima para que se garanta uma vida útil total ao empreendimento é apresentada na **Tabela 3-14**.

Tabela 3-14: Vida útil estimada para o aterro Classe II-A.

Fase	Resíduos (m³)	Vida Útil (meses)	Vida Útil acumulada (meses)
I	1.002.371	42	42
II	1.039.339	44	86
III	1.809.164	76	162
IV	1.846.457	78	240
Total	5.697.331	240	-

3.8.5.1.4 Impermeabilização de base e taludes

A norma brasileira “NBR 13.896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação” define impermeabilização como sendo:

“Deposição de camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeça ou reduza substancialmente a infiltração no solo dos líquidos percolados, através da massa de resíduos.”

Esta mesma norma, em seu subitem 4.1.1, alínea b, coloca como critério para localização de aterros, o seguinte:

“Geologia e tipos de solos existentes – tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se **desejável** a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10-6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m”.

Coloca ainda em seu subitem 5.2.1, que versa sobre impermeabilização do aterro, o seguinte:

“Sempre que as condições hidrogeológicas do local escolhido para a implantação do aterro não atenderem às especificações de

4.1.1-b) deve ser implantada uma camada impermeabilizante da superfície inferior conforme:

- a) Ser constituída com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, com suficiente espessura e resistência, de modo a evitar rupturas devido a pressões hidrostáticas e hidrogeológicas, contato físico com o líquido percolado ou resíduos, condições climáticas e tensões da instalação da impermeabilização ou aquelas originárias da operação diária;
- b) Ser colocada sobre base ou fundação capaz de suportá-la, bem como resistir aos gradientes de pressão acima e abaixo da impermeabilização, de forma a evitar sua ruptura por assentamento, compressão ou levantamento do aterro;
- c) Ser instalada de forma a cobrir toda a área, de modo que o resíduo ou líquido percolado não entre em contato com o solo natural”.

Os ensaios de permeabilidade “*in situ*” (**ANEXO VIII**) indicam que os solos locais apresentam coeficientes de permeabilidade baixos, da ordem de 10^{-7} m/s. Deve-se considerar que os ensaios de permeabilidade realizados “*in situ*” geralmente apresentam resultados que superestimam a permeabilidade dos solos, uma vez que a vedação utilizada para isolar as áreas de percolação possui efetividade duvidosa.

As prospecções geotécnicas realizadas indicam que os solos consistem de depósitos naturais extensos e, de certa forma, homogêneos, não tendo sido verificados níveis freáticos próximo a superfície. Estas características ocorrem de acordo com os processos de evolução pedogênica da formação geológica local. Para a determinação das cotas da base do aterro considerou-se a manutenção de uma zona não saturada de espessura mínima de 3,0 metros.

O ambiente de implantação do aterro de Resíduos Classe II não atende o critério de localização indicado no subitem 4.1.1 da NBR 13896 para que seja dispensável a utilização de um sistema de impermeabilização da base, sendo necessário, portanto, que se observe as disposições do subitem 5.2.1.

O sistema de impermeabilização de fundo e taludes previstos para a célula de disposição é composto, da parte inferior para a superior, dos seguintes

elementos: camada de solo argiloso compactado de espessura mínima de 60 cm e permeabilidade não superior a 1×10^{-7} cm/s, geomembrana de PEAD 2 mm texturizada em ambas as faces e geotêxtil de proteção da geomembrana não-tecido de gramatura 400 g/m².

A **Figura 3-30** apresenta o sistema de impermeabilização proposto.



Figura 3-30: Esquema conceitual do sistema de impermeabilização de base e de taludes

Para efeito de avaliação da impermeabilização adotou-se que existirá uma coluna de 0,30 cm de percolado sobre o sistema de impermeabilização (hp), conforme define a ABNT (1997) - NBR-10157.

A favor da segurança, não será considerado o efeito da geomembrana de PEAD instalada sobre a camada mineral; ou seja, mesmo sabendo-se que, no campo esta carga de 30 cm não atua integralmente sobre a camada mineral de argila (devido a existência da geomembrana) considerou-se como se isso acontecesse, por ser essa uma situação mais crítica em termos de dimensionamento.

Na **Figura 3-31** é apresentado um esquema conceitual das condições de fluxo para a camada de argila.

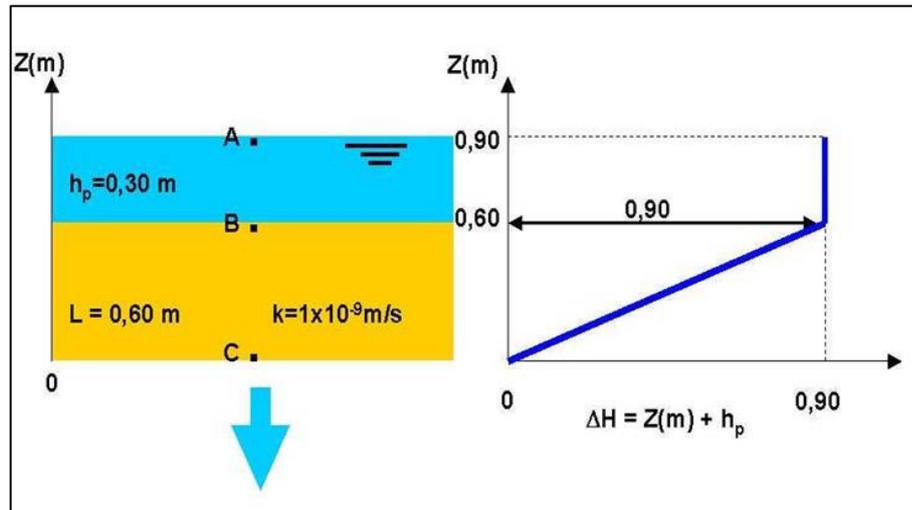


Figura 3-31: Modelo hidráulico para a camada de argila compactada.

Onde:

- h_p = coluna de água sobre a camada de impermeabilização de argila;
- L = espessura da camada e distância ao longo do qual a carga é dissipada;
- ΔH = carga hidráulica dissipada na percolação, e;
- Z = carga altimétrica.

A vazão por unidade de área é definida pelas seguintes expressões, e dada em $m^3/(s \cdot m^2)$. Em solos saturados, o estudo do fluxo baseia-se na Lei de Darcy (1856), expressa por:

$$Q = k \times i \times A$$

Onde:

- Q = vazão percolada;
- k = coeficiente de permeabilidade;
- i = gradiente hidráulico;
- A = área da seção transversal ao sentido do fluxo.

O gradiente hidráulico é dado pela seguinte expressão:

$$i = \Delta H/L$$

Onde:

- ΔH = carga hidráulica dissipada na percolação;
- L = distância ao longo do qual a carga é dissipada.

Substituindo a equação do gradiente hidráulico na equação da Lei de Darcy tem-se a seguinte expressão para a vazão percolada:

$$Q = k \times (\Delta H/L) \times A$$

Com algumas transformações tem-se a dedução da grandeza de vazão por unidade de área, a seguir apresentada:

$$Q/A = k \times \Delta H/L$$

$$v = Q/A$$

$$v = k \times \Delta H/L$$

Onde:

- v = vazão percolada por unidade de área.

Em função desta equação é apresentado o desempenho hidráulico da alternativa proposta:

- $k = 1 \times 10^{-9}$ m/s (ou 1×10^{-7} cm/s);
- ΔH = carga hidráulica dissipada na percolação = 0,90m;
- L = distância ao longo do qual a carga é dissipada = 0,60m.

Tem-se:

$$v = 10^{-9} \times (0,90/0,60)$$

- Vazão por unidade de área = $1,5 \times 10^{-9}$ (m³/sxm²).

3.8.5.1.5 Cobertura final

O sistema de cobertura final idealizada para o aterro é composto das seguintes camadas (**Figura 3-32**):

- Uma camada de material argiloso compactado impermeabilizante de espessura não inferior a 60 cm;
- Uma camada de *top-soil* (material orgânico) de espessura não inferior a 20 cm, e;
- Um revestimento vegetal composto por enleivamento.

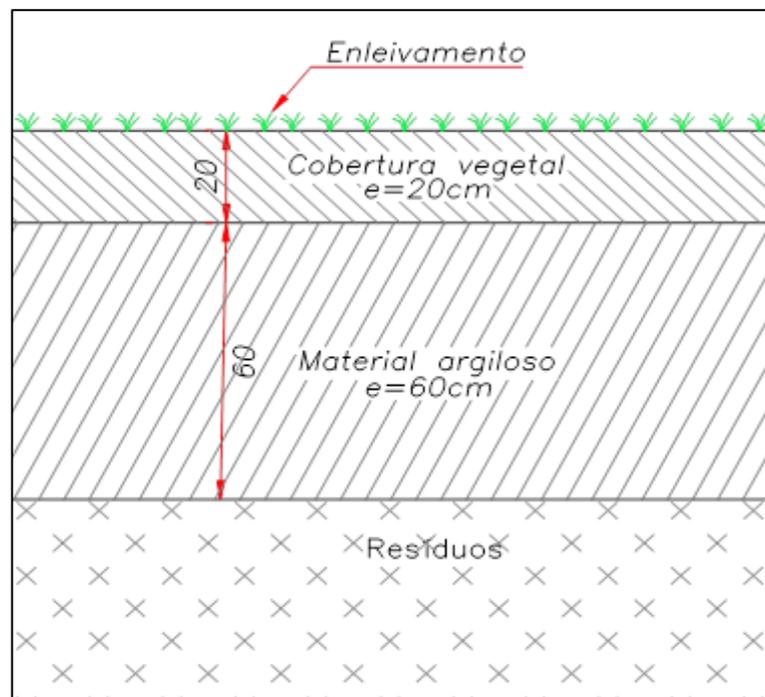


Figura 3-32: Esquema da cobertura idealizada.

3.8.5.1.6 Drenagem de Percolados e Gases

O maciço de resíduos será composto por uma série de camadas distintas de resíduos compactados com espessuras variando de 4 a 6 metros. Entre estas camadas é necessário executar uma cobertura temporária para evitar a proliferação de vetores. Esta cobertura temporária será executada com os solos

locais excedentes das atividades de terraplenagem de preparação das células de disposição de resíduos.

Estes solos locais apresentam permeabilidades inferiores às verificadas em resíduos compactados. Desta forma, estas camadas consistirão em barreiras horizontais quanto ao fluxo horizontal de líquidos e gases. Devido à existência destas barreiras podem ocorrer bolsões de gases e de líquidos percolados no interior do aterro.

Para evitar este efeito e para permitir a retirada, do interior do maciço de resíduos, dos percolados gerados, o projeto concebeu a implantação de sistemas de drenagem de percolados de base e intermediário entre as camadas do aterro e um sistema de drenagem vertical através de drenos de captação dos gases gerados. Estes sistemas foram interligados para aumentar suas eficiências individuais e permitir a correta drenagem interna do aterro.

3.8.5.1.7 Drenagem de base

O sistema de drenagem de percolados concebido para a base do aterro consiste de uma série de drenos coletores ligados aos drenos verticais de gases, que também serão responsáveis por interligar os sistemas de drenagem intermediários das diversas camadas com a base, que desaguarão em drenos coletores principais que serão interligados aos pontos de saída dos percolados do aterro.

Os drenos da base serão executados sobre a impermeabilização de base do aterro e serão constituídos de materiais drenantes tendo em seu interior uma tubulação de PEAD lisa perfurada. A **Figura 3-33** apresenta um detalhe dos drenos coletores e principais.

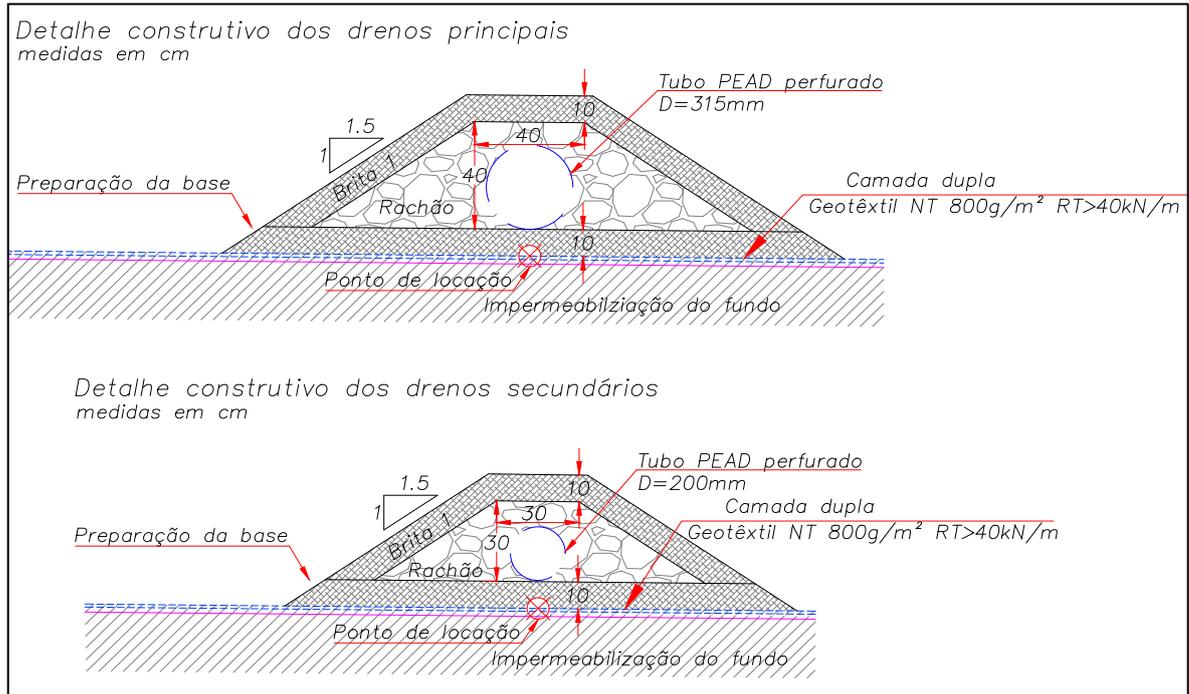


Figura 3-33: Detalhe dos drenos coletores e principais.

Os drenos principais foram dispostos de forma a coincidirem com os talvegues resultantes da conformação da base.

A disposição dos drenos coletores, principais e de gases verticais em relação à base do aterro é apresentada nas pranchas de detalhamento (**ANEXO VI**) e na **Figura 3-34**.

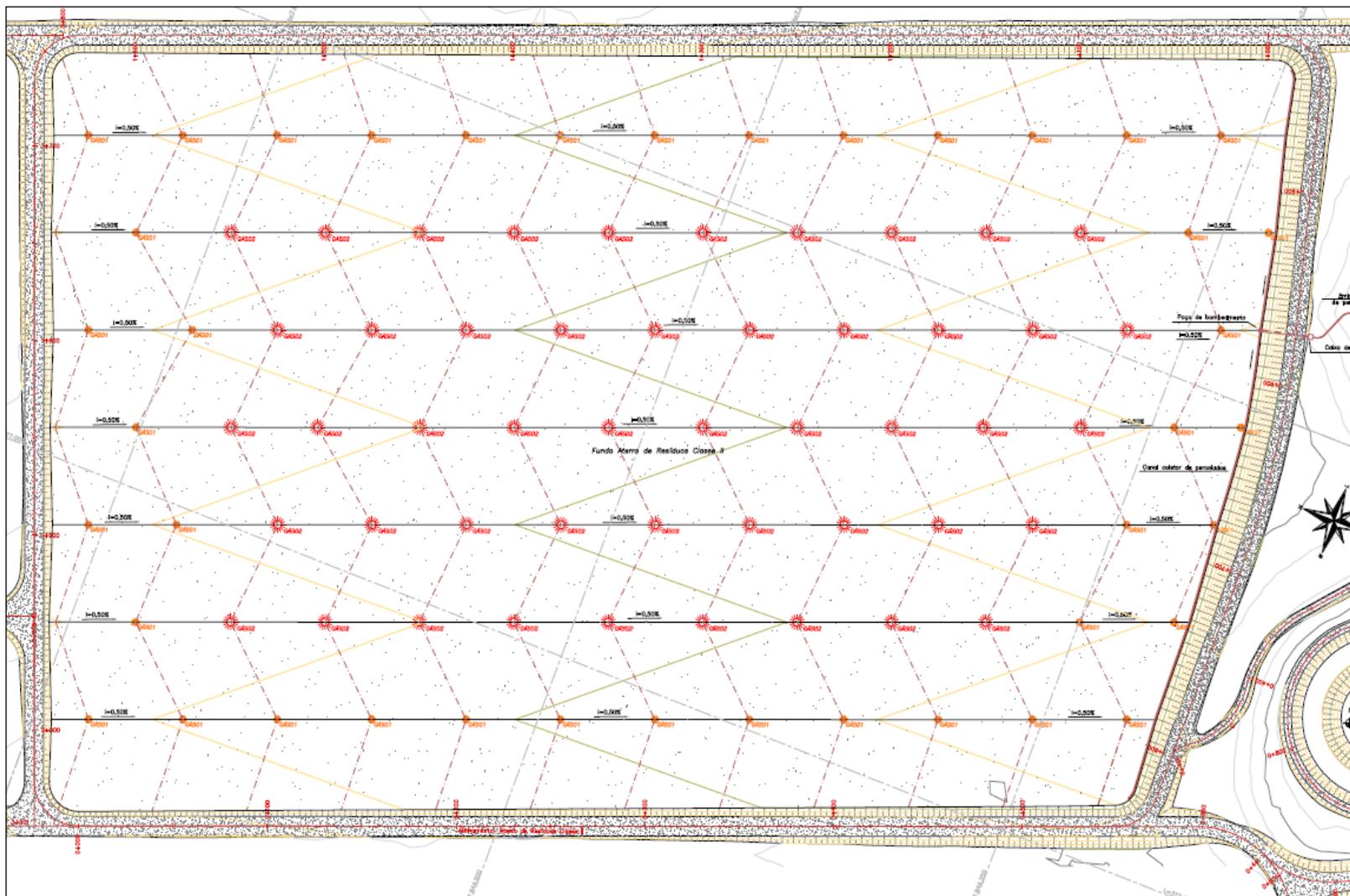


Figura 3-34: Disposição dos drens coletores, principais e de gases verticais em relação à base do aterro.

3.8.5.1.8 Drenagem intermediária

Após a disposição da camada de resíduos, é realizada sua cobertura temporária. A frente de disposição avança para outro setor de disposição, permanecendo esta camada aguardando a disposição, sobre esta, da camada seguinte.

Quando do momento da disposição da camada seguinte de resíduos é realizada a raspagem de parte deste material da cobertura temporária para reaproveitamento. Mesmo com esta raspagem ainda poderiam se formar bolsões de gases e percolados. Para evitar a formação destes bolsões, o projeto prevê a execução de uma série de drenos horizontais de gases e percolados de forma a, nestes pontos, interligar as camadas de resíduos e drenar, em direção aos drenos verticais de gases, os percolados que fluirão para a base e os gases a serem extraídos no topo do aterro.

Estes drenos intermediários horizontais serão construídos com profundidades variáveis através da escavação de trincheiras com largura de base mínima de 30 cm. Estas trincheiras serão revestidas por um geotêxtil e preenchidas por um material drenante, sendo indicado o uso de rachão ou material britado de grande dimensão proveniente do britador primário (**Figura 3-35**).

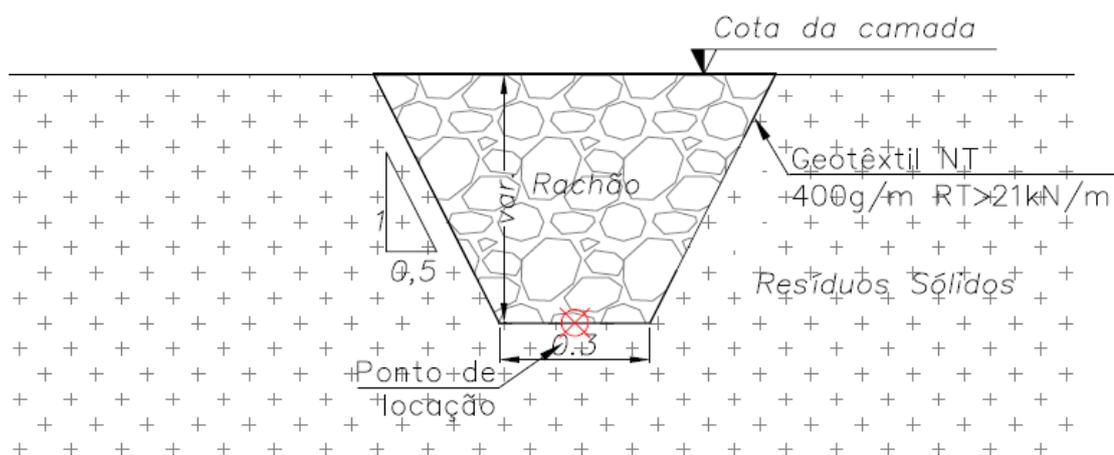


Figura 3-35: Detalhe típico dos drenos intermediários horizontais.

Para evitar o fenômeno de surgência de percolados junto à base das camadas de resíduos dispostas, muito comum em aterros de resíduos, o projeto prevê também a execução de um dreno anelar em cada camada de resíduos de características idênticas aos drenos intermediários horizontais (**Figura 3-36**).

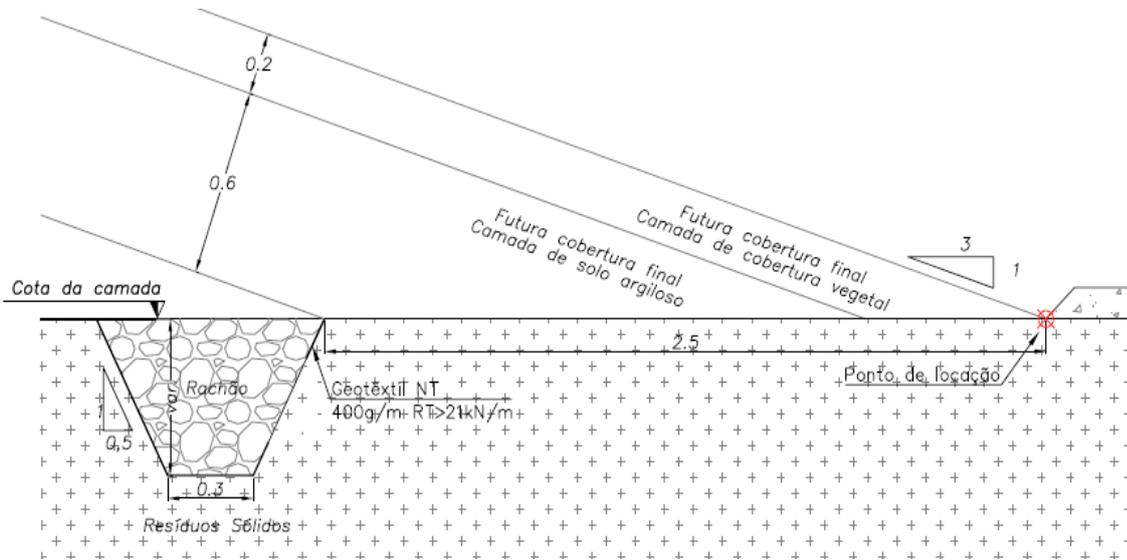


Figura 3-36: Detalhe típico dos drenos intermediários anelares.

3.8.5.1.9 Sistema de Drenagem e Eliminação de Gases

O sistema de drenagem de gases consistirá de drenos de coleta verticais ligados aos drenos horizontais de base e intermediários. Esses drenos serão responsáveis por conduzir os líquidos percolados, coletados pelos drenos horizontais intermediários, até a base do aterro e de coletar os gases gerados no interior do maciço de resíduos e conduzi-los até o topo do aterro. No topo do aterro, junto à cobertura, serão instalados inicialmente queimadores do tipo *Flare*, com um “tê” de acesso para possibilidade de instalação de futura rede de coleta de gases.

Os drenos verticais de gases do aterro totalizarão 89 unidades, sendo divididos em dois tipos: um a ser utilizado nos drenos de menor altura, com altura máxima

de 24 metros e, o outro, na porção central mais alta do aterro, com altura máxima de 51 metros.

Os drenos foram distribuídos de forma a possuir um raio de influência de 50 metros. Os drenos verticais de menor altura serão constituídos de fragmentos de rocha conformados por uma tela metálica galvanizada do tipo Q138, disposta de forma cilíndrica, e deverão possuir um diâmetro de um metro. Haverá no aterro 41 unidades destes drenos verticais tipo 1.

Os drenos verticais centrais, com alturas maiores, chegando a 51 metros também serão constituídos de fragmentos de rocha conformados por uma tela metálica galvanizada do tipo Q138 e possuirão um diâmetro de 1,5 m. Haverá no aterro 48 unidades destes drenos verticais tipo 2.

Em sua extremidade superior, os drenos verticais serão selados com o preenchimento parcial com concreto magro do tubo superior.

Através deste selo, será instalado um tubo de aço galvanizado DE 50 mm, que possuirá, em sua extremidade superior, um queimador do tipo *Flare*, também de aço galvanizado. Para o controle da queima dos gases será instalado, logo abaixo do queimador, um registro do tipo gaveta. A ligação entre o registro e o queimador será do tipo rosqueada para possibilitar a ligação dos drenos verticais a possíveis ramais coletores do biogás gerado. É prevista também a colocação, entre o selamento do dreno e o registro de controle de queima, de um “tê” de inspeção para, por exemplo, viabilizar leituras de vazão e composição do biogás e possibilitar a instalação de futura rede de coleta de gases (**Figura 3-37**).

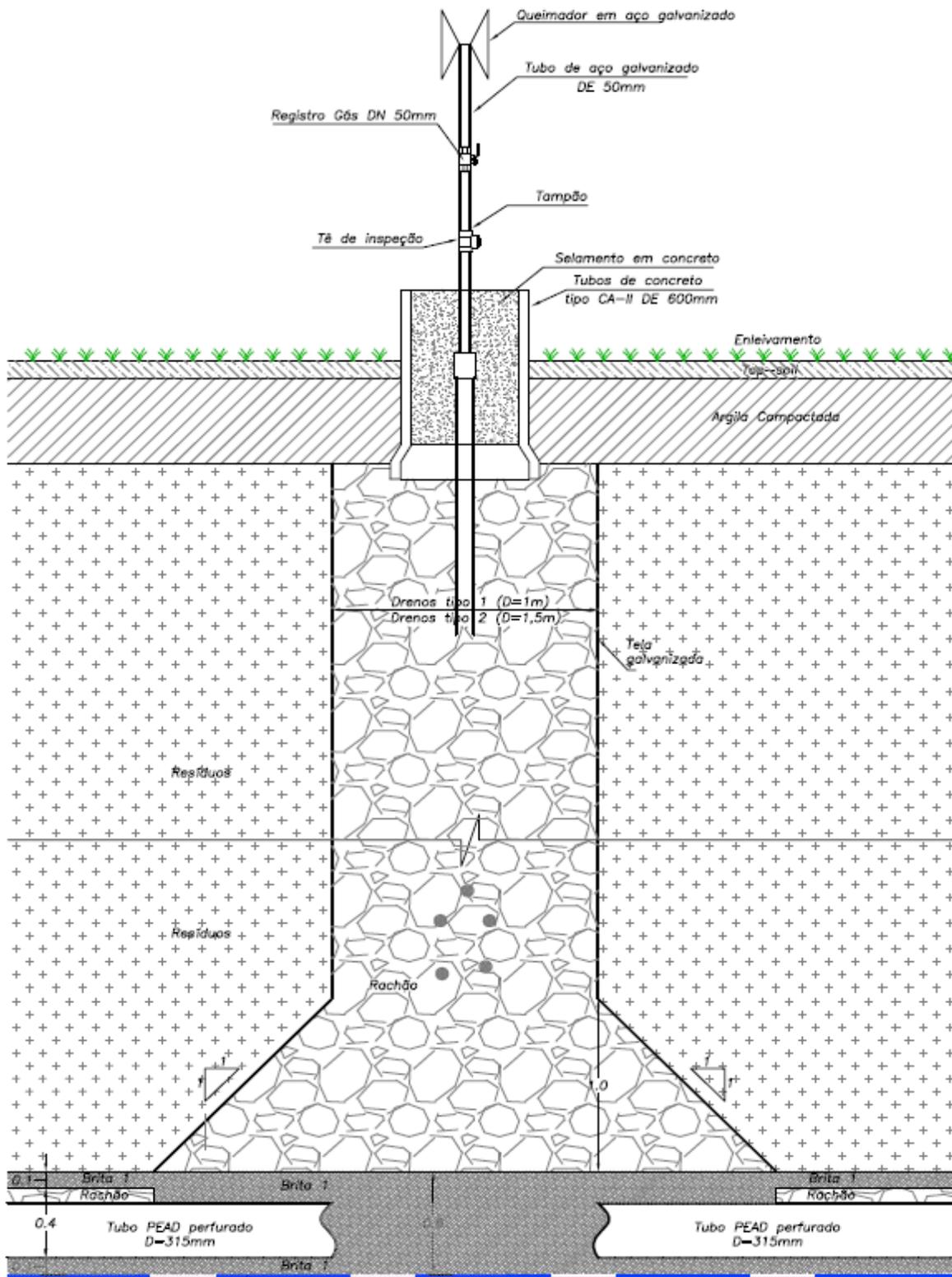


Figura 3-37: Detalhe típico dos drens verticais de coleta e queima de gases.

3.8.5.1.9.1 Estimativa de geração de metano

A formação e a taxa de geração dos principais constituintes do gás em aterros sanitários são variáveis ao longo do tempo e seguem várias fases distintas que podem ser observadas na **Figura 3-38**.

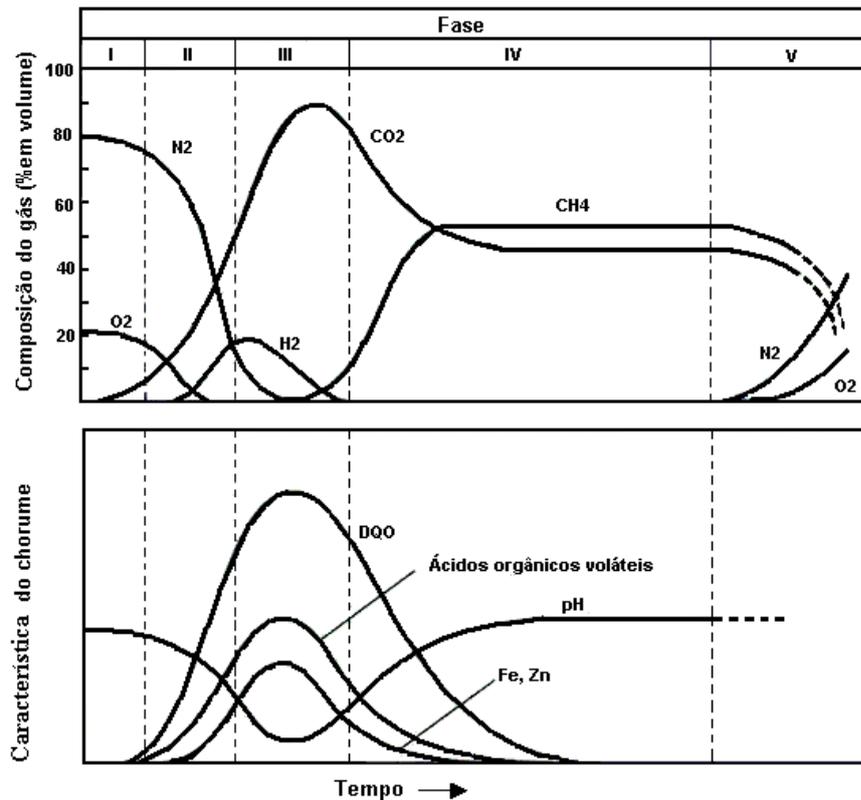


Figura 3-38: Fases de formação do biogás de aterro.

Fonte: Adaptado de Tchobanoglous, Theisen & Vinil (1993).

O biogás é produto da decomposição de material orgânico, composto em sua maior parte por CO₂ e CH₄, sendo o metano um combustível possível de ser coletado e utilizado como fonte de energia. Existem inúmeros métodos para estimar a produção de biogás, desde métodos que apresentam uma aproximação grosseira, até métodos que consideram uma cinética de geração de biogás. Dentre as metodologias estudadas, a que mais se aproxima da realidade é a de

decaimento de primeira ordem, que considera por meio de parâmetros em sua equação a cinética da reação da produção de biogás.

O método utilizado neste projeto é indicado pela *United States Environmental Protection Agency* – US EPA e foi apresentado no *International Painel on Climate Change* – IPCC (1996).

Este método se divide em duas etapas: aterro em operação e após seu fechamento, no qual é considerado o fato do gás metano ser emitido por longos períodos de tempo, considerando assim vários fatores que influenciam a taxa de geração do mesmo.

Enquanto o aterro está em operação o termo de cinética ($e^{-k \times c}$) será igual a 1 (um). Após o encerramento, este termo de cinética deverá ser considerado. Assim, têm-se as diferentes equações para cada etapa:

a) Durante a vida útil:

$$Q = F \times R \times L_0 \times (1 - e^{-k \times t})$$

b) Após o fechamento do aterro:

$$Q = F \times R \times L_0 \times (e^{-k \times c} - e^{-k \times t})$$

Onde:

- Q = metano gerado (m³/ano);
- F = Fração de metano no biogás (%);
- R = quantidade média de resíduos assentados durante a vida útil do aterro (Kg Resíduos Sólidos Domésticos/ano);
- L₀ = potencial de geração de biogás (m³ de biogás/Kg Resíduos Sólidos Domésticos);

- k = constante de decaimento (mês^{-1});
- c = tempo decorrido desde o fechamento do aterro (anos);
- t = tempo decorrido desde a abertura do aterro (anos).

O potencial de geração de metano (L_0) representa a produção total de metano (m^3 de metano por tonelada de resíduo). O valor L_0 é dependente da composição do resíduo e, em particular, da fração de matéria orgânica presente:

$$L_0 = \text{FCM} \times \text{COD} \times \text{CODf} \times F \times (16/12)$$

Sendo:

- L_0 = potencial de geração de metano proveniente da degradação;
- FCM = fator de correção de metano (%);
- COD = carbono orgânico degradável (Kg de C/Kg de Resíduos Sólidos Domésticos);
- CODf = fração de COD dissociada (%);
- F = Fração de metano no biogás (%).

O fator de correção de metano (FCM) varia de acordo com o local de disposição dos resíduos. São definidas quatro categorias de locais, conforme **Quadro 3-7**.

Quadro 3-7: Valores para FCM, segundo IPCC (1996).

Local de disposição	FCM
Vazadouros a céu aberto (lixão)	0,4
Aterro controlado	0,8
Aterro sanitário	1,0
Locais sem categoria	0,6

O cálculo para a obtenção da quantidade de carbono orgânico degradável (COD) é baseado na composição do resíduo e na quantidade de carbono em cada componente de sua massa (IPCC, 1996). O **Quadro 3-8** mostra a composição estimada para os resíduos a serem dispostos na CGA Linhares.

Quadro 3-8: Composição dos RSU.

Componente	Composição Gravimétrica
Matéria orgânica	50%
Papel e papelão	8%
Plásticos	12%
Vidro	1,5%
Alumínios e Metais	1,5%
Rejeitos / outros	27%

O COD pode então ser estimado pela seguinte equação:

$$COD = (0,21 \times A) + (0,01 \times B) + (0,53 \times C) + (0,04 \times D) + (0,04 \times E)$$

Onde:

- A = fração de papel e papelão no resíduo;
- B = fração de resíduos originários de parques e jardins;
- C = fração de matéria orgânica no resíduo;
- D = fração de tecidos no resíduo;
- E = fração de madeira no resíduo.

A fração de COD dissociada (COD_f) indica a fração de carbono que é disponível para a decomposição bioquímica e pode ser estimada pela equação:

$$COD_f = 0,014 \times T + 0,28$$

Onde:

- T = Temperatura na zona anaeróbia (C°).

Determinado o valor de COD e COD_f pode-se calcular L_0 .

O método de Projeto utiliza uma constante (k), denominada constante de decaimento. Esta é dada em função de fatores como disponibilidade de nutrientes, pH, temperatura e, principalmente, umidade. Os valores sugeridos para k podem variar de $0,01 \text{ ano}^{-1}$ a $0,09 \text{ ano}^{-1}$.

As condições brasileiras são bem favoráveis à velocidade de biodegradação, no entanto, o projeto inclui uma cobertura completa do aterro, o que dá condições de pouca umidade no resíduo depositado. Mesmo assim, adotou-se para esta estimativa um valor para k de 0,09.

A partir da metodologia apresentada, foi estimada a vazão anual de biogás para o aterro, considerando a estimativa de vida útil e um período de 40 anos. Considerou-se nesta estimativa apenas a quantidade de resíduos domiciliares a ser recebida no aterro, correspondendo a uma demanda de 600 t/dia, considerando-se que os resíduos industriais não perigosos a serem recebidos, que correspondem a uma demanda estimada de 315 t/dia, não apresentarão matéria orgânica em sua composição.

Os resultados obtidos são apresentados na **Figura 3-39**.

Demanda:

600	t/dia de resíduos domiciliares
315	t/dia de resíduos industriais não preigosos

FASE	VOLUME (m³)	VIDA ÚTIL (meses)	VIDA ÚTIL (anos)	Volume (m³/ano)	Volume (t/ano)
I	1.002.371	42,2	3,5	284.867	256.380
II	1.039.339	43,8	3,6	284.867	256.380
III	1.809.164	76,2	6,4	284.867	256.380
IV	1.846.457	77,8	6,5	284.867	256.380
Total	5.697.331	240,0	20,0	284.867	256.380

Composição dos resíduos		
Componente	% COD	Fração
Papel e papelão	0,4	8,0%
Resíduos de parques/jardins	0,17	25,0%
Restos de alimentos	0,15	55,0%
Tecidos	0,4	5%
Madeira	0,3	5%

Constante de decaimento K
 Temperatura nazona anaeróbia (°C) T
 Fator de correção do CH4 FCM
 Fração de metano no biogás (%) F
 Fração de COD dissociada CODf
 Carbono orgânico degradável COD
 Potencial de Geração de CH4 L0 m³ CH4/t

Precipitação anual (mm)	Valores para k (1/ano)		
	Relativamente inerte	Decomposição moderada	Decomposição alta
<250	0,01	0,02	0,03
>250<500	0,01	0,03	0,05
>500<1000	0,02	0,05	0,08
>1000	0,02	0,06	0,09

Valores sugeridos para FCM	
Tipo de local de disposição	FCM
Vazadouros a céu aberto (lixão)	0,4
Aterro controlado	0,8
Aterro sanitário	1,0
Locais sem categoria	0,6

* Condições STP (0°C, 101.325Pa) na qual a densidade do CH4 é 0,00071384 t/m³

Tempo (ano)	Resíduos (m³)	Resíduos (t)	CH4 (m³/ano)	CH4 (m³) Acumulado
1	284.867	284.867	1.298.593	1.298.593
2	569.733	569.733	2.485.418	3.784.012
3	854.600	854.600	3.570.095	7.354.107
4	1.139.466	1.139.466	4.561.414	11.915.521
5	1.424.333	1.424.333	5.467.412	17.382.933
6	1.709.200	1.709.200	6.295.432	23.678.365
7	1.994.066	1.994.066	7.052.185	30.730.550
8	2.278.933	2.278.933	7.743.805	38.474.355
9	2.563.799	2.563.799	8.375.898	46.850.254
10	2.848.666	2.848.666	8.953.588	55.803.842
11	3.133.533	3.133.533	9.481.557	65.285.399
12	3.418.399	3.418.399	9.964.084	75.249.483
13	3.703.266	3.703.266	10.405.080	85.654.563
14	3.988.132	3.988.132	10.808.121	96.462.684
15	4.272.999	4.272.999	11.176.472	107.639.156
16	4.557.866	4.557.866	11.513.120	119.152.276
17	4.842.732	4.842.732	11.820.793	130.973.069
18	5.127.599	5.127.599	12.101.984	143.075.053
19	5.412.465	5.412.465	12.358.974	155.434.027
20	5.697.331	5.697.331	12.593.846	168.027.873
21	5.697.331	5.697.331	11.509.904	179.537.777
22	5.697.331	5.697.331	10.519.260	190.057.037
23	5.697.331	5.697.331	9.613.880	199.670.917
24	5.697.331	5.697.331	8.786.425	208.457.341
25	5.697.331	5.697.331	8.030.187	216.487.529
26	5.697.331	5.697.331	7.339.039	223.826.567
27	5.697.331	5.697.331	6.707.376	230.533.944
28	5.697.331	5.697.331	6.130.080	236.664.024
29	5.697.331	5.697.331	5.602.472	242.266.496
30	5.697.331	5.697.331	5.120.274	247.386.769
31	5.697.331	5.697.331	4.679.578	252.066.347
32	5.697.331	5.697.331	4.276.812	256.343.159
33	5.697.331	5.697.331	3.908.712	260.251.871
34	5.697.331	5.697.331	3.572.294	263.824.164
35	5.697.331	5.697.331	3.264.831	267.088.995
36	5.697.331	5.697.331	2.983.830	270.072.825
37	5.697.331	5.697.331	2.727.016	272.799.841
38	5.697.331	5.697.331	2.492.305	275.292.146
39	5.697.331	5.697.331	2.277.795	277.569.941
40	5.697.331	5.697.331	2.081.748	279.651.688

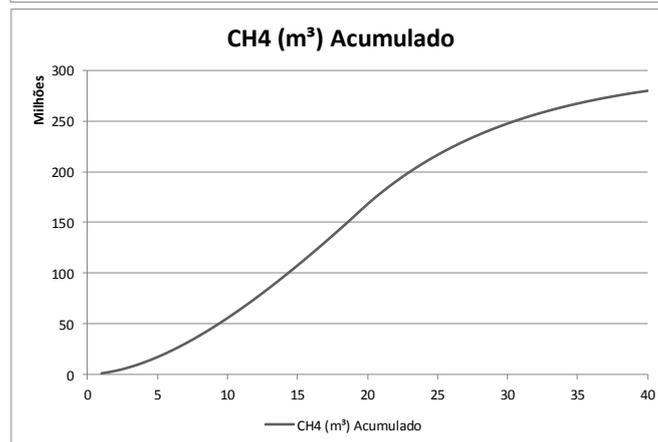
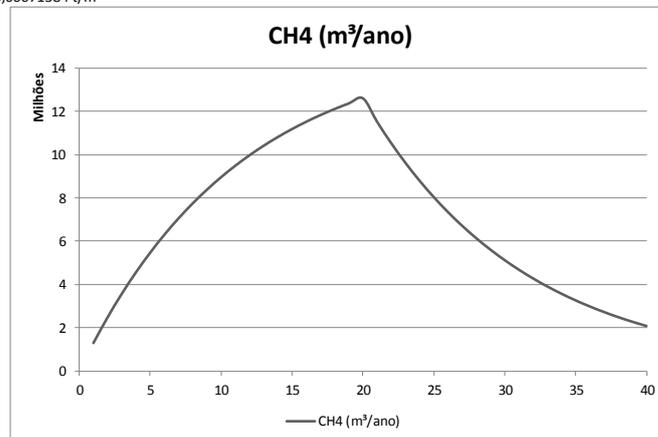


Figura 3-39: Estimativa da geração de metano do aterro classe II.

3.8.5.1.10 Sistema de Drenagem Pluvial

A existência de excesso de água no aterro, tanto durante sua fase construtiva quando encerrado, traz inúmeros danos às células de disposição de resíduos.

Dentre os danos mais comuns podemos citar a impossibilidade da compactação dos resíduos e de sua cobertura, a ocorrência de processos erosivos e a destruição das estruturas do aterro.

A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar também uma maior infiltração na massa de resíduos do aterro, aumentando o teor de líquidos na massa de resíduos disposta, contribuindo para sua instabilidade e aumentando o volume de efluente a ser tratado.

Para evitar que isto ocorra devem ser previstos sistemas de drenagem eficientes que protejam as células e instalações circunvizinhas da ação da água.

É importante que sejam previstas os seguintes sistemas de drenagem pluvial:

- Sistemas de Drenagem das águas que precipitam à montante da área do aterro, evitando seu escoamento através desta;
- Sistema de Drenagem das águas que precipitam sobre a área do aterro durante a fase de operação, evitando que elas percolem através dos resíduos;
- Sistemas das águas que precipitam sobre o aterro concluído, evitando sua infiltração nos resíduos.

Além dos dispositivos de drenagens pluviais definitivos instalados nas plataformas, taludes e vias de acesso, são previstas canaletas de drenagem provisórias no terreno à montante das frentes de operação, de forma a minimizar a infiltração das águas de chuva na massa de resíduos aterrados.

Os dispositivos de drenagem pluvial previstos na concepção do empreendimento tais como canaletas, caixas de passagem e descidas d'água, serão mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no maciço do aterro. O período que exige maior frequência de inspeção no sistema de drenagem pluvial coincide com as épocas de intensa pluviosidade.

As águas de chuva e as surgências serão drenadas diretamente para a lagoa pluvial a ser construída no centro da propriedade, local onde a morfologia do terreno apresenta uma depressão natural de 6,0 metros. Essa depressão no terreno deve-se a inexistência localizada da camada de argila arenosa de consistência rija a dura e coloração avermelhada.

A lagoa pluvial receberá o descarte dos sistemas de drenagem pluvial dos aterros e áreas de tratamento de resíduos e sua concepção é apresentada no **item 3.8.5.9**.

As águas pluviais precipitadas sobre os taludes da cobertura final da célula de disposição serão coletadas por um canal trapezoidal localizado junto ao pé do talude do aterro, internamente a pista do acesso perimetral. Este canal terá profundidade de 50 cm, taludes com inclinação 1:1,5 (V:H), com enleivamento ou revestimento de gabião manta e sua largura poderá ser de 1,00m, 1,20m e 2,20m dependendo da vazão de contribuição. Seu deságue dar-se-á através de bueiros de concreto, alas, sarjetas, descidas d'água e dissipadores de energia (**Figura 3-40**).

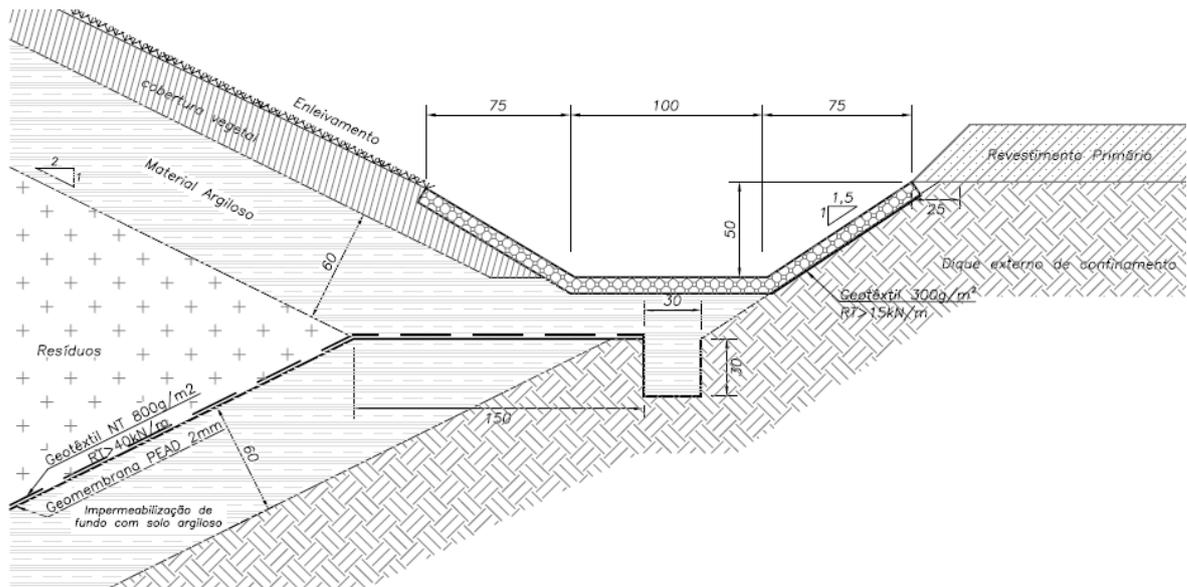


Figura 3-40: Canais de drenagem do pé dos taludes do aterro junto ao dique externo.

No topo do aterro, as águas pluviais serão coletadas por canais trapezoidais revestidos em grama com base de 60 cm, altura de 50 cm e taludes com inclinação 1:1 (V:H). O deságue destes canais de proteção do topo do aterro será realizado em descidas d'água revestidas com gabiões manta (Colchão tipo Reno) (**Figura 3-41**).

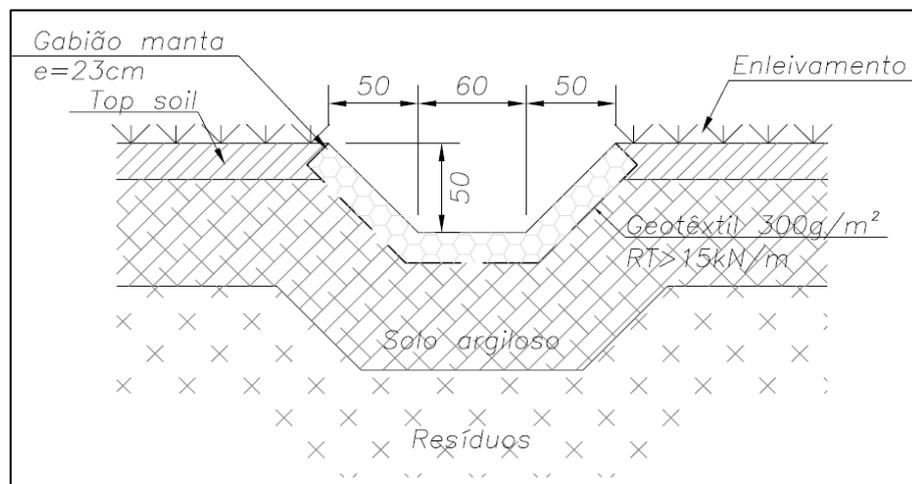


Figura 3-41: Descidas d'água revestidas com gabiões manta.

Nos taludes do aterro, com espaçamento aproximado de 30 metros, serão executadas valas coletoras intermediárias, interligadas às descidas d'água. Estas

valas serão implantadas para disciplinar as águas da chuva precipitadas sobre o talude a fim de se evitar processos erosivos na cobertura (**Figura 3-42**).

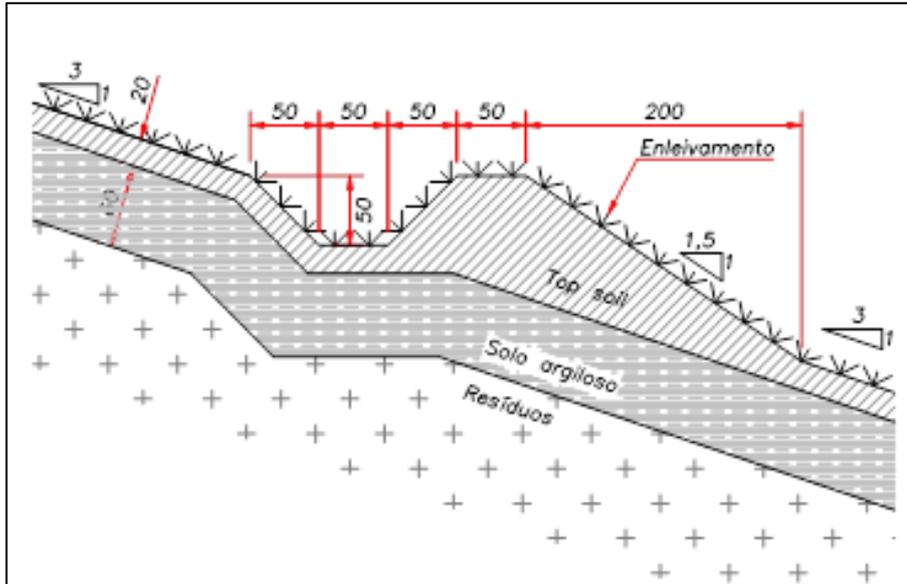


Figura 3-42: Valas de proteção dos taludes do aterro

Nos trechos em que as descidas d'água interceptam a rampa de acesso ao topo do aterro de resíduos está previsto um cruzamento em laje de concreto com espessura de 20 cm sobre a descida d'água de gabiões (**Figura 3-43**).

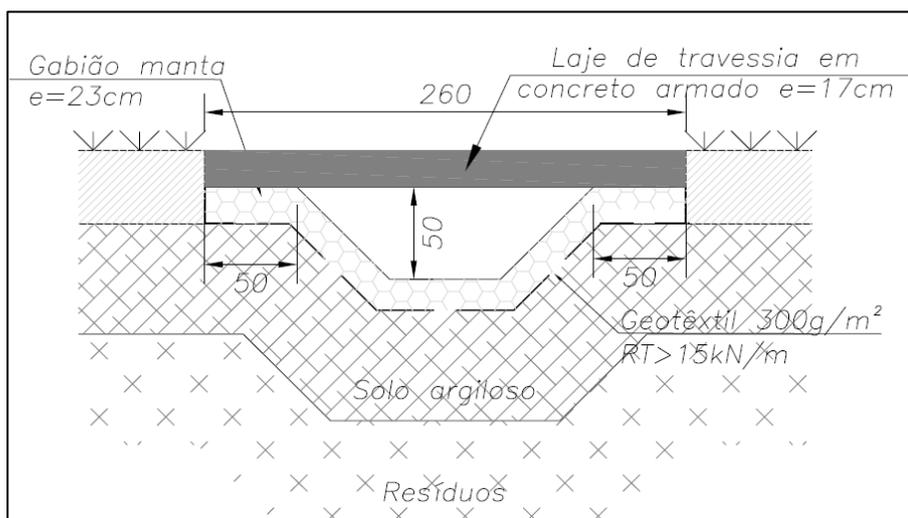


Figura 3-43: Detalhe das descidas d'água nas transposições dos acessos ao topo do aterro.

As descidas d'água desaguarão em caixas de passagem e, posteriormente para bueiros de greide que transpõe o dique externo. A água captada pelos dispositivos de drenagem é conduzida pelo talude do aterro através de descidas d'água em degraus seguida de dissipadores de energia.

Neste caso, em que a água chega ao pé do talude do aterro de resíduos com alta velocidade e com forte poder erosivo serão previstas, além do dissipador de energia, valas revestidas com gabião manta (Colchão Reno).

3.8.5.1.10.1 Pré-dimensionamento da Drenagem Superficial

A drenagem superficial objetiva a interceptação e condução das águas provenientes de áreas adjacentes, encostas, taludes e pistas de acesso, ao deságue seguro, preservando-se o aterro de efeitos destrutivos das águas.

O sistema de drenagem superficial das obras de contenção foi concebido prevendo-se:

- Valas de proteção de aterro;
- Descidas d'água;
- Dissipadores de energia;
- Bueiros;
- Caixas de passagem;
- Valas revestidas com gabião.

a) Determinação da Vazão de Contribuição

Para o pré-dimensionamento dos elementos do sistema de drenagem pluvial foi utilizada a intensidade determinada a partir dos dados disponíveis para o Posto Pluviométrico Rio Bananal, conforme apresentado no **item 3.8.4.4.3**.

Os dispositivos possuem áreas de drenagem relativamente pequenas, portanto para fins de dimensionamento, aplicamos o Método Racional.

O Método Racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 10 km²). Os princípios básicos desta metodologia são:

- A duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia;
- Adota-se um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado com base nas características da bacia;
- Não se avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

A equação do Método Racional, para bacias até 10 km², é apresentada abaixo:

$$Q = 0,0028 \times C \times I \times A$$

Onde:

- Q: vazão (m³/s);
- C: coeficiente de deflúvio;
- I: intensidade de precipitação calculada (mm/h);
- A: área da bacia contribuinte (ha).

O **Quadro 3-9** apresenta valores do Coeficiente “C” para diversas superfícies.

Quadro 3-9: Coeficientes de Escoamento Superficial, segundo o Manual de Drenagem de Rodovias – IPR 72 (DNIT, 2005).

Natureza da Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo	0,01 a 0,20

A definição das áreas de contribuição do trecho em estudo foi procedida a partir do levantamento topográfico e do projeto geométrico das diversas unidades a serem implantadas na área. As áreas destas bacias foram calculadas por planimetria.

b) Período de Retorno

O intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada é denominado período de retorno ou tempo de recorrência.

Para o dimensionamento dos dispositivos utilizou-se um Tempo de Retorno de 25 anos, conforme recomenda a “NBR 10.157/1987: Apresentação de projetos de aterro de resíduos industriais perigosos” e a “NBR 13.896/1997: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação”.

c) Determinação da Capacidade de Vazão

Considerando as dimensões da sarjeta/valeta adotada, foi calculada sua capacidade de vazão em função da declividade longitudinal do greide, que, presume-se, seja igual a da sarjeta/valeta.

Aplicando-se a fórmula de Manning, tem-se:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * I^{1/2}$$

$Q = A * V$ (equação da continuidade);

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * I^{1/2}$$

Onde:

- Q: Vazão de escoamento (m³/s);
- A: Área da seção molhada do canal (m²);
- V: Velocidade de escoamento, em (m/s);
- n: Coeficiente de rugosidade de Manning;
- R: Raio hidráulico (m), e;
- I: Declividade do canal (m/m).

d) Velocidade Máxima Permissível

O dimensionamento de cada dispositivo de drenagem está condicionado ao fator velocidade, o qual não deve ultrapassar os valores pré-estabelecidos, função do tipo de revestimento utilizado. Todas as valetas e sarjetas receberão o revestimento adequado, conforme os estudos de verificação em função das velocidades máximas admissíveis.

e) Valas de Proteção do aterro

As valetas de proteção de aterros têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo aterro de resíduos a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude do aterro e aos acessos, conduzindo-as com segurança às descidas d'água e caixas de passagem.

No pé dos taludes do aterro junto ao dique externo serão previstas valas revestidas com grama ou Colchão Reno, dependendo da vazão de contribuição. No topo do aterro, as águas pluviais serão coletadas por valas trapezoidais revestidos em grama com base de 50 cm, altura de 50 cm e taludes com inclinação 1:1 (V:H). O deságue destes canais de proteção do topo do aterro será realizado em descidas d'água revestidas com Colchões Reno.

Da **Figura 3-44** a **Figura 3-48** está apresentado o dimensionamento hidráulico das valas, bem como sua geometria e verificação de capacidade de escoamento.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																															
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																				Dados:									
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																				TR:		25		anos					
LOCAL:		Linhares, ES																				DATA:		out/12							
POSTO:		Rio Bananal ES																													
DADOS				VAZÃO DE PROJETO				CANAL										PROJETO													
VERTICE JUSANTE	L (m)	ÁREA (m²)		I CANAL (m/m)	TC (min)	INTENS. (mm/h)	C	VAZÃO (l/s)	Talude (1:H)		BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m2)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	ALTURA (m)	ÁREA (m2)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	Velocida de (m/s)	Tp min			
		TRECHO	ACUM.						ESQ.	DIR.																					
VPT01	87	2.143	2.143	0,005	5,00	217	0,50	64,71	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,20	0,21	0,17	1,19	0,14	0,38	64,71	1,00	0,38	3,80			
VPT02	88	2.292	2.292	0,005	5,00	217	0,50	69,20	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,21	0,22	0,18	1,21	0,15	0,39	69,20	1,00	0,39	3,77			
VPT03	94	2.953	2.953	0,005	5,00	217	0,50	89,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,27	0,25	0,21	1,31	0,16	0,42	89,16	1,00	0,42	3,75			
VPT04	50	766	766	0,005	5,00	217	0,50	23,13	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,07	0,11	0,08	0,93	0,09	0,28	23,13	1,00	0,28	2,98			
VPT05	54	1.690	1.690	0,005	5,00	217	0,50	51,03	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,16	0,18	0,14	1,11	0,13	0,36	51,03	1,00	0,36	2,53			
VPA06	75	2.760	2.760	0,098	5,00	217	0,50	83,33	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	2,64	1449,36	0,06	0,10	0,07	0,89	0,08	1,17	83,33	1,00	1,16	1,08			
VPA07	68	2.066	2.066	0,098	5,00	217	0,50	62,38	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	2,64	1449,36	0,04	0,09	0,06	0,84	0,07	1,06	62,35	1,00	1,05	1,08			
VPA08	22	1.203	1.203	0,005	5,00	217	0,50	36,32	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,11	0,15	0,11	1,02	0,11	0,32	36,34	1,00	0,32	1,14			
VPA09	26	1.245	1.245	0,005	5,00	217	0,50	37,59	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,11	0,15	0,11	1,03	0,11	0,33	37,58	1,00	0,32	1,33			
VPA10	95	1.209	1.209	0,005	5,00	217	0,50	36,50	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,11	0,15	0,11	1,02	0,11	0,32	36,48	1,00	0,32	4,92			
VPA11	48	909	909	0,005	5,00	217	0,50	27,45	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,08	0,13	0,09	0,96	0,10	0,30	27,46	1,00	0,29	2,71			
VPA12	87	1.507	1.507	0,005	5,00	217	0,50	45,50	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,14	0,17	0,13	1,08	0,12	0,35	45,50	1,00	0,34	4,21			
VPA13	56	906	906	0,005	5,00	217	0,50	27,36	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,08	0,13	0,09	0,96	0,10	0,30	27,36	1,00	0,29	3,17			
VPA14	54	961	961	0,005	5,00	217	0,50	29,02	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,09	0,13	0,10	0,97	0,10	0,30	29,01	1,00	0,30	3,00			
VPA15	87	1.540	1.540	0,005	5,00	217	0,50	46,50	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,14	0,17	0,13	1,09	0,12	0,35	46,47	1,00	0,35	4,19			

Figura 3-44: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																													
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																			Dados:								
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																			TR:				25 anos				
LOCAL:		Linhares, ES																			DATA:				out/12				
POSTO:		Rio Bananal ES																											
VERTICE JUSANTE	DADOS				VAZÃO DE PROJETO				CANAL										VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO									
	L (m)	ÁREA (m²)		I CANAL (m/m)	TC (min)	INTENS. (mm/h)	C	VAZÃO (l/s)	Talude (1:H)		BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m²)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)	VAZÃO (l/s)		ALTURA (m)	ÁREA (m²)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	Velocida de		Tp min
		TRECHO	ACUM.						ESQ.	DIR.																	Velocida de (m/s)	min	
VPA16	114	2.010	2.010	0,005	5,74	214	0,50	59,90	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,18	0,20	0,16	1,16	0,14	0,38	59,89	1,00	0,37	5,09	
VPA17	45	800	800	0,006	5,00	217	0,50	24,15	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,65	358,62	0,07	0,11	0,08	0,92	0,09	0,30	24,17	1,00	0,30	2,49	
VPA18	72	1.370	1.370	0,005	5,00	217	0,50	41,37	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	0,34	41,37	1,00	0,33	3,59	
VPA19	67	1.149	3.259	0,005	5,00	217	0,50	98,40	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,30	0,26	0,23	1,34	0,17	0,43	98,31	1,00	0,43	2,60	
VPT20	100	2.573	2.573	0,020	5,00	217	0,50	77,69	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,12	0,16	0,12	1,04	0,11	0,66	77,69	1,00	0,66	2,54	
VPT21	98	2.373	2.373	0,015	5,00	217	0,50	71,65	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,03	567,03	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	0,58	71,65	1,00	0,58	2,82	
VPT22	70	2.779	2.779	0,020	5,00	217	0,50	83,91	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	0,68	83,91	1,00	0,67	1,74	
VPT23	88	2.762	2.762	0,020	5,00	217	0,50	83,40	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	0,68	83,40	1,00	0,67	2,19	
VPT24	44	2.068	2.068	0,020	5,00	217	0,50	62,44	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,10	0,14	0,10	0,99	0,10	0,62	62,44	1,00	0,61	1,19	
VPT25	43	1.901	1.901	0,020	5,00	217	0,50	57,40	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,09	0,13	0,10	0,97	0,10	0,60	57,40	1,00	0,60	1,20	
VPT26	97	3.800	3.800	0,020	5,00	217	0,50	114,74	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,18	0,19	0,15	1,15	0,13	0,74	114,74	1,00	0,74	2,19	
VPT27	100	2.977	2.977	0,020	5,00	217	0,50	89,89	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,08	0,12	0,69	89,89	1,00	0,69	2,43	
VPT28	91	3.388	3.388	0,020	5,00	217	0,50	102,30	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,16	0,18	0,14	1,12	0,13	0,72	102,30	1,00	0,71	2,13	
VPT29	93	3.473	3.473	0,020	5,00	217	0,50	104,86	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,16	0,18	0,15	1,12	0,13	0,72	104,87	1,00	0,72	2,16	
VPA30	209	5.393	12.657	0,086	5,00	217	0,50	382,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	2,47	1357,73	0,28	0,25	0,22	1,32	0,16	1,76	382,13	1,00	1,75	1,99	
VPA31	101	1.963	1.963	0,005	5,23	217	0,50	59,08	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,18	0,20	0,16	1,16	0,14	0,37	59,08	1,00	0,37	4,53	
VPA32	116	2.313	2.313	0,006	5,43	216	0,50	69,38	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,65	358,62	0,19	0,21	0,17	1,18	0,14	0,42	69,38	1,00	0,42	4,65	
VPT33	29	546	546	0,020	5,00	217	0,50	16,49	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,03	0,06	0,04	0,78	0,05	0,40	16,49	1,00	0,40	1,22	
VPA34	95	2.094	2.094	0,005	5,00	217	0,50	63,23	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,19	0,21	0,17	1,18	0,14	0,38	63,22	1,00	0,38	4,18	
VPA35	90	2.246	2.246	0,005	5,00	217	0,50	67,82	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,21	0,21	0,17	1,21	0,14	0,39	67,80	1,00	0,39	3,88	
VPT36	28	543	543	0,020	5,00	217	0,50	16,40	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,03	0,06	0,04	0,78	0,05	0,40	16,40	1,00	0,40	1,18	
VPA37	87	2.227	2.227	0,005	5,00	217	0,50	67,24	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,21	0,21	0,17	1,20	0,14	0,39	67,30	1,00	0,39	3,76	
VPA38	95	2.612	2.612	0,005	5,00	217	0,50	78,87	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,24	0,23	0,19	1,26	0,15	0,41	78,86	1,00	0,40	3,92	
VPA39	62	1.583	1.583	0,005	5,00	217	0,50	47,80	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,15	0,18	0,14	1,10	0,12	0,35	47,80	1,00	0,35	2,96	
VPA40	83	2.372	2.372	0,003	5,22	217	0,50	71,41	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,49	269,96	0,26	0,25	0,21	1,29	0,16	0,34	71,38	1,00	0,34	4,04	

Figura 3-45: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (2).

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																													
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																			Dados:								
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																			TR:			25 anos					
LOCAL:		Linhares, ES																			DATA:			out/12					
POSTO:		Rio Bananal ES																											
VERTICE JUSANTE	DADOS				VAZÃO DE PROJETO				CANAL										VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO									
	L (m)	ÁREA (m²)		I CANAL (m/m)	TC (min)	INTENS. (mm/h)	C	VAZÃO (l/s)	Talude (1:H)		BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m2)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)	VAZÃO (l/s)		ALTURA (m)	ÁREA (m2)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	Velocida de		Tp
		TRECHO	ACUM.						ESQ.	DIR.																	Velocida de (m/s)	min	
VPA41	49	1.734	1.734	0,003	5,00	217	0,50	52,36	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,46	253,59	0,21	0,21	0,17	1,20	0,14	0,30	52,36	1,00	0,30	2,73	
VPA42	105	3.246	3.246	0,005	5,61	215	0,50	97,00	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,56	310,58	0,31	0,27	0,23	1,36	0,17	0,41	97,01	1,00	0,41	4,24	
VPT43	74	2.224	2.224	0,020	5,00	217	0,50	67,15	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,10	0,14	0,11	1,00	0,11	0,63	67,15	1,00	0,63	1,96	
VPA44	239	6.672	9.941	0,098	5,00	217	0,50	300,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	2,64	1449,36	0,21	0,21	0,17	1,20	0,14	1,72	300,06	1,00	1,71	2,33	
VPT45	29	1.039	1.039	0,020	5,00	217	0,50	31,37	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	0,50	31,37	1,00	0,49	0,98	
VPT46	84	2.934	2.934	0,020	5,00	217	0,50	88,59	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,07	0,12	0,69	88,59	1,00	0,68	2,05	
VPT47	84	2.850	2.850	0,020	5,00	217	0,50	86,05	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,13	0,17	0,13	1,07	0,12	0,68	86,06	1,00	0,68	2,07	
VPA48	130	2.890	2.890	0,005	6,35	211	0,50	84,77	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,26	0,24	0,20	1,29	0,16	0,41	84,77	1,00	0,41	5,25	
VPA49	100	3.703	3.703	0,005	5,19	217	0,50	111,52	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,34	0,28	0,25	1,40	0,18	0,45	111,52	1,00	0,45	3,74	
VPA50	150	4.341	4.341	0,005	7,09	206	0,50	124,52	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,38	0,30	0,27	1,45	0,19	0,46	124,52	1,00	0,46	5,45	
VPT51	29	1.073	1.073	0,020	5,00	217	0,50	32,40	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	0,50	32,40	1,00	0,50	0,97	
VPA52	59	1.594	1.594	0,005	5,00	217	0,50	48,13	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,15	0,18	0,14	1,10	0,12	0,35	48,13	1,00	0,35	2,81	
VPT53	86	3.108	3.108	0,020	5,00	217	0,50	93,84	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,09	0,12	0,70	93,85	1,00	0,69	2,06	
VPT54	50	1.756	1.756	0,020	5,00	217	0,50	53,02	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,08	0,12	0,09	0,95	0,09	0,59	53,02	1,00	0,58	1,43	
VPT55	150	4.534	4.534	0,020	5,00	217	0,50	136,90	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,21	0,22	0,18	1,21	0,15	0,78	136,90	1,00	0,78	3,22	
VPT56	119	3.781	3.781	0,020	5,00	217	0,50	114,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,17	0,19	0,15	1,15	0,13	0,74	114,17	1,00	0,74	2,69	
VPT57	83	2.503	2.503	0,020	5,00	217	0,50	75,57	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,12	0,15	0,12	1,03	0,11	0,66	75,58	1,00	0,65	2,13	
VPT58	98	2.095	2.095	0,020	5,00	217	0,50	63,26	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,10	0,14	0,10	0,99	0,10	0,62	63,26	1,00	0,62	2,65	
VPA59	224	5.507	7.241	0,092	5,00	217	0,50	218,63	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	2,55	1404,29	0,16	0,18	0,14	1,11	0,13	1,54	218,63	1,00	1,53	2,44	
VPT60	85	2.790	2.790	0,020	5,00	217	0,50	84,24	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	0,68	84,24	1,00	0,67	2,11	
VPT61	90	2.615	2.615	0,040	5,00	217	0,50	78,96	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,68	925,96	0,09	0,13	0,09	0,96	0,10	0,84	78,96	1,00	0,84	1,79	
VPT62	101	1.950	1.950	0,040	5,00	217	0,50	58,88	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,68	925,96	0,06	0,11	0,08	0,91	0,08	0,77	58,88	1,00	0,76	2,20	
VPT63	44	877	877	0,020	5,00	217	0,50	26,48	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,04	0,08	0,06	0,83	0,07	0,47	26,48	1,00	0,47	1,58	
VPT64	43	1.549	1.549	0,020	5,00	217	0,50	46,77	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,07	0,12	0,08	0,93	0,09	0,57	46,77	1,00	0,56	1,28	
VPT65	91	2.818	2.818	0,020	5,00	217	0,50	85,09	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,13	0,16	0,13	1,06	0,12	0,68	85,09	1,00	0,67	2,25	

Figura 3-46: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (3).

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																												
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																				Dados:						
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																				TR: 25 anos						
LOCAL:		Linhares, ES																				DATA: out/12						
POSTO:		Rio Bananal ES																										
VERTICE JUSANTE	DADOS			VAZÃO DE PROJETO				CANAL										VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO									
	L	ÁREA (m²)		I CANAL	TC	INTENS.	C	VAZÃO	Talude (1:H)		BASE	ALTURA	n	ÁREA	PERÍM.	RH	VEL.		VAZÃO	ALTURA	ÁREA	PERÍM.	RH	VEL.	VAZÃO	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	Velocidade	TP
	(m)	TRECHO	ACUM.	(m/m)	(min)	(mm/h)		(l/s)	ESQ.	DIR.	(m)	(m)		(m²)	(m)	(m)	m/s		(l/s)	(m)	(m²)	(m)	(m)	m/s	(l/s)		(m/s)	min
VPT66	92	1569	1.569	0,020	5,00	217	0,50	47,37	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,07	0,12	0,08	0,93	0,09	0,57	47,38	1,00	0,56	2,72
VPT67	175	3352	3.352	0,020	5,00	217	0,50	101,21	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,15	0,18	0,14	1,11	0,13	0,72	101,21	1,00	0,71	4,11
VPT68	153	5237	5.237	0,020	5,00	217	0,50	158,12	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,24	0,23	0,19	1,26	0,15	0,81	158,13	1,00	0,81	3,15
VPT69	64	2922	2.922	0,020	5,00	217	0,50	88,23	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,13	0,17	0,13	1,07	0,12	0,69	88,23	1,00	0,68	1,56
VPA70	238	5800	5.800	0,095	5,00	217	0,50	175,12	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	2,59	1427,01	0,12	0,16	0,12	1,05	0,11	1,46	175,13	1,00	1,45	2,74
VPT71	188	6484	6.484	0,020	5,00	217	0,50	195,78	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,30	0,26	0,23	1,34	0,17	0,86	195,78	1,00	0,86	3,65
VPT72	189	3509	3.509	0,020	5,00	217	0,50	105,95	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,16	0,19	0,15	1,13	0,13	0,73	105,95	1,00	0,72	4,37
VPT73	147	5251	5.251	0,020	5,00	217	0,50	158,55	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,24	0,23	0,19	1,26	0,15	0,81	158,55	1,00	0,81	3,03
VPT74	165	2953	2.953	0,020	5,00	217	0,50	89,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,08	0,12	0,69	89,17	1,00	0,68	4,02
VPT75	86	1586	1.586	0,020	5,00	217	0,50	47,89	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,07	0,12	0,08	0,93	0,09	0,57	47,89	1,00	0,56	2,54
VPT76	50	1704	1.704	0,020	5,00	217	0,50	51,45	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,08	0,12	0,09	0,95	0,09	0,58	51,45	1,00	0,58	1,44
VPT77	170	2987	2.987	0,020	5,00	217	0,50	90,19	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,08	0,12	0,69	90,19	1,00	0,69	4,13
VPT78	50	932	932	0,020	5,00	217	0,50	28,14	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,04	0,09	0,06	0,84	0,07	0,48	28,14	1,00	0,47	1,75
VPT79	50	930	930	0,020	5,00	217	0,50	28,08	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,04	0,09	0,06	0,84	0,07	0,48	28,08	1,00	0,47	1,76
VPT80	49	1622	1.622	0,030	5,00	217	0,50	48,97	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,46	801,91	0,06	0,11	0,07	0,90	0,08	0,66	48,98	1,00	0,65	1,25
VPT81	49	916	916	0,030	5,00	217	0,50	27,66	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,46	801,91	0,03	0,08	0,05	0,81	0,06	0,55	27,66	1,00	0,54	1,51
VPT82	91	1736	1.736	0,030	5,00	217	0,50	52,42	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,46	801,91	0,07	0,11	0,08	0,91	0,09	0,67	52,42	1,00	0,67	2,27
VPT83	44	1517	1.517	0,020	5,00	217	0,50	45,80	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,07	0,11	0,08	0,92	0,09	0,56	45,81	1,00	0,56	1,32
VPT84	44	880	880	0,020	5,00	217	0,50	26,57	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,04	0,08	0,06	0,83	0,07	0,47	26,57	1,00	0,47	1,57
VPT85	89	3065	3.065	0,020	5,00	217	0,50	92,54	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,09	0,12	0,70	92,55	1,00	0,69	2,14

Figura 3-47: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (4).

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																													
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																			Dados:								
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																			TR:			25 anos					
LOCAL:		Linhares, ES																			DATA:			out/12					
POSTO:		Rio Bananal ES																											
VERTICE JUSANTE	DADOS			VAZÃO DE PROJETO				CANAL											VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO									
	L	ÁREA (m²)		I CANAL	TC	INTENS.	C	VAZÃO	Talude (1:H)		BASE	ALTURA	n	ÁREA	PERÍM.	RH	VEL.	VAZÃO		ALTURA	ÁREA	PERÍM.	RH	VEL.	VAZÃO	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	Velocida de	Tp	
	(m)	TRECHO	ACUM.	(m/m)	(min)	(mm/h)		(l/s)	ESQ.	DIR.	(m)	(m)		(m²)	(m)	(m)	m/s	(l/s)		(m)	(m²)	(m)	(m)	m/s	(l/s)		(m/s)	min	
VPT86	89	1797	1.797	0,020	5,00	217	0,50	54,26	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,08	0,13	0,09	0,96	0,10	0,59	54,26	1,00	0,59	2,53	
VPA87	40	740	740	0,005	5,00	217	0,50	22,34	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	0,60	327,38	0,07	0,11	0,08	0,92	0,09	0,28	22,34	1,00	0,28	2,41	
VPT88	51	3016	3.016	0,020	5,00	217	0,50	91,06	1,00	1,00	0,60	0,50	0,050	0,55	2,01	0,27	1,19	654,76	0,14	0,17	0,13	1,08	0,12	0,69	91,07	1,00	0,69	1,23	
VPA89	165	3131	7.729	0,002	11,44	178	0,50	191,51	1,00	1,50	1,00	0,50	0,050	0,81	2,61	0,31	0,38	312,36	0,61	0,38	0,57	2,24	0,25	0,34	191,48	1,00	0,33	8,22	
VPA90	217	4066	8.664	0,015	6,24	212	0,50	254,94	1,00	1,50	1,00	0,50	0,050	0,81	2,61	0,31	1,11	902,23	0,28	0,25	0,33	1,80	0,18	0,78	254,94	1,00	0,77	4,69	
VPA91	340	7232	7.232	0,003	16,21	154	0,50	154,87	1,00	1,50	1,00	0,50	0,050	0,81	2,61	0,31	0,50	408,98	0,38	0,30	0,40	1,95	0,21	0,38	154,88	1,00	0,38	14,85	
VPA92	258	33.221	33.221	0,003	29,33	114	0,50	527,13	1,00	1,50	1,20	0,50	0,030	0,91	2,81	0,32	0,86	787,37	0,67	0,40	0,68	2,49	0,27	0,77	527,16	1,00	0,77	5,60	
VPA93	56	705	705	0,003	5,00	217	0,50	21,29	1,00	1,50	1,00	0,50	0,050	0,81	2,61	0,31	0,50	408,98	0,05	0,09	0,10	1,30	0,08	0,20	21,29	1,00	0,20	4,62	
VPA94	288	89.422	89.422	0,003	43,24	91	0,50	1135,03	1,00	1,50	2,20	0,50	0,030	1,41	3,81	0,37	0,97	1374,88	0,83	0,45	1,24	3,64	0,34	0,92	1135,36	1,00	0,91	5,25	
VPA95	265	40.011	40.011	0,003	18,06	147	0,50	815,00	1,00	1,50	1,20	0,50	0,030	0,91	2,81	0,32	0,89	813,19	1,00	0,50	0,91	2,81	0,33	0,89	814,63	1,00	0,89	4,97	
VPA96	392	71.188	71.188	0,003	36,15	101	0,50	1003,86	1,00	1,50	2,20	0,50	0,030	1,41	3,81	0,37	0,94	1331,22	0,75	0,43	1,16	3,57	0,33	0,86	1003,82	1,00	0,86	7,59	
VPA97	107	124.913	124.913	0,037	41,15	94	0,50	1633,04	1,00	1,50	2,20	0,50	0,030	1,41	3,81	0,37	3,32	4687,72	0,35	0,27	0,69	3,07	0,22	2,37	1632,15	1,00	2,36	0,76	
VPA98	284	115.546	115.546	0,014	48,95	85	0,50	1360,95	1,00	1,50	2,20	0,50	0,030	1,41	3,81	0,37	2,04	2875,77	0,47	0,32	0,85	3,24	0,26	1,61	1361,09	1,00	1,60	2,95	

Figura 3-48: Dimensionamento das valas de drenagem e proteção dos taludes de resíduos (5).

f) Descidas d'água

Têm como objetivo conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem, pelos taludes do aterro.

As descidas d'água previstas para o aterro de resíduos são do tipo rápido compostas por gabião manta (Colchão tipo Reno). Apresentam a vantagem de trabalhar sob tração, de permeabilidade e de deformabilidade, ou seja, a capacidade de acompanhar as movimentações que inevitavelmente ocorrerão na massa de resíduos.

O dimensionamento hidráulico consiste em calcular as dimensões da descida d'água de forma que esta possa conduzir ao deságue seguro a vazão a ela destinada por outros dispositivos de drenagem superficial.

O dimensionamento pode ser feito através da expressão empírica seguinte, fixando-se o valor da largura (L) e determinando-se o valor da altura (H).

$$Q = 2,07 \times L^{0,9} \times H^{1,6}$$

Onde:

- Q = Descarga de projeto a ser conduzida pela descida d'água, em m³/s;
- L = Largura da descida d'água, em m;
- H = altura média das paredes laterais da descida, em m.

g) Condições hidráulicas admissíveis para os revestimentos em Colchão Reno

O colchão Reno, também conhecido como gabião manta, é constituído por uma estrutura metálica que tem forma paralelepipedal de notável tamanho e pequena

espessura, dividida em celas, preenchidas com pedras. É fabricado com rede metálica em malha hexagonal de dupla torção galvanizada.

É constituído por um pano contínuo de rede sobre o qual, distanciados a 1,00m um do outro, são inseridos os diafragmas de mesmo tipo de rede, de maneira que se forme uma estrutura celular de 3,00m de largura. A tampa é constituída por um pano de rede separado daquele da base.

A resistência dos revestimentos em colchão Reno depende além da resistência da rede metálica, também da espessura da estrutura e do tamanho da pedra de enchimento. Admitindo como representativa das solicitações, às quais o revestimento será sujeito à velocidade média da água a escolha desses parâmetros pode ser feita através do **Quadro 3-10**.

Neste quadro, se entende por velocidade crítica aquela suportável pelo revestimento com segurança sem ter movimento das pedras dentro do Colchão Reno, e por velocidade limite, aquela ainda aceitável, admitindo pequenas deformações do colchão Reno por movimento das pedras.

Quadro 3-10: Espessuras indicativas dos revestimentos em colchão Reno e gabiões em função da velocidade da água.

Tipo	Espessura (m)	Pedras de enchimento		Velocidade crítica m/s	Velocidade limite m/s
		Dimensões (mm)	d50 (m)		
Colchões Reno	0,15 a 0,17	70 a 100	0,085	3,5	4,2
		70 a 150	0,110	4,2	4,5
	0,23 a 0,25	70 a 100	0,085	3,6	5,5
		70 a 150	0,120	4,5	6,1
	0,3	70 a 120	0,100	4,2	5,5
		70 a 150	0,125	5,0	6,4
Gabiões	0,5	100 a 200	0,150	5,8	7,6
		120 a 250	0,190	6,4	8,0

Fonte: MACCAFERRI Gabiões do Brasil LTDA.

Da **Figura 3-49** a **Figura 3-51** está apresentado o dimensionamento hidráulico das descidas d'água, bem como sua geometria e verificação de capacidade de escoamento.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																											
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																				Dados:					
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																				TR:				25	anos
LOCAL:		Linhares, ES																				DATA:				out/12	
POSTO:		Rio Bananal ES																									
VERTICE JUSANTE	DADOS			VAZÃO DE PROJETO				CANAL										VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO								
	L	ÁREA (m²)		I CANAL	TC	INTENS.	C	VAZÃO	Talude (1:H)		BASE	ALTURA	n	ÁREA	PERÍM.	RH	VEL.		VAZÃO	ALTURA	ÁREA	PERÍM.	RH	VAZÃO	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	VEL.	TP
	(m)	TRECHO	ACUM.	(m/m)	(min)	(mm/h)		(l/s)	ESQ.	DIR.	(m)	(m)		(m²)	(m)	(m)	m/s		(l/s)	(m)	(m²)	(m)	(m)	(l/s)	(m/s)	min	
DA01	18	6.365	6.365	0,260	5,00	217	0,50	192,18	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,15	3934,59	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	192,20	1,00	2,98	0,10
DA02	49	8.678	8.678	0,240	5,00	217	0,50	262,02	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,87	3780,23	0,07	0,11	0,08	0,92	0,09	262,08	1,00	3,21	0,25
DA03	26	16.837	16.837	0,190	5,00	217	0,50	508,37	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,12	3363,49	0,15	0,18	0,14	1,11	0,13	508,62	1,00	3,63	0,12
DA04	15	20.189	20.189	0,130	5,00	217	0,50	609,58	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	5,06	2782,18	0,22	0,22	0,18	1,22	0,15	609,55	1,00	3,34	0,07
DA05	27	6.489	6.489	0,185	5,00	217	0,50	195,93	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,03	3318,94	0,06	0,10	0,07	0,89	0,08	196,01	1,00	2,67	0,17
DA06	50	21.109	21.109	0,180	5,00	217	0,50	637,36	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	5,95	3273,78	0,19	0,21	0,17	1,18	0,14	637,07	1,00	3,80	0,22
DA07	25	32.844	32.844	0,240	5,00	217	0,50	991,68	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,87	3780,23	0,26	0,24	0,21	1,29	0,16	991,20	1,00	4,78	0,09
DA08	17	39.306	39.306	0,235	5,00	217	0,50	1186,79	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,80	3740,65	0,32	0,27	0,24	1,37	0,17	1186,72	1,00	4,99	0,06
DA09	14	2.143	2.143	0,350	5,00	217	0,50	64,71	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,30	4565,06	0,01	0,04	0,03	0,72	0,04	64,77	1,00	2,25	0,10
DA10	33	4.953	4.953	0,330	5,00	217	0,50	149,55	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,06	4432,72	0,03	0,07	0,05	0,81	0,06	149,56	1,00	2,96	0,19
DA11	25	10.654	10.654	0,280	5,00	217	0,50	321,68	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,42	4083,12	0,08	0,12	0,09	0,95	0,09	321,66	1,00	3,61	0,12
DA12	23	15.127	15.127	0,300	5,00	217	0,50	456,74	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,68	4226,43	0,11	0,15	0,11	1,02	0,11	456,76	1,00	4,12	0,09
DA13	18	19.494	19.494	0,300	5,00	217	0,50	588,60	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,68	4226,43	0,14	0,17	0,13	1,08	0,12	588,57	1,00	4,45	0,07
DA14	19	21.940	21.940	0,260	5,00	217	0,50	662,45	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,15	3934,59	0,17	0,19	0,15	1,14	0,13	662,04	1,00	4,38	0,07
DA15	19	2.292	2.292	0,260	5,00	217	0,50	69,20	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,15	3934,59	0,02	0,05	0,03	0,74	0,04	69,23	1,00	2,10	0,15
DA16	31	3.832	3.832	0,320	5,00	217	0,50	115,70	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,94	4365,04	0,03	0,06	0,04	0,78	0,05	115,62	1,00	2,69	0,19
DA17	26	8.662	8.662	0,307	5,00	217	0,50	261,54	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,77	4275,45	0,06	0,11	0,07	0,90	0,08	261,55	1,00	3,48	0,12
DA18	21	13.501	13.501	0,333	5,00	217	0,50	407,65	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,10	4452,82	0,09	0,13	0,10	0,98	0,10	407,66	1,00	4,12	0,08
DA19	19	18.083	18.083	0,315	5,00	217	0,50	545,99	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,87	4330,80	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	546,13	1,00	4,42	0,07
DA20	20	20.760	20.760	0,250	5,00	217	0,50	626,82	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,01	3858,18	0,16	0,19	0,15	1,13	0,13	626,81	1,00	4,25	0,08

Figura 3-49: Dimensionamento das descidas d'água nos taludes de resíduos.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																												
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																				Dados:						
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																				TR:				25	anos	
LOCAL:		Linhares, ES																				DATA:				out/12		
POSTO:		Rio Bananal ES																										
VERTICE JUSANTE	DADOS			VAZÃO DE PROJETO				CANAL										VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO									
	L (m)	ÁREA (m²)		I CANAL (m/m)	TC (min)	INTENS. (mm/h)	C	VAZÃO (l/s)	Talude (1:H)		BASE (m)	ALTURA (m)	n	ÁREA (m²)	PERÍM. (m)	RH (m)	VEL. (m/s)		VAZÃO (l/s)	ALTURA (m)	ÁREA (m²)	PERÍM. (m)	RH (m)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	VEL. (m/s)	Tp min	
		TRECHO	ACUM.						ESQ.	DIR.																		
DA21	21	2.953	2.953	0,333	5,00	217	0,50	89,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,10	4452,82	0,02	0,05	0,04	0,75	0,05	89,23	1,00	2,49	0,14	
DA22	44	3.859	3.859	0,250	5,00	217	0,50	116,52	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,01	3858,18	0,03	0,07	0,05	0,80	0,06	116,46	1,00	2,48	0,30	
DA23	28	9.211	9.211	0,320	5,00	217	0,50	278,11	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,94	4365,04	0,06	0,11	0,08	0,91	0,08	278,34	1,00	3,60	0,13	
DA24	31	13.166	13.166	0,250	5,00	217	0,50	397,53	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,01	3858,18	0,10	0,14	0,11	1,01	0,11	397,35	1,00	3,70	0,14	
DA25	24	18.571	18.571	0,250	5,00	217	0,50	560,73	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,01	3858,18	0,15	0,17	0,14	1,09	0,12	560,71	1,00	4,11	0,10	
DA26	18	20.521	20.521	0,220	5,00	217	0,50	619,61	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,58	3619,30	0,17	0,19	0,15	1,14	0,13	619,58	1,00	4,05	0,07	
DA27	36	2.456	2.456	0,194	5,00	217	0,50	74,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,18	3398,71	0,02	0,06	0,04	0,76	0,05	74,16	1,00	1,95	0,31	
DA28	58	4.872	4.872	0,189	5,00	217	0,50	147,10	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,10	3354,62	0,04	0,09	0,06	0,85	0,07	147,18	1,00	2,45	0,39	
DA29	39	9.469	9.469	0,205	5,00	217	0,50	285,90	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,35	3493,73	0,08	0,13	0,09	0,95	0,10	285,74	1,00	3,12	0,21	
DA30	43	22.656	22.656	0,162	5,00	217	0,50	684,07	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	5,65	3105,78	0,22	0,22	0,18	1,23	0,15	684,06	1,00	3,74	0,19	
DA31	28	30.971	30.971	0,214	5,00	217	0,50	935,13	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	6,49	3569,60	0,26	0,24	0,21	1,29	0,16	934,66	1,00	4,51	0,10	
DA32	24	35.694	35.694	0,166	5,00	217	0,50	1077,73	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	5,72	3143,89	0,34	0,28	0,25	1,40	0,18	1077,41	1,00	4,28	0,09	
DA33	21	3.703	3.703	0,333	5,00	217	0,50	111,81	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,10	4452,82	0,03	0,06	0,04	0,78	0,05	111,81	1,00	2,69	0,13	
DA34	18	7.029	7.029	0,333	5,00	217	0,50	212,23	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,10	4452,82	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	212,23	1,00	3,34	0,09	
DA35	20	8.875	8.875	0,250	5,00	217	0,50	267,97	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,01	3858,18	0,07	0,11	0,08	0,92	0,09	267,96	1,00	3,27	0,10	
DA36	33	5.784	5.784	0,270	5,00	217	0,50	174,64	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,29	4009,54	0,04	0,09	0,06	0,84	0,07	174,69	1,00	2,92	0,19	
DA37	23	7.378	7.378	0,300	5,00	217	0,50	222,77	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,68	4226,43	0,05	0,10	0,07	0,87	0,08	222,79	1,00	3,28	0,12	
DA38	18	10.173	10.173	0,333	5,00	217	0,50	307,16	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,10	4452,82	0,07	0,11	0,08	0,92	0,09	307,18	1,00	3,77	0,08	
DA39	18	11.648	11.648	0,125	5,00	217	0,50	351,70	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,96	2728,15	0,13	0,16	0,12	1,06	0,12	351,69	1,00	2,80	0,11	
DA40	23	4.341	4.341	0,347	5,00	217	0,50	131,07	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,26	4545,46	0,03	0,07	0,05	0,79	0,06	131,07	1,00	2,88	0,13	
DA41	17	8.522	8.522	0,352	5,00	217	0,50	257,31	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,32	4578,09	0,06	0,10	0,07	0,88	0,08	257,37	1,00	3,63	0,08	
DA42	17	10.654	10.654	0,290	5,00	217	0,50	321,68	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	7,56	4155,39	0,08	0,12	0,09	0,94	0,09	321,57	1,00	3,65	0,08	
DA43	14	1.734	1.734	0,400	5,00	217	0,50	52,36	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,87	4880,26	0,01	0,04	0,02	0,71	0,03	52,36	1,00	2,18	0,11	
DA44	10	4.598	4.598	0,400	5,00	217	0,50	138,83	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	8,87	4880,26	0,03	0,07	0,04	0,79	0,06	138,74	1,00	3,08	0,05	

Figura 3-50: Dimensionamento das descidas d'água nos taludes de resíduos.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - CANAIS																											
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A																				Dados:					
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES																				TR:				25	anos
LOCAL:		Linhares, ES																				DATA:				out/12	
POSTO:		Rio Bananal ES																									
VERTICE JUSANTE	DADOS			VAZÃO DE PROJETO				CANAL										VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	PROJETO								
	L	ÁREA (m²)		I CANAL	TC	INTENS.	C	VAZÃO	Talude (1:H)		BASE	ALTURA	n	ÁREA	PERÍM.	RH	VEL.		VAZÃO	ALTURA	ÁREA	PERÍM.	RH	VAZÃO	VAZÃO PROJ. / VAZÃO CANAL	VEL.	TP
	(m)	TRECHO	ACUM.	(m/m)	(min)	(mm/h)		(l/s)	ESQ.	DIR.	(m)	(m)		(m²)	(m)	(m)	m/s		(l/s)	(m)	(m²)	(m)	(m)	(l/s)		(m/s)	min
DA45	11	4.005	4.005	0,100	5,00	217	0,50	120,93	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	121,04	1,00	1,86	0,10
DA46	10	7.264	7.264	0,100	5,00	217	0,50	219,33	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,09	0,13	0,10	0,97	0,10	219,27	1,00	2,25	0,07
DA47	10	3.269	3.269	0,100	5,00	217	0,50	98,70	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,04	0,08	0,06	0,83	0,07	98,71	1,00	1,73	0,10
DA48	13	2.890	2.890	0,100	5,00	217	0,50	87,26	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,04	0,08	0,05	0,82	0,06	87,26	1,00	1,66	0,13
DA49	10	1.734	1.734	0,100	5,00	217	0,50	52,36	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,02	0,06	0,04	0,76	0,05	52,35	1,00	1,40	0,12
DA50	10	13.166	13.166	0,100	5,00	217	0,50	397,53	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,16	0,19	0,15	1,13	0,13	397,52	1,00	2,69	0,06
DA51	10	13.501	13.501	0,100	5,00	217	0,50	407,65	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,17	0,19	0,15	1,14	0,13	407,95	1,00	2,71	0,06
DA52	10	15.127	15.127	0,100	5,00	217	0,50	456,74	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,19	0,20	0,16	1,17	0,14	456,75	1,00	2,80	0,06
DA53	10	8.678	8.678	0,100	5,00	217	0,50	262,02	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,11	0,15	0,11	1,02	0,11	262,03	1,00	2,37	0,07
DA54	23	21.109	21.109	0,100	5,00	217	0,50	637,36	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,26	0,24	0,21	1,29	0,16	637,47	1,00	3,08	0,12
DA55	10	4.341	4.341	0,100	5,00	217	0,50	131,07	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,05	0,10	0,07	0,88	0,08	131,07	1,00	1,91	0,09
DA56	10	7.378	7.378	0,100	5,00	217	0,50	222,77	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,09	0,13	0,10	0,98	0,10	222,89	1,00	2,26	0,07
DA57	10	3.703	3.703	0,100	5,00	217	0,50	111,81	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,05	0,09	0,06	0,85	0,07	111,84	1,00	1,81	0,09
DA58	23	22.656	22.656	0,100	5,00	217	0,50	684,07	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,28	0,25	0,22	1,32	0,16	684,15	1,00	3,14	0,12
DA59	11	4.872	4.872	0,100	5,00	217	0,50	147,10	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,06	0,10	0,07	0,90	0,08	147,12	1,00	1,98	0,09
DA60	10	3.859	3.859	0,100	5,00	217	0,50	116,52	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	116,52	1,00	1,83	0,09
DA61	10	3.832	3.832	0,100	5,00	217	0,50	115,70	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,05	0,09	0,06	0,86	0,07	115,59	1,00	1,83	0,09
DA62	10	4.953	4.953	0,100	5,00	217	0,50	149,55	1,00	1,00	0,60	0,50	0,030	0,55	2,01	0,27	4,44	2440,13	0,06	0,11	0,07	0,90	0,08	149,59	1,00	1,99	0,08

Figura 3-51: Dimensionamento das descidas d'água nos taludes de resíduos.

h) Caixas de passagem

São dispositivos em forma de caixa auxiliares construídos nos pontos de interseção de elementos de drenagem a fim de permitir mudanças na declividade, no alinhamento ou na dimensão dos elementos condutores d'água. As caixas de passagem são dimensionadas de acordo com as mudanças de declividade e/ou tamanho dos elementos de drenagem a serem conectados. No **ANEXO VI**, as seções das caixas de passagem estão detalhadas.

i) Obras de Arte Correntes

As obras de arte corrente, conhecidas como bueiros, podem ser classificadas como bueiros de greide, que tem a finalidade de conduzir as águas coletadas pelo sistema de drenagem superficial, e bueiros de transposição de talvegue, que tem a função de eliminar a água que, de alguma forma, atinge o corpo de uma rodovia, captando-a e conduzindo-a para locais em que não afete a segurança dos usuários.

O dimensionamento destes dispositivos deverá atender a vazão determinada pelos estudos hidrológicos para cada bacia de contribuição, para um tempo de retorno de 25 anos, operando como canal livre, satisfazendo a condição de declividade crítica para cada tipo de bueiro adotado. A adoção do tipo e dimensões utilizadas considera, além dos fatores hidráulicos, o fator econômico, imposições locais e dimensões mínimas adotadas.

Para o projeto, foi previsto um bueiro de greide que conduzirá as águas coletas pelas valas de proteção do aterro, com diâmetro de 0,6m. Deve ser analisada ainda a velocidade máxima de escoamento dos bueiros, de acordo com o material do revestimento. Assim como a velocidade admissível do escoamento hidráulico a jusante da obra, prevendo-se, quando necessário, estruturas de dissipação de energia, que sejam capazes de reduzir essas velocidades (**Figura 3-52**).

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO PLUVIAL - BUEIROS																					
CLIENTE:		Vital Engenharia S/A														Dados:					
OBRA:		PROJETO EXECUTIVO - CENTRAL DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE LINHARES, ES														TR:		25 anos			
LOCAL:		Linhares, ES														n:		0,013		DATA: out/12	
POSTO:		Rio Bananal ES																			
VERTICES		L	ÁREA (m ²)		COTA DA RUA		COTA DO GREIDE		ALTURA (m)		I Rua	TC	Intens.	Vazão proj.	DN	I Canal	Vazão Canal	VEL. (m/s)		Q calculo	TP
MONT.	JUS.	(m)	TRECHO	ACUM.	MONT.	JUS.	MONT.	JUS.	MONT.	JUS.	m/m	(min)	(mm/h)	(l/s)	(m)	(m/m)	(l/s)	VDN	VN	(l/s)	(min)
CP03	VPA 97	29,00	T5	7.729	32,00	34,00	31,34	31,20	0,66	2,81	-0,069	5,00	217	233,37	0,60	0,005	434,17	1,54	1,56	234	0,31

Figura 3-52: Dimensionamento das obras de arte correntes.

3.8.5.1.11 Cálculo de estabilidade

A análise de estabilidade do aterro foi realizada através do software SLOPE/W desenvolvido pela Geo-Slope International Ltda., e o método de análise utilizado foi o de Spencer (1967), com formulações baseadas no equilíbrio limite.

A análise de estabilidade foi realizada com o intuito de determinar a altura máxima livre de líquido e ou a razão de poro-pressão máxima aceitável no interior do aterro sanitário com um fator de segurança adequado.

Sendo a razão de poro-pressão (R_u) definida por:

$$R_u = \frac{u}{\gamma_t \cdot H_t}$$

Onde:

- u é a poro-pressão;
- γ_t é o peso específico total, e;
- H_s é a altura total de aterro.

3.8.5.1.11.1 Parâmetros de resistência ao cisalhamento

A **Tabela 3-15** apresenta os parâmetros de resistência ao cisalhamento e o peso específico adotados nesta análise para cada material. Também são apresentados intervalos destes valores para resíduos sólidos urbanos e interface geomembrana-argila, segundo a bibliografia consultada. Os parâmetros de resistência ao cisalhamento, arbitrados para o terreno natural, foram determinados através de correlações indiretas com os resultados de N_{SPT} obtidos no local.

O plano de menor resistência existente no sistema é a interface entre a geomembrana de impermeabilização e seu geotêxtil de proteção quanto à

punção. Segundo resultados obtidos em ensaios de resistência ao cisalhamento, publicados por Pasqualini no 4º ICEG (International Congress on Environmental Geotechnics, 2002), o ângulo de atrito, considerando-se resistências de pico e também residuais, entre geotêxteis não tecidos de polipropileno e geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD) lisas alcança valores entre 8,5° e 13,7°. Para o contato entre geomembranas texturizadas e geotêxteis Pasqualini encontrou valores entre 18° e 37°. Nesta mesma publicação, o autor revela que, após realizar ensaios com amostras de diferentes idades em contato com percolados, os parâmetros de resistência ao cisalhamento tendem a ter um incremento no passar dos tempos.

Cabe ressaltar que, os valores apresentados referem-se a materiais específicos, devendo, após a definição dos fornecedores dos geossintéticos a serem utilizados no sistema de impermeabilização, ser realizados ensaios de cisalhamento nos materiais a serem empregados para a confirmação dos parâmetros adotados.

Tabela 3-15: Parâmetros geotécnicos utilizados nas análises de estabilidade.

Material		c' (kPa)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	Referência
Cobertura final		5	25	17	
Resíduo	Valor adotado	13,5	25	14	Benvenuto e Cunha (1991)
	Intervalo de valores típicos	10-30	18-30	8-15	Azambuja (2006)
Interface geomembrana texturizada - geotêxtil	Valor adotado		20		
	Intervalo de valores típicos		18-37		E. Pasqualini (2002)
Rachão (drenagem de percolados)			35	20	
Argila compactada (impermeabilização)		10	25	17	
Terreno natural		15	26	17	

3.8.5.1.11.2 Hipóteses de estabilidade analisadas

Foi verificada a estabilidade considerando as seguintes hipóteses: ruptura com superfície crítica circular; ruptura através de uma superfície induzida, passando pela interface entre a geomembrana e o geotêxtil constituintes do sistema de impermeabilização de fundo, superfície parcialmente induzida pela

impermeabilização de fundo e autodefinida nos resíduos e, uma superfície completamente autodefinida.

As análises foram efetuadas variando-se a razão de poro-pressão máxima aceitável no interior do maciço de resíduos para a definição do nível crítico para a estabilidade do aterro. Adotou-se como fator de segurança mínimo a partir do qual medidas emergenciais deverão ser adotadas o valor de $FS=1,5$. Da **Figura 3-53** a **Figura 3-58** é apresentado o resultado das análises realizadas.

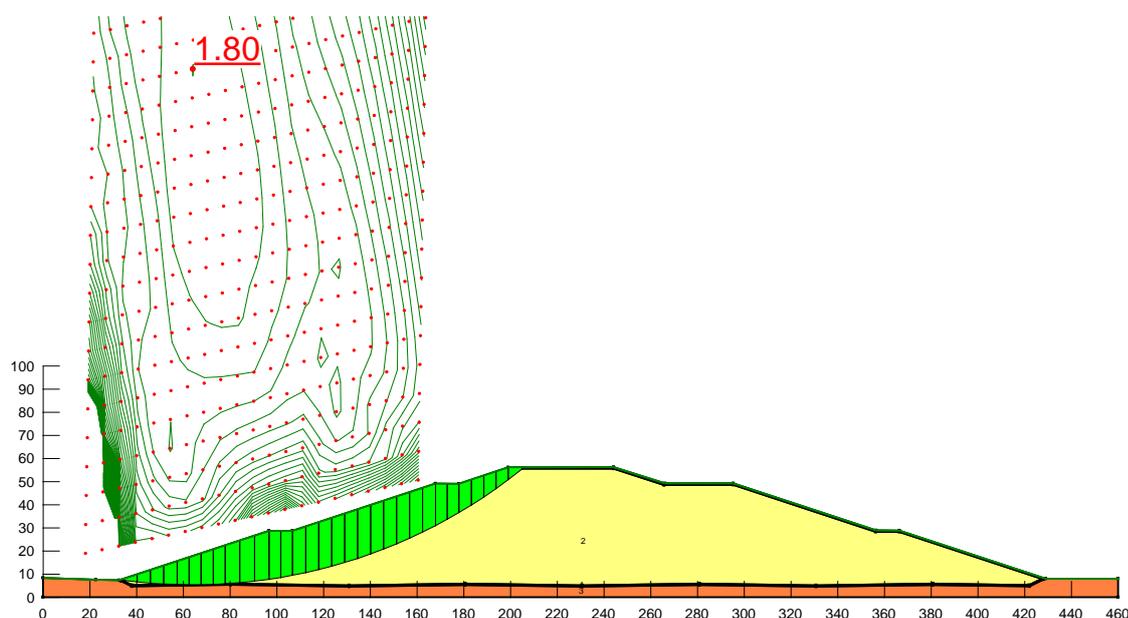


Figura 3-53: Seção transversal do aterro analisada, sem influência dos níveis internos de líquido livre, admitindo-se uma superfície circular de ruptura.

1.86

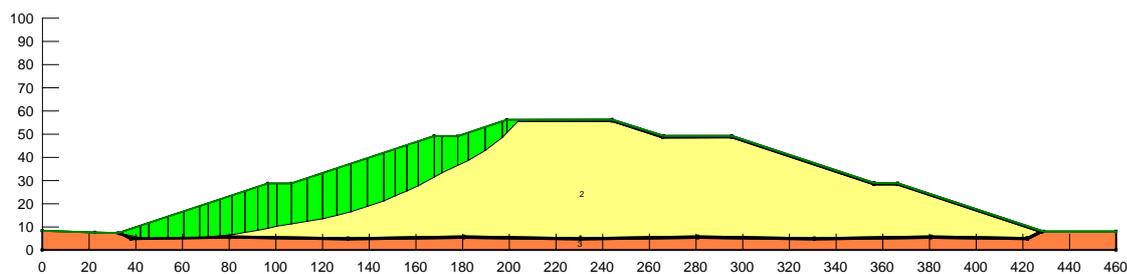


Figura 3-54: Seção transversal do aterro analisada, sem influência dos níveis internos de líquido livre, admitindo-se uma superfície de ruptura autodefinida pelo software.

1.79

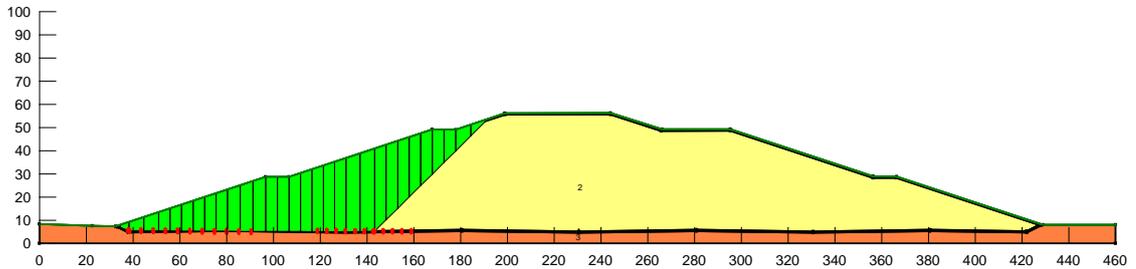


Figura 3-55: Seção transversal do aterro analisada, sem influência dos níveis internos de líquido livre, admitindo-se uma superfície de ruptura definida manualmente forçando a ruptura a ocorrer junto a impermeabilização.

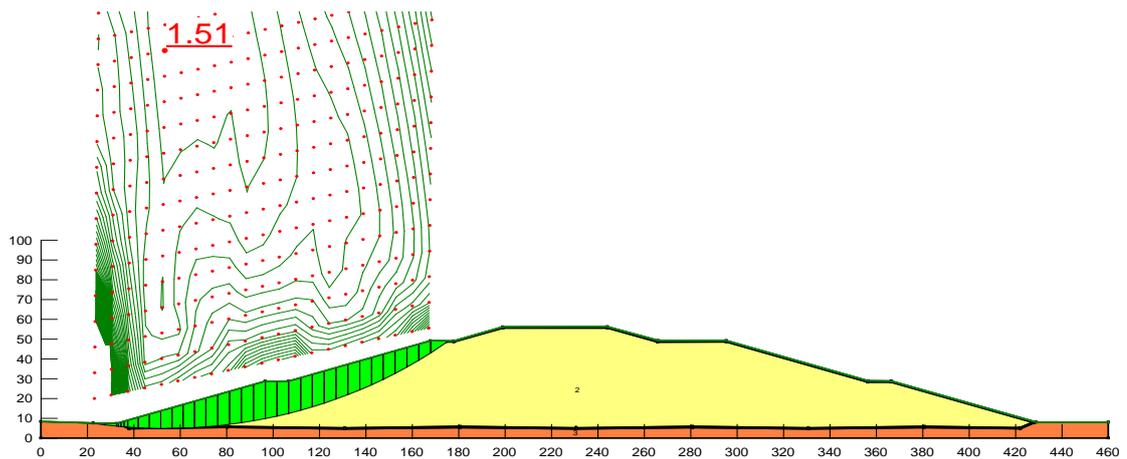


Figura 3-56: Seção transversal do aterro analisada, com uma razão de poro-pressão de 0,2, admitindo-se uma superfície circular de ruptura.

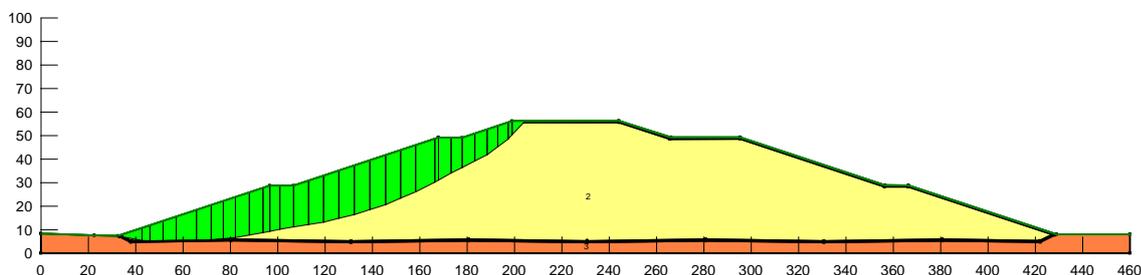
1.77

Figura 3-57: Seção transversal do aterro analisada, com uma razão de poro-pressão de 0,2, admitindo-se uma superfície de ruptura autodefinida pelo software.

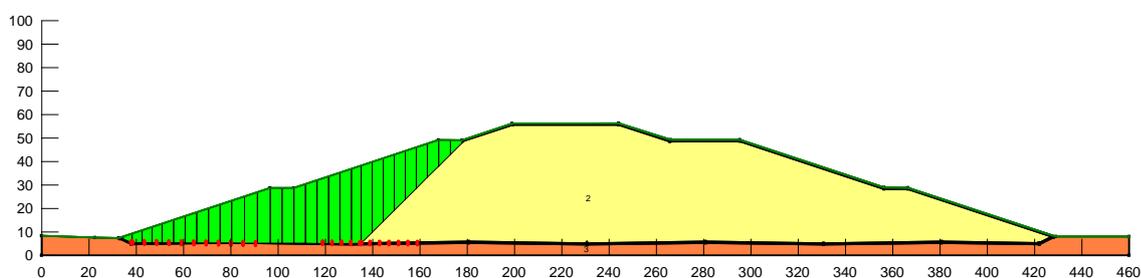
1.64

Figura 3-58: Seção transversal do aterro analisada, com uma razão de poro-pressão de 0,2, admitindo-se uma superfície de ruptura definida manualmente forçando a ruptura a ocorrer junto a impermeabilização.

Com os resultados obtidos pode-se concluir que o aterro apresentará segurança satisfatória em sua configuração final desde que sejam mantidas razões de poro-pressão menores ou iguais a 0,2. O que significa que a altura máxima de líquido livre admitida no interior do aterro para que se garanta sua estabilidade corresponde a, aproximadamente, 20% da altura total no ponto considerado.

3.8.5.2 Unidade de disposição de Resíduos Classe I

O gerenciamento dos resíduos industriais é de responsabilidade legal do gerador, principalmente os que se enquadram na classe I, ou seja, os resíduos industriais perigosos. De acordo com a legislação vigente, cabe ao gerador acondicionar, armazenar, transportar e promover a disposição final adequada dos mesmos.

Sendo que muitas indústrias utilizam sistemas individualizados de tratamento e disposição final de seus resíduos.

Os resíduos que chegam ao aterro terão suas características analisadas, para comprovação de sua qualidade. Os resíduos são armazenados temporariamente, pois os veículos não poderão ficar aguardando a aprovação perante os resultados das análises laboratoriais.

Somente depois destes resultados analíticos os resíduos serão liberados para tratamento e/ou disposição adequada. Na maioria dos casos, deverá ser realizado um estudo prévio quanto à possibilidade de esses resíduos serem tratados na CGA Linhares.

A geometria das valas de disposição foi definida considerando-se as especificidades geológico-geotécnicas locais, a prática atual, ambientalmente correta, de disposição de resíduos e a análise de estabilidade realizada.

Em muitos pontos as concepções adotadas no projeto executivo adotam quesitos mais restritivos que os estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras vigentes e legislações de âmbito municipal, estadual e federal.

O objetivo desta Unidade de Disposição de Resíduos é a disposição, ambientalmente segura, de resíduos perigosos, que não possuam teores elevados de solventes, óleos ou água, e não sejam reativos ou inflamáveis.

Dentro da área disponível, foram estudadas as regiões com condições hidrogeológicas, geológicas e topográficas mais favoráveis à implantação do aterro de resíduos perigosos, tendo-se optado pela área indicada na **Figura 3-59**.

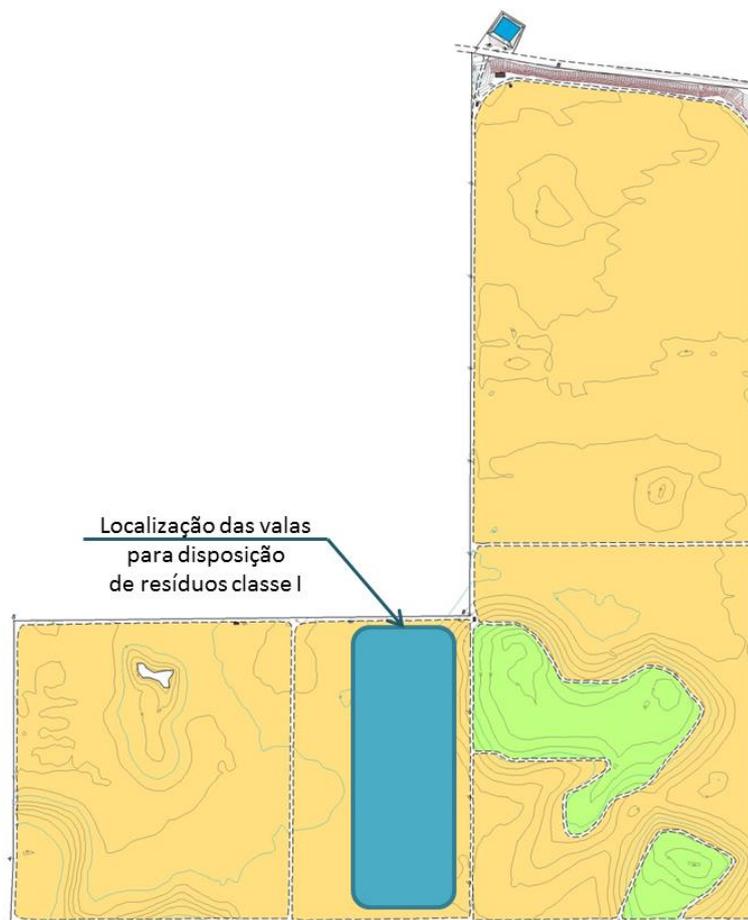


Figura 3-59: Localização da área de implantação do Aterro de Resíduos Classe I.

3.8.5.2.1 Geometria e volume das células projetadas

A Unidade de Disposição de Resíduos Industriais Classe I será formada por um conjunto de células de confinamento dos resíduos industriais brutos ou pós-processados.

Estas células foram concebidas adotando-se a técnica de confinamento total dos resíduos no que se refere ao contato com o aquífero subterrâneo.

Para a definição da geometria e da locação das células foram considerados como limites prévios os afastamentos mínimos de 30 metros de todas as divisas (cercas) existentes para o início da disposição de resíduos e de 15 metros para as obras de terraplenagem.

Foi prevista a implantação de 10 células de disposição de Resíduos Classe I com capacidade útil individual de 6.455 m³.

Essa capacidade de disposição foi distribuída em um período mínimo de vida útil de 20 anos para determinar a capacidade de recebimento mensal de resíduos. Considerando-se as 10 células tem-se um total útil de disposição de 64.550 m³, o que corresponde a uma capacidade de disposição diária de aproximadamente 10,4 m³.

Considerando-se que a densidade mínima dos resíduos a serem dispostos será de 1,5 t/m³ teremos uma capacidade de disposição diária mínima aproximada de 15 toneladas (**Figura 3-60 e ANEXO VI**).

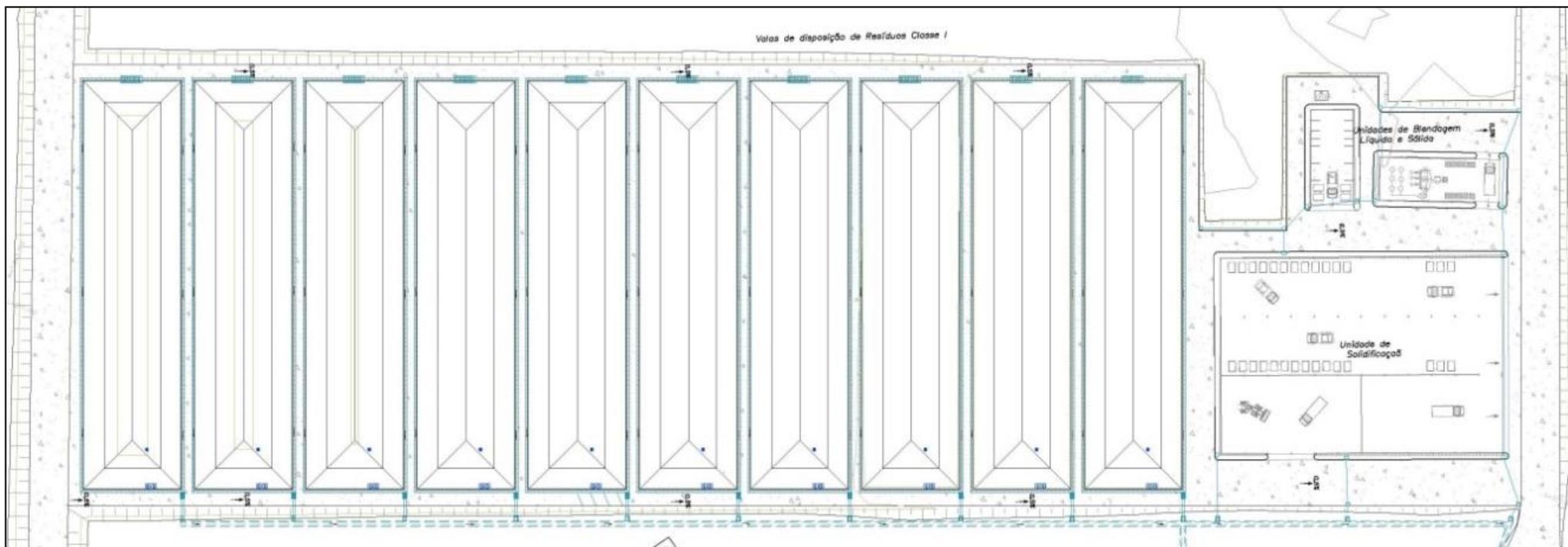


Figura 3-60: Layout das Células de Disposição Final de Resíduos Classe I.

Para que seja viabilizada a continuidade da disposição enquanto uma célula é operada, a adjacente deverá estar sendo implantada, portanto, o projeto previu a implantação das células em pares, sendo que um esquema de implantação dessas células.

A concepção, o dimensionamento e a forma de operação destas valas de disposição de Resíduos Classe I foram efetuados em conformidade com a norma ABNT “NBR 10.157 Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação”, de maneira a garantir a proteção ambiental e segurança das pessoas envolvidas nas atividades de operação do sistema.

As células foram concebidas para permitir a disposição de resíduos durante as 24 horas do dia e também nos períodos chuvosos característicos da região.

Devido a essa necessidade e para minimizar ou eliminar a geração de líquidos percolados, conseqüentemente reduzindo o risco de contaminação do lençol freático, as células em operação serão cobertas por um Armazém estruturado marca “VINIGALPÃO”, confeccionado com Laminado de PVC, reforçado com tecido de poliéster de Alta Tenacidade tipo MP-1400 BO, cor Cinza ou Branca, e estrutura metálica com galvanização a fogo, com portas corrediças na frente e no fundo do galpão.

Esta cobertura metálica é do tipo móvel e é facilmente desmontável. Possui dimensões aproximadas de 100m x 25m e altura livre de 5m.

As células de disposição serão escavadas no terreno através da abertura de uma cava com seção tronco-piramidal com dimensões em superfície de 19,9m x 96,2m e taludes de escavação com inclinação 1:1 (V:H). A base desta escavação deverá possuir declividade transversal de 2% e caimento longitudinal 1 %.

Com a base e os taludes escavados das células impermeabilizados, os resíduos serão dispostos preenchendo a escavação e formando um novo tronco de pirâmide acima da superfície do terreno. Este tronco de pirâmide deverá ser

executado com uma inclinação dos taludes de 1:1,5 (V:H), sendo que o projeto indica que este talude seja executado até uma cota 3,20 m acima da cota da superfície do terreno. No centro da célula, a cobertura final deverá ser implantada com uma declividade transversal de 10 % a partir do centro em direção as bordas.

A **Figura 3-61** apresenta uma Seção transversal típica das Células de Disposição de Resíduos Classe I.

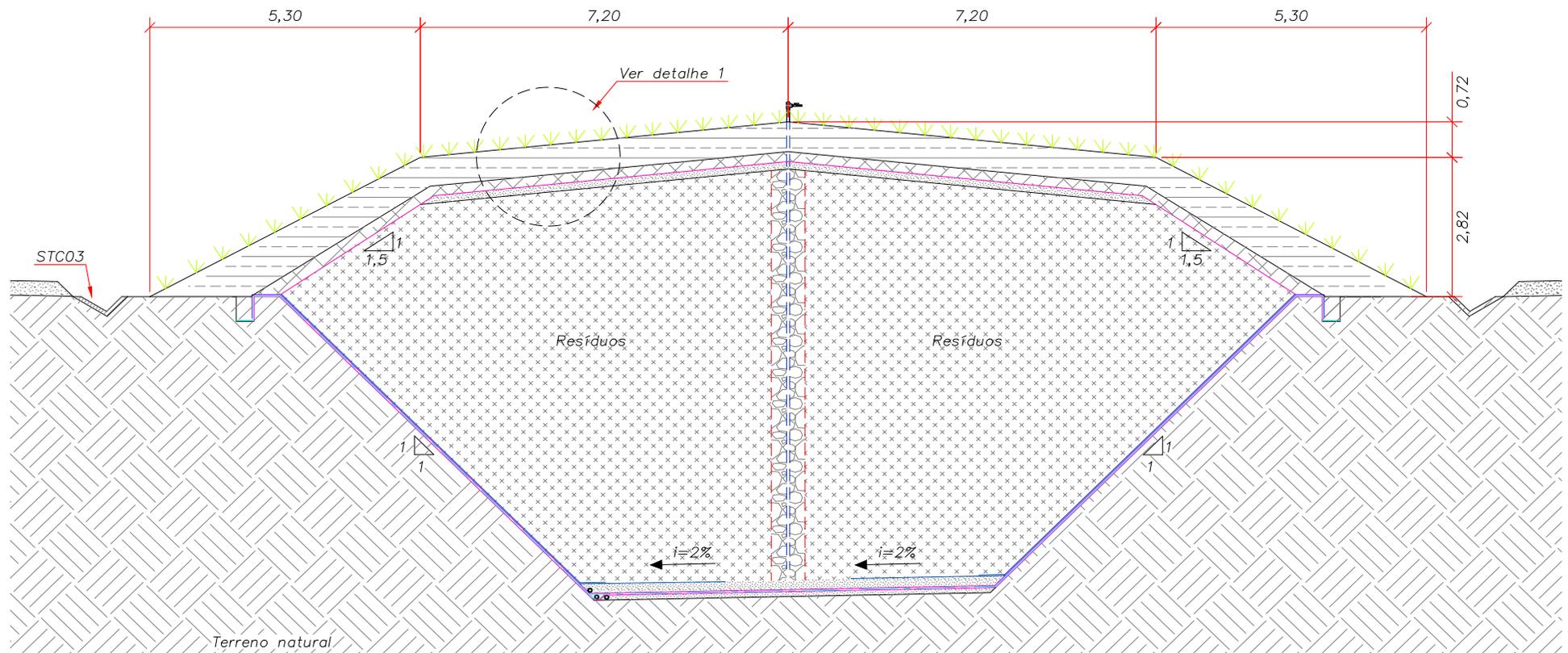


Figura 3-61: Seção transversal típica das Células de Disposição de Resíduos Classe I.

3.8.5.2.2 Impermeabilização e drenagens testemunho

A fim de evitar a contaminação do lençol freático por possíveis vazamentos de percolados, previu-se a instalação de um sistema de impermeabilização sobre as superfícies escavadas.

A impermeabilização do fundo e das laterais terá por objetivo impedir o escoamento de qualquer possível líquido formado no interior do aterro em direção ao aquífero. É importante que o sistema de impermeabilização esteja associado ao sistema de drenagem de líquidos percolados, que terá por finalidade recolher os líquidos formados nas células da unidade e enviá-los à unidade de tratamento.

A norma brasileira ABNT “NBR 10157 - Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto” fornece subsídios para o projeto, construção e operação de aterros de resíduos perigosos apresentando algumas definições importantes para o projeto do sistema de disposição, conforme mostrado a seguir:

“Item 3.4 Impermeabilização:

Deposição de camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeça ou reduza substancialmente a infiltração no solo dos líquidos percolados, através da massa de resíduos.

Item 3.14 Sistema de detecção de vazamentos:

Sistema drenante colocado sob as camadas impermeabilizantes, que objetiva detectar eventuais falhas na impermeabilização. Este sistema deve ser construído de forma a coletar e carrear os líquidos vazados até um ponto de observação, que não deverá ser um meio de entrada de águas pluviais na área do aterro.

Item 5.2.1 A camada impermeabilizante deve:

a) Ser construída com materiais de propriedades químicas compatíveis com o resíduo, com suficiente espessura e resistência de modo a evitar rupturas devido a:

- Pressões hidrostáticas e hidrogeológicas;
- Contato físico com o líquido percolado ou resíduo;
- Condições climáticas;
- Tensões da instalação da impermeabilização ou aquelas originárias da operação diária;

b) Ser colocada sobre uma base ou fundação capaz de suportá-la, bem como resistir aos gradientes de pressão acima e abaixo da impermeabilização, de forma a evitar sua ruptura por assentamento, compressão ou levantamento do aterro;

c) ser instalada de forma a cobrir toda a área de modo que o resíduo ou o líquido percolado não entre em contato com o solo natural.

Item 5.2.6 Sob o sistema artificial de impermeabilização inferior deve haver um sistema de detecção de vazamento de líquido percolado.”

Com base nas indicações normativas apresentadas acima, o projeto indica o emprego de um sistema de impermeabilização constituído por uma dupla camada de geomembrana de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), sendo a primeira de 2,0mm de espessura e outra de 1,5mm, visando confinar os percolados gerados nas células.

O sistema de impermeabilização será protegido, nos taludes da cava, por um geotêxtil não tecido com resistência à tração $RT \geq 14$ kN. Junto da base, será disposta uma camada drenante de areia grossa com 20 cm de espessura e sobre esta um geotêxtil não tecido com resistência à tração $RT \geq 5$ kN.

Entre as duas camadas de geomembrana, será disposto um geocomposto drenante que constituirá um sistema inicial de detecção de vazamentos, este geocomposto drenante estará ligado a tubulações flexíveis de PEAD que serão ligadas a poços de bombeamento onde deverá ser realizado o monitoramento dos sistemas de drenagem testemunho.

No caso de eventuais perfurações acidentais na geomembrana superior os riscos ambientais da geração de uma pluma de contaminação serão significativamente diminuídos com o uso do geocomposto drenante, dado o elevado coeficiente de permeabilidade deste, constituindo-se em um caminho preferencial ao fluxo de vazamento.

Sob os dois panos de geomembrana de PEAD, junto da base da célula, será instalada uma camada drenante de areia grossa com 10 cm de espessura, ligada a tubulações de PEAD perfurado que constituirão o sistema de drenagem testemunho, responsável pela detecção de vazamento de líquido percolado.

O sistema de impermeabilização da fundação compreenderá os seguintes dispositivos:

- Implantação de uma camada de areia grossa;
- Implantação de geomembrana de PEAD de 1,5 mm de espessura;
- Implantação de uma camada de geocomposto drenante;
- Implantação de geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura;
- Construção de uma camada de areia grossa com 0,20m de espessura;
- Instalação de geotêxtil RT>5kN.

Para a impermeabilização dos taludes estão previstos os seguintes materiais:

- Instalação de geomembrana de PEAD de 1,5 mm;
- Implantação de Geocomposto drenante;
- Instalação de Geomembrana PEAD 2,0 mm;
- Instalação de Geotêxtil RT>14kN.

O detalhe típico da impermeabilização destas valas está apresentado **Figura 3-62**.

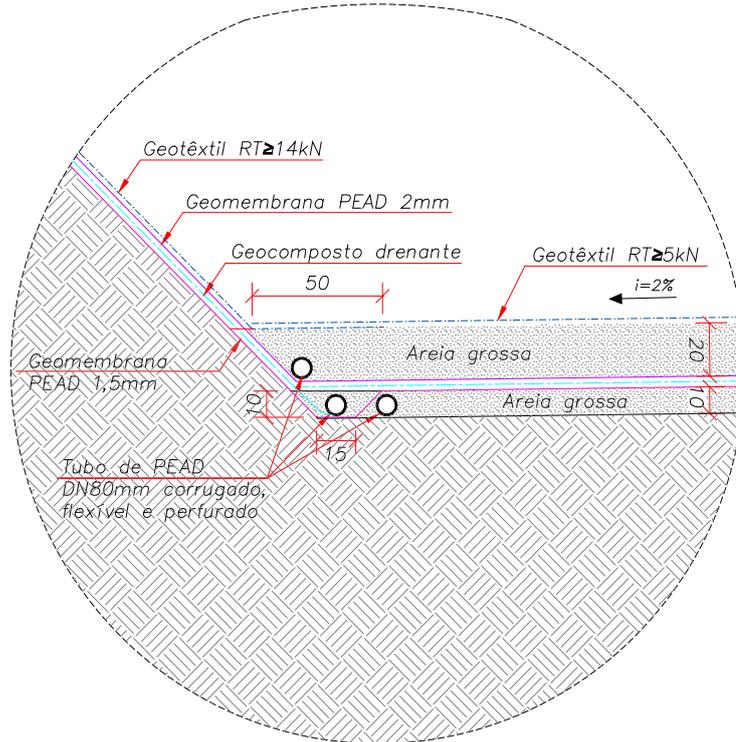


Figura 3-62: Detalhe típico da impermeabilização das Valas Classe I.

Cada bobina de material recebida na obra deve estar identificada de acordo com a norma NBR 12592.

A instalação da geomembrana deve seguir as recomendações da Associação Brasileira de Geossintéticos (IGS-Brasil) sobre instalação de geomembranas termoplásticas em obras geotécnicas e de saneamento ambiental.

A empresa instaladora deve apresentar o “As built” da instalação dos painéis sobre base topográfica a ser realizada na área regularizada, conforme as indicações do IGS-Brasil, bem como relatórios de todos os ensaios realizados.

As geomembranas serão aplicadas através de faixas emendadas por termofusão, através de linha dupla de solda.

Antes de iniciar a soldagem dos painéis de geomembrana na obra, os parâmetros de solda deverão ser definidos através de ensaios de cisalhamento e

descolamento (ASTM D 4437, 3083 e 413 modificada), onde a tensão de ruptura da solda deve ser maior que 80 a 95% da tensão de escoamento da geomembrana (medida através da ASTM D 638) para o ensaio de cisalhamento e maior que 70% da tensão de escoamento da geomembrana para o ensaio de descolamento, limitada ao valor mínimo de 14 N/mm².

As soldas deverão ser submetidas à inspeção visual e a ensaios destrutivos e não destrutivos. Os ensaios destrutivos, para verificação e ajuste do equipamento de solda, devem ser realizados no início de cada jornada de trabalho ou sempre que o equipamento ficar desligado por um tempo suficiente para seu esfriamento. Nas soldas, os ensaios destrutivos verificam a qualidade das mesmas, sendo geralmente aplicados em amostras extraídas a cada 200 m de solda.

Os ensaios não destrutivos aplicados para a verificação da estanqueidade das soldas são:

- Ensaio de penetração, a ser realizado ao longo de todas as emendas: pressiona-se uma chave de fenda, ou ferramenta similar, ao longo de toda a solda, entre os painéis, buscando identificar pontos de descontinuidade não detectáveis na inspeção visual;
- Pressurização, a ser realizado em todas as emendas: aplica-se pressurização às soldas duplas, com canal central, realizadas por máquina automática a ar quente e/ou cunha quente. Para a realização deste ensaio, são soldadas ponteiras nas extremidades do canal para vedá-lo e pressurizá-lo. Com uma bomba manual ou um pequeno compressor, aplica-se uma pressão no canal de 140 kPa. Durante um intervalo de 5 minutos, a pressão deve permanecer ou não diminuir mais que 14 kPa;
- “Spark Test” ou Faísca Elétrica, a ser realizado em todas as emendas: o equipamento utilizado emite uma corrente muito baixa, porém de alta tensão sobre a área da solda. Estando o aparelho aterrado, haverá a formação de um arco-voltaico visível e a emissão de um som em pontos

falhos ou de descontinuidade da solda, pelo fechamento do circuito elétrico com a terra ou substrato.

3.8.5.2.3 Drenagem de percolados

Os resíduos a serem dispostos nas células de disposição de resíduos industriais perigosos deverão apresentar consistência sólida e estarem com baixos teores de umidade, de forma a que a geração de percolados no interior das células seja minimizada.

Eventuais derramamentos de líquidos provindos dos resíduos industriais, água da chuva que entrar em contato com o material disposto nas células devem ser imediatamente retirados.

Sobre a drenagem de percolados a norma brasileira ABNT “NBR 10157 - Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto”, apresenta a seguinte definição:

“Item 5.2.2 O sistema de drenagem para a coleta e a remoção de líquido percolado do aterro deve ser:

- a) instalado imediatamente acima da impermeabilização;
- b) dimensionado de forma a evitar a formação de uma lâmina de líquido percolado superior a 30 cm sobre a impermeabilização;
- c) construído de material quimicamente resistente ao resíduo e ao líquido percolado, e suficientemente resistente a pressões originárias da estrutura total do aterro e dos equipamentos utilizados em sua operação;
- d) projetado e operado de forma a não entupir durante o período de vida útil e pós-fechamento do aterro.”

Para o atendimento a este critério normativo, o projeto prevê a implantação de um sistema de drenagem que consiste de uma camada contínua de areia grossa na base da célula ligada à tubulação longitudinal coletora, perfurada de PEAD de DN80 mm.

Para evitar que resíduos sejam carregados para o interior dessa tubulação, em toda a área da base das células, sobre a camada de 20 cm de areia grossa, será

disposto um geotêxtil de filtração com $RT \geq 5$ kN, devendo este também envolver a tubulação de PEAD perfurada.

Os percolados coletados pela tubulação de PEAD perfurada serão encaminhados a um poço de bombeamento de percolados que deverá ser construído no ponto baixo da cava. Optou-se por construí-lo no interior da cava para que não seja necessária a perfuração para a instalação da tubulação de ligação com um poço de bombeamento externo. Os percolados que, por ventura, sejam captados receberão tratamento adequado ou serão inseridos nos processos de blendagem.

3.8.5.2.4 Drenagem testemunho

O sistema de detecção de vazamentos foi concebido, em acordo com as disposições normativas da ABNT NBR 10.157, para permitir que o operador da Central tome as medidas cabíveis que são:

- Notificar ao órgão de controle ambiental, dentro de sete dias, o aparecimento do problema;
- Analisar a qualidade deste efluente;
- Remover, tratar, se for o caso, e dispor o líquido acumulado;
- Diminuir a níveis aceitáveis o fluxo de líquido percolado, através da recuperação da impermeabilização ou de outras medidas equivalentes.

O sistema projetado apresenta a possibilidade da verificação de vazamentos em dois pontos, entre os panos de geomembrana da dupla impermeabilização executada e sob o conjunto impermeabilizante.

O monitoramento dos vazamentos entre os panos de geomembrana será realizado através da implantação de um geocomposto drenante ligado a uma tubulação coletora na base. Esta tubulação será de PEAD e terá $DN = 80$ mm, sendo perfurada no trecho interno a camada inferior de impermeabilização.

Junto ao ponto baixo de cada célula será implantado um poço de visita que será ligado por uma tubulação lisa de PEAD à tubulação coletora do sistema de monitoramento dos vazamentos entre os panos de geomembrana. Este poço de visita consistirá no ponto de verificação de vazamentos e de determinação da vazão de um possível vazamento. Os percolados que, por ventura, sejam captados receberão tratamento adequado ou serão inseridos nos processos de blendagem.

Para a verificação de vazamentos abaixo do conjunto impermeabilizante, o projeto prevê a implantação de uma camada contínua de areia grossa com espessura de 10 cm e a disposição, no sentido longitudinal, de uma tubulação coletora na base em PEAD com DN = 80 mm, perfurada no trecho localizado junto da camada drenante de base.

Esta tubulação também será ligada, por um trecho liso de tubulação semelhante, a um poço de visita de monitoramento de vazamentos, devendo ser ligada em cota diferente da tubulação interna para permitir que se determine a origem do vazamento.

3.8.5.2.5 Drenagem de gases

A composição dos resíduos a serem dispostos nas cavas ainda é desconhecida e dependerá principalmente da demanda local. Desta forma, não se pode eliminar a possibilidade da geração de gases no interior das células de disposição. Portanto, o projeto prevê a implantação de drenos de gases junto aos pontos baixos das células.

Caso venham a ser dispostos no local, resíduos em que haja uma quantidade significativa de matéria orgânica em sua composição, o espaçamento destes drenos deverá ser reavaliado. Um detalhe típico do dreno de gás indicado pelo projeto é apresentado na **Figura 3-63**.

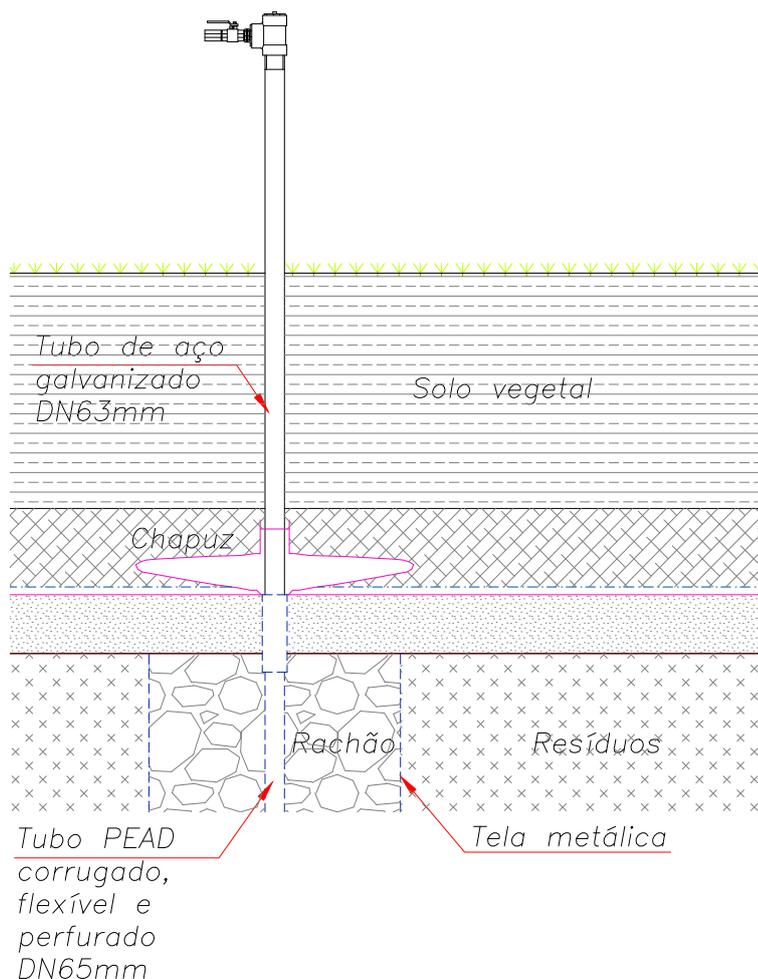


Figura 3-63: Detalhe típico do dreno de gás indicado pelo projeto.

3.8.5.2.6 Cobertura final

São premissas exigidas ao sistema de cobertura final:

- A minimização da infiltração de água na célula;
- A exigência de pouca manutenção;
- Possuir elevada resistência à erosão;
- Possuir flexibilidade para aceitar assentamentos sem ocorrência de fraturas; e
- Possuir um coeficiente de permeabilidade inferior ao do solo natural da área do aterro.

O sistema de cobertura final, projetado com base nas premissas indicadas acima, é composto das seguintes camadas (**Figura 3-64**):

- Uma camada de areia grossa de espessura não inferior a 15 cm;
- Uma camada de geomembrana de PEAD de 1,5mm;
- Uma camada de geotêxtil RT>14kN;
- Uma camada de material argiloso impermeabilizante $k < 10^{-7}$ de espessura não inferior a 20 cm;
- Uma camada de solo vegetal de espessura não inferior a 20 cm, e;
- Um revestimento vegetal composto por enleivamento.

Nesta etapa, a estrutura metálica de cobertura será desmontada e, a seguir, montada na célula adjacente.

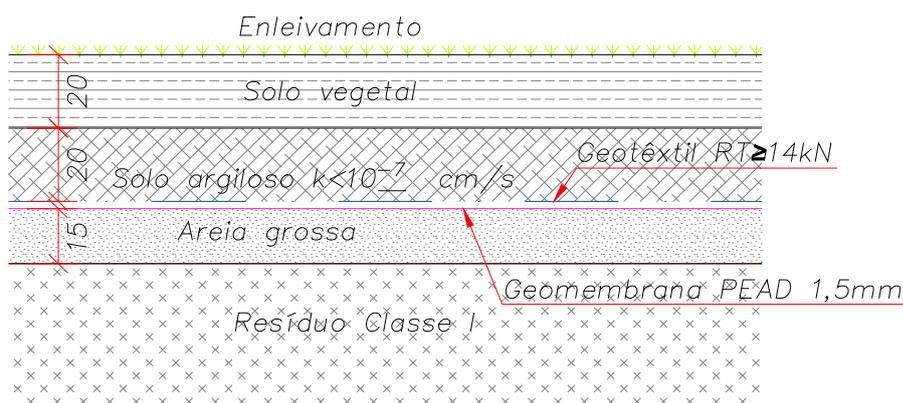


Figura 3-64: Detalhe típico do sistema de cobertura proposto.

3.8.5.3 Unidades de Tratamento de Resíduos Industriais

Resíduos industriais são resíduos em estado sólido ou semissólido, constituídos pelas sobras, rejeitos ou refugos dos processamentos industriais, incluindo os lodos das estações de tratamento de esgotos e de controle de poluição e os resíduos líquidos que, por suas características, não podem ser lançados na rede de esgotos ou em corpos d'água.

Resíduos Classe I são resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade,

toxicidade e patogenicidade podem apresentar riscos à saúde pública, contribuindo para o aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseado ou disposto de forma inadequada.

Diferentemente dos resíduos sólidos urbanos, o gerenciamento dos resíduos industriais é de responsabilidade do gerador. De acordo com a legislação vigente, cabe ao gerador acondicionar, armazenar, transportar e promover a disposição final adequada do mesmo.

A CGA Linhares foi concebida para o recebimento e tratamento de uma demanda estimada de Resíduos Classe I de 15 t/dia.

Estima-se que o total de resíduos recebidos seja distribuído da seguinte forma:

- 7 t/dia, com disposição direta nas Células de Disposição de Resíduos Industriais Classe I;
- 4 t/dia, encaminhado para Unidade de Solidificação e ou Estabilização;
- 4 t/dia, encaminhado para Unidade de Blendagem.

3.8.5.3.1 Unidade de Armazenamento Provisório

O sistema de armazenamento provisório dos resíduos de origem industrial terá por objetivo garantir a estocagem dos resíduos, especialmente aqueles classificados como Classe I, por um determinado período de tempo, enquanto aguardam pela definição do melhor processo de tratamento e/ou disposição, dentro das condições seguras do ponto de vista ambiental. O depósito de armazenamento temporário é uma alternativa adequada para os geradores, pois permite a classificação e estudo de tratabilidade para os resíduos.

Os resíduos que chegam ao aterro terão suas características analisadas, para comprovação de suas características. Então, são armazenados temporariamente, uma vez que, os veículos não poderão ficar aguardando a aprovação dos

resultados das análises laboratoriais. Somente após a verificação dos resultados das análises, os resíduos serão liberados para tratamento e/ou disposição adequada.

Esse procedimento será realizado para aqueles resíduos com suspeita de qualidade e origem. O procedimento normal de recebimento de resíduos inicia com o cadastramento a priori do gerador e a determinação das características dos seus resíduos.

Outro objetivo desta unidade é manter os resíduos armazenados no caso de pré-tratamento, em que se verifica a necessidade de formação de certo volume que viabilize o seu tratamento na escala em que o sistema foi dimensionado.

O armazenamento seguro desses resíduos representa um ganho do ponto de vista ambiental, pois impede que sua manutenção em locais inadequados possa causar acidentes ambientais. Para os empresários geradores, também representa um ganho, uma vez que não exige investimentos na adequação de espaços próprios da empresa para esta finalidade.

3.8.5.3.1.1 Critérios para localização

A localização do pavilhão de estocagem foi escolhida de modo que a sistemática operacional de chegada, checagem da carga, estocagem de quarentena e aguardo de processamento esteja em harmonia com o plano de circulação da unidade, não interferindo na movimentação interna dos resíduos na unidade.

O pavilhão estará localizado próximo ao sistema de controle laboratorial, setores administrativos e unidades de apoio, junto do acesso externo da unidade, limitando-se, desta forma, o tráfego interno de veículos alheios à operação da unidade.

3.8.5.3.1.2 Concepção e Dimensionamento

A concepção, o dimensionamento e a forma de operação dos galpões de armazenamento foram efetuados em conformidade com a norma da ABNT – “NBR 12.235 Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos”, de maneira a garantir a proteção ambiental e a segurança das pessoas envolvidas nas atividades de operação do sistema.

Prevê-se a implantação de um galpão para armazenamento provisório dos resíduos sólidos acondicionados em diferentes formas (tambor, caçamba, granel, etc.), sendo a área total para estocagem de 1.800 m², o que corresponde a um período médio de armazenamento de cinco dias para os resíduos perigosos (classe I).

O pavilhão será constituído por uma estrutura de elementos pré-fabricados de concreto armado com cobertura de telhas de alumínio e fechamento lateral com paredes de alvenaria de blocos de concreto a fim de evitar a incidência de chuva na área útil do pavilhão.

Haverá na unidade todas as instalações hidrossanitárias, elétricas, iluminação, telefonia, incêndio, bem como drenagem interna por canaletas e caixas de contenção de óleos e graxas. O pavilhão também possuirá um sistema de exaustão forçada interna para reduzir as chances de incêndio devido a formação de gases. O ar extraído do interior do galpão passará por um processo de lavagem de gases antes de ser emitido para a atmosfera.

Após a escavação e regularização do terreno para execução das fundações e piso do pavilhão, será implantado um sistema de impermeabilização de forma a evitar a contaminação do solo por líquidos derramados acidentalmente. O sistema de impermeabilização compreenderá os seguintes dispositivos:

- Uma camada de argila local compactada com espessura de 40cm;
- Uma geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura;
- Um geotêxtil de proteção contra punção sobre a geomembrana;

- Uma camada de drenagem testemunho de areia grossa com 30cm de espessura;
- Um pavimento em placas de concreto estrutural armado com espessura de 0,15m e inclinação de 0,5% em direção ao sistema de canaletas coletoras que realizarão a drenagem de líquidos derramados acidentalmente.

Os líquidos oriundos de derrames acidentais serão captados pelo sistema de canaletas e serão direcionados a caixas de armazenagem provisória para posterior encaminhamento ao tratamento adequado.

3.8.5.3.1.3 Drenagem Pluvial

A unidade contará com um sistema de drenagem pluvial para as águas precipitadas sobre os telhados, áreas de estacionamento e vias, não sujeitas à contaminação. Essas águas não contaminadas serão captadas através de caixas e bocas-de-lobo, sendo conduzidas em rede independente até pontos de lançamento.

3.8.5.3.1.4 Forma de Estocagem dos Resíduos

A forma de estocagem dos resíduos será definida em função de suas características. O estado físico é o primeiro item a ser verificado, pois dele depende o tipo de acondicionamento a ser adotado e, conseqüentemente, sua forma de armazenamento.

Os resíduos sólidos podem ser acondicionados em diferentes recipientes, sendo em geral, tambores metálicos de 200 litros, “*big-bags*” impermeáveis ou bombonas plásticas de diversos volumes.

Quando os resíduos não estiverem bem acondicionados, eles deverão ser estocados em baias de quarentena confinadas por muros de alvenaria, separados

por tipologia. Essas baias possuirão piso impermeabilizado em concreto e sistema de drenagem com canaletas para a coleta de possíveis vazamentos.

Os resíduos líquidos poderão ser estocados na unidade, caso seja necessário o seu tratamento (solidificação) para posterior tratamento e disposição nas Células de Disposição de Resíduos Classe I, devendo, portanto, estar acondicionados em embalagens apropriadas, como por exemplo, em tambores de 200 litros ou bombonas.

3.8.5.3.2 Unidade de Solidificação

O sistema de estabilização previsto para a CGA Linhares consiste em um estágio de pré-tratamento, por meio do qual, os constituintes perigosos de um resíduo serão transformados e mantidos em formas menos solúveis ou tóxicas. Tais transformações se darão por meio de reações químicas que fixam elementos ou compostos tóxicos em polímeros impermeáveis ou em cristais estáveis. Quanto às características físicas do resíduo, estas podem ou não ser alteradas e melhoradas.

A solidificação, por sua vez, é uma forma de pré-tratamento que gera uma massa sólida monolítica de resíduo, melhorando tanto a sua integridade estrutural, quanto as suas características físicas, tornando assim mais fácil o seu manuseio e transporte.

Portanto, a estabilização e a solidificação terão como objetivos: melhorar as características físicas e de manuseio dos resíduos; diminuir a área superficial, através da qual possa ocorrer a transferência ou perda de poluentes; limitar a solubilidade ou; eliminar quaisquer constituintes perigosos contidos no resíduo.

3.8.5.3.2.1 Considerações Gerais

A estabilização e a solidificação não representam formas de tratamento que se justificam para qualquer tipo de resíduo. A decisão técnica sobre que tipo de resíduo deverá ou não ser submetido a tal processo, baseia-se em dados sobre a sua quantidade, composição e propriedades físicas, local de geração e problemas quanto a sua disposição final. Os resíduos classificados como perigosos e gerados em grandes quantidades são os que comumente justificam este tipo de tratamento. Além desses, alguns tipos de resíduos não perigosos também poderão ser tratados, a fim de facilitar seu manuseio e dificultar a perda de constituintes indesejáveis.

As tecnologias disponíveis para a estabilização e solidificação possuem melhor aplicação ao tratamento de resíduos inorgânicos, uma vez que estes decorrem de fontes de geração diversificadas, apresentando propriedades físico-químicas e biológicas muito variadas.

Resíduos com concentração de constituintes orgânicos acima de 10 a 20% deverão ser estudados previamente quanto à possibilidade de serem tratados pelas técnicas de fixação existentes, uma vez que essas concentrações interferem nos processos físicos e químicos, os quais são importantes para manter agregados os resíduos.

Portanto, os resíduos que serão efetivamente estabilizados/solidificados constituem-se de material inorgânico, em solução ou suspensão aquosa, contendo consideráveis quantidades de metais pesados ou sais inorgânicos.

3.8.5.3.2.2 Tecnologias a Serem Aplicadas

Os processos de estabilização e solidificação existentes são classificados como: fixação inorgânica e técnica de encapsulamento. No primeiro caso, os processos baseiam-se na utilização de materiais como cimento, cal, silicatos e argilas,

enquanto que, no segundo caso, são empregados polímeros orgânicos específicos. Encontram-se disponíveis os processos e as técnicas apresentadas a seguir:

- Processo à base de cimento;
- Processo à base de cal e materiais pozolânicos (não incluindo cimento);
- Processo à base de cimento e materiais pozolânicos;
- Técnicas à base de polímeros;
- Técnicas à base de polímeros orgânicos;
- Técnicas de encapsulamento superficial;
- Técnicas de auto-solidificação.

a) Processos a Base de Cimento

O cimento Portland é um clinker anidro, que contém aluminato tricálcico, silicato de cálcio, silicato tricálcico e outros componentes, e é obtido através da queima de uma mistura de cal, argila e outros silicatos, a altas temperaturas.

A maioria dos resíduos na forma de lamas pode ser misturada diretamente com o cimento, sendo os sólidos suspensos incorporados na matriz rígida do concreto endurecido. Este processo é particularmente eficiente para resíduos com elevados teores de metais tóxicos, uma vez que, na mistura, diversos cátions de múltiplas valências são convertidos em hidróxidos e carbonatos insolúveis. Os íons metálicos também podem ser incorporados na estrutura cristalina que os minerais do cimento formam.

A presença de sulfetos, asbestos, látex e plásticos rígidos nos resíduos, a serem solidificados, pode aumentar a resistência e estabilidade do resíduo concretado. Os silicatos solúveis têm sido utilizados como aditivos nos processos à base de cimento para reter os contaminantes.

Como uma adaptação do processo à base de cimento, foi proposta uma técnica através da qual são dissolvidos resíduos ricos em metais com sílica de

granulação fina, em pH baixo, sendo a mistura posteriormente polimerizada através da elevação do pH até 7. O gel resultante é adicionado ao cimento que endurece em três dias.

De acordo com os testes efetuados pelo “*Brookhaven National Laboratory*” a mistura de silicato de sódio de cimento Portland endurece rapidamente, sem que os íons metálicos afetem esse processo. Aparentemente, o silicato de sódio precipita a maioria dos íons inibidores que estão presentes na massa gelatinosa, eliminando suas interferências e acelerando o endurecimento da mistura cimento-resíduo. Dos resíduos testados, somente aqueles contendo ácido bórico inibiram o endurecimento das misturas.

Portanto, a formação de um gel é um fato importante no desenvolvimento dessa técnica. Além disso, um maior tempo para o endurecimento e uma diminuição da resistência final do produto podem ser causados por excessiva agitação do gel depois de formado.

Outro trabalho executado pelo “*Brookhaven National Laboratory*” baseou-se no processo de impregnação com polímeros, que pode ser usado para diminuir a permeabilidade das misturas de resíduos com cimento. Os poros do produto final são preenchidos com monômeros de estireno, por imersão. A seguir, o material é aquecido para que ocorra a polimerização. Através desse processo, tem-se um aumento significativo da resistência e da durabilidade do produto final.

Dentre as principais vantagens dos sistemas de tratamento à base de cimento, destacam-se:

- Matéria-prima é abundante e barata;
- Tecnologia e o controle das misturas e manuseio do cimento são bem conhecidos;
- Secagem e desidratação do resíduo não são necessárias, visto que o cimento precisa de água para sua hidratação e posterior endurecimento. Assim sendo, a quantidade de cimento a ser adicionada pode ser dosada em função do teor de água do resíduo;

- Sistema é tolerante à maioria das variações químicas. O cimento, dada a sua alcalinidade, pode neutralizar ácidos e não é afetado por oxidantes fortes, tais como nitratos ou cloretos;
- As características de lixiviação do produto final, se necessário, podem ser melhoradas através de revestimento selante; e
- A quantidade de cimento usada pode variar, permitindo assim que os produtos finais tenham uma alta capacidade de suporte e uma baixa permeabilidade.

b) Processos à base de cal e materiais pozolânicos (não incluindo cimento)

Os materiais pozolânicos, artificiais ou naturais, contêm partículas silicosas que, combinadas com cal, na presença de água, produzem um material com propriedades similares às do concreto.

Nos processos de fixação química, os materiais pozolânicos comumente utilizados são as cinzas, poeiras de forno de cimento ou escória de alto-forno, produtos residuais com pequeno ou nenhum valor comercial. O uso desses materiais é particularmente vantajoso, pois permite que resíduos gerados em duas fontes distintas sejam tratados ao mesmo tempo.

Dentre as principais vantagens do processo à base de cal e materiais pozolânicos, destacam-se:

- Produto obtido é geralmente um sólido, cujas características de manuseio e permeabilidade são melhores do que as do resíduo original;
- Sistema não requer equipamentos especiais para sua operação, podendo ser empregados aqueles normalmente utilizados em instalações de neutralização de resíduos com cal;
- As reações químicas que ocorrem entre a cal e os materiais pozolânicos são relativamente bem conhecidas. Além disso, o sulfato não causa fragmentação ou rachadura, e;

- A secagem ou desidratação não são necessárias, visto que a presença de água é obrigatória no conjunto de reações do processo.

c) Processo à base de cimento e materiais pozolânicos

Certos sistemas de tratamento enquadram-se na categoria de processos à base de materiais pozolânicos e cimento, sendo a combinação desses materiais feita com o intuito de obter uma melhor e mais econômica forma de contenção de um resíduo específico.

Os materiais pozolânicos são frequentemente adicionados ao cimento Portland para reagir com o hidróxido de cálcio livre e assim melhorar a resistência física e química do resíduo aglomerado. Na solidificação, os materiais pozolânicos são frequentemente usados como absorventes, podendo tornar-se inativos pelos resíduos. Qualquer reação que ocorra entre o cimento Portland e a sílica livre, presente nos materiais pozolânicos, resultará em um produto final de maior resistência e durabilidade.

As formulações utilizadas neste processo variam muito, assim como os materiais que podem ser adicionados para melhorar a qualidade. Dentre eles, citam-se: silicatos solúveis, géis de sílica hidratada e argilas, tais como bentonita, illita e atapulgita.

d) Técnicas a Base de Polímeros

Os termoplásticos comumente empregados para solidificar resíduos são o betume, o asfalto e o polietileno. Estes são polímeros orgânicos que amolecem, quando submetidos ao aquecimento e endurecem, quando são resfriados.

Normalmente, o resíduo é seco, aquecido e disperso no termoplástico aquecido. A mistura é então resfriada e solidificada, o que normalmente ocorre dentro de um recipiente específico.

Nesse processo, são necessários alguns equipamentos especiais para aquecer e misturar os resíduos e o termoplástico. Os equipamentos disponíveis no mercado, misturadores e extrusora, podem ser perfeitamente utilizados para esse fim.

Dependendo das características do termoplástico e do tipo de equipamento usado, o plástico deve ser misturado no resíduo seco em temperaturas que variam de 1300 a 2300°C.

Como uma variação desse processo, tem-se a utilização de um produto betuminoso emulsificado, que é miscível com o lodo úmido, sendo a este misturado a uma temperatura abaixo do ponto de ebulição do betume. Posteriormente, toda a massa é aquecida e seca para poder estar em condições a ser disposta.

Os produtos químicos orgânicos que atuam como solventes não podem ser usados diretamente nesses sistemas, assim como os sais fortemente oxidantes, nitratos, cloretos e percloratos, que reagem com o polímero, causando sua lenta deterioração. Além disso, a mistura termoplástico-oxidante é extremamente inflamável nas elevadas temperaturas em que ocorre o processo.

Através de testes de lixiviação, feitos com o produto obtido da impregnação de betume com sais anidros, observa-se que sua reidratação pode ocorrer quando o mesmo é embebido em água.

Tal fato pode causar a dilatação e o rompimento do asfalto ou betume, aumentando bastante a área superficial do material solidificado e sua taxa de perda de poluentes. Alguns sais, tais como sulfato de sódio, são naturalmente desidratados em determinadas temperaturas, tornando o betume plástico. Por

isso, compostos facilmente desidratáveis devem ser evitados na estabilização termoplástica.

Quanto às principais vantagens destes sistemas, tem-se:

- As taxas de perda por lixiviação são significativamente menores que as observadas no sistema à base de cimento ou outros materiais pozolânicos;
- O volume do produto final é bastante reduzido, uma vez que os resíduos são adicionados a seco;
- A maioria dos materiais termoplásticos é resistente ao ataque de soluções aquosas e a degradação microbiana é mínima;
- Os materiais termoplásticos aderem-se bem aos materiais incorporados;
- Os materiais adicionados aos termoplásticos podem ser recuperados, quando necessário.

e) Técnicas à Base de Polímeros Orgânicos

Os processos à base de ureia-formaldeído, poliéster e butadieno são os mais usuais, notadamente o primeiro. Esses polímeros orgânicos termofixos são obtidos através da adição de um catalisador a um pré-polímero.

No sistema ureia-formaldeído (UF), a polimerização ocorre através de um processo em bateladas, onde os resíduos, secos ou úmidos, são misturados com um pré-polímero em um recipiente ou um misturador especialmente projetado para este fim. Na sequência, adiciona-se um catalisador, mantendo-se a mistura até que a completa dispersão do produto.

A mistura termina antes que o polímero se forme e, se necessário, é transferida para um contêiner. O material polimerizado não se combina com o resíduo e sim forma uma massa esponjosa que captura as partículas sólidas. Qualquer líquido associado ao resíduo permanecerá após a polimerização e, portanto, a massa polimerizada deve ser seca antes da disposição final.

As principais vantagens apresentadas por esses processos, especialmente o sistema UF, são:

- A necessidade de menor quantidade de reagentes que as requeridas em outros processos. A relação resíduo/reagente é, normalmente, cerca de 30% maior para o sistema UF do que para os sistemas à base de cimento;
- O resíduo tratado é geralmente desidratado, mas não necessariamente seco. Entretanto, o polímero solidificado deve estar seco antes da sua disposição final;
- A resina solidificada não é inflamável e para a sua formação não são necessárias altas temperaturas.

f) Técnicas de Encapsulamento Superficial

Quando se emprega esta técnica, os resíduos prensados, aglomerados ou tamborados são revestidos superficialmente, a pincel ou spray, com materiais tais como poliuretanos, resinas de fibra de vidro ou mistura destes. Tais materiais atuam como um selo entre o resíduo e o meio-ambiente.

Dentre as maiores vantagens do sistema de encapsulamento, tem-se:

- O resíduo nunca entra em contato com a água e, por esta razão, materiais muito solúveis, tais como cloreto de sódio, podem ser encapsulados através desta técnica com sucesso;
- A lixiviação de poluentes é eliminada enquanto o revestimento impermeável for mantido intacto.

g) Técnicas de Auto-Solidificação

Alguns resíduos industriais, tais como os lodos provenientes de limpeza de gases de exaustão ou dessulfurização, contêm grandes quantidades de sulfito ou sulfeto de cálcio. Deste modo, essa tecnologia foi desenvolvida para tratar esses tipos de resíduos, a fim de torná-los auto-solidificáveis.

As maiores vantagens desse sistema são:

- Os reagentes utilizados em maiores quantidades encontram-se disponíveis no local de tratamento;
- Os tempos de endurecimento e cura do material são inferiores aos dos sistemas à base de cal;
- O material produzido é estável, não inflamável e não biodegradável;
- A retenção efetiva de metais pesados, devido, provavelmente, a ligação química dos poluentes potenciais com o material utilizado na solidificação;
- O sistema não requer que o resíduo esteja completamente seco, dadas as reações de hidratação que irão ocorrer.

3.8.5.3.2.3 Propriedades dos Resíduos a serem Estabilizados e Solidificados

A seleção do mais adequado processo de tratamento requer um conhecimento detalhado dos constituintes e das características do resíduo a ser tratado e da quantidade a ser manuseada.

a) Característica do Resíduo a ser Tratado

O primeiro passo para a seleção do processo mais adequado de tratamento será conhecer profundamente os resíduos a serem processados. Deverá ser efetuado um inventário completo de todos os seus constituintes, em cada fonte de geração, isto é, para cada tipo de resíduo deverá ser identificado o processo ou operação que o gerou, como esse foi acondicionado, transportado, estocado e tratado, qual a quantidade produzida e como se dá essa produção. Tais dados serão também necessários para um plano de disposição final.

Estas informações devem incluir os tipos de materiais e concentrações, constituintes orgânicos, solventes, etc. Onde se constatar a presença de materiais orgânicos é essencial se conhecer detalhes sobre sua estabilidade química, ponto de fulgor e poder calorífico.

Os componentes inorgânicos e suas concentrações relativas também devem ser determinados, bem como a porcentagem de metais pesados tóxicos, que, mesmo em pequenas concentrações, são de grande interesse. Para muitos sistemas de tratamento é de fundamental importância o conhecimento do pH, efeito tampão e o teor de umidade do resíduo.

b) Exigência para uma Estabilização / Solidificação Ideal

Um processo de fixação ideal torna os constituintes perigosos em substâncias quimicamente não reativas (estáveis), de forma a se obter uma disposição final segura, sem qualquer contenção secundária. Para ser completamente eficaz, o processo de tratamento deve gerar um produto final com boa estabilidade dimensional, resistência às intempéries, ao ataque de agentes biológicos e elevada capacidade de suporte.

c) Ensaios para Verificação da Viabilidade da Utilização de Processos de Estabilização e Solidificação de Resíduos Perigosos

Os diversos processos de estabilização normalmente necessitam de adaptações para o tratamento de resíduos perigosos. Assim sendo, uma série de ensaios físicos e químicos deverá ser realizada avaliando se um particular processo servirá para o tratamento de determinados resíduos perigosos ou não.

Cabe ressaltar que avaliar as características dos constituintes químicos dos resíduos estabilizados a partir de propriedades físicas é muito mais difícil do que avaliar suas características físicas em longo prazo.

d) Ensaios de Propriedades Físicas dos Resíduos Estabilizados

As propriedades físicas dos resíduos são modificadas pelos processos de estabilização. Em muitos casos, o produto final é um bloco sólido semelhante ao concreto de baixa resistência, podendo, portanto, ser submetido a ensaios padronizados de propriedades físicas a fim de que se possa prever a sua durabilidade sob as condições de campo. Alguns dos processos produzem um produto friável ou semelhante ao solo, que deve ser submetido a testes mais comumente utilizados para solo-cimento.

Os principais objetivos dos testes físicos para resíduos tratados e não tratados serão:

- Determinar a distribuição granulométrica, porosidade, permeabilidade, densidade e peso específico em base seca;
- Avaliar as propriedades gerais;
- Prever a reação do material a tensões aplicadas em aterros;
- Avaliar a durabilidade.

Cinco ensaios padronizados devem ser utilizados para determinar as propriedades físicas dos resíduos estabilizados, a saber:

- Peso unitário aparente e em base seca;
- Resistência à compressão não confinada;
- Permeabilidade;
- Resistência ao umedecimento e à secagem;
- Resistência ao congelamento/descongelamento.

Outros ensaios utilizados para determinação de propriedades físicas dos resíduos estabilizados serão aqueles que se relacionam a ensaios de solo e ensaios de concreto.

e) Ensaios de Lixiviação dos Resíduos Estabilizados

Tais ensaios compreendem a análise da natureza da solução de lixiviação, da relação resíduo/solução de lixiviação, do número de diluições das soluções de lixiviações usadas, da área superficial do resíduo e a agitação.

3.8.5.3.2.4 Concepção e Dimensionamento da Unidade de Solidificação e Estabilização de Resíduos

O objetivo da instalação do sistema de solidificação e estabilização de resíduos no CGA Linhares será a prestação de serviços de pré-tratamento que garantam que os constituintes perigosos de um resíduo sejam mantidos estáveis e em sua forma menos tóxica.

A implantação do sistema se dará em um pavilhão de 800 m² de área dotado de um sistema de exaustão em todo seu interior. A previsão de recebimento de resíduos é de aproximadamente 4 t/dia.

A implantação desta unidade será composta por um único módulo com as seguintes características:

- Fosso de recebimento;
- Correia transportadora: 0,8 m de largura;
- Secador: 10 m de comprimento x 2 m de diâmetro;
- Fosso de resíduo seco;
- Elevador de sólidos: 6 m de altura;
- Tanque de armazenamento de resíduos secos (2 tanques);
- Correia transportadora: 0,8 m de largura;
- Misturador: 2,5 m de largura x 2,5 m de comprimento x 1,5 m de altura;
- Silo de cimento (1 tanque): 1,8 m de diâmetro e 2 m de altura;
- Tanque de aditivo (3 tanques): 0,9 m de diâmetro e 1,5 m de altura;
- Carrinho molde: 1 m de largura x 1 m de comprimento x 1 m de altura;
- Área de moldagem;

- Área de cura.

Na unidade, serão instalados equipamentos para pesagem e mistura de resíduos, bem como moldadores para acondicionamento do material processado, garantindo assim condições adequadas ao destino final do material estabilizado e solidificado.

O pavilhão será constituído por uma estrutura de elementos pré-fabricados de concreto armado com cobertura de telhas de alumínio e fechamento lateral com paredes de alvenaria de blocos de concreto, a fim de evitar a incidência de chuvas na área útil do pavilhão. São previstas também, todas as instalações hidrossanitárias, elétricas, iluminação, telefonia, incêndio, bem como drenagem interna por canaletas e caixas de contenção.

O pavilhão também possuirá um sistema de exaustão forçada em seu interior, que conduzirá o ar extraído para um processo de lavagem de gases antes de ser emitido para a atmosfera.

Após a escavação e regularização do terreno para execução das fundações e piso do pavilhão, será implantado um sistema de impermeabilização de forma a evitar a contaminação do solo por líquidos derramados acidentalmente. O sistema de impermeabilização compreenderá os seguintes dispositivos:

- Uma camada de argila local compactada com espessura de 40 cm;
- Uma geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura;
- Um geotêxtil de proteção contra punção sobre a geomembrana;
- Uma camada de drenagem testemunho de areia grossa com 30 cm de espessura;
- Um pavimento em placas de concreto estrutural armado com espessura de 0,15m e inclinação de 0,5% em direção ao sistema de canaletas coletoras que realizarão a drenagem de líquidos derramados acidentalmente.

Os líquidos oriundos de derrames acidentais serão captados pelo sistema de canaletas e serão direcionados a caixas de armazenagem provisória para posterior encaminhamento ao tratamento adequado.

Durante a operação do sistema, serão adotados controles que garantam a segurança da operação de forma a não comprometer a qualidade da operação e não representar riscos ao meio-ambiente.

Portanto, o monitoramento do sistema de estabilização e solidificação de resíduos terá como objetivo principal a verificação da eficiência do sistema de pré-tratamento e detectar a eventual contaminação, possibilitando a adoção de medidas visando ao aperfeiçoamento da operação do sistema e à minimização dos riscos de poluição ambiental.

Portanto, deverá ser monitorado o recebimento dos resíduos na CGA, procedendo-se as amostragens de cada carga recebida, seguida pelas análises laboratoriais para comprovação da compatibilidade dos resíduos com o estabelecido em projeto.

Outro item passível de monitoramento corresponde a toda operação de preparo dos resíduos que serão estabilizados e solidificados, bem como a estabilidade físico-química de sua composição final, de acordo com uma amostragem de cada carga preparada para disposição final.

A área de preparo dos resíduos deverá ser monitorada periodicamente para a verificação de possíveis contaminações decorrentes vazamentos ou derramamentos que poderiam vir a representar algum tipo de risco ou poluição ambiental. Sendo assim, deverá ainda ser monitorada a qualidade dos aquíferos subterrâneos, através de amostragens de toda a área de recebimento, preparo e armazenamento temporário de resíduos estabilizados e solidificados para posterior destinação final.

A **Figura 3-65** apresenta o fluxograma da operação de estabilização/solidificação.

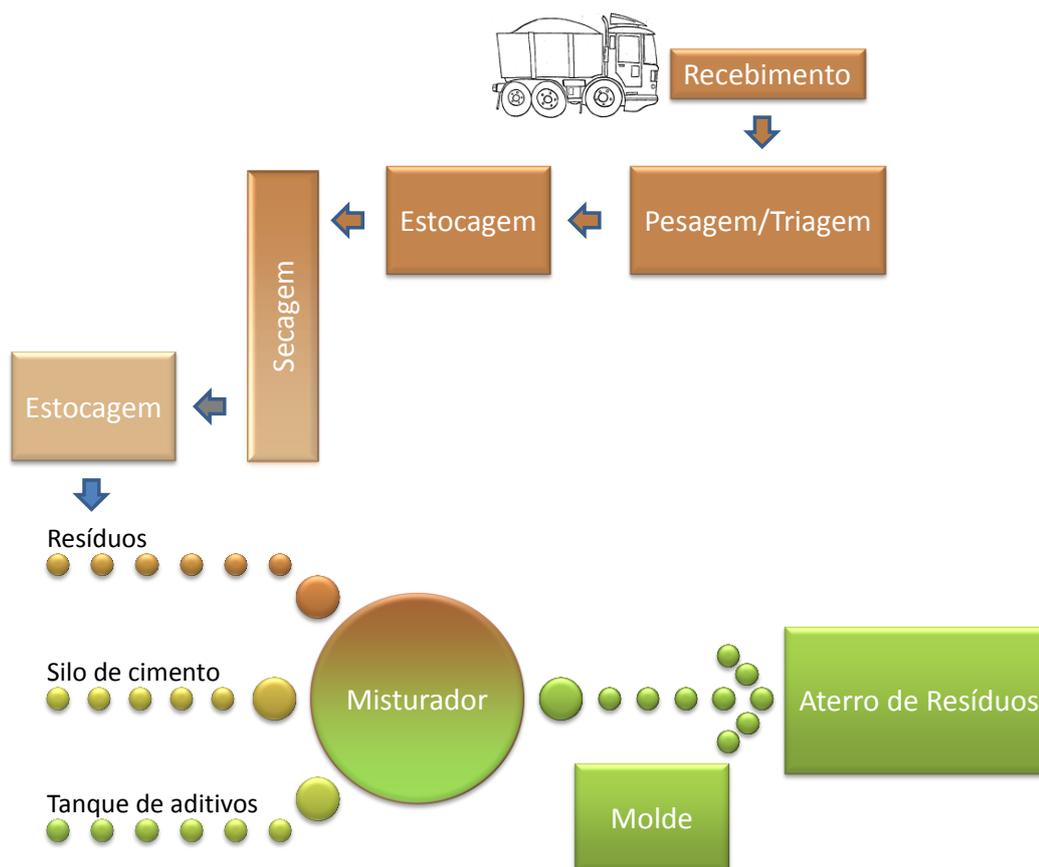


Figura 3-65: Fluxograma esquemático da Unidade de Solidificação.

3.8.5.3.3 Unidade de Blendagem

3.8.5.3.3.1 Considerações Gerais

A tecnologia de utilização de fornos de cimento para destruição térmica de resíduos industriais vem sendo utilizada nos Estados Unidos e na Europa, desde a década de 70. No Brasil, a experiência é mais recente, sendo sua primeira ocorrência verificada no final dos anos 80.

O processo consiste basicamente na substituição de uma parcela do combustível utilizado na fabricação do cimento por resíduos preparados adequadamente para tal fim. Desta forma, ocorre, por um lado, economia de recursos ambientais e energéticos e, por outro, um eficiente processo de tratamento e disposição final de resíduos perigosos.

Neste processo, o resíduo pode ser simplesmente destruído termicamente, funcionando como carga energética alternativa, ou ser incorporado ao clínquer, processo no qual, devido às elevadas temperaturas do forno, se verifica um rearranjo molecular que garante a inertização dos componentes perigosos dos resíduos.

Desde o início do uso de fornos de cimento para disposição final por co-processamento de resíduos, verifica-se, somente nos Estados Unidos, um número superior a trinta fornos queimando resíduos provenientes de diferentes fontes.

3.8.5.3.3.2 Processo de Fabricação do Cimento

O processo produtivo do cimento ocorre em altas temperaturas e utiliza uma mistura proporcional de calcário, sílica, alumina e óxido de ferro em um forno rotatório. O processo térmico pode ser descrito em três estágios: secagem, calcinação e clinquerização.

O tempo de residência do material sólido varia de forno para forno, sendo controlado pela revolução do forno, podendo atingir até duas horas. O fluxo do material sólido no forno é contrário ao fluxo dos gases aquecidos, e o tempo de residência dos gases varia entre seis e dez segundos.

Há dois fatores importantes a serem considerados no processo de fabricação do cimento. Um deles reporta-se ao fato de que, em função da alta temperatura do forno cimenteiro, os componentes inorgânicos dos resíduos são incorporados ao clínquer. Por outro lado, a própria matéria-prima atua como lavador de gases que fluem através da mesma, trocando calor nos pré calcinadores.

Dentro do forno, na zona de calcinação, o carbonato de cálcio é convertido em óxido de cálcio, havendo reação com óxidos de enxofre formando então sulfetos e sulfatos, o que garante o efeito de lavador de gases. Estes gases, após o

resfriamento, passam por precipitadores eletrostáticos a fim de adequá-los aos padrões de emissão de material particulado, sendo, posteriormente, retornado ao processo após mistura com a matéria prima.

3.8.5.3.3.3 O Uso dos Resíduos no Co-Processamento

Os resíduos industriais podem ser utilizados como combustíveis aproveitando-se o seu poder calorífico, podendo ser queimados isoladamente ou em misturas, de tal forma que se obtenha um poder calorífico semelhante ao do combustível comumente utilizado.

Vários tipos de resíduos, de diferentes origens industriais, podem ser co-processados em fornos de cimento, tais como: derivados de desengraxante, tintas, resíduos de indústria petroquímica, química, borras de óleo, entre outros.

Embora os fornos de cimento tenham potencial para incinerar todo tipo de resíduo, deve-se proceder à mistura de resíduos de tal forma a se obter poder calorífico semelhante ao do combustível utilizado.

Para controlar a qualidade dos resíduos recebidos, tanto daqueles que receberam o preparo quanto das emissões decorrente do processo de queima, é necessário um laboratório adequado, que utilize métodos analíticos desenvolvidos com a utilização de equipamentos como: de absorção atômica, bomba calorimétrica, viscosímetro, Karl Fisher, cromatógrafo a gás, espectrômetro de massa com ionização de chama e captura de elétrons.

Também devem existir equipamentos para amostragem das emissões da chaminé, em especial do material particulado, orgânicos voláteis e semivoláteis, ácido clorídrico, cloro, nitratos, sulfatos e metais.

A unidade de fabricação de cimento, quando se utiliza a queima de resíduos como carga energética suplementar, deve dispor de:

- Laboratório com adequados equipamentos para caracterização dos resíduos;
- Construção de área de recebimento, estocagem, mistura e transporte do resíduo;
- Modificações no sistema de introdução do resíduo complementar;
- Sistema de segurança, higiene industrial e equipamentos de emergência.

Um grande número de testes de queima e brancos já foi efetuado em fábricas de cimento para se determinar o impacto da queima de resíduos industriais nas emissões destas fábricas. Nos Estados Unidos, Europa e Canadá foram conduzidos testes de queima com e sem resíduos, ficando demonstrado que as unidades de cimento podem destruir mais de 99,99% de substâncias orgânicas. No Brasil são conduzidos testes em branco de queima acompanhando os metais, ácido clorídrico, cloro, nitratos e sulfatos.

Tendo em vista a necessidade de queima completa, os resíduos orgânicos são alimentados diretamente na zona de alta temperatura do forno, acima de 800°C. O maçarico principal apresenta a vantagem de uma segura destruição de substâncias orgânicas perigosas, enquanto que outras partes do forno oferecem maior flexibilidade com relação à consistência, umidade e tamanho das peças.

Já os componentes perigosos dos resíduos inorgânicos serão imobilizados no produto final, sendo fixados na estrutura cristalina do clínquer. A concentração no produto final pode ser mantida em níveis baixos através do controle rígido na dosagem do resíduo na alimentação.

3.8.5.3.3.4 Descrição do Processo de Preparo do Resíduo para o Co-Processamento

O ponto principal do processo do resíduo será a estabilidade da composição química e propriedades físicas do produto final, visando garantir tanto o poder calorífico quanto a forma física constante do resíduo combustível.

Por esta razão, a mistura e homogeneização dos resíduos serão efetuadas em 2 operações: mistura e peneiramento.

Depois de determinada a composição necessária à melhoria da mistura físico-química dos resíduos, estes serão transportados para a área de manuseio. Os resíduos serão retirados da embalagem e, dependendo do estado físico, serão encaminhados a área de mistura. Na sequência, poderão ser peneirados e acondicionados em “*big-bags*” ou a granel e estocados em área apropriada.

A área de preparo de resíduos deverá ser monitorada periodicamente para verificação de eventuais contaminações decorrente de vazamentos e derramamentos acidentais que possam causar poluição ambiental. Esse monitoramento fará parte de um programa de monitoramento da qualidade das águas dos aquíferos subterrâneos. Serão feitas, portanto, amostragens de toda a área de recebimento, preparo e armazenamento temporário de resíduos que serão encaminhados para o co-processamento.

3.8.5.3.3.5 Concepção do Sistema de Preparo de Resíduos para o Co-Processamento

O objetivo da instalação desta unidade na CGA é realizar o preparo (blendagem) dos resíduos gerados em diferentes processos industriais, para posterior queima em fornos de cimento.

Nesta área, serão instalados equipamentos para mistura e peneiramento dos resíduos, garantindo assim condições adequadas para o co-processamento em fornos de cimento.

Para tanto, o pavilhão de estocagem e manipulação de resíduos será construído de forma a evitar a incidência de chuva em seu interior, bem como irá contar com sistema de impermeabilização do solo (camada de argila) e drenagem de

eventuais líquidos percolados, que serão captados e enviados a caixas também impermeabilizadas localizadas nas extremidades do pavilhão.

O recebimento dos resíduos será através de “*big-bags*”, caçambas, tambores ou a granel, eventualmente em outra forma de acondicionamento. Os resíduos, devidamente preparados, serão acondicionados preferencialmente em “*big-bags*” ou a granel, de acordo com as exigências de recebimento das cimenteiras.

Quanto à natureza dos resíduos a serem recebidos para o preparo para co-processamento, o projeto foi desenvolvido para receber, armazenar, manipular e tratar os resíduos gerados de diferentes origens.

De acordo com a Resolução CONAMA 264/1999, que dispõe sobre o Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos, no qual estabelece critérios para utilização dos resíduos, assim como as substâncias que não podem ser tratadas em fornos de cimento (resíduos de serviços de saúde, radioativos, explosivos, organoclorados agrotóxicos e afins).

Para a implantação do projeto, as seguintes hipóteses são adotadas:

- A previsão de recebimento de resíduos é de aproximadamente 4 t/dia, sendo que metade será encaminhada ao processo de blendagem líquida e a outra metade para a blendagem sólida;
- A composição físico-química do resíduo será definida entre a cimenteira e o CGA, cabendo ao laboratório definir qual a melhor formulação a ser adotada para atingir os parâmetros ora estabelecidos.

A seguir, encontram-se relacionados alguns detalhes das unidades de Blendagem Líquida e Sólida:

a) Blendagem Líquida

As instalações serão implantadas no pavilhão da estocagem e manipulação de resíduos de 330 m² de área, e incluem:

- Resíduo líquido: tambor de 200 l;
- Bomba para blendagem: 02 bombas, em paralelo, para alimentar o sistema;
- Tanque de blendagem (2 tanques): 1,8 m de diâmetro x 2 m de altura;
- Bomba Dosadora para aditivos: 03 conjuntos de bombas para dosagem dos aditivos no sistema;
- Tanque de aditivo (3 tanques): 1 m de diâmetro x 1,5 m de altura;
- Bomba de transferência para reservatórios de Blend Líquido: 02 bombas em paralelo para alimentar os reservatórios;
- Tanque de Blend Líquido (6 tanques): 1,8 m de diâmetro x 2 m de altura.

A **Figura 3-66** apresenta o fluxograma da operação de Blendagem Líquida.

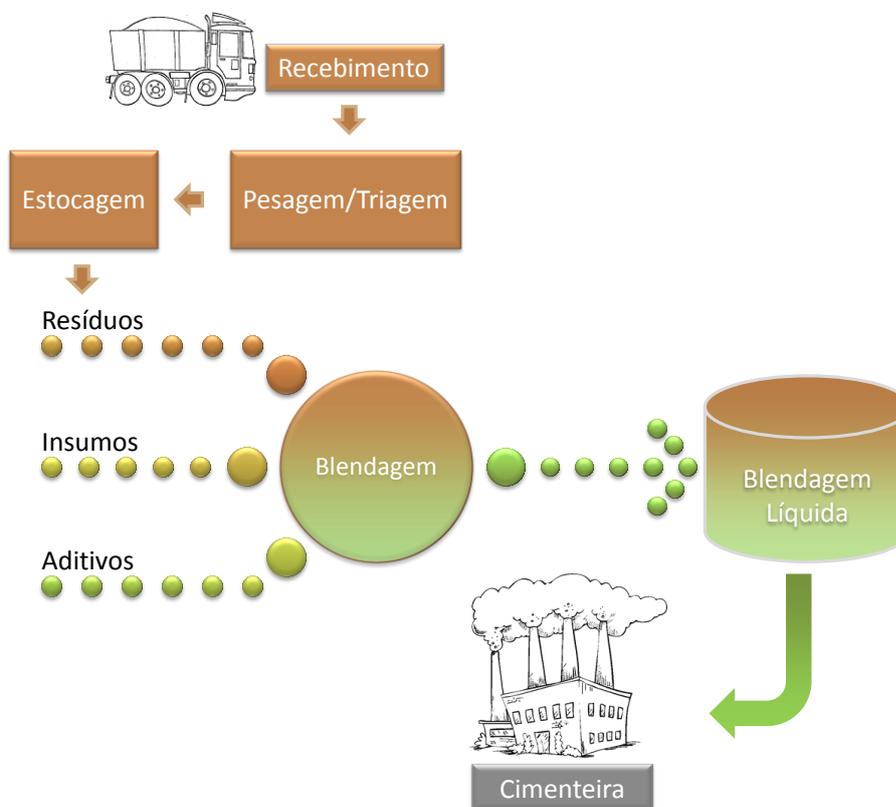


Figura 3-66: Fluxograma esquemático da Blendagem Líquida.

b) Blendagem Sólida

A implantação do sistema se dará em um pavilhão de 267,3 m² de área, dotado de um sistema de exaustão em todo seu interior, que conduz os possíveis gases e vapores a um lavador de gás, incluindo:

- Resíduo sólido: caçambas de 3 m de largura x 3 m de comprimento, com tampa;
- Baia de blendagem (4 unidades);
- Baia de aditivos (4 unidades);
- Baia de Blend Sólido (4 unidades).

A **Figura 3-67** apresenta o fluxograma da operação de Blendagem Sólida.

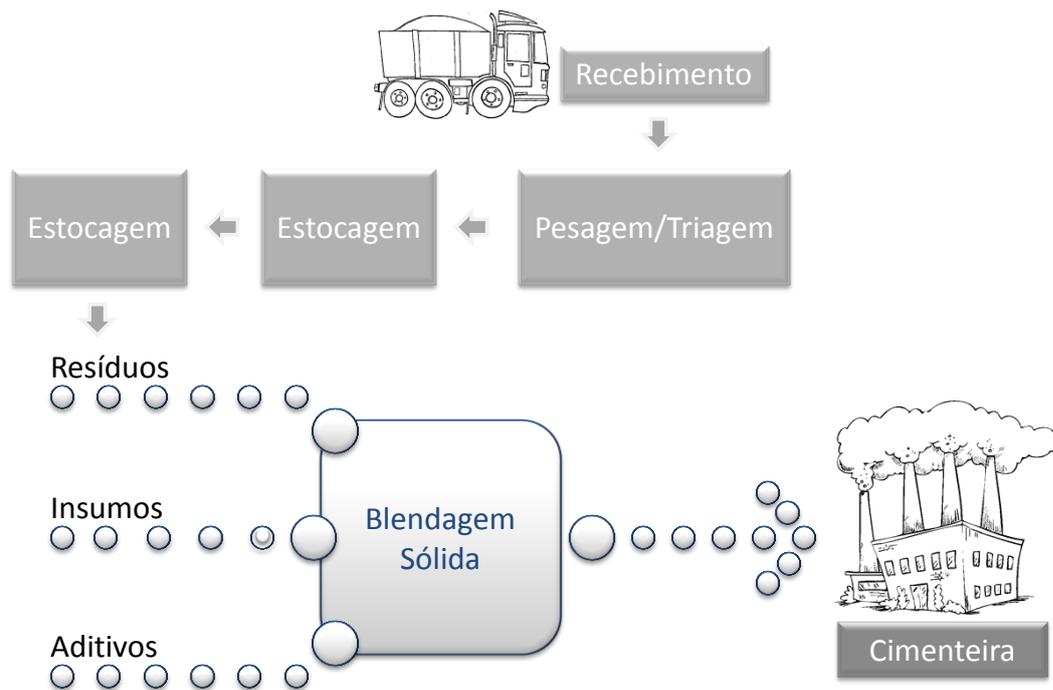


Figura 3-67: Fluxograma esquemático da Blendagem Sólida.

Os pavilhões de Blendagem Líquida e Sólida serão constituídos por uma estrutura de elementos pré-fabricados de concreto armado, com cobertura de telhas de alumínio e fechamento lateral com paredes de alvenaria de blocos de concreto, a

fim de evitar a incidência de chuvas na área útil dos galpões. Estão previstas também, todas as instalações hidro-sanitárias, elétricas, iluminação, telefonia, incêndio, bem como drenagem interna por canaletas e caixas de contenção.

Os pavilhões também possuirão um sistema de exaustão forçada em seu interior, sendo que o ar extraído do interior do galpão passará por um processo de lavagem de gases antes de ser emitido para a atmosfera.

Depois de escavado e regularizado o terreno para execução das fundações e piso dos pavilhões, será implantado um sistema de impermeabilização de forma a evitar a contaminação do solo por líquidos derramados acidentalmente. O sistema de impermeabilização da fundação compreenderá os seguintes dispositivos:

- Uma camada de argila local compactada com espessura de 40 cm;
- Uma geomembrana de PEAD de 2,0 mm de espessura;
- Um geotêxtil de proteção contra punção sobre a geomembrana;
- Uma camada de drenagem testemunho de areia grossa com 30 cm de espessura;
- Um pavimento em placas de concreto estrutural armado com espessura de 0,15m e inclinação de 0,5% em direção ao sistema de canaletas coletoras que realizarão a drenagem de líquidos derramados acidentalmente.

Os líquidos oriundos de derrames acidentais serão captados pelo sistema de canaletas e serão direcionados a caixas de armazenagem provisória para posterior encaminhamento ao tratamento adequado.

3.8.5.4 Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde

O processo escolhido para ser implantado para o tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSSS) na CGA Linhares é o sistema de tratamento térmico pelo processo de Autoclavagem.

3.8.5.4.1 O ciclo de esterilização por autoclavagem

O ciclo de esterilização por autoclavagem se inicia com a inserção na câmara de autoclavagem dos sacos autoclaváveis. Com a porta da câmara fechada e travada, é iniciado o ciclo.

O ciclo consiste na injeção de vapor, por uma válvula no interior da câmara até que seja atingida uma pressão elevada, geralmente superior a 1,7 kg/cm², então outra válvula é aberta para retirar o ar através de uma bomba de vácuo. Essa operação é repetida três vezes, cada uma com duração mínima de 3 minutos.

Após o pré-vácuo, se inicia a fase de esterilização, propriamente dita, que consiste em injeção direta de vapor durante cerca de 7 minutos até a máquina atingir a temperatura de esterilização de 1340 °C e pressão de cerca de 3,5 kg/cm². Atingido este ponto de temperatura e pressão determinadas, inicia-se a contagem do tempo de esterilização – 30 minutos.

Terminada a fase de esterilização, inicia-se a fase de secagem dos resíduos, na qual uma bomba de vácuo retira o vapor condensado, os líquidos residuais e a umidade existente na carga da máquina. Durante 10 minutos, a operação de vácuo é mantida, permitindo assim que os resíduos sejam secos, sendo retirados da máquina sem respingos.

Ao mesmo tempo em que se procede à secagem dos resíduos, a bomba de vácuo conduz os condensados para dois trocadores de calor. O primeiro, aquecido a 150°C, reforça a esterilização do condensado que, em seguida, é transferido para o segundo trocador de calor, a temperatura da água do reservatório, para resfriamento. Ao final desse processo, os condensados resfriados são encaminhados para uma fossa séptica, como líquidos completamente inertes e esterilizados.

Para se possibilitar a abertura da porta da câmara, o vácuo de dentro da mesma é eliminado com o auxílio de uma válvula automática, que permite a entrada do ar

externo, equilibrando assim a pressão da câmara com a pressão atmosférica. Essa operação durará por volta de 4 minutos.

Terminado o processo de esterilização e secagem, a câmara será aberta, os cestos de aço retirados manualmente de dentro da câmara e transportados até o triturador de resíduos.

3.8.5.4.2 Operação do Sistema

Os RSSS deverão ser segregados diretamente nas fontes geradoras, uma vez que o sistema de autoclavagem não prevê a esterilização de resíduos sólidos, contendo citotóxicos, produtos químicos tóxicos ou farmacêuticos perigosos, que possam emanar vapores ou se volatilizar. Ainda, não poderão ser processados: tecidos, órgãos ou membros amputados; produtos utilizados em pacientes submetidos à quimioterapia, que possam estar impregnados com citotóxicos; ou produtos com baixo ponto de fusão, como mercúrio de termômetros quebrados e resíduos radioativos.

Os resíduos após serem segregados serão acondicionados, ainda no interior dos hospitais, em sacos plásticos autoclaváveis, confeccionados com material plástico (que distribui o calor para todos os materiais em seu interior) e, posteriormente, serão depositados em local coberto no pátio do hospital, à espera da coleta.

A alimentação das câmaras será realizada por pessoa treinada que posicionará os cestos nos trilhos internos e os deslocará até o fundo da câmara. Colocados todos os cestos, a câmara será fechada e a porta travada para que seja iniciado o ciclo de esterilização.

Ao final do processo de esterilização os carrinhos (cestos) serão retirados manualmente e levados até ao triturador.

3.8.5.4.3 Unidade de Autoclavagem

Os equipamentos de autoclavagem e seus periféricos serão abrigados em um edifício denominado Unidade de Tratamento de RSSS (Autoclave). Neste edifício, serão instalados: a caldeira, o triturador, a autoclave, os carrinhos de transporte dos resíduos e o "box" para lavagem dos carrinhos.

3.8.5.4.3.1 Descrição do Equipamento (Autoclave) e seus Periféricos

O equipamento de esterilização de RSSS a ser implantado deverá ser moderno e não poderá apresentar riscos à população e ao meio ambiente.

O equipamento deverá possuir capacidade operacional mínima de 100 kg/hora de RSSS esterilizados em ciclos médios de 60 minutos. O equipamento deverá compor-se de:

a) Câmara de esterilização

Consiste em uma câmara cilíndrica horizontal (autoclave), confeccionada em aço carbono. Possui trilhos, em aço, colocados lateralmente dentro da câmara, os quais facilitam o carregamento e o deslizamento dos cestos (carrinhos de transporte dos resíduos).

A câmara de esterilização deverá possuir, lateralmente acoplados, indicadores de pressão e temperatura, além de controles computadorizados, a partir dos quais será possível programar a pressão e a temperatura dos ciclos de esterilização, monitorando e corrigindo eventuais falhas operacionais.

A porta da autoclave deverá ser confeccionada em aço-carbono 1020 e possuir travamento do tipo rápido conjugado, controlado por um dispositivo especial de segurança que não permite sua abertura enquanto a câmara estiver pressurizada.

Todos os tubos e conexões deverão ser de aço-carbono, as válvulas de bronze com esferas de aço inoxidável auto-limpantes e funcionamento pneumático.

b) Compressor de ar

Este equipamento fará a movimentação das válvulas pneumáticas as quais, em conjunto com os solenoides, efetuarão a automatização do sistema.

c) Cestos para o acondicionamento dos resíduos

A unidade disporá de 04 carrinhos construídos com chapas e perfis em aço inox e dimensões compatíveis com a câmara de esterilização. A fim de facilitar as manobras de carga e de descarga os carrinhos possuirão rodízios e alças.

d) Sistema de suprimento de vapor

O vapor para a autoclavagem será fornecido por uma caldeira que deverá ter capacidade mínima de 170 kg/hora de vapor. A água da caldeira deverá alcançar a temperatura de 80°C e assim produzir o vapor a ser injetado na câmara.

e) Caldeira

A caldeira deverá ser equipada com pressostato, manômetro, válvulas de segurança, válvula de saída do vapor, válvula de descarga de fundo, garrafa de nível, bomba d'água, válvula de retenção, painel de comando e queimador. Este último deverá ser um queimador a óleo diesel, com o consumo aproximado de 10 litros/hora.

A pressão máxima atingida pela caldeira deverá ser de 8 kgf/cm². No interior da caldeira, a água vinda de reservatório externo, passará por uma serpentina sendo aquecida pelo queimador a óleo diesel. O queimador é acionado por um termostato, sendo ligado quando há necessidade de aumento da temperatura interna da caldeira, e desligado quando a temperatura atingir o ponto máximo. O vapor produzido pela água aquecida será injetado na autoclave à pressão de trabalho e promoverá a esterilização dos RSSS pelo calor.

f) Movimentação dos cestos (carrinhos)

Os cestos (carrinhos) que farão o transporte dos resíduos ficarão inicialmente no *Depósito de Resíduos a Serem Tratados*, à espera para receber os resíduos que serão transportados pelo veículo de coleta dos RSSS.

Quando o veículo de coleta chegar à área de *Descarga dos RSSS*, os empregados, devidamente equipados com EPIs, procederão o travamento da porta de acesso ao depósito e movimentarão manualmente os carrinhos a fim de acondicionar nos mesmos os RSSS recém-chegados. Os dois primeiros carrinhos cheios com os RSSS serão levados até a autoclave e dando início ao ciclo de esterilização.

Os dois outros carrinhos continuarão a espera no *Depósito de Resíduos a Serem Tratados*. Com o fim do ciclo de esterilização, os cestos (carrinhos) serão retirados da autoclave e conduzidos para o triturador.

g) Triturador

Os resíduos serão triturados, assegurando sua descaracterização antes de serem depositados no aterro sanitário.

O triturador possuirá um sistema de facas rotativas, movimentadas por um motor com potência de 10 HP e serão capazes de reduzir a 20% o volume inicial dos resíduos já tratados, diminuindo suas dimensões a, no máximo, 2cm² descaracterizando completamente sua forma inicial.

Os resíduos triturados serão depositados em um contêiner e, quando a capacidade máxima do mesmo for atingida, será levado para o *Armazenamento Temporário de Containers* e área de quarentena, sendo conduzidos, posteriormente, para o aterro sanitário.

h) Limpeza dos carrinhos

Após serem liberados de suas cargas, os carrinhos (cestos) serão encaminhados para o *Box de Lavagem*, onde serão submetidos a jatos de água sob pressão a fim de retirar alguma impureza ou chorume que tenha escapado dos sacos contendo os RSSS. A água originada na lavagem dos carrinhos será drenada para uma caixa de passagem e, posteriormente, encaminhada para o tanque de desinfecção, seguindo para o desarenador. Depois, os líquidos serão injetados no sistema de drenagem de percolados do aterro de resíduos classe II-A.

i) Área de Quarentena

Nesta área, os contêineres contendo os resíduos triturados aguardarão até que sejam realizados testes de verificação de esterilização. Após a liberação, os contêineres serão basculados em caminhões compactadores e levados para frente de disposição do aterro sanitário.

j) Caracterização dos efluentes líquidos

Os efluentes gerados pelo processo de esterilização de RSSS serão provenientes da condensação do vapor e de outros resíduos líquidos colocados na autoclave, como sangue e hemoderivados, secreções, líquidos orgânicos, etc. A vazão estimada desses efluentes por ciclo é de 10 litros.

Além disso, estão previstas a lavagem diária do triturador e a lavagem semanal da câmara de esterilização, as águas servidas terão o mesmo destino dos efluentes gerados no processo de esterilização.

Os efluentes gerados pela esterilização serão completamente inertes (o processo de esterilização garante que esses líquidos não contenham nenhuma substância nociva ao meio ambiente), sendo captados por um sistema de drenagem que encaminhará o efluente até ao tanque de desinfecção. Depois, os efluentes serão encaminhados para o desarenador e posteriormente para a rede de drenagem de percolados do aterro de resíduos classe II-A.

k) Emissão de efluentes gasosos

O tratamento de RSSS não emite efluentes gasosos durante o processo de esterilização. Antes da abertura da câmara, haverá o resfriamento do material com ar atmosférico, dessa forma ao ser aberta a câmara não ocorre a emissão de gases.

3.8.5.4.3.2 Prédio da Autoclavagem

Neste prédio, com dimensões de 21 m x 14 m estarão localizados:

a) Escritório

Nesta sala, serão instalados escrivaninhas, armários e computadores para uso da equipe de administração da unidade. Área total do escritório é de 16 m².

b) Sala de Visitação

A unidade de autoclavagem servirá de modelo para a comunidade, alunos, professores e associações dos bairros e de outras cidades vizinhas, no que concerne aos cuidados que devem ser dedicados ao tratamento dos RSSS. Entretanto, estas pessoas não terão acesso aos locais onde se processarão as operações de transporte e de esterilização dos resíduos. Com o objetivo de permitir uma visão completa das operações, será instalada uma sala com janela envidraçada, denominada de Sala de Visitação.

Ao lado da Sala de Visitação haverá um sanitário e uma copa. A área da *Sala de Visitação* é de 30 m²

c) Vestiário

Ao vestiário somente poderão ter acesso os operadores da unidade. Esse vestiário contará com um sanitário, um banheiro e armário, possuindo área do vestiário é de 8 m².

d) Almoxarifado

Possuirá 8 m² de área, tendo acesso a esta sala somente os operadores da unidade.

e) Área de descarga dos RSSS

O veículo que transportará os RSSS terá acesso à unidade pela área de descarga. Nesta área, os RSSS serão transferidos do furgão para os carrinhos (cestos), conforme citado anteriormente.

f) Depósito de resíduos a serem tratados

Os carrinhos contendo os RSSS, antes do tratamento, ficarão armazenados nesta área que terá 40 m² e será dividida em uma antessala para deslocamento e manobra dos carrinhos e uma sala para armazenamento dos mesmos. A antessala e a sala de armazenamento contarão com uma tela de nylon, do tipo mosquiteiro, para proteção contra insetos instalada no teto. Os seus pisos e paredes serão construídos com ladrilhos laváveis. As salas contarão com sistema de água corrente e uma canaleta em seu centro para coleta das águas de lavagem, encaminhando para uma fossa séptica.

g) Abastecimento d'água

A água do sistema possuirá diversas utilidades: consumo da caldeira, para o asseio dos empregados, para a limpeza dos carrinhos no *box* de lavagem e ainda, para a limpeza dos pisos dos depósitos dos carrinhos e do triturador. Este recurso será proveniente de poço de captação a ser instalado na área, sendo armazenada em uma caixa d' água com capacidade de 5m³.

h) Fossa séptica

As águas servidas originadas nos sanitários e da lavagem dos pisos serão enviadas para uma fossa séptica com filtro e sumidouro.

3.8.5.4.3.3 Capacidade Operacional da Unidade de Tratamento por Autoclavagem

A unidade terá capacidade operacional para tratar 100 kg/h de RSSS. O horário de funcionamento da unidade será definido de acordo com a demanda abarcada pela mesma, podendo receber e tratar resíduos de fontes geradoras particulares de diversos locais.

3.8.5.5 Unidade de Desidratação de Resíduos de Fossa Séptica

A unidade de contenção e desidratação do lodo proveniente de limpa-fossa é baseada na utilização da tecnologia Geotube[®] para desidratação e contenção do lodo.

Esta solução possibilita a desidratação e o condicionamento dos sedimentos, com a separação da fração sólida e da fase líquida. Os efluentes gerados apresentam alto grau de clarificação. A massa sólida retida nos Geotube[®] vai se tornando cada vez mais concentrada, com volume reduzido, representando economia com transporte e obras de infraestrutura, em comparação com soluções de disposições convencionais.

A tecnologia apresentada tem sido largamente utilizada, com sucesso no Brasil e em outros países. Vários estudos de caso comprovam a eficiência do processo de contenção e desidratação, com baixos custos de implantação e operação.

Dentre os principais benefícios da utilização da tecnologia de contenção e desidratação de sedimentos com emprego dos Geotube[®], destacam-se:

- Efetiva retenção de sólidos;
- Eficiente filtração e redução de volume da fração sólida;
- Custo reduzido se comparado a outros processos existentes;
- Dispensa o uso de equipamentos de complexa operação e manutenção, e;
- Despesas reduzidas com manutenção e mão-de-obra.

3.8.5.5.1 Unidades Componentes do Sistema de Desidratação

3.8.5.5.1.1 Preparação e dosagem do polímero

A adição de um polímero sintético permite o condicionamento químico do lodo adensado, diminuindo a resistência específica à filtração.

Os polímeros sintéticos podem ser classificados em três categorias básicas, de acordo com a carga apresentada por suas moléculas em soluções aquosas: polímeros aniônicos (cargas negativas), polímeros catiônicos (cargas positivas) e polímeros não-iônicos.

O tipo de polímero a ser usado, e a sua respectiva dosagem deverá ser estabelecida por análise de campo.

3.8.5.5.1.2 Barrilete e misturador hidráulico

Barrilete e misturador hidráulico com 4” de diâmetro, com válvulas de esfera, mangueiras de enchimento em três bocais. Estes mangotes serão intercalados, conforme forem realizados os enchimentos, onde os mesmos serão direcionados para as unidades Geotube[®].

Mangotes flexíveis tipo kanaflex com diâmetro de 3”, com acessórios interligando a linha de recalque ao bocal de alimentação das unidades Geotube[®].

Instalação de válvula esfera, em PVC, junto às tubulações flexíveis nas proximidades da derivação do “*manifold*”, dotando o processo de um sistema de controle de enchimento de fácil manuseio e operação.

3.8.5.5.1.3 Célula de tubos de geotêxtil tecido Geotube®

A tecnologia proposta para contenção e desidratação do lodo consiste no seu armazenamento em tubos de geotêxtil, tecido de polipropileno de alta resistência, que exerce simultaneamente as funções de contenção (retenção) da massa de sólidos dos rejeitos e de drenagem dos líquidos presentes.

Os lodos receberão a adição de polímeros, visando à contenção dos sólidos, a retenção de contaminantes e a filtragem da água.

3.8.5.5.2 Etapas de Execução dos Serviços

- Passo 1 – Montagem das instalações de recebimento do lodo, preparação e dosagem de polímero;
- Passo 2 – Bombeamento do lodo para os Geotube® com adição de polímero;
- Passo 3 – Desidratação do lodo;
- Passo 4 – Remoção do lodo desidratado para uma célula do aterro sanitário.

3.8.5.5.3 Dados e parâmetros do projeto preliminar

Para o pré-dimensionamento da unidade de contenção e desidratação de lodo foram utilizados dados de demanda relativos ao sistema de coleta atual e concentrações médias de lodos de sistemas de limpa fossa verificadas em diferentes regiões do país, sendo indicado que, para a elaboração do projeto executivo seja realizada uma campanha de amostragem e de análises laboratoriais para a classificação dos lodos a serem recebidos.

As premissas utilizadas nessa concepção são apresentadas a seguir:

- Quantidade de lodo recebido – 3.500 m³/mês;

- Teor de sólido da mistura – 3%;
- Massa específica do lodo – 1.050 Kg/m³;
- Teor de sólidos no lodo desidratado – 30% (estimado);
- Vazão de enchimento do Geotube[®] – 60 m³/h;
- Tempo de funcionamento – 8 horas/dia;
- Eficiência – 70%.

3.8.5.5.4 Planilha de dimensionamento

No **Quadro 3-11** é apresentada a planilha de dimensionamento do sistema de contenção.

Quadro 3-11: Planilha de dimensionamento do sistema de contenção e desidratação de lodo.

Projeto:		Sistema de contenção e desidratação de lodo			
Localização:		Linhares/ES			
Data:		Setembro/12			
Tipo de Material:		LODO DE LIMPA-FOSSA			
Entrada		Und.	Dados de Saída		Und.
Volume	3.500	m ³	Total de volume bombeado	3.500.44 7	L
Peso específico	1,10	t/m ³	Produção de volume molhado dia	480.096	L
% Sólidos de entrada	5,0	%	Produção de volume molhado dia	480,0	m ³
% Sólidos durante o bombeamento	5,0	%	Total de massa 100% seca	170,4	T
% de sólidos a ser atingido em 24h	30	%	Tempo estimado de bombeamento	7,3	Dias
% de grão de areia	3,0	%	Volume desidratado estimado	657,9	m ³
			Peso desidratado estimado	778,2	t
Produção			Quantidade		
Vazão de bombeamento	60	m ³ /h	Ø 36,56m - 18,30 x 30 m (h=2,80m)	02	und.
Horas de trabalho por dia	8,0	h			
% Eficiência do sistema	70	%			

Como resultado do dimensionamento realizado, obteve-se um número necessário de duas unidades do Geotube GT500 diâmetro de 36,56m (18,30 x 30 m), com altura máxima de enchimento de 2,80m, que deverá operar no período de 1 ano, com FS=1,30, ou seja, possivelmente utilização para um período de 15-16 meses (conforme operação) e validação dos dados de projeto.

3.8.5.5 Especificações técnicas do tubo de geotêxtil tecido para desidratação de lodos

O tubo para desidratação de lodos é um sistema fabricado em geotêxtil tecido de polipropileno com alta resistência a elevadas pressões e em formato tubular para desidratação, contenção e armazenagem de lodo com baixo percentual de sólidos, tais como: solos em geral, areia e materiais refugados.

A trama do geotêxtil tecido deve ter capacidade de retenção das partículas sólidas presentes no material a ser desidratado e ao mesmo tempo, capacidade de drenagem do percolado.

Esta desidratação deve implicar numa contenção de pequenos ou grandes volumes além de elevar o percentual de sólidos. Esta redução de volume imediata permite inúmeros enchimentos do sistema. Este procedimento deve ocorrer sem que haja fadiga e/ou rompimento das costuras e/ou da trama do geotêxtil, devido às suas características mecânicas.

Sistemas em formato tubular podem ser cheios de lodo com baixo percentual de sólidos, com presença de contaminantes e/ou materiais refugados. A textura e a fabricação do geotêxtil a ser utilizado criam pequenos poros, que por meio de confinamento, retêm as partículas do material a ser contido.

O corpo da estrutura deve ser composto somente do geotêxtil, costuras com fios de poliéster de alta resistência e resistência a UV e flanges de enchimento. Não deve ser adicionado na estrutura outro tecido para união de painéis do geotêxtil ou para estruturação do mesmo. Nas portas de enchimento não pode haver costura ou reforço com outro geotêxtil.

A parte líquida é drenada pela trama do produto, resultando uma desidratação efetiva e uma eficiente redução do volume de água. Esta redução de volume imediata permite inúmeros enchimentos do sistema.

Depois do ciclo final de enchimento e desidratação, o material sólido retido deverá continuar a consolidar por desidratação através da evaporação da água residual.

O sistema supracitado deverá promover um aumento do teor de sólidos do material desaguado podendo chegar, em 24 horas após o fim da última operação, a um percentual de sólidos acima de 15%, dependendo do tipo de lodo a ser desidratado, sendo este percentual definido em laboratório.

O geotêxtil tecido a ser utilizado deverá ter uma durabilidade mínima de 07 anos, contra desgastes naturais de suas fibras quando exposto aos raios UV. Quando protegido dos raios UV, sua durabilidade pode atingir 100 anos.

O geotêxtil tecido e a costura que compõem as unidades de desaguamento de lodo devem ser inertes à degradação biológica e resistente a ataques químicos, a álcalis e ácidos.

As propriedades mecânicas e hidráulicas devem ser atestadas por laboratório idôneo e acreditado pelo INMETRO. Os ensaios devem estar em conformidade com as normas ASTM, ABNT e ISO. A entrega do material será condicionada às confirmações laboratoriais nos parâmetros exigidos abaixo:

- Resistência à tração (ao limite máximo) no sentido longitudinal a fabricação – igual ou superior a 70 kN/m.(ASTM D-4595);
- Resistência à tração (ao limite máximo) no sentido transversal a fabricação – igual ou superior a 95 kN/m.(ASTM D-4595);
- Resistência à tração da costura – igual ou superior a 70 kN/m. (ASTM D-4884);
- Vazão de drenagem mínima – igual ou superior a 810,0 l/min/m²;
- Permissividade mínima – 0,26 seg⁻¹ (Pela ASTM D 4491);
- Abertura aparente do poro do tecido – igual ou inferior a 0,425 mm. (ASTM D-4751);
- Resistência a raios UV. (500 horas mínimo) – igual ou superior a 80% da resistência à tração mantida (ASTM D 4355);

- Massa por unidade de área – igual ou superior a 585 g/m^2 (Pela ASTM D 5261).

O dispositivo de enchimento, denominado flange, deverá ser dimensionado para suportar vazões de bombeamento. Visando simplificar o processo de enchimento e conexão com a tubulação, além de aumentar a segurança de operação e permitir atingir as alturas de enchimento máxima escrita em cada unidade. Com isso, volumes maiores e com extrema segurança podem ser desaguados pelos tubos de geotêxtil tecido.

O processo de fabricação e instalação do dispositivo de enchimento utiliza flanges circulares de PVC, juntas de vedação de “neoprene” e mangas de tecido flexível, a fim de promover um forte e eficiente sistema de prevenção contra vazamentos. Este dispositivo pode ser selado após o trabalho ser encerrado. Não devem ser instalados através de costura ou sobre as mesmas.

A altura alcançada pelo tubo de geotêxtil tecido para cada enchimento e sua capacidade volumétrica de retenção deve ser rigorosamente atendida, uma vez que este parâmetro permite assegurar o volume retido e o tempo para execução do serviço.

As dimensões a serem atendidas pelo tubo de geotêxtil para contenção e desaguamento de lodo são listadas no **Quadro 3-12**.

Quadro 3-12: Dimensões a serem atendidas pelo tubo de geotêxtil para contenção e desaguamento de lodo.

Dimensões (m)	Altura máxima de enchimento (m)	Capacidade de contenção (m ³)
18,30 m de largura x 30 m de comprimento X 36,56 m de circunferência – 3 flanges de enchimento	2,79	1.200

3.8.5.5.6 Procedimentos para a instalação do sistema

Para a instalação do sistema, o canteiro deverá ter a aparelhagem, maquinários, equipamentos e ferramental adequados à mais perfeita execução dos serviços; bem como, condições de transporte dos materiais e equipamentos necessários a todo e qualquer serviço objeto da presente especificação.

A locação da base para recebimento dos tubos de geotêxtil tecido e de suas obras complementares deverá ser realizada com base no levantamento topográfico da área e nas locações definidas pelo projeto de engenharia.

As tubulações de interligação da elevatória aos tubos de geotêxtil tecido serão assentadas, de maneira segura, devidamente ancorada, para evitar a ocorrência de acidentes.

3.8.5.5.6.1 Limpeza de terreno

Antes do início da escavação ou aterro de regularização da área, para execução da base dos tubos de geotêxtil tecido, toda área será limpa, removendo totalmente a vegetação, inclusive raízes, detritos e a terra orgânica até expor completamente o material adequado para o fundo.

Esta remoção será feita por raspagem, sendo que a camada de superfície considerada inadequada para o aproveitamento nas obras da base será afastada do local, juntamente com o entulho da supressão e depositado em "bota-fora" estabelecido em devidamente licenciado.

Durante a execução desta fase da obra, será preparado o terreno para drenagem de águas pluviais.

3.8.5.5.6.2 Escavação

Durante a escavação, será empregado equipamento adequado à natureza do terreno, sendo que todo o material escavado passará por uma seleção para o seu aproveitamento no aterro da base. O material não-utilizável será convenientemente afastado do local da obra.

3.8.5.5.6.3 Aterro compactado

Antes do início da construção do aterro compactado, o leito preparado será inspecionado detalhadamente, a fim de eliminar todo o material indesejável que, por ventura, não tenha sido afastado nos trabalhos de limpeza do terreno.

O leito que receberá o aterro será preparado para facilitar o emprego, em toda a sua extensão, das máquinas de lançamento, rega e compactação do solo, sem a formação de bolsões mais espessos ou fofos.

As camadas de solo transportado e espalhado para receber a devida compactação terão espessuras máximas de 20 cm, quando a compactação for realizada por rolos “pé de carneiro” e 10 cm, quando forem compactadas manualmente. A camada compactada deverá ser sempre escarificada, antes do lançamento da camada posterior.

As camadas serão lançadas em faixas longitudinais, contra as linhas de fluxo da água infiltrada em trabalho e paralelamente às curvas de nível e as pistas para movimento dos equipamentos serão essencialmente no sentido longitudinal, e deslocadas sistematicamente de modo a evitar a laminação por excesso de compactação. A superfície compactada deverá ter inclinação máxima de 0,5 % no sentido longitudinal, para facilitar a drenagem.

3.8.5.5.6.4 Base de assentamento dos tubos geotêxtil tecido

Para o assentamento dos tubos de geotêxtil tecido será necessária a construção de uma base de suporte composta por:

- Uma Geomembrana de PEAD com espessura de 1,50 mm;
- Um geotêxtil não tecido de 200 g/m² para proteção da geomembrana;
- Uma camada drenante de brita N°2 com espessura de 15 cm.

3.8.5.5.6.5 Sequência de Instalação

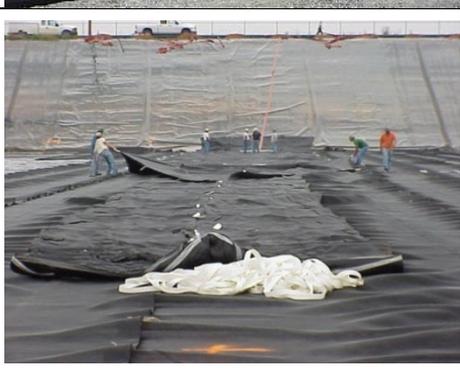
A sequência de instalação básica do sistema, adequada às condições e particularidades da área de disposição prevista para o armazenamento, envolve as etapas apresentadas no **Quadro 3-13**.

Quadro 3-13: Sequência de instalação do sistema de desidratação de lodos.

Sistema de Desidratação de Lodos	
	O local de instalação deve ser terraplanado e limpo;
	O aterro de apoio (forro) deve ser executado garantindo uma inclinação de 0,5% em direção aos sistemas de drenagem;

Continua...

Quadro 3-13 (continuação): Sequência de instalação do sistema de desidratação de lodos.

Sistema de Desidratação de Lodos	
	<p>O aterro de apoio (forro) deve ser executado com material de baixa condutividade hidráulica, evitando que a água drenada percole pelo solo de fundação.</p>
	<p>A área de disposição deverá ser recoberta com geocomposto drenante para disciplinar e acelerar a condução dos fluxos drenados para o sistema drenante. Os Geotube® deverão ser instalados sobre a superfície drenante, marcando suas posições para que mantenham o alinhamento correto.</p>
	<p>Nas situações climáticas adversas (por exemplo, ventos fortes), pilhas de pedregulho ou blocos de construção podem ser dispostos sobre os Geotube® desenrolados a fim de se prevenir deslocamentos antes do enchimento. Antes de iniciar o enchimento, os Geotube® devem ter suas laterais amarradas, ou ancoradas ao solo em todo seu comprimento e de ambos os lados, liberando as amarras, quando esses estiverem cheios.</p>
	<p>Instalação de tubulação em ziguezague ou sistema de mistura de polímero, associada a um sistema de válvulas para checagem da floculação. A linha de descarga da dragagem deverá ser acoplada ao sistema de mistura de polímero.</p>

Continua...

Quadro 3-13 (continuação): Sequência de instalação do sistema de desidratação de lodos.

Sistema de Desidratação de Lodos	
	No caso de tubulação em ziguezague, deverá ser instalado, no término da mesma, um ponto coletor com válvula e linha de retorno para permitir amostragem de material, para verificação do processo de floculação, otimizando a dosagem de polímeros, sem perda de eficiência do sistema.
	Conexão de tubo flexível derivado do “manifold” ao bocal de alimentação dos Geotube®.
	Instalação de válvula prensa junto às tubulações flexíveis nas proximidades da derivação do “manifold”, dotando o processo de um sistema de controle de enchimento de fácil manuseio e operação.
	Início dos ciclos de enchimento, conforme plano previamente estabelecido, tirando o melhor partido das características de desidratação do material.
	

Continua...

Quadro 3-13 (continuação): Sequência de instalação do sistema de desidratação de lodos.

Sistema de Desidratação de Lodos	
	<p>Após a finalização do processo de enchimento e de desidratação dos sedimentos, o sistema pode ser removido ou encapsulado no próprio local.</p>

3.8.5.6 Unidade de Tratamento de Líquidos Percolados

A norma brasileira ABNT “NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos” define Lixiviação como sendo o deslocamento ou arraste, por meio líquido, de certas substâncias contidas nos resíduos sólidos urbanos.

Define também que Percolado é o líquido que passou através de um meio poroso. Ainda, diz que Chorume é o líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, que tem como características a cor escura, o mau cheiro e a elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

No projeto de concepção desta unidade, adota-se que percolado é o líquido que passou através dos resíduos (processo de lixiviação) e que durante este processo carrega consigo o chorume, produzido durante a decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos.

O tratamento dos líquidos percolados constitui o maior desafio técnico do processo de disposição segura de resíduos atualmente. Várias tecnologias vêm sendo estudadas e aplicadas nos últimos tempos com níveis de sucesso variados.

Nos quatro anos iniciais de operação da CGA Linhares, o tratamento dos percolados consistirá prioritariamente da recirculação do líquido no próprio aterro

durante os meses de déficit hídrico climatológico, sempre resguardando as condições de operação e de comportamento geotécnico do aterro.

A recirculação consiste na inoculação de um determinado volume de líquido percolado no interior da massa de resíduos. Tal alternativa de tratamento torna-se interessante por três motivos em especial: a redução da carga orgânica, a irrigação dos resíduos com efluente rico em microrganismos (favorecendo e acelerando o processo de estabilização), bem como a redução de volume, por consequência da evapotranspiração.

Paralelamente, nos quatro primeiros anos, propõe-se a desenvolver e implantar uma proposta permanente de tratamento.

Neste item, são apresentadas duas concepções de sistema de tratamento que poderão ser implantadas inicialmente na forma de projeto-piloto, nos quatro primeiros anos de operação, para que, quando do pedido de renovação da LO, se possa implantar o sistema definitivo de tratamento da unidade.

As concepções consistem: 1) na evaporação dos percolados e 2) na filtração, através de um processo de osmose reversa. A escolha entre as propostas deverá ser definida quando da elaboração do projeto executivo.

A seguir, são apresentados uma estimativa de geração de percolados e os sistemas de tratamento concebidos para a implantação, na forma de projeto-piloto inicialmente, e em definitivo caso se opte por sua implantação e esta se demonstre efetiva durante a operação no período de testes.

3.8.5.6.1 Estimativa de geração de percolado

A estimativa de geração de percolados foi elaborada para dar subsídios ao dimensionamento dos sistemas de drenagem e ao projeto do sistema de tratamento dos efluentes.

A quantidade de percolato gerada dentro do aterro advém da percolação das águas da chuva pela cobertura do aterro, acrescida de uma pequena quantidade que é expulsa pelo adensamento da massa de resíduos e como resultado de processos físico-químicos e biológicos de decomposição dos resíduos sólidos.

A água da chuva, a água liberada durante o processo biológico de decomposição dos resíduos juntamente com os ácidos orgânicos formados nos processos fermentativos promovem a lixiviação das substâncias químicas que compõem os resíduos sólidos depositados no aterro, formando o percolato. A percolação das águas das chuvas através do leito de resíduos é o contribuinte de maior importância para a geração dos efluentes. O percolato é então o produto da lixiviação dos resíduos nas condições de disposição.

A formação do percolato é contínua no aterro, sendo que alguns fatores influenciam na sua qualidade, incluindo fatores físicos associados ao balanço hídrico, além de fatores químicos, que aceleram ou retardam o processo de degradação dos resíduos sólidos e a formação do percolato.

Para a estimativa de vazão a ser gerada pelo Aterro de Resíduos Classe II foram analisados os seguintes métodos empíricos:

- Método Suíço;
- Método Racional;
- Método do maior Excedente Hídrico; e
- Método do Balanço Hídrico.

A partir da análise das estimativas realizadas com os métodos propostos, pôde-se concluir que:

- O Método do Balanço Hídrico resulta em gerações elevadas nos meses chuvosos e não apresenta gerações nos meses de déficit hídrico;
- O Método do maior Excedente Hídrico apresenta uma geração constante ao longo do ano;
- O Método Racional também não apresenta gerações nos meses de déficit hídrico;

- O Método Suíço, mesmo sendo totalmente empírico, é o método que mais se aproxima das vazões verificadas em outros aterros. Este método apresenta pequenas variações na vazão gerada que é diretamente associada ao volume de precipitações no local.

Todos os métodos analisados possuem como deficiência a não consideração da espessura e da composição dos resíduos dispostos, ficando estas considerações a cargo da calibração dos coeficientes aplicados nos métodos empíricos utilizados.

3.8.5.6.1.1 Método Suíço

A relação entre precipitação pluviométrica e escoamento de líquidos percolados foi estudada por Hans Jurgen Eling, para vários aterros, como cita Oliveira (1994) *apud* Sobrinho (2000). Baseado neste estudo, o autor suíço, criou uma sistemática empírica para determinação das descargas de percolados.

Segundo Orth (1981), é um modelo que se utiliza de coeficientes empíricos que correlacionam precipitação, área de contribuição do aterro e a geração de percolado. “É um método bem simples, mas deixa a desejar no que diz respeito à precisão”, afirma Capelo Neto (1999).

O volume de líquidos percolados pode ser avaliado para os casos mais simples, pela seguinte fórmula apresentada por Rocca (1981):

$$Q = 1/t \times P \times A \times K$$

Onde:

- Q: vazão média de percolados (L/s);
- t: número de segundos no mês (s);
- P: precipitação média mensal (mm);
- A: área do aterro (m²);

- K: constante de compactação dos resíduos.

Quadro 3-14: Valores de C e de α em função da declividade e do tipo de solo.

Tipo de aterro	Peso específico dos resíduos urbanos compactados	K
Aterros fracamente compactados	0,4 a 0,7 t/m ³	0,25 a 0,50
Aterros fortemente compactados	acima de 0,7 t/m ³	0,15 a 0,25

A constante de compactação dos resíduos considerada nas estimativas realizadas para este projeto foi de 0,15, correspondente a um aterro fortemente compactado, com densidade acima de 0,7 t/m³.

3.8.5.6.1.2 Estimativa de geração de percolados na frente de disposição de resíduos

A estimativa de geração máxima diária de percolados foi realizada considerando a precipitação média mensal aplicada à frente de disposição com a aplicação diária do Método Suíço, utilizando-se para o fator da constante de compactação o valor de 0,8, considerando-se uma área de 4.000 m².

3.8.5.6.1.3 Valores da estimativa de geração média diária

Nas estimativas realizadas, a distribuição temporal das gerações seguiu a estimativa de vida útil do empreendimento que considera uma demanda de resíduos para o aterro de 600 t/dia de resíduos domiciliares com co-disposição de 315 t/dia de resíduos industriais Classe II.

Para a estimativa de geração de vazão para o aterro foi considerado o Método Suíço com aplicação mensal, sendo gerada a curva de vazão esperada para o empreendimento durante seu período de implantação (**Figura 3-68**).

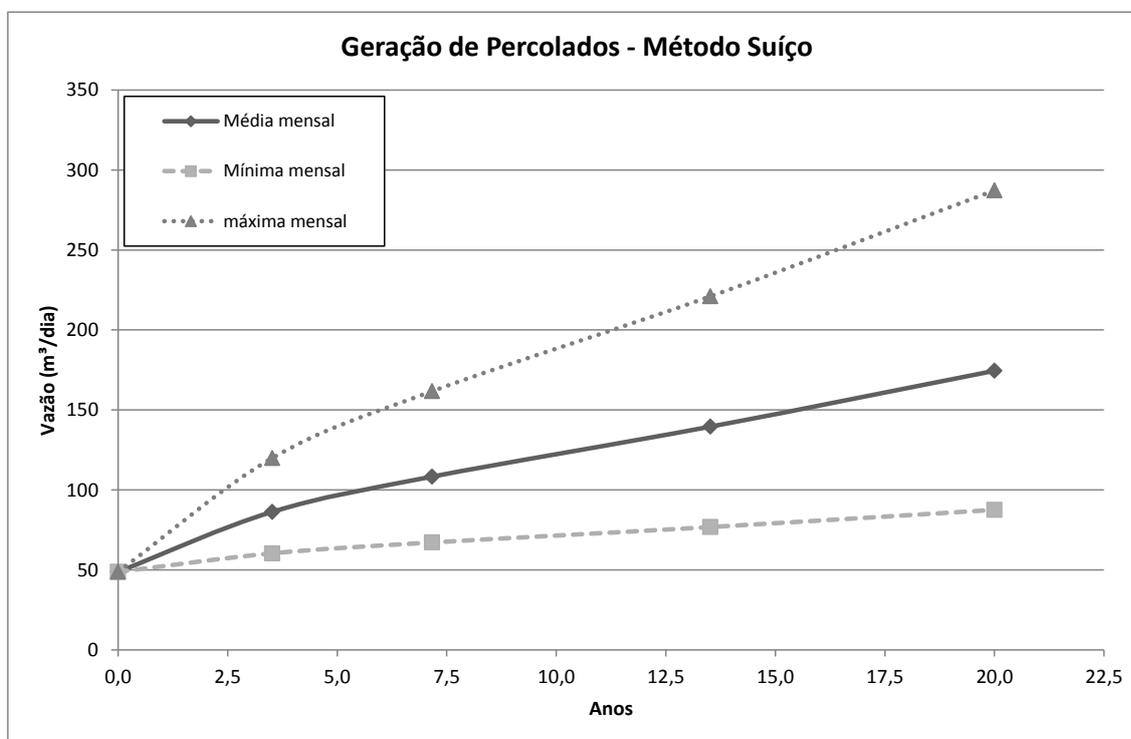


Figura 3-68: Curva estimada de geração de vazão para o aterro sanitário utilizando-se o Método Suíço.

A estimativa de geração deverá ser constantemente avaliada durante a implantação e operação do empreendimento, devendo-se verificar se a real geração de percolados dos resíduos dispostos no local da geração encontra-se próxima da estimada no período de projeto.

3.8.5.6.1.4 Estimativa de geração máxima diária de percolados

A estimativa de geração máxima diária de percolados (**Figura 3-69**) foi realizada considerando a média anual das máximas precipitações diárias aplicadas à frente de disposição somada à geração média diária com a aplicação do Método Suíço.

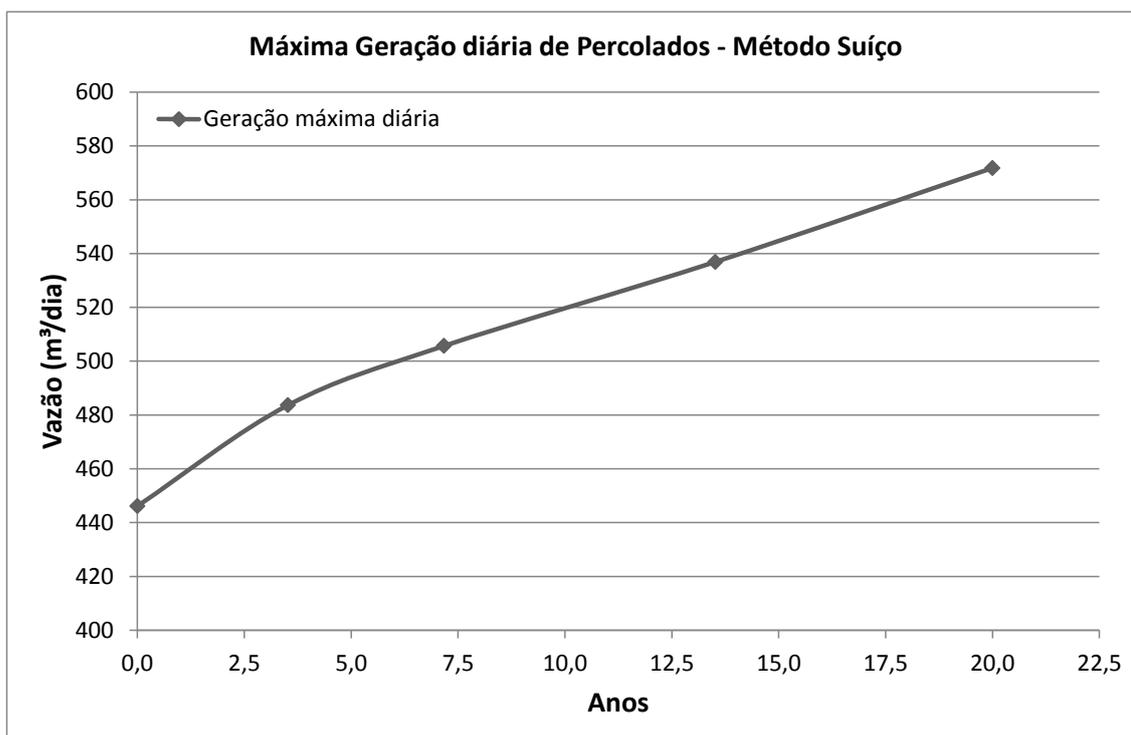


Figura 3-69: Curva estimada de geração de vazão máxima diária para o aterro sanitário utilizando-se o Método Suíço.

A estimativa de geração deverá ser constantemente avaliada durante a implantação e operação do empreendimento, devendo-se verificar se a real geração de percolados dos resíduos dispostos no local da geração encontra-se próxima da estimada no período de projeto.

3.8.5.6.2 Lagoa de homogeneização e armazenamento de percolados

Independente da alternativa escolhida, uma lagoa de acumulação e homogeneização de percolados será implantada na área, localizada no centro da área, ao lado da lagoa pluvial, com área total de 13.250 m² e volume de acumulação de 35.980 m³.

A lagoa terá seu fundo impermeabilizado por uma camada de solo argiloso, compactado, com espessura de 60 cm, recoberta por uma geomembrana de PEAD com proteção contra raios UV de espessura de 1,0 mm, ancorada a um passeio a ser construído no contorno da sua borda.

Os líquidos percolados serão encaminhados até a lagoa por um emissário em tubulação de PEAD DN 315 mm proveniente das saídas localizadas junto da base do aterro.

Na extremidade externa deste tubo emissário, será implantada uma válvula borboleta tipo "Waffer" 12", montada entre flanges ANSI B16.5 CL 150 RF, com vedação de teflon e disco revestido de teflon, com acionamento por atuador redutor com volante manual, pressão de serviço até 7 kg/cm² e temp. 120°C.

Esta válvula permitirá o controle da vazão liberada para a lagoa. Após ela, deverá ser instalado um Joelho de 90° para disciplinar o fluxo de saída.

A capacidade útil de armazenamento de uma lagoa corresponde à geração estimada para a fase inicial é de 417 dias. Considerando as duas fases iniciais de implantação, a capacidade de armazenamento corresponderá a um período de 332 dias.

Quando analisamos o cenário previsto para a terceira fase de implantação, do Aterro Classe II, conclui-se que a capacidade de armazenamento de vazões médias será de 258 dias, e que, ao final da fase 4 de implantação, a lagoa fornecerá uma capacidade de armazenar vazões médias por 206 dias.

3.8.5.6.3 Tratamento alternativo por evaporação

Para confirmar a viabilidade da evaporação total dos efluentes é necessário elaborar uma estimativa de consumo de biogás para a evaporação destes efluentes.

3.8.5.6.3.1 Estimativa de consumo de biogás para evaporação de efluentes

A estimativa foi realizada multiplicando-se a expectativa de vazão de percolados, elaborada para cada ano, pelo consumo médio de gás Metano necessário para evaporar um metro cúbico do efluente (aproximadamente $150\text{m}^3\text{CH}_4/\text{m}^3$ de percolado, considerando-se as condições STP - 0°C , 101.325 Pa - na qual a densidade do CH_4 é $0,00071384\text{ t/m}^3$). Os resultados são apresentados na **Tabela 3-16**.

Tabela 3-16: Estimativa de consumo de gás Metano para evaporação de efluentes.

Ano	Ocupação	Vazão média (m^3/dia) de efluente Método Suíço	CH_4 Consumo (m^3/dia)	CH_4 Geração (m^3/dia)
3,5	I	86,2	12.930	12.497
7,2	II	108,3	16.245	19.321
13,5	III	139,6	20.940	28.507
20,0	IV	174,5	26.175	34.504

Após o encerramento do aterro sanitário, com a implantação da cobertura final em toda a área de disposição, ocorre a redução da taxa de decomposição da matéria orgânica, resultando em uma redução da geração de efluentes e de biogás. Pode-se afirmar, com base nas estimativas elaboradas, que a evaporação total dos efluentes com a utilização do biogás gerado pelo aterro é viável.

3.8.5.6.3.2 Viabilidade da utilização de equipamentos de evaporação

O CONAMA estabelece os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar através da Resolução nº 03 de 28/06/1990 e os padrões de emissões através das resoluções nº 08 de 06/12/1990, nº 382 de 26/12/2006 e nº 316 de 29/10/2002.

A Resolução CONAMA nº 382 de 26/12/2006, que estabelece limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas por poluente e por tipologia de fonte poluidora, limita-se às tipologias apresentadas em seus anexos. A tipologia da atividade em questão, geração de calor a partir da combustão de

biogás e evaporação de percolados, não é indicada nos anexos da resolução nº 382 de 26/12/2006.

Duas são as tipologias indicadas por esta resolução que guardam alguma semelhança à atividade em questão, a apresentada no Anexo II – “Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Processos de Geração de Calor a Partir da Combustão Externa de Gás Natural”, definindo como gás natural um combustível fóssil gasoso conforme especificação da Agência Nacional do Petróleo – ANP e a apresentada no Anexo V – “Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos Provenientes de Turbinas a Gás para Geração de Energia Elétrica”.

Os limites indicados por estas resoluções são apresentados no **Quadro 3-15** e **Quadro 3-16**.

Quadro 3-15: Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos conforme o Anexo II da resolução a CONAMA nº. 382 de 26/12/2006.

Potência térmica nominal (MW)	Parâmetro	Unidade	Valores
<70	Monóxido de Nitrogênio	mg/Nm ³	320
≥70	Monóxido de Nitrogênio	mg/Nm ³	200

Quadro 3-16: Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos conforme o Anexo V da resolução a CONAMA nº. 382 de 26/12/2006.

Potência térmica nominal (MW)	Parâmetro	Unidade	Valores
>100	Monóxido de Nitrogênio	mg/Nm ³	50
>100	Monóxido de Carbono	mg/Nm ³	65

A Resolução CONAMA nº 08 de 06/12/1990 que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes do ar para processos de combustão externa também não pode ser aplicada à atividade de evaporação de percolados por que se aplica somente a óleo combustível e carvão mineral.

Uma resolução mais próxima da atividade em análise é a CONAMA nº 316 de 29/10/2002, que dispõe sobre os processos de tratamento térmico de resíduos e cadáveres, estabelecendo procedimentos operacionais, limites de emissão e critérios de desempenho, controle, tratamento e disposição final de efluentes.

Porém, esta resolução não pode ser aplicada diretamente para o caso em questão, uma vez que considera como tratamento térmico de resíduos aqueles processos cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de 800°C e o processo indicado para a evaporação dos efluentes do aterro sanitário atinge temperaturas máximas de 500°C.

Desta forma, por falta de regulamentação específica, foram adotados como limites máximos para esta análise, os limites de emissão indicados pelo Artigo 38 da resolução CONAMA nº 316 de 29/10/2002. Estes limites são apresentados no **Quadro 3-17**.

Quadro 3-17: Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos conforme o Artigo 38 da resolução a CONAMA nº. 316 de 29/10/2002.

Parâmetro	Unidade	Valores
I. Material Particulado Total		
Material Particulado Total	mg/Nm ³	70
II. Substâncias Inorgânicas na forma particulada		
Classe 1: Cádmio, Mercúrio e Tálho	mg/Nm ³	0,280
Classe 2: Arsênio, Cobalto, Níquel, Telúrio e Selênio	mg/Nm ³	1,400
Classe 3: Antimônio, Chumbo, Cromo, Cianetos, Cobre, Estanho, Fluoretos, Manganês, Platina, Paládio, Ródio e Vanádio	mg/Nm ³	7
III. Gases		
Óxidos de Enxofre	mg/Nm ³	280
Óxidos de Nitrogênio	mg/Nm ³	560
Monóxido de Carbono	CO ppm/Nm ³	100
Compostos Clorados Inorgânicos	mg/Nm ³	80
Compostos Clorados inorgânicos	kg/h	1,8
Compostos fluorados inorgânicos	mg/Nm ³	5
Dioxinas e Furanos	mg/Nm ³	0,50

Para avaliar a viabilidade da utilização de um equipamento de evaporação, pode-se inicialmente avaliar monitoramentos realizados em outras unidades com estações de evaporação similares e que utilizem o mesmo equipamento proposto.

Atualmente, no mercado, existem algumas marcas de equipamentos de evaporação de percolados, sendo adotado preliminarmente nesse estudo concepcional, o produzido pela SIRT Tecnologia Ltda. Caso a alternativa de tratamento por evaporação seja utilizada, outro equipamento poderá ser utilizado, desde que o mesmo garanta os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos exigidos pelo órgão licenciador.

Cabe observar que, a atividade de evaporação dos efluentes com a utilização do biogás como fonte combustível proposta corresponde a um ganho ambiental significativo, uma vez que, trata-se de uma substituição da liberação de uma quantidade significativa de Metano para a atmosfera pela emissão do produto de sua queima controlada, além de promover a eliminação dos riscos associados à dificuldade de se obter um tratamento eficaz dos efluentes dos aterros sanitários.

3.8.5.6.3.3 Concepção do sistema

A concepção do sistema consiste da instalação de uma central de evaporação de efluentes composta por unidades independentes de evaporação localizada próximo da lagoa de homogeneização e armazenamento de percolados. Da lagoa de percolados, os efluentes serão bombeados até um pequeno reservatório elevado que alimentará diretamente os evaporadores.

Cada unidade do sistema de tratamento concebido possui capacidade máxima de tratamento e evaporação de até 25 m³ por dia, sendo considerada nesta concepção, uma eficiência de apenas 20 m³ por dia.

Analisando-se a curva estimada de geração de vazão de efluentes prevê-se que, até o final da vida útil do empreendimento, deverão ser instalados sete módulos de evaporação de efluentes na central. A **Figura 3-70** seguir apresenta o layout do sistema proposto.

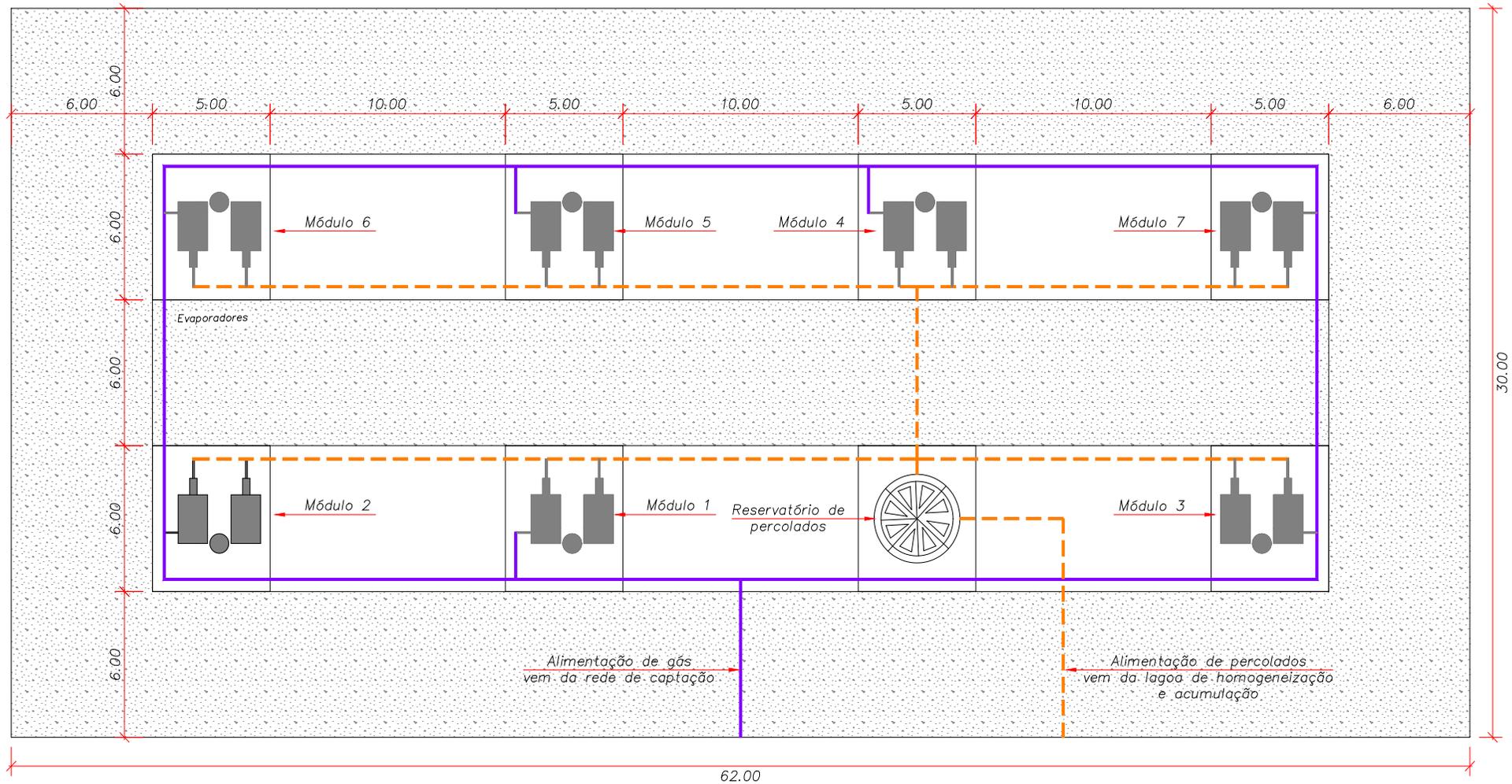


Figura 3-70: Layout do sistema de evaporação proposto.

3.8.5.6.4 Tratamento alternativo por osmose reversa

Neste sistema alternativo, o tratamento de percolados tem início na lagoa de homogeneização e acumulação de percolados brutos, de onde os percolados serão encaminhados para uma unidade de regulação de pH e, a partir desta, para a Unidade Compacta de tratamento por Osmose Reversa.

Após passarem pelo processo de osmose, os líquidos, agora efluentes tratados e rejeitos concentrados, são encaminhados para duas unidades de armazenamento. O efluente tratado, depois de verificada sua qualidade ambiental, será encaminhado para reuso e ou despejado na lagoa pluvial. Os rejeitos concentrados serão recirculados no aterro de Resíduos Classe II.

3.8.5.6.4.1 Unidade de regulação de pH

O tratamento primário visa à regulação do pH e à remoção de sólidos sedimentáveis. No sistema proposto, este estágio de tratamento é composto por um reservatório contendo água bruta e ácido sulfúrico.

3.8.5.6.4.2 Unidade Compacta de tratamento por Osmose Reversa

A unidade compacta de tratamento de percolados por Osmose Reversa consiste de uma série de filtros, em forma de cartucho, onde a filtração se dá pela passagem do efluente em areia e em filamentos de polipropileno (**Figura 3-71**, **Figura 3-72** e **Figura 3-73**).

Esta unidade compacta é montada em um container metálico de 20 pés (aproximadamente, 6m) que contém todos os elementos do sistema de tratamento. Esse sistema de tratamento geralmente é operado pelo próprio fabricante que se responsabiliza comercialmente pela qualidade do efluente tratado, sendo a capacidade de processamento da unidade de 100 m³/dia.



Figura 3-71: Vista geral de uma unidade de tratamento por Osmose Reversa.



Figura 3-72: Container metálico do sistema de Osmose Reversa.



Figura 3-73: Vista interna do container metálico do sistema de Osmose Reversa e dos cartuchos de filtração.

O tratamento inicia em um depósito de água bruta contendo ácido sulfúrico que tem por finalidade regular o pH, para não vir a comprometer o sistema de filtração. Essa regularização de pH tem como objetivo a conversão dos bicarbonatos presentes que podem causar a precipitação de sais de cálcio e bário durante o tratamento dos lixiviados. Com essa regulação, os bicarbonatos são eliminados na forma de dióxido de carbono (CO₂).

Com o pH regulado, o lixiviado é levado ao sistema de membranas. A primeira etapa consiste na filtração por material arenoso, onde sólidos suspensos maiores que 50µm são retidos. A segunda etapa consiste na filtração em cartuchos com filamentos de polipropileno, com poros na ordem de 5 a 10µm.

Após a eliminação dos sólidos suspensos, os principais parâmetros do lixiviado (temperatura, pressão, condutividade, vazão) são controlados automaticamente pelo sistema.

Realizadas as etapas de filtração, o lixiviado é levado para o tratamento de osmose reversa por uma bomba de alta pressão – 30 a 65bar, dependendo da qualidade do lixiviado a ser tratado. Do produto resultante desta primeira etapa, cerca de 25% é uma solução com alta concentração de substâncias

contaminantes (concentrado) e, cerca de 75% é água com alguma concentração de contaminantes que irá passar por uma segunda etapa de osmose reversa.

Nesta segunda etapa, as pressões de funcionamento estão na ordem de 30 a 55bar. O concentrado gerado nesta etapa (cerca de 5%) é recirculado na primeira etapa. O restante é efluente tratado, transferido para a unidade de armazenamento de efluentes tratados.

Estes valores de rendimento (74% tratado e 25% de rejeitos concentrados) são valores ótimos, podendo variar conforme a composição do lixiviado a ser tratado. Estima-se que o rendimento varie de 60% a 74%.

O concentrado é uma solução com alta concentração de substâncias contaminantes que será recirculada no aterro sanitário através da injeção por um sistema de trincheiras.

O efluente final tratado apresenta qualidade que permite seu reuso nas áreas verdes da Central. O processo pode ser visualizado na **Figura 3-74**.

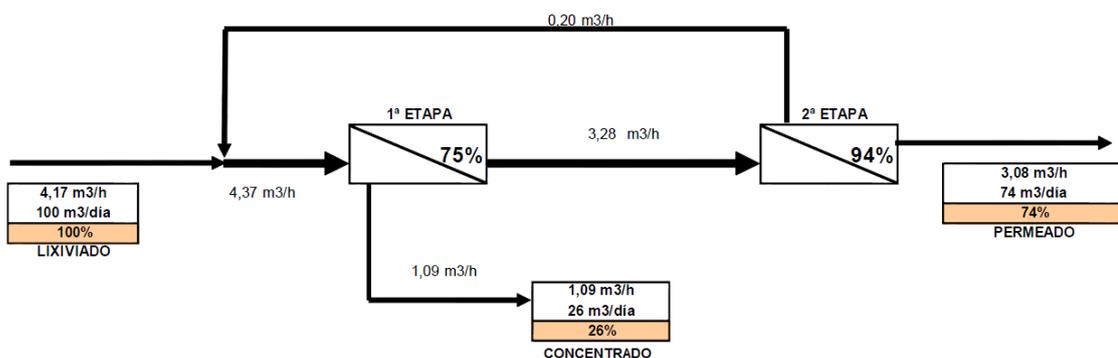


Figura 3-74: Etapas de tratamento do lixiviado.

3.8.5.6.4.3 Lagoa de armazenamento de rejeitos concentrados

Os rejeitos concentrados provenientes da primeira etapa de osmose reversa serão transferidos a um armazenamento de efluentes brutos para posterior recirculação no aterro sanitário.

Esse armazenamento será realizado em uma lagoa a ser escavada no terreno, com taludes internos de escavação com inclinação de 1:2 (V:H) e impermeabilização com geomembrana de PEAD com espessura de 1,5 mm.

Da lagoa de armazenamento, os rejeitos serão recirculados no aterro de Resíduos Classe II através de um sistema de trincheiras ligadas a tubulações pressurizadas responsáveis pela distribuição de forma uniforme no maciço.

3.8.5.6.4.4 Lagoa de armazenamento de efluentes tratados

Os efluentes tratados serão armazenados em outra lagoa a ser escavada no terreno, com taludes internos de escavação com inclinação de 1:2 (V:H) e impermeabilização com geomembrana de PEAD com espessura de 1,5 mm.

Depois de verificada a efetividade do tratamento realizado, os efluentes poderão ser encaminhados para utilização em irrigação no cortinamento vegetal, na cobertura do aterro e nos jardins da área. O excedente do efluente tratado será lançado na lagoa pluvial através de uma tubulação de PVC Ø100mm.

3.8.5.6.4.5 Reinjeção de rejeitos concentrados no aterro

A recirculação dos percolados no aterro, segundo alguns autores, pode ser considerada um método de tratamento. Além de reduzir o volume por evaporação, aumenta a degradação anaeróbia no interior do aterro com a conversão dos ácidos orgânicos em CH₄ e CO₂, promovendo a melhor distribuição de nutrientes

e umidade. É uma técnica que se adapta às condições ambientais do Brasil, como temperatura, ventos e irradiação solar que favorecem a evaporação.

A reinjeção dos concentrados no aterro será realizada através de um sistema de trincheiras a serem implantadas junto ao nível final de cada fase. Estas trincheiras receberão os concentrados através de uma tubulação de PEAD pressurizada proveniente da unidade de armazenamento de efluentes concentrados.

Após passarem por uma atenuação pelo tratamento anaeróbio ocorrido no interior do próprio aterro, os rejeitos concentrados, serão coletados novamente pelo sistema de drenagem de percolados sendo levados ao sistema de Osmose Reversa.

Na **Figura 3-75** é apresentado um esquema das trincheiras de reinjeção a serem implantadas visando à recirculação dos rejeitos concentrados do sistema de osmose reversa.

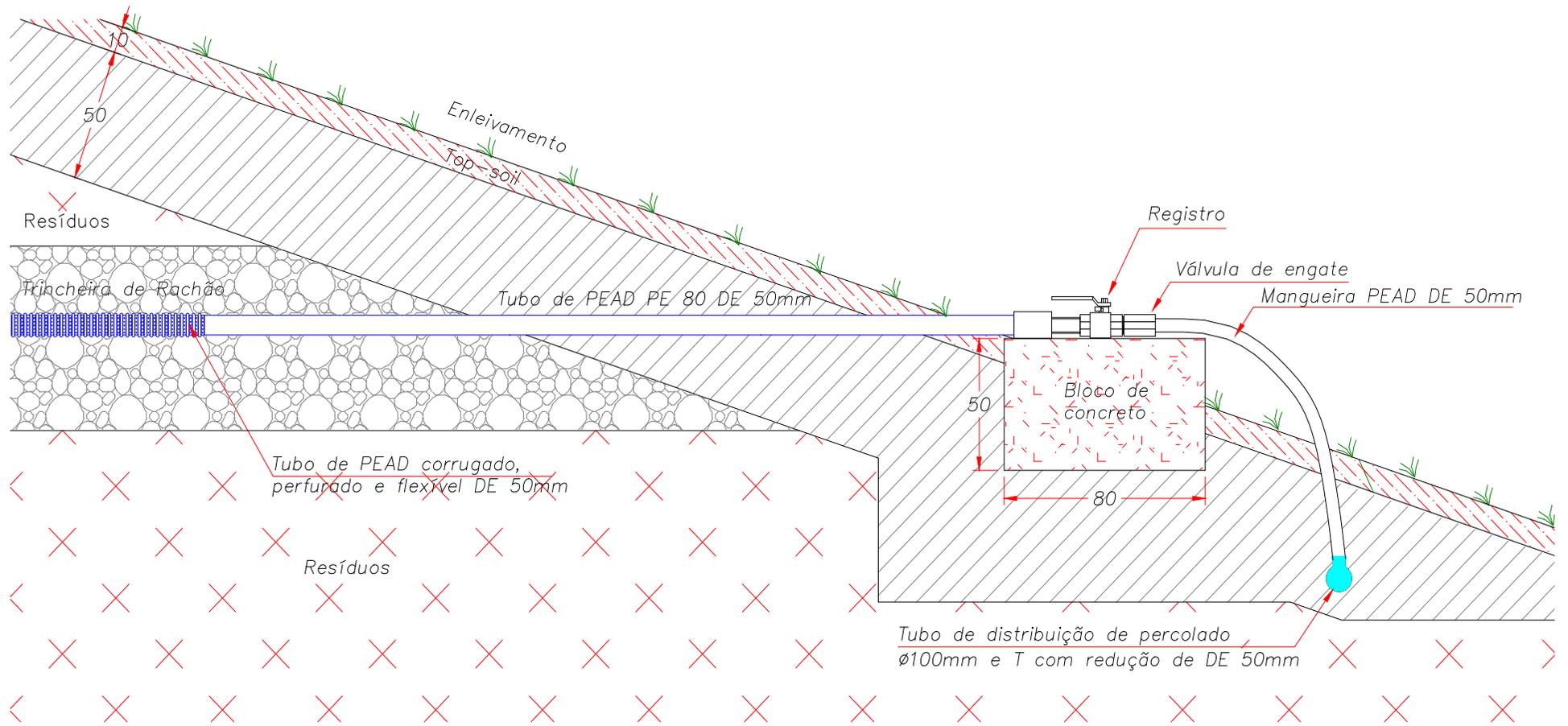


Figura 3-75: Detalhe das trincheiras de reinjeção de concentrados.

3.8.5.6.4.6 Sistema de medição de vazão

Para a medição das vazões, adotou-se para o empreendimento, a utilização de medidores do tipo eletromagnético, a serem acoplados às tubulações indicadas. As leituras serão indicadas e armazenadas em um conversor eletrônico. Este sistema de medição de vazão de percolados, bem como especificação dos produtos a serem utilizados, pontos de instalação e recomendações, é apresentado nas pranchas de detalhamento do sistema (**ANEXO VI**).

3.8.5.7 Unidade de Compostagem

Este item detalha o sistema de compostagem, parte integrante da Central de Gestão Ambiental Linhares.

A alternativa de compostagem da fração orgânica dos resíduos domiciliares visa reduzir os volumes de resíduos destinados à disposição no Aterro Classe II, aumentando assim sua vida útil e reduzindo o potencial de produção de lixiviados.

Este projeto considera a recepção para compostagem de resíduos provenientes de um sistema específico de coleta de materiais orgânicos e/ou o recebimento de resíduos orgânicos segregados em unidade de triagem externa.

Mesmo adotando essa consideração é prudente que o sistema disponha de uma fase preliminar de preparação da matéria orgânica para compostagem. Esse sistema será composto de um picador de galharias, um moinho triturador e uma esteira rotatória de peneiramento.

O processo de compostagem adotado por esse projeto é do tipo fechado. A escolha se justifica pelo fato de que um sistema ao ar livre, aparentemente mais simples, necessita de grandes áreas para sua utilização, com piso impermeabilizado e sujeito a intempéries, enquanto que um sistema fechado permite maior concentração da massa de matéria a ser compostada, reduzindo os

custos com impermeabilização, melhorando o controle de odores e moscas, além de dar maior garantia ambiental ao processo.

3.8.5.7.1 O processo da compostagem

A compostagem é a biotransformação aeróbia, exotérmica, de um substrato orgânico, sólido e eventualmente heterogêneo, caracterizado pela produção de CO₂, água, substâncias minerais e matéria orgânica estável.

Por se tratar de um processo biológico, para que a compostagem possa se desenvolver de forma satisfatória, alguns parâmetros do meio devem ser controlados, tais como: aeração, umidade, relação Carbono/Nitrogênio, granulometria, pH e temperatura.

Quando o substrato a ser compostado é a fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares, a mistura geralmente é equilibrada e, se a aeração for eficiente, o único fator limitante durante o processo é a umidade, que se não for controlada (em geral, complementada), pode limitar a atividade biológica.

O processo de compostagem da fração orgânica dos resíduos urbanos, livres de materiais inertes e de contaminantes metálicos (por exemplo, oriundos de feiras livres, supermercados, restaurantes e resíduos de poda), é simples e facilitado, sendo que o composto produzido apresenta-se de boa qualidade.

O composto resultante pode ser utilizado como condicionador de solo, fornecendo matéria orgânica estável, além de nutrientes (mesmo que em pequena quantidade), e aumentando os índices de fertilidade do solo.

Portanto, esta alternativa tem importância estratégica na redução dos resíduos a serem aterrados, na diminuição da geração de lixiviados e na ausência de produção de metano.

O problema operacional mais importante para o produção de composto de boa qualidade a partir de resíduos domiciliares diz respeito à separação da fração orgânica de modo a facilitar o processo e impedir o contato com eventuais contaminantes.

Existem diversas técnicas de compostagem, com diferentes graus de complexidade. Dentre os modos considerados simples, a técnica de leiras revolvidas é a mais conhecida. Por esta, uma pá manual ou uma máquina especializada de grande porte, revolve a mistura incorporando ar para os microrganismos. Uma variação desta técnica é o método de leiras aeradas, na qual oxigênio é fornecido aos microrganismos por um sistema de aeração forçada. Também ocorrem diversos sistemas constituídos de reatores biológicos fechados, modelos com várias versões e vários fabricantes.

No Brasil, principalmente até a década de 70, desenvolveu-se um sistema de triagem manual dos resíduos urbanos, em esteira, e compostagem do material rejeitado na esteira ao ar livre. Este sistema, tido como de baixo custo, era composto de um sistema de descarga, esteira de triagem para separação de inertes, triturador e pátio de compostagem.

A esteira de triagem manual exige a atuação de muitas pessoas e sua eficiência é muito limitada. Há sistemas na Europa, onde toda a triagem é mecanizada. Alguns dos resíduos recicláveis são então incinerados para produção de energia e a matéria orgânica é encaminhada para a compostagem.

Se a coleta dos resíduos domiciliares a serem recebidos pela CGA Linhares fosse adequada a tal ponto de separar totalmente a fração orgânica da inorgânica, sua compostagem seria muito facilitada e o composto produzido possuiria ótima qualidade, sem pequenos fragmentos de vidro, plástico e outros componentes. Uma separação perfeita também eliminaria eventuais agentes contaminantes, tais como pilhas, embalagens de inseticidas, etc.

A experiência mostra que a adesão aos programas de coleta seletiva tem alcance limitado: parte da população não adere ao sistema, o que torna obrigatório algum tipo de triagem antes de iniciar de o processo de compostagem. Além disso, mesmo a parte da população que adere ao programa, certamente utilizará sacos plásticos para acondicionar os resíduos orgânicos ao encaminhá-los para a coleta, devendo estes ser abertos e removidos antes do início do processo de compostagem. Idealmente, a coleta seletiva deveria ser perfeita e a fração orgânica dos resíduos domiciliares deveria chegar ao local de compostagem a granel: Uma situação pouco provável.

Partindo-se do princípio de que a CGA Linhares será uma central privada e que, dessa forma, poderá receber resíduos de diferentes municípios definiu-se que a unidade de compostagem somente receberá resíduos provenientes de polos geradores onde a segregação é realizada na origem, sendo coletados separadamente em relação à coleta domiciliar tradicional.

Caso venha a ser comprovado que algum município dispõe de um sistema próprio de separação, capaz de realizar uma segregação adequada da matéria orgânica, poderá ser definida sua recepção na unidade de compostagem proposta.

3.8.5.7.2 Sistema de compostagem

O sistema de compostagem inicia-se já no recebimento dos resíduos orgânicos. Os resíduos provenientes de poda de árvores são encaminhados para um picador de galharias, sendo separados manualmente todos os possíveis galhos recebidos. O material, depois de picado, deverá apresentar dimensões inferiores a 5,0 cm.

Os resíduos orgânicos provenientes de coleta específica originadas de grandes polos geradores serão encaminhados para um moinho triturador, do tipo martelos, resultando em um material com granulometria variando entre 1,0 e 5,0 cm.

Após esta fase os materiais são misturados e peneirados em peneira rotativa. Somente os materiais com granulometria inferior a 5,0cm são encaminhados para as leiras de compostagem. O material orgânico peneirado é conduzido para o pátio de compostagem através de um caminhão porta-containers, sendo acumulado em leiras de formato cônico, para ser transformado em composto orgânico por processo de decomposição aeróbica, durante aproximadamente dois meses e meio, quando então se considera que o composto esteja estabilizado (curado).

O composto curado é submetido novamente ao processo de peneiramento (peneira rotativa), onde são separados os rejeitos, que são conduzidos para novas leiras ou para o Aterro de Resíduos Classe II-A. A fração peneirada, em condições de ser comercializado, é encaminhada para estocagem e/ou embalagem.

A compostagem irá ocorrer em sistema fechado e com piso impermeabilizado, em um galpão fechado para compostagem, em leiras revolvidas com todas as garantias de proteção contra infiltração de lixiviados no solo.

Após a fase aeróbia termófila, com duração prevista para 45 dias, o composto terá uma fase de maturação (40 dias) seguida de peneiramento e disponibilização para uso.

O sistema a ser implantado terá capacidade de receber 50 t/dia tendo as seguintes características:

- Área útil coberta para picador de galharias e peneiramento: 400 m²;
- Área útil coberta para compostagem: 1.200 m²;
- Capacidade volumétrica estimada para compostagem: 2.000 m³;
- Área útil coberta para armazenamento de composto: 1.200 m²;
- Capacidade volumétrica estimada para armazenamento de composto: 2.000 m³.

3.8.5.8 Unidades Auxiliares

As unidades auxiliares a serem implantadas na CGA Linhares possuem a finalidade de dar suporte às atividades de recepção, classificação, pesagem, tratamento e disposição dos resíduos a serem recebidos, bem como, de administração técnica e geral do empreendimento, permitindo que os funcionários da Central tenham um local adequado para o desenvolvimento de suas funções.

A CGA Linhares contará com as seguintes unidades auxiliares:

- Uma **guarita** (18,48 m²) localizada junto ao portão de entrada da unidade contendo sala de controle de acesso, lavabo e área externa coberta, onde será feita a primeira identificação dos veículos, que chegam com os resíduos, e o acesso de pessoas à unidade;
- Uma **edificação de controle de resíduos** responsável pelo procedimento de recepção, caracterização, pesagem e encaminhamento dos resíduos recebidos. Nessa unidade os veículos transportadores serão inspecionados por profissionais treinados e especializados para a identificação, pesagem e verificação da procedência dos resíduos neles contidos. Todos os veículos que forem habilitados a dispor resíduos industriais na CGA devem apresentar um documento padronizado identificando a procedência dos resíduos trazidos (CADRI), a serem obtidos junto à Administração da CGA. Ao sair da unidade, será entregue ao motorista do veículo uma via em Ticket comprovante dos dados dos resíduos recebidos, contendo entre outros dados a chapa do veículo, peso com e sem a carga, local de origem dos resíduos e número do CADRI associado à carga recebida. A edificação estará localizada junto ao centro da pista do acesso principal, próximo da entrada, contendo:
 - Duas **balanças rodoviárias** eletrônicas com capacidades unitárias de 60 toneladas para a pesagem dos veículos tanto na entrada como na sua saída da CGA. Os registros das pesagens serão feitos *online* no sistema de gerenciamento dos resíduos recebidos;

- **Sala de controle** da balança (34,80 m²);
- **Laboratório de Análises** (34,80 m²) que realizará os ensaios de caracterização dos resíduos recebidos (tais como lixiviação e solubilização) e as análises físicas, químicas e biológicas necessárias para a definição do tipo de tratamento ou disposição final dos resíduos industriais. Poderá, também, realizar as análises de água subterrânea e superficial e de líquidos percolados, previstos para o monitoramento da CGA.
- Um **estacionamento de veículos transportadores** com 11 vagas;
- Uma **edificação administrativa** contendo os seguintes ambientes:
 - **Recepção** (10,86 m²);
 - **Copa** (8,00 m²);
 - **Sala de Gerência** (29,64 m²);
 - **Sala da Administração** com ambiente amplo para toda a equipe, incluindo os setores de Recursos Humanos, Financeiro e Central de Processamento de Dados (65,94 m²);
 - **Sala de reuniões** (15,52 m²), e;
 - **Sala de Medicina e Segurança do Trabalho** (27,89 m²).
- Uma **edificação técnica** contendo os seguintes ambientes:
 - **Sala Técnica e de Produção** (68,15 m²);
 - **Almoxarifado e Sala de Compras** (36,19 m²).
- Uma edificação destinada a **vestiários masculino e feminino** com banheiros e armários para a guarda dos pertences dos funcionários quando da sua estada nas dependências da CGA (86,00 m²). Tendo em vista que todos os funcionários que estiverem envolvidos com o manuseio dos resíduos e os equipamentos de amostragem, ensaios de laboratório, tratamento e de disposição dos resíduos e monitoramento ambiental deverão utilizar uniformes específicos da CGA. Os uniformes a serem utilizados pelos funcionários serão diariamente encaminhados a

lavanderias especializadas, para esterilização. Em nenhuma hipótese será permitido que os funcionários levem os seus uniformes para suas residências, evitando assim que roupas eventualmente contaminadas saiam da CGA sem qualquer tipo de controle. Os vestiários serão construídos e mantidos de acordo com as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho;

- Um **estacionamento para veículos leves**, localizado em frente às edificações administrativas, técnica e vestiários com vagas para 20 veículos;
- Uma edificação destinada ao **refeitório** (110,80 m²) e **Centro de Educação Ambiental** (80,80 m²);
- Um **centro de manutenção de veículos e equipamentos** (232,00 m²), localizado junto da área técnica, contendo também um lavador de veículos para evitar que os equipamentos que utilizarem a CGA que porventura sejam contaminados, especialmente os de resíduos Classe I e de Serviços de Saúde possam contaminar áreas externas à CGA;
- Um **posto de abastecimento** interno elevado de diesel para o abastecimento dos equipamentos de operação e veículos de transporte de propriedade da CGA com capacidade de armazenamento de 15.000 litros localizado junto do centro de manutenção que deverá ser executado conforme os padrões de exigência da Petrobrás Distribuidora.

Todas as unidades possuirão sistemas de comunicação por telefone, rádio, internet e computadores ligados ao sistema centralizado de cadastro e identificação dos veículos.

Nos veículos cadastrados e que tenham acesso sistemático à CGA serão instalados *transponders* para o acionamento automático de cancelas e registro no sistema de gerenciamento dos resíduos recebidos.

3.8.5.9 Lagoa Pluvial

A drenagem pluvial do empreendimento será encaminhada para uma lagoa a ser instalada na região central da área, onde a morfologia do terreno apresenta uma depressão natural de 6,0 metros. Essa depressão no terreno deve-se a inexistência localizada da camada de argila arenosa de consistência rija a dura e coloração avermelhada.

Junto da depressão foram realizadas as sondagens SPT de número 07, 08 e 09 (**ANEXO VIII**) que indicaram a existência da camada superior, de coloração amarelada, com espessura aproximada, na área da lagoa, de 5,0 metros, estando esta sobre uma camada de materiais arenosos, onde se verificou a existência do nível d'água.

A lagoa pluvial receberá o descarte dos sistemas de drenagem pluvial dos aterros e de áreas de tratamento de resíduos, devendo armazenar temporariamente o volume de água recebido e ser capaz de promover a percolação, através de um fluxo vertical, para a camada arenosa existente sobre o local, conforme já ocorre naturalmente no local.

Dessa forma, a lagoa pluvial consistirá de uma bacia de infiltração. Essas bacias são áreas de solo circundadas por uma margem ou contenção que retém as águas pluviais até que estas infiltrem através da base e dos lados. Em geral são escavadas, mas podem ser aproveitadas pequenas encostas existentes no terreno, caso em questão.

Podem ser utilizadas para, de modo parcial, atenuarem picos de cheias e estimular a infiltração (função principal). No estudo concepcional da lagoa, utilizou-se o método de dimensionamento para sistemas de infiltração tridimensionais aplicados a bacias de infiltração, proposto por CIRIA (1996).

Esta metodologia adota o procedimento de projeto apresentado a seguir, sendo que os dados requeridos são os seguintes:

- q: coeficiente de infiltração (m/h);
- A: área a ser drenada (m²);
- Φ : porosidade efetiva do material de preenchimento (volume de vazios/volume total);
- I: intensidade da chuva em (m/h);
- d: duração (h);
- Ab, área base do sistema de infiltração (m²).
- Pode-se então dimensionar a profundidade máxima do dispositivo ($h_{m\acute{a}x}$), da seguinte maneira:
- Corrigindo-se o coeficiente de infiltração q, dividindo o valor encontrado nos testes de campo por um fator de segurança apropriado, quando necessário;
- Determinando-se a porosidade efetiva do material de preenchimento granular, quando esse existir;
- Para estruturas abertas, como ocorre com as bacias valos de infiltração, $\phi=1$. Caso a estrutura seja um poço de infiltração em formato cilíndrico, perfurado e instalado em um plano de escavação (retangular ou circular), com o espaço entre o anel e o solo sendo preenchido com pedra limpa, a porosidade efetiva é calculada por:

$$\phi' = \frac{\pi \times r^2 + \phi \times (W \times L - \pi \times r^2)}{W \times L}$$

Onde:

r: raio das seções dos anéis;

W: largura de escavação, e;

L: comprimento de escavação.

- Define-se a área a ser drenada (A) e a área da superfície de infiltração (Ab);
- Escolha-se o tipo e a forma do sistema de infiltração, isto é, se a estrutura será um poço de infiltração cilíndrico ou retangular, trincheira de infiltração, valo ou bacia de infiltração;

- Adotando as dimensões requeridas, isto é: o raio, no caso de poço de infiltração cilíndrico e ou a largura e o comprimento para o sistema retangular, parte-se para o cálculo da área da base A_b , e o perímetro, P ;
- Determina-se o valor do coeficiente b :

$$b = \frac{P \times Q}{A_b \times \phi}$$

- Calcula-se a intensidade de chuva I , a partir da equação IDF (intensidade-duração-frequência) do local, para a duração de tempo t e do tempo de retorno (TR);
- Determina-se o valor de a :

$$a = \frac{A_b}{P} - \frac{A \times I}{P \times q}$$

- Calcular-se $h_{m\acute{a}x}$:

$$h_{m\acute{a}x} = a \times (e^{-b \times t} - 1)$$

- Repetem-se os passos anteriores para várias durações de chuva e toma-se o maior valor de $h_{m\acute{a}x}$;
- O tempo de esvaziamento para este fim é dado pela seguinte expressão:

$$t_{esv} = \frac{\phi \times A_b}{P \times q} \times \ln \left(\frac{h_{m\acute{a}x} + \frac{A_b}{P}}{\frac{h_{m\acute{a}x}}{2} + \frac{A_b}{P}} \right)$$

Para o pré-dimensionamento, utilizando-se o resultado obtido nos ensaios realizados para determinação da permeabilidade vertical dos solos do local de implantação da lagoa pluvial ($k=1e^{-6}$ m/s) e o tempo de retorno de 25 anos aplicado às equações de chuva determinadas no **item 3.8.4.4.3**, obteve-se, para uma área de infiltração de 6.000 m², a profundidade máxima de 3,03 metros, para

uma chuva com duração de 240 minutos, tendo um tempo de esvaziamento de 16 dias.

A lagoa pluvial projetada conta com a área de infiltração e, também com uma área de segurança para acumulação de um possível volume excedente, delimitada por um dique de confinamento executado na cota 30 m, com um volume de acumulação máximo de 89.570 m³.

As águas pluviais somente poderão ser encaminhadas para a lagoa pluvial após passarem por uma estrutura composta por uma caixa de sedimentação e outra de separação de água e óleo.

A lagoa pluvial possuirá também um sistema de bombeamento instalado para que, em casos de chuvas extremas, seja possível evitar o seu transbordamento. O bombeamento direto para fora do empreendimento terá como deságue o sistema de drenagem da estrada junto da testada do empreendimento. Esse sistema também bombeará água da chuva armazenada na lagoa para usos diversos na unidade.

3.8.6 Manual de Operação do Aterro Classe II

Este Manual de Operação possui a finalidade de orientar os processos utilizados na operação do Aterro de Resíduos Classe II da CGA Linhares e visa nortear de forma clara todos os envolvidos no processo de disposição dos resíduos recebidos na unidade, evitando assim possíveis falhas capazes de comprometer a eficiência do trabalho.

O aterro é uma das técnicas mais seguras e de menor custo para a disposição final dos resíduos. Fundamentado em critérios de engenharia e normas técnicas específicas, permite confinar tais resíduos de uma forma mais segura, controlar a poluição ambiental e proteger a saúde pública.

3.8.6.1 Definição

O aterro é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, minimizando os impactos ambientais. Tal método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho, ou intervalos menores, se necessário.

Este método de disposição final dos resíduos deve contar com todos os elementos de proteção ambiental:

- Sistema de impermeabilização de base e laterais;
- Sistema de recobrimento diário e cobertura final;
- Sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados;
- Sistema de coleta e tratamentos dos gases;
- Sistema de drenagem superficial;
- Sistema de tratamento de líquidos percolados;
- Sistema de monitoramento.

Além dessas exigências técnicas estruturais e construtivas, há que se avaliar, também, as probabilidades de impacto local e sobre a área de influência do empreendimento e se buscar medidas para mitigá-los.

Embora consistindo numa técnica simples, os aterros sanitários exigem cuidados especiais, e procedimentos específicos devem ser seguidos desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento.

De acordo com a NBR 13.896/1997 da ABNT, recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos. O seu monitoramento deve prolongar-se, no mínimo, por mais 10 anos após o seu encerramento.

3.8.6.2 Rotina Operacional

Os procedimentos de operação do aterro, embora simples, devem ser sistematizados para que sua eficiência seja maximizada, assegurando seu funcionamento como destinação final sanitária e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos recebidos na Central, ao longo de toda a sua vida útil.

Tais procedimentos devem ser registrados em relatórios diários, relatórios mensais de consolidação de dados, formulários e planilhas apropriadas, além de plantas de reconstituição das obras efetivamente executadas (*"as built"*).

Esses elementos devem ser adequadamente numerados, catalogados e arquivados, de modo a propiciar a avaliação periódica do empreendimento, assim como o desenvolvimento de estudos e pesquisas referentes ao desempenho das instalações que o compõem.

A operação do aterro sanitário deverá seguir a seguinte rotina operacional:

3.8.6.2.1 Recepção dos Resíduos

O processo de disposição inicia no recebimento do resíduo. Este recebimento será realizado na portaria da Central com a identificação do veículo transportador, da origem e da classificação do resíduo. Somente poderão ser recebidos na unidade veículos coletores e transportadores devidamente cadastrados e identificados.

Os veículos recebidos serão vistoriados e pesados por fiscal/balanceteiro, treinado e instruído para o desempenho adequado dessa atividade. Esse profissional deve verificar e registrar na planilha de pesagem diária de veículos a origem, a natureza e a classe dos resíduos que chegam ao empreendimento e orientar os motoristas quanto ao setor indicado para a realização da descarga dos resíduos, conforme zoneamento definido para o aterro pela equipe de disposição.

A pesagem dos veículos transportadores deve ser realizada na entrada e saída dos veículos, permitindo desta forma, que se mantenha o controle dos volumes diários e mensais de resíduos dispostos.

3.8.6.2.2 Resíduos a ser recebidos na Central e que poderão ser encaminhados ao aterro de resíduos classe II

Poderão ser dispostos no aterro os resíduos sólidos de Classe II segundo as definições apresentadas na NBR 10.004 da ABNT. Sob nenhuma hipótese deverão ser dispostos no aterro resíduos sólidos da Classe I, classificados como perigosos. Estes resíduos, quando recebidos pela Central, deverão ser encaminhados para disposição e ou tratamento adequado.

Observada a condição acima definida, poderão ser recebidos, dentre outros: resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar e de pequenos estabelecimentos comercial; resíduos dos serviços de capina, varrição, poda e raspagem; resíduos de gradeamento, desarenação e lodos desidratados das Estações de Tratamento de Esgoto; resíduos desidratados de veículos limpa-fossas e resíduos desidratados de Estações de Tratamento de Água, entre outros.

Sempre que sobre os resíduos recair dúvida sobre sua classificação, perante as definições da NBR 10.004, eles deverão ser armazenados temporariamente em local adequado no interior da central. Somente poderão ser encaminhados ao aterro os resíduos que tenham sua classificação como Classe II comprovada por laudo técnico de análises laboratoriais, conforme normas específicas da ABNT, sendo que estas análises poderão ser realizadas em laboratórios cadastrados e ou no laboratório a ser implantado no interior da Central.

3.8.6.2.3 Disposição dos Resíduos

No início da operação do aterro, a deposição se processa sobre o fundo da célula que deve estar preparada e impermeabilizada.

A área de disposição dos resíduos deve ser previamente delimitada por uma equipe técnica de topografia. No início de cada dia de trabalho, deverão ser demarcados – com estacas facilmente visualizadas pelo tratorista – os limites laterais, a altura projetada e o avanço previsto da frente de operação ao longo do dia.

A demarcação da frente de operação diária permite uma melhor manipulação do lixo, tornando o processo mais prático e eficiente. Nos períodos de chuvas intensas ou quando, por qualquer motivo, a frente de operação estiver impedida de ser operada ou acessada, será mantida uma área para descarga emergencial, previamente preparada, de acordo com o projeto do aterro sanitário.

Em locais onde existe a possibilidade de carreamento de materiais pelo vento, deverão ser utilizadas telas de proteção na frente de operação.

a) Descarga

O caminhão deve depositar o lixo em “pilhas” imediatamente a jusante da frente de operação, sempre na presença do fiscal de operações. O desmonte dessas pilhas de resíduos deverá ser feito com o auxílio da lâmina do trator de esteira que, em seguida, procederá a seu espalhamento e compactação.

b) Espalhamento e compactação

Na frente de operação os resíduos devem ser espalhados e compactados de forma a conformarem o aterro conforme seu projeto geométrico por equipamento

apropriado (trator de esteiras com peso operacional mínimo de 15 toneladas). O resíduo deverá ser empurrado contra o talude, formando uma rampa com inclinação de 1:3, atingindo uma capacidade de carga de aproximadamente 1,0 kg/cm². O resíduo disposto deverá atingir uma densidade mínima de 1,0 t/m³ a ser determinada através da comparação das medições volumétricas realizadas em levantamentos topográficos e dos dados de pesagem dos resíduos dispostos.

A operação de compactação deve ser realizada com movimentos repetidos do equipamento de baixo para cima, procedendo-se com passadas sucessivas (3 a 5 vezes) em camadas sobrepostas, até que todo o material disposto em cada camada esteja adequadamente adensado, ou seja, até que se verifique por controle visual que o incremento do número de passadas não ocasiona nenhuma redução significativa do seu volume aparente.

c) Recobrimento do lixo

Logo que se tenha concluído parcialmente certa área da célula e/ou dia de serviço, os resíduos deverão ser cobertos por uma lona plástica e ou uma fina camada de solo local, com espessura entre 20 e 40 cm. Esta cobertura temporária tem por finalidade evitar o arraste de materiais pela ação dos ventos e a proliferação de vetores.

No dia seguinte e ou na reativação daquela área, antes do início da disposição dos resíduos, será feita a retirada da lona plástica de cobertura temporária e ou a raspagem da camada de solo da face inclinada da frente de operação para dar continuidade à formação do maciço de resíduos. O solo raspado deve ser armazenado para aproveitamento nas camadas operacionais posteriores.

O solo de cobertura pode provir de área de empréstimo ou do material excedente das operações de cortes/escavações executadas na implantação das plataformas.

Uma vez esgotada a capacidade de certa zona do aterro serão iniciadas as atividades de implantação da cobertura definitiva dos taludes finais do aterro já executados aplicando-se o sistema de impermeabilização de cobertura previsto pelo projeto executivo.

d) Drenagem interna

No primeiro nível de cada fase, os sistemas de drenagem de percolado, pluvial e de gases serão executados na medida em que a disposição avançar, sobre a impermeabilização de fundo, segundo o faseamento definido pelo projeto do aterro.

Nos demais níveis, os drenos horizontais intermediários e o sistema de drenagem de gases também deverão ser executados acompanhando o avanço da frente de disposição. Os drenos de gases instalados deverão estar permanentemente com o queimador aceso no período de operação do aterro.

e) Drenagem pluvial

A drenagem ineficiente das águas de chuva pode provocar maior infiltração no maciço do aterro, aumentando o volume de chorume gerado e contribuindo para a instabilidade do maciço.

Além dos dispositivos de drenagens pluviais definitivos instalados nas plataformas, taludes e vias de acesso, devem ser escavadas valetas de drenagem provisórias no terreno a montante das fases de operação, de forma a minimizar a infiltração das águas de chuva na massa de lixo aterrado.

Os dispositivos de drenagem pluvial, previstos no projeto do aterro sanitário, como canaletas, caixas de passagem e descidas d'água devem ser mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no maciço do aterro. O período que

exigirá maior frequência de inspeção no sistema de drenagem pluvial coincidirá com as épocas de intensa pluviosidade. Quando necessário, em eventos de erosão, deve-se proceder com a recolocação do enleivamento de proteção, podendo-se fazer uso também de telas biotêxtil.

Sempre em eventos de chuva intensa e ou caso sejam verificados acidentes operacionais no aterro deverá ser verificada a qualidade das águas de escoamento pluvial, inicialmente de forma visual e, caso haja indícios de contaminação, deve-se proceder com a coleta de amostras do líquido para análises laboratoriais.

3.8.6.3 *Manutenção do aterro sanitário*

A manutenção das características do aterro requer estreita obediência às especificações de projeto e do cumprimento das atividades rotineiras de manutenção, porém, poderão ocorrer situações emergenciais que exigirão ações imediatas. Qualquer problema constatado no aterro sanitário deve ser corrigido rapidamente, para evitar o seu agravamento. Por esse motivo, um serviço de manutenção eficaz é imprescindível.

3.8.6.3.1 Atividades rotineiras de manutenção

Como atividades rotineiras, é recomendado:

- Manter na área do aterro o manual de operação e um livro para registro de ocorrências;
- Manter atualizados, na unidade, os cartões de vacinação dos funcionários;
- Manter meio de comunicação para contato com o responsável técnico e para utilização em ações de emergência;
- Manter um estojo de primeiros socorros, repor periodicamente os materiais utilizados e substituir os vencidos;

- Fazer uso rigoroso dos EPIs como máscaras, luvas, botas e uniformes, de modo a minimizar a possibilidade de contaminação e garantir a boa qualidade de trabalho;
- Higienizar diariamente as instalações de apoio operacional;
- Limpar a unidade, removendo os materiais espalhados pelo vento;
- Efetuar periodicamente a capina da área, para manutenção do paisagismo;
- Realizar inspeções e manutenções periódicas no sistema de recobrimento final das plataformas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes encerrados, de forma a protegê-los contra erosões;
- Manter sempre limpas e desobstruídas as canaletas e os demais dispositivos de drenagem pluvial;
- Manter o revestimento de acessos definitivos e provisórios para permitir o trânsito a qualquer tempo;
- Efetuar inspeções e manutenções periódicas no sistema de drenagem de chorume, removendo materiais depositados nos fundos das caixas de passagem;
- Manter sempre acesa a chama dos queimadores de gás;
- Limpar e fazer eventuais reparos nos equipamentos e máquinas ao final de cada dia de trabalho;
- Limpar e manter em boas condições de tráfego as vias de acesso externas e internas;
- Fazer a manutenção da cerca de isolamento e do cinturão verde, evitando o acesso de pessoas não autorizadas e animais;
- Realizar medições, pesagens e acompanhamento diário do programa de monitoramento.

3.8.6.3.2 Atividades emergenciais de manutenção

Dentre as possíveis situações emergenciais que poderão existir e exigirão ações imediatas podemos citar:

- Surgência de percolados nos taludes da massa de resíduos:
Ação: Aumento da retirada dos percolados da célula e ou ponto específico, desentupimento do sistema de drenagem de percolados de base, abertura de drenos de gases próximos e retirada por bombeamento dos percolados do interior destes, paralização da disposição no local.
- Verificação de deslocamentos excessivos e risco de processos instabilizantes:
Ação: Verificação diária do nível de percolados do local, desentupimento do sistema de drenagem de percolados de base, abertura de drenos de gases próximos e retirada por bombeamento dos percolados do interior destes, redução da disposição na célula específica, reconformação geométrica e abertura de sangradouros (trincheiras drenantes localizadas para alívio da poro-pressão no interior da massa de resíduos).
- Erosão nos canais de drenagem pluvial:
Ação: Reconformação geométrica com solo compactado, revestimento com enleivamento, geotêxtil, tela biotêxtil e ou gabiões manta. Caso a causa da erosão seja velocidade de fluxo excessiva deverão ser implantados ainda redutores de velocidade e retentores de sedimentos do tipo “bermalonga”.
- Erosão em coberturas de solo e taludes de diques:
Ação: Reconformação geométrica com solo compactado, revestimento com enleivamento, geotêxtil, tela biotêxtil e retentores de sedimentos do tipo “bermalonga”.

- Surgimento de trincas na cobertura final e temporária devido aos processos de recalque na massa de resíduos:
Ação: Neste caso a cobertura existente deverá ser removida em uma faixa não inferior a 3,0 metros ao longo da trinca verificada, sendo logo em seguida, reexecutada com solo argiloso novo compactado seguido da aplicação de revestimento vegetal.
- Verificação de vazamentos nas redes do emissário de percolados e na linha de injeção dos percolados gerados na triagem no aterro:
Ação: Interrupção do fluxo no trecho, conserto da tubulação, remoção dos solos contaminados e disposição dos mesmos no aterro e recomposição da condição original do terreno.
- Diagnóstico de processos erosivos subsuperficiais:
Ação: Caracterização dos pontos de entrada e saída do sistema, selamento do *piping* formado com a injeção de misturas do tipo nata de cimento, argamassa fluida e ou solo-cimento com baixa permeabilidade.
- Acidentes operacionais que acarretem em contaminação das águas pluviais:
Ação: Comunicação ao órgão fiscalizador, realização de análises laboratoriais para determinação das características das águas acumuladas na lagoa de emergência pluvial, avaliação da condição dos líquidos armazenados, encaminhamento dos líquidos acumulados para tratamento em estações de tratamento e ou disposição em local previamente indicado pela fiscalização ambiental.
- Indicativos de contaminação nos poços de monitoramento do aterro sanitário:
Ação: Delimitação da área afetada pela pluma de contaminação através de investigações geofísicas, avaliação da necessidade de intervenção para contenção do avanço da pluma de contaminação, elaboração de projeto de remediação da área afetada.

3.8.6.4 Operações em condições adversas – épocas chuvosas

Principalmente no período chuvoso, deve-se ter um estoque de material de cobertura, de material granular para dreno e de cascalho para possíveis reparos. O aterro sanitário deve estar preparado para enfrentar qualquer situação. Os principais problemas e soluções são apresentados no **Quadro 3-18**.

Quadro 3-18: Principais problemas e soluções da operação em condições adversas em épocas chuvosas.

Problema	Solução
Acúmulo de água, poças e assoreamento.	Manutenção rigorosa do sistema de drenagem superficial.
Comprometimento do trânsito e descarregamento dos caminhões.	Manutenção das vias não pavimentadas.
Fissura nas células provocando infiltração das águas superficiais e, conseqüente, aumento da vazão de chorume.	Recomposição da camada de cobertura.

3.8.7 Manual de Operação do Aterro Classe I

Este Manual de Operação possui a finalidade de orientar os processos utilizados na operação das Células de Disposição de Resíduos Classe I da CGA Linhares e visa nortear de forma clara todos os envolvidos no processo de disposição dos resíduos recebidos na unidade, evitando assim possíveis falhas capazes de comprometer a eficiência do trabalho.

A disposição de resíduos perigosos em cavas impermeabilizadas, fundamentada em critérios de engenharia e nas normas técnicas específicas, permite confinar tais resíduos de uma forma segura e ambientalmente correta, controlar a poluição ambiental e proteger a saúde pública.

No entanto, a falta de critérios técnicos durante a implantação e operação pode conferir às células características indesejáveis, trazendo sérios riscos à saúde da população e ao meio ambiente.

3.8.7.1 Definição

A técnica de disposição de resíduos perigosos em cavas abertas no solo com características geológico-geotécnicas compatíveis, consiste da utilização de princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível. Impermeabilizando-se base e cobertura de forma que não seja permitido o contato e a propagação dos contaminantes existentes na massa de resíduos com o ambiente externo.

Este método de disposição final dos resíduos deve contar com todos os elementos de proteção ambiental:

- Sistema de dupla impermeabilização de base e laterais;
- Sistema de cobertura temporária da célula para evitar a contaminação das águas da chuva;
- Sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados;
- Sistema de coleta e tratamentos dos gases;
- Sistema de drenagem superficial;
- Sistema de tratamento de líquidos percolados;
- Sistema de monitoramento.

Além dessas exigências técnicas estruturais e construtivas, há que se avaliar, também, as probabilidades de impacto local e sobre a área de influência do empreendimento e se buscar medidas para mitigá-los.

Embora consistindo numa técnica simples, a disposição de resíduos perigosos em células, exige cuidados especiais e procedimentos específicos que devem ser seguidos, desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento.

De acordo com a NBR 10.157 da ABNT, recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos. O seu monitoramento deve prolongar-se, no mínimo, por mais 10 anos após o seu encerramento.

3.8.7.2 Rotina Operacional

Os procedimentos de operação do aterro, embora simples, devem ser sistematizados para que sua eficiência seja maximizada, assegurando seu funcionamento como destinação final, sanitária e ambientalmente adequada, dos resíduos sólidos recebidos na Central, ao longo de toda a sua vida útil.

Tais procedimentos devem ser registrados em relatórios diários, relatórios mensais de consolidação de dados, formulários e planilhas apropriadas, além de plantas de reconstituição das obras efetivamente executadas (“*as built*”).

Esses elementos devem ser adequadamente numerados, catalogados e arquivados, de modo a propiciar a avaliação periódica do empreendimento, assim como o desenvolvimento de estudos e pesquisas referentes ao desempenho das instalações que o compõem.

A operação do aterro de resíduos industriais classe I deverá seguir a seguinte rotina operacional:

3.8.7.2.1 Recepção dos Resíduos

O processo de disposição inicia no recebimento do resíduo. Este recebimento será realizado na portaria da central com a identificação do veículo transportador, da origem e da classificação do resíduo. Somente poderão ser recebidos na unidade veículos coletores e transportadores devidamente cadastrados e identificados.

Os veículos recebidos serão vistoriados e pesados por fiscal/balanceteiro, treinado e instruído para o desempenho adequado dessa atividade. Esse profissional deve verificar e registrar na planilha de pesagem diária de veículos a origem, a natureza e a classe dos resíduos que chegam ao empreendimento. Os resíduos industriais perigosos, da classe I, serão, logo após o recebimento na central,

encaminhado para o pavilhão de armazenamento temporário para serem vistoriados e classificados. Somente depois de definido o destino adequado dos resíduos recebidos e encaminhamento para beneficiamento e ou disposição nas células do aterro, é que estes poderão ser removidos da área de armazenamento temporário.

O transporte dos resíduos para as unidades de beneficiamento e ou para a disposição final, a partir do armazenamento e ou do pós-processamento, será realizado pela equipe de operação do aterro, sendo que caberá ao responsável pela disposição orientar a equipe quanto ao setor da célula indicado para a realização da descarga dos resíduos, conforme zoneamento definido para cada tipologia de resíduo.

A pesagem dos veículos transportadores deve ser realizada na entrada e saída dos veículos, permitindo desta forma, que se mantenha o controle dos volumes diários e mensais de resíduos dispostos.

3.8.7.2.2 Resíduos a serem recebidos na central que poderão ser encaminhados ao aterro de resíduos classe I

Poderão ser dispostos no aterro os Resíduos Sólidos de Classe I - Perigosos segundo as definições apresentadas na NBR 10.004 – Classificação de Resíduos Sólidos da ABNT.

Os resíduos perigosos são aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, apresentam risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Segundo a NBR 10.004 os Resíduos Sólidos de Classe I – Perigosos são aqueles que apresentam uma ou mais das seguintes características:

- Inflamabilidade;

- Corrosividade;
- Reatividade;
- Toxicidade, e;
- Patogenicidade;

Sempre que sobre os resíduos recebidos na central recair dúvida sobre sua classificação, perante as definições da NBR 10.004, eles deverão ser armazenados temporariamente até que tenham sua classificação comprovada por laudo técnico de análises laboratoriais, conforme normas específicas da ABNT, sendo que estas análises poderão ser realizadas em laboratórios cadastrados e ou no laboratório a ser implantado no interior da central.

3.8.7.2.3 Disposição dos Resíduos

Para que se possa dar início à disposição dos resíduos nas células conformadas por cavas escavadas no terreno as atividades de implantação referentes à impermeabilização, drenagens testemunho, drenagem de percolados, cobertura provisória e drenagem pluvial deverão ter sido concluídas.

a) Descarga

A descarga se dará a partir da borda da vala com auxílio de caminhões com caçambas basculantes, sempre na presença do fiscal de operações.

Cada célula de disposição terá seis pontos de descarga, dois junto aos fechamentos longitudinais e outros quatro juntos às laterais, sendo dois em cada lateral, do pavilhão da cobertura provisória.

b) Espalhamento e compactação

Na frente de operação os resíduos devem ser espalhados e compactados de forma a ocuparem o menor volume e maximizarem a ocupação das cavas.

O preenchimento progressivo da cava, através do lançamento, espalhamento e compactação dos resíduos, será realizado no interior da cava com um trator de esteira do tipo D4 ou D6 e, ou, dependendo da consistência dos resíduos, com o uso de retroescavadeiras.

O resíduo deverá ser empurrado contra o talude, formando uma rampa com inclinação de 1:3, atingindo uma capacidade de carga de aproximadamente 1,0 kg/cm². O resíduo disposto deverá atingir uma densidade mínima de 1,0 t/m³ a ser determinada através da comparação das medições volumétricas realizadas em levantamentos topográficos e dos dados de pesagem dos resíduos dispostos.

A operação de compactação deve ser realizada com movimentos repetidos do equipamento de baixo para cima, procedendo-se com passadas sucessivas (3 a 5 vezes), até que todo o material disposto esteja adequadamente adensado, ou seja, até que se verifique por controle visual que o incremento do número de passadas não ocasiona nenhuma redução significativa do seu volume aparente.

Os resíduos, dependendo de suas características físicas e composição química, como inflamabilidade e reatividade, poderão exigir a disposição em separado. Sendo que nesses casos a disposição poderá ser realizada em áreas diferentes na mesma célula, desde que os materiais reagentes sejam separados de forma segura por barreiras inertes.

c) Cobertura Final

Uma vez, concluída a etapa de disposição de resíduos na célula deverão ser iniciadas as atividades de implantação da cobertura final de envelopamento dos resíduos, com a execução, junto ao topo, da camada drenante de gases seguida

da implantação da geomembrana de PEAD de 1,5 mm do sistema de cobertura e da execução das camadas de solo argiloso e de solo orgânico.

Somente após a completa execução das camadas de cobertura final é que poderão ser iniciadas as atividades de desmonte e retirada do pavilhão de estrutura metálica da cobertura provisória.

Depois de realizado o desmonte e a retirada do pavilhão da cobertura provisória os serviços deverão ser finalizados com a implantação do enleivamento de proteção quanto a processos erosivos.

3.8.7.3 Manutenção

A manutenção das características das células de disposição de resíduos perigosos requer estreita obediência às especificações de projeto e do cumprimento das atividades rotineiras de manutenção, porém, poderão ocorrer situações emergenciais que exigirão ações imediatas.

Qualquer problema constatado deve ser corrigido rapidamente, para evitar o seu agravamento. Por esse motivo, um serviço de manutenção eficaz é imprescindível.

3.8.7.3.1 Atividades rotineiras de manutenção

Como atividades rotineiras, é recomendado:

- Manter na área de disposição o manual de operação e um livro para registro de ocorrências;
- Manter atualizados, na unidade, os cartões de vacinação dos funcionários;
- Manter meio de comunicação para contato com o responsável técnico e para utilização em ações de emergência;
- Manter um estojo de primeiros socorros, repor periodicamente os materiais utilizados e substituir os vencidos;

- Fazer uso rigoroso dos EPIs como máscaras, luvas, botas e uniformes, de modo a minimizar a possibilidade de contaminação e garantir a boa qualidade de trabalho;
- Higienizar diariamente as instalações de apoio operacional;
- Limpar a unidade, removendo os materiais espalhados pelo vento e ou dispersos durante as operações de disposição;
- Efetuar periodicamente a capina da área, para manutenção do paisagismo;
- Realizar inspeções e manutenções periódicas no sistema de cobertura final das células encerradas, mantendo a cobertura vegetal sobre os taludes, de forma a protegê-los contra erosões;
- Manter sempre limpas e desobstruídas as sarjetas e os demais dispositivos de drenagem pluvial;
- Manter o revestimento de acessos para permitir o trânsito a qualquer tempo;
- Efetuar inspeções e manutenções periódicas no sistema de drenagem de chorume, removendo materiais depositados nos fundos das caixas de bombeamento;
- Verificar a funcionalidade e o estado geral das bombas submersas indicadas para o bombeamento dos percolados e de possíveis fugas verificadas pelos sistemas de drenagem testemunho;
- Verificar diariamente a necessidade de se manter acesa a chama dos queimadores de gás;
- Limpar e fazer eventuais reparos nos equipamentos e máquinas ao final de cada dia de trabalho;
- Limpar e manter em boas condições de tráfego as vias de acesso com vistorias diárias;
- Realizar o controle de acesso para evitar o acesso de pessoas não autorizadas e animais;
- Realizar medições, pesagens e acompanhamento diário do programa de monitoramento.

3.8.7.3.2 Atividades emergenciais de manutenção

Dentre as possíveis situações emergenciais que poderão existir e exigirão ações imediatas podemos citar:

- Falhas no sistema de sarjetas de drenagem pluvial:
Ação: Reconformação geométrica e reexecução do revestimento.
- Entupimento do sistema de caixas-de-coleta e bueiros da drenagem pluvial:
Ação: Desentupimento do sistema com a retirada de materiais que, por ventura, tenham sido carregados para o interior das tubulações.
- Erosão em coberturas de solo e taludes de aterros:
Ação: Reconformação geométrica com solo compactado, revestimento com enleivamento, geotêxtil, tela biotêxtil e retentores de sedimentos do tipo “bermalonga”.
- Verificação de vazamentos através do surgimento de líquidos nos poços de bombeamento dos sistemas de drenagem testemunho:
Ação: Comunicação ao órgão de controle ambiental competente. Início imediato da remoção dos líquidos do interior do poço com encaminhamento para realização de análises laboratoriais e determinação da origem se por contaminação cruzada superficial e ou por vazamento a partir do sistema de impermeabilização (inferior ao sistema de impermeabilização e ou localizado entre os panos de geomembrana da dupla impermeabilização).
- Acidentes operacionais que acarretem em contaminação das águas pluviais:
Ação: Comunicação ao órgão de controle ambiental competente, tomada de medidas de acumulação dos líquidos contaminados, implantação de barreiras atenuantes para redução dos efeitos de contaminação ambiental.

- Indicativos de contaminação nos poços de monitoramento do aterro;
Ação: Delimitação da área afetada pela pluma de contaminação através de investigações geofísicas, avaliação da necessidade de intervenção para contenção do avanço da pluma de contaminação, elaboração de projeto de remediação da área afetada.
- Ruptura da cobertura provisória;
Ação: Cobertura dos resíduos com geomembrana de PEAD de sacrifício para evitar contaminação por águas pluviais, execução de reparos como a soldagem do trecho afetado e ou execução de “manchões” sobre as perfurações verificadas.

3.8.7.4 Operações em condições adversas – épocas chuvosas

A disposição de resíduos em épocas chuvosas será viabilizada pelo uso da cobertura provisória, sendo que, durante eventos chuvosos a descarga dos caminhões basculantes deverá ser realizada com o mesmo no interior da área coberta.

Durante os períodos chuvosos os caminhões basculantes deverão rodar com os resíduos cobertos por lonas em ótimo estado de conservação e perfeitamente presas à carroceria para que as águas de chuva não entrem em contato com os resíduos.

Principalmente no período chuvoso, deve-se ter um estoque de material granular para revestimento dos acessos.

3.8.8 Canteiro de Obras

As instalações do canteiro atenderão ao disposto nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, com destaque para as NR-10 – Instalações e Serviços

em Eletricidade; NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais; NR-12 – Máquinas e Equipamentos; NR-18 – Condições de Trabalho na Indústria da Construção; NR-20 – Líquidos Combustíveis e Inflamáveis; NR-23 – Proteção Contra Incêndio; NR-24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e NR-26 – Sinalização de Segurança.

O empreendedor dispõe de diretrizes que estabelecem as condições mínimas a serem observadas na implantação do canteiro de obras. Assim, para garantir condições de conforto e higiene dos trabalhadores, na fase de implantação, o canteiro de obras deverá incluir, no mínimo, os itens indicados:

- Almoxarifados (24m²);
- Escritórios administrativos (24m²);
- Refeitório (20m²);
- Vestiários e Banheiros (48m²);
- Ambulatório Médico (12m²);
- Sala técnica (12m²);

O canteiro de obras será instalado ao lado do local da futura administração do empreendimento.

Para a implantação dos canteiros de obras haverá a preparação do terreno e, logo em seguida, a marcação de pontos com locação das estruturas e montagem do canteiro. Após a conclusão das obras, o canteiro será desmontado.

3.8.9 Efluentes líquidos na fase de instalação

Os efluentes gerados nas dependências administrativas do canteiro de obras serão encaminhados para reservatórios estanques e, posteriormente, destinados de forma adequada por empresas especializadas e devidamente licenciadas.

Para o dimensionamento destes estanques e/ou caixas de acúmulo doméstico do canteiro de obras será considerada uma contribuição de 76 funcionários no pico das obras.

Na fase de instalação não haverá resíduos oleosos, todo serviço de lavagem de veículos e troca de óleo serão externos. Ressalta-se que como forma de reduzir a geração de efluentes acidentais, o abastecimento dos veículos será realizado em postos revendedores de combustíveis localizados nas proximidades do empreendimento.

3.8.10 Resíduos sólidos na fase de instalação

O gerenciamento dos resíduos gerados durante a fase de instalação será de responsabilidade da empresa contratada para execução da obra, que garantirá a rastreabilidade dos resíduos gerados no canteiro. Os resíduos sólidos gerados no canteiro de obras poderão ser classificados, segundo a ABNT NBR 10.004/2004, em:

- Resíduos Classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade, em função de suas propriedades químicas ou infecto-contagiosas, apresentando pelo menos uma das seguintes características: Inflamabilidade, Corrosividade, Reatividade, Toxicidade, Patogenicidade e Radioatividade.
- Resíduos Classe II – Não-perigosos:
 - Resíduos Classe IIA – Não-inertes: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I - Perigosos, ou de resíduos Classe IIB-Inertes. Os resíduos classe IIA podem ter propriedades, tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;
 - Resíduos Classe IIB – inertes: são aqueles que quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006,

não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

O gerenciamento dos resíduos sólidos do canteiro de obras aplica-se aos processos de segregação e disposição dos resíduos gerados nas instalações administrativas e atividades construtivas, dos canteiros de obras do empreendimento, e objetiva estabelecer as diretrizes para o manejo e disposição dos resíduos gerados, a fim de minimizar os impactos ambientais negativos, atendendo a legislação ambiental e outros requisitos aplicáveis, com validade no período de execução das obras.

O gerenciamento dos resíduos passará por cinco etapas bem definidas, descritas a seguir:

- **Caracterização:** a caracterização adequada dos resíduos é o passo inicial para o desenvolvimento das ações para o seu gerenciamento. Contribui para esta etapa, o conhecimento dos processos que originaram o resíduo, o conhecimento do histórico das atividades que lhe deram origem e um plano de caracterização eficaz.
- **Coleta seletiva:** os resíduos devem ser depositados, segundo a Resolução CONAMA nº 275/01, em recipientes específicos de acordo com sua classificação de acordo com o **Quadro 3-19**.

Quadro 3-19: Classificação dos acondicionadores para resíduos segundo a Resolução CONAMA nº 275/01.

Tipo de Resíduo	Cor Acondicionador
Plástico	Vermelho
Resíduo não reciclável	Cinza
Resíduo orgânico	Marrom
Metal	Amarelo
Vidro	Verde
Papel	Azul
Resíduo perigoso	Laranja
Madeira	Preto

- **Manuseio:** os funcionários responsáveis pela coleta, segregação e disposição primária de resíduos deverão portar EPIs como uniformes, botas (couro ou PVC) e luvas (quando aplicável). Os resíduos oriundos das atividades administrativas normais serão manuseados pela equipe de limpeza da contratada.
- **Armazenamento temporário:** Serão mantidos coletores identificados com cores padronizadas pela CONAMA nº275/01 no canteiro de obras, para a destinação temporária dos resíduos até sua coleta pela empresa contratada.
- **Transporte final:** O transporte e destinação final dos resíduos serão realizados por empresa contratada, com autorização comprovada e localização aprovada junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA) e aprovada pela Vital.

O gerenciamento dos resíduos sólidos da CGA Linhares deverá atender ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS (**Capítulo 08 – Programa de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos Ambientais**), visando à redução na geração, maior reutilização e reciclagem e uma disposição adequada dos resíduos. Este plano busca a minimização dos impactos ambientais e riscos à saúde humana, bem como o atendimento da legislação vigente no País e aos requisitos da Política Ambiental do empreendedor.

3.8.11 Áreas de Empréstimo e Bota-fora

As áreas externas à CGA Linhares para fins de empréstimo e bota-fora, caso esta seja uma necessidade, deverão ser devidamente licenciadas. Além disso, serão considerados aspectos como a localização dessas possíveis áreas e sua capacidade de suprimento das demandas, buscando, sempre que possível, aquelas que melhor se adequem às necessidades previstas e localizadas mais próximas da área de intervenção da Central.

Prevê-se que o mesmo material retirado para preparação das células de destinação de resíduos seja utilizado para posterior cobertura, sendo depositados em locais previamente definidos, dentro dos limites da CGA Linhares, de forma que não venham obstruir o sistema de drenagem natural e/ou da obra.

3.8.12 Consumo de água e energia

Estima-se para fase de implantação e operação da CGA Linhares um consumo de água bruta na ordem de 30m³/mês. Esta água será captada de poço de aquífero confinado (poço tubular). O poço deverá ser revestido e equipado para conferir todas as normas de segurança física e ambiental.

Ressalta-se que a perfuração do poço tubular profundo seguirá os itens descritos na Norma NBR ABNT 12.244 – Construção de poço tubular profundo para captação de água subterrânea, onde também se encontram previstas medidas de proteção ambiental.

Quanto ao consumo de energia, estima-se para fase de implantação e operação da CGA Linhares um gasto de 11.000Kwh/mês.

3.8.13 Mão de obra das fases de instalação e operação

A mobilização de mão de obra acontecerá nas fases de implantação (obras) e de operação do empreendimento. Ao longo das atividades, na fase de construção estão previstos 76 profissionais e na fase de operação um quantitativo de 69 profissionais, considerando o mês de pico de alocação de mão de obra. Serão priorizados para fins de contratação:

- Para ambas as fases, trabalhadores locais;
- Para a fase de operação, pessoal capacitado mediante a parceria com instituições de ensino renomada.

A seguir, são apresentados os histogramas de mão-de-obra para as fases mencionadas (**Figura 3-76 e Figura 3-77**). Em seguida, são apresentadas para as duas fases, o quantitativo exigido por cargo, bem como sua qualificação.

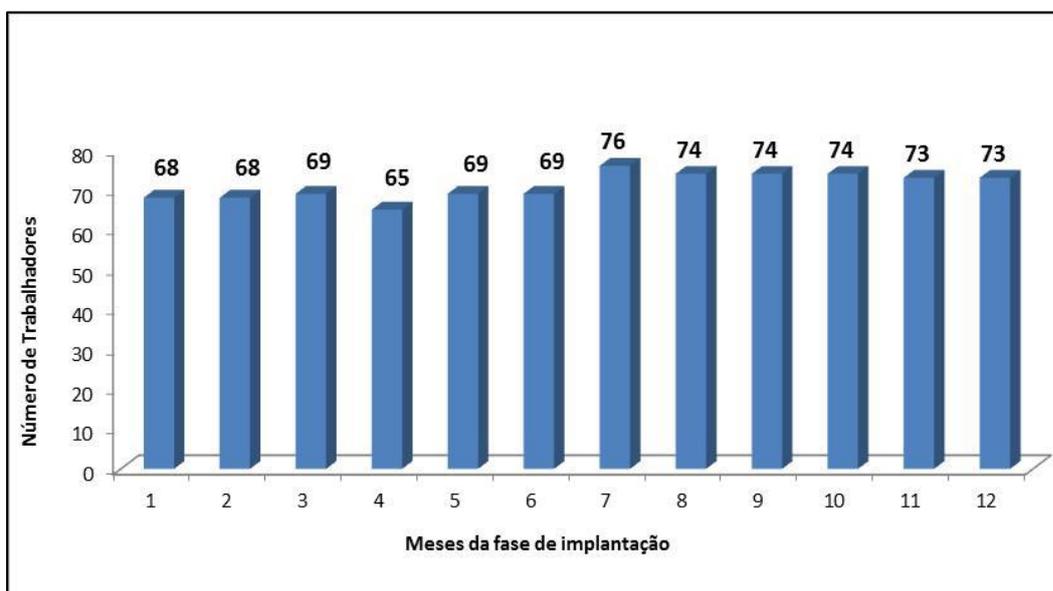


Figura 3-76: Histograma da mão de obra direta na fase de instalação.

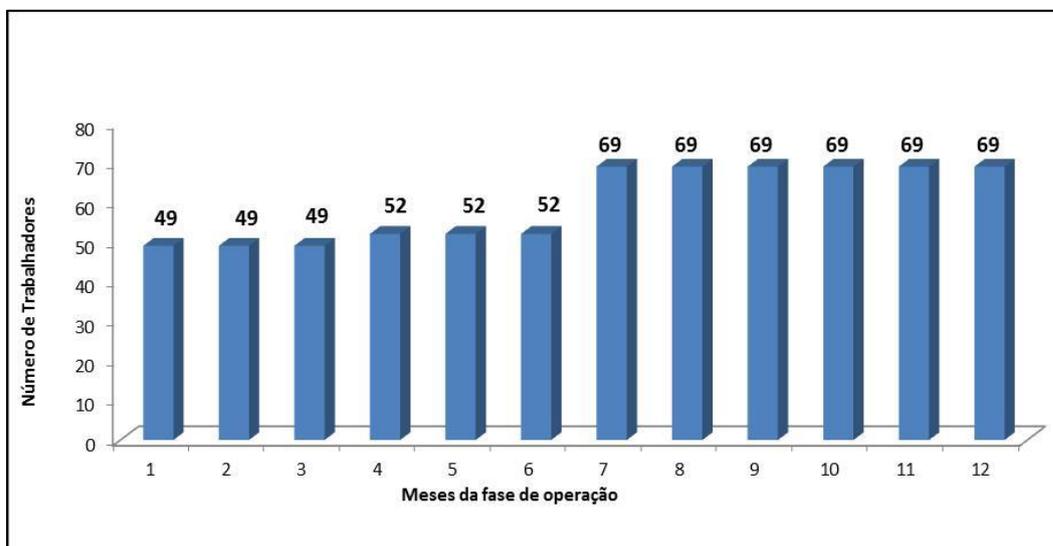


Figura 3-77: Histograma da mão de obra direta na fase de operação.

Para a fase de instalação da CGA Linhares, como se observa por meio da **Tabela 3-17**, serão requeridos profissionais nas seguintes áreas.

Tabela 3-17: Estimativa de contratação de profissões por escolaridade (instalação).

Profissões	Quantitativo no pico	Escolaridade
SUPOORTE ADMINISTRATIVO		
Administrador	1	Superior completo
Auxiliar Administrativo	1	Médio completo
Engenheiro de Seg. do Trabalho	1	Superior completo
Engenheiro Civil	1	Superior completo
Engenheiro Mecânico	1	Superior completo
Técnico edificações	1	Ensino médio com curso técnico
Técnico em Segurança do Trabalho e Meio Ambiente	1	Ensino médio com curso técnico
Vigias/ Seguranças	8	Fundamental incompleto
Copeiras	1	Fundamental incompleto
SERVIÇO		
Ajudantes de topografia	2	Médio completo
Serventes/ Ajudante de pedreiro	18	Fundamental incompleto
Encarregado	1	Médio completo
Motorista de Caminhão Munck	1	Médio completo
Motorista de carro pipa	2	Médio completo
Motoristas de basculante	6	Médio completo
Operador de escavadeira	2	Médio completo
Operador de trator	1	Médio completo
Operador de pá carregadeira	2	Médio completo
Operador de rolo compactador	2	Médio completo
Patroleiro	2	Médio completo
Pedreiro	9	Fundamental incompleto
Topógrafo	1	Ensino médio completo
Almoxarife	1	Fundamental completo
Eletricista	3	Ensino médio completo
Pintor	4	Fundamental incompleto
Soldador	2	Fundamental completo
SUPOORTE MECÂNICO		
Chefe de mecânica	1	Ensino médio completo e curso técnico
Mecânico	1	Ensino médio completo e curso técnico
Ajudante de mecânica	2	Fundamental completo
Eletricista	1	Ensino médio completo e curso técnico
Lavador de veículos	1	Fundamental incompleto
Borracheiro	1	Fundamental incompleto
TOTAL MÃO DE OBRA DE IMPLANTAÇÃO	76	

Fonte: Vital Engenharia Ambiental.

Para o pico da fase de operação, as profissões exigidas são expostas na **Tabela 3-18**.

Tabela 3-18: Estimativa de contratação de profissões por escolaridade (operação).

Profissões	Quantitativo no Pico	Escolaridade
GERÊNCIA GERAL E ADM. GERAL		
Gerente	1	Superior completo
Supervisor administrativo financeiro	1	Superior completo
Supervisor operacional	1	Superior completo
Assistente administrativo e de pessoal	1	Médio completo
Auxiliar de controle operacional e de custos	1	Médio completo
Fiscais de balança	3	Médio completo
Vigias/ Seguranças	8	Fundamental incompleto
Copeiras	2	Fundamental incompleto
OPERACIONAL ATERRO CLASSE II A		
Engenheiro de aterro	1	Superior completo
Fiscal de aterro	1	Superior completo
Encarregado de aterro	1	Médio completo com curso técnico
Serventes de aterro	4	Fundamental completo
Encarregado de máquina	1	Médio completo
Apontadores	2	Médio completo
Operadores de trator de esteira	3	Médio completo
Operador de retroescavadeira	1	Médio completo
Operadores de caminhão basculante	2	Médio completo
Operador de caminhão pipa	1	Médio completo
MANUTENÇÃO GERAL		
Chefe	1	Médio completo com curso técnico
Mecânico	1	Médio completo com curso técnico
Ajudante	2	Médio completo
Eletricista	1	Médio completo com curso técnico
Hidráulico	1	Médio completo com curso técnico
Pedreiro	1	Fundamental completo
Servente de pedreiro	1	Fundamental completo
UNIDADE DE ARMAZENAMENTO PROVISÓRIO		
Operador de empilhadeira	1	Médio completo
Operador de retroescavadeira	1	Médio completo
Ajudantes Gerais	2	Médio completo
SOLIDIFICAÇÃO/ ESTABILIZAÇÃO/ BLENDING		
Encarregado	1	Médio completo com curso técnico
Técnicos em química	2	Médio completo com curso técnico
Operadores	2	Médio completo com curso técnico
Ajudantes Gerais	2	Médio completo
Motorista	1	Médio completo
OPERACIONAL ATERRO CLASSE I		
Apontadores	1	Médio completo
Servente de aterro	1	Médio completo
Operador de retroescavadeira	1	Médio completo
Operador de trator de esteira	1	Médio completo
Operador de caminhão basc./ com guincho	1	Médio completo

Continua...

Tabela 3-18 (continuação): Estimativa de contratação de profissões por escolaridade (operação).

Profissões	Quantitativo no Pico	Escolaridade
UNIDADE DE TRATAMENTO DE RSS		
Servente	1	Médio completo
Operador de caldeira	1	Médio completo
Auxiliar de escritório	1	Médio completo
UNIDADE DE COMPOSTAGEM		
Chefe de equipe	1	Médio completo com curso técnico
Serventes de aterro	2	Médio completo
Operador de retroescavadeira	1	Médio completo
UNID. DE DESIDRATAÇÃO DE RESÍDUOS DE FOSSA SÉPTICA		
Chefe de equipe	1	Médio completo com curso técnico
Servente	1	Médio completo
TOTAL MÃO DE OBRA DE OPERAÇÃO	69	

Fonte: Vital Engenharia Ambiental.

É importante destacar que, os profissionais para alocação nas funções e profissões listadas acima, serão contratados mediante a uma parceria estabelecida com o SINE de Linhares, sendo que os profissionais passarão por treinamentos para o exercício da função. Para os cargos que exijam habilitação (exemplo: motorista), os profissionais contratados deverão possuir Carteira Nacional de Habilitação (CNH) compatível.

3.8.14 Acessos e condições de pavimentação

3.8.14.1 Acesso Externo

O acesso à área de implantação do empreendimento se dá a partir da rodovia federal BR-101/ES, km 162,5, onde existe um acesso local, denominado de Estrada do Poço que consiste de uma via local não pavimentada com extensão de 5,6 km.

Essa via local de acesso possui pista única, com duplo sentido de tráfego. Para a implantação do empreendimento será necessário manter esta via em condições de tráfego mesmo em condições de tempo adversas, para tanto deverá ser providenciada sua manutenção para que a mesma apresente largura de pista de

10 m e revestimento primário com material pétreo, devendo-se manter também a rede superficial de drenagem de águas pluviais, a sinalização de trânsito e a iluminação.

3.8.14.2 *Acessos Internos*

O acesso ao interior da área da Central será realizado junto à testada da propriedade com a Estrada do Poço paralelamente a divisa Sudoeste, onde estará locada uma guarita de controle de acesso. Na sequência da guarita de acesso estão locadas as balanças de pesagem, os estacionamentos de caminhões e de veículos leves, as unidades auxiliares de operação, uma oficina e um posto interno de abastecimento.

Para viabilizar as obras de implantação e a operação dos aterros de disposição de resíduos e das unidades auxiliares será implantado um acesso perimetral no entorno da área ocupada, complementarmente a este acesso perimetral serão realizados acessos no entorno dos aterros e das unidades auxiliares, conforme mostra a **Figura 3-78**. Essa via liga o acesso externo às edificações auxiliares que se desenvolvem ao longo deste e ao dique de confinamento do aterro.

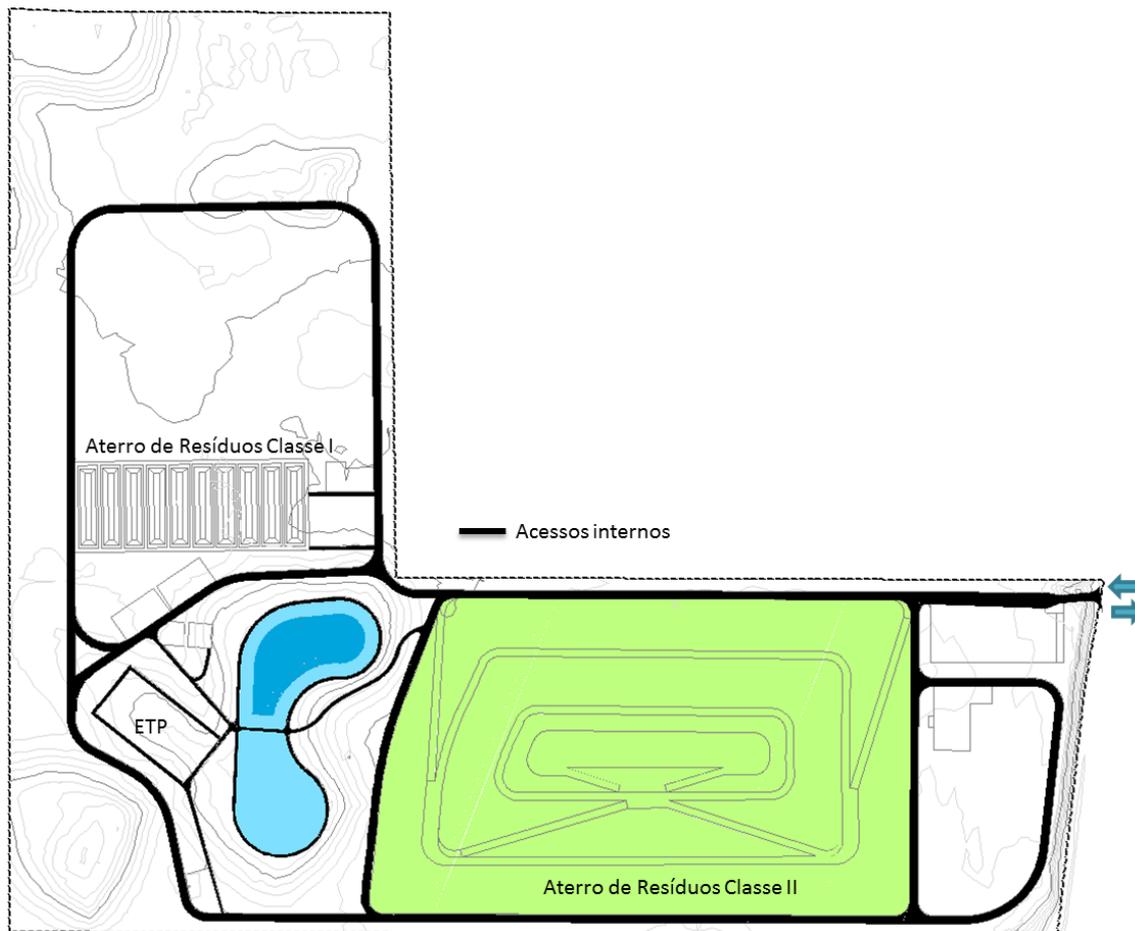


Figura 3-78: Acessos internos do empreendimento.

Todos os acessos internos possuirão uma plataforma de terraplenagem de 10 m de largura. Sobre a plataforma de terraplenagem será executada uma pista revestida por material pétreo em uma camada com espessura de 30 cm e largura total de 7,0 m. A pista será composta por duas faixas de tráfego de sentidos opostos com largura de 3,5 m com declividade transversal, a partir do eixo para os bordos, de 2 %, a partir do final da pista de rolamento serão implantados os dispositivos de drenagem.

A partir do cercamento da área existirá um caminho de serviço com largura de 5,0 metros, um cortinamento vegetal de largura de 5 metros e a partir desse, então, estará o acesso perimetral da área, conforme mostra a **Figura 3-79**

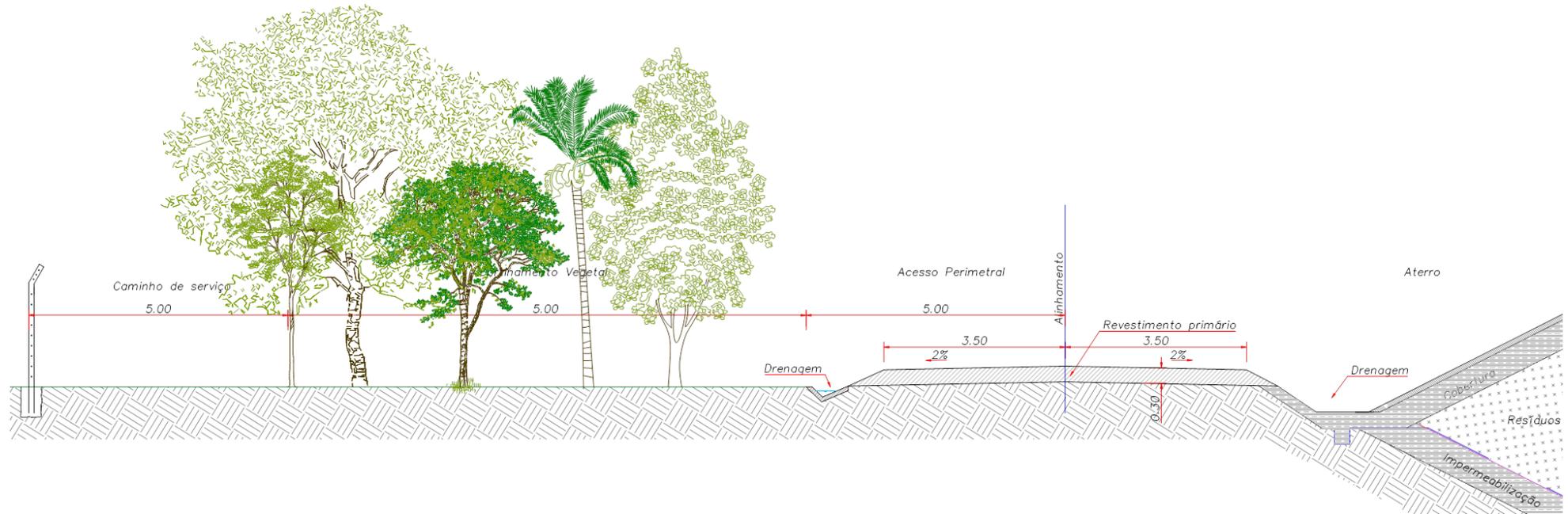


Figura 3-79: Detalhe Típico: Caminho de Serviço, Cortinamento Vegetal e Acessos Perimetrais.

3.8.14.3 *Sinalização para o tráfego nos acessos principais*

A sinalização, horizontal e vertical, será elaborada segundo as técnicas de engenharia de tráfego, objetivando, basicamente: regulamentar o uso da via principal e advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas.

Deverá ser realizada a sinalização adequada das estradas e acessos, localizadas em área rural, e que serão utilizadas pelos caminhões para transporte de resíduos. As placas a serem utilizadas serão de sinalização de regulamentação e sinalização de advertência.

Nas entradas das vias que dão acesso à Central deverão ser instaladas placas com o intuito de informar aos transeuntes e motoristas da presença de tráfego de caminhões naqueles locais e de orientação aos trabalhadores quanto da necessidade de parada obrigatória nas saídas para a rodovia.

Serão adotadas também placas nas vias internas da área do empreendimento indicando a velocidade máxima permitida nestes locais.

Vale ressaltar que todas as leis de trânsito brasileiras deverão ser rigorosamente cumpridas, o descumprimento por parte dos funcionários será passível de advertência e posterior destituição. Além disso, a fixação dessas placas, altura, tamanhos seguirão o estabelecido nas Resoluções CONTRAN nº 180/2005 e nº 243/2007.

3.8.15 Regime de trabalho

3.8.15.1 *Fase de instalação*

Durante a implantação do projeto, o regime de trabalho se dará no período diurno, de segunda a sábado, de 08:00 h as 16:20 h.

3.8.15.2 Fase de operação

O projeto da CGA Linhares pretende viabilizar o recebimento de resíduos de segunda a sábado, 24 horas por dia. Para tanto, prevê-se a implantação de um sistema de iluminação de acessos internos e áreas de armazenamento e disposição de resíduos. Prioritariamente, as operações de disposição de resíduos deverão ser realizadas no horário compreendido entre 6 horas da manhã e 20 horas da noite. Os setores administrativos funcionarão de segunda a sexta, de 08:00 às 18:00 h.

3.8.16 Cronograma de execução

O início das obras de construção da CGA Linhares ocorrerá quando do recebimento da Licença Instalação do empreendimento, observadas todas as condicionantes determinadas pelo órgão ambiental. A previsão é que as obras do aterro classe II, unidades de apoio e lagoas fiquem prontas em 6 meses, enquanto que as demais unidades, tais como aterro classe I e autoclave, deverão estar prontas em 1 ano.

O início da operação do empreendimento está condicionado à emissão da Licença de Operação (LO), que por sua ocorre após a verificação da conformidade da construção com o estabelecido em projeto e da eficácia das medidas de controle ambiental estabelecidas nas condicionantes das licenças anteriores.

3.8.17 Estimativa do custo total do empreendimento

A **Tabela 3-19** apresenta os investimentos previstos pelo empreendedor, que serão despendidos ao longo do período de instalação e operação da Central de Gestão Ambiental Linhares.

Tabela 3-19: Estimativa paramétrica de quantidades e custos - Projeto Executivo.

Descrição	INVESTIMENTO
Aterro Classe II	R\$ 21.131.899,97
Cobertura Final Aterro Classe II	R\$ 9.842.802,82
Aterro Classe I	R\$ 6.586.021,97
Cobertura Final Aterro Classe I	R\$ 1.346.394,34
Unidades Auxiliares	R\$ 2.138.813,44
Unidades Classe I	R\$ 1.262.668,28
Unidade de Compostagem	R\$ 2.337.350,17
Unidade de Desidratação	R\$ 701.563,91
Unidade de Autoclavagem	R\$ 470.500,20
Total do Investimento	R\$ 45.818.015,10
Estação de Tratamento de Percolados - Evaporador	R\$ 1.365.877,49
Total do Investimento - Com Evaporação	R\$ 47.183.892,59
Estação de Tratamento de Percolados - Osmose	R\$ 291.968,54
Total do Investimento - Com Instalação para Osmose	R\$ 46.109.983,64

3.8.18 Plano de Emergências do Empreendimento

3.8.18.1 Conceito e objetivo

Situação de emergência é qualquer anormalidade de fenômenos naturais ou de ação humana que, provocam riscos à integridade física das pessoas, prejuízos ao patrimônio, comunidade e continuidade das operações.

Para controlar tais situações nos aterros de resíduos foi criado este Plano de Contingência e Emergência. O objetivo deste plano é assegurar uma ação organizada e eficaz a qualquer sinistro ou emergência natural e/ou feita pelo homem.

Este plano fornecerá procedimentos para controle de qualquer situação de emergência, estabelecerá o conceito geral de organização à ação e operação necessária para atender uma variedade de situações de emergência e identificará e designará as responsabilidades nestas situações.

A necessidade de preservar a ordem é fundamental nas atitudes operacionais dos acontecimentos extraordinários ao dia normal da empresa.

3.8.18.2 Riscos Gerais

Relacionam-se a seguir os riscos mais frequentes que podem acontecer durante os diversos serviços do aterro, bem como as medidas de prevenção que serão adotadas. Para facilitar o entendimento tais riscos de acidentes foram divididos em função dos principais equipamentos e máquinas a serem usados na operação do empreendimento.

- **Risco de acidentes com a utilização de tratores de esteira**

O **Quadro 3-20** detalha os principais riscos com tal tipo de equipamento, quais dispositivos de segurança ele disporá e as medidas preventivas que serão adotadas visando à prevenção de acidentes.

Quadro 3-20: Riscos de acidentes com a utilização de Trator de Esteira.

Ações nas quais a máquina será empregada	Equipamentos de segurança na máquina	Riscos inerentes	Medidas de segurança preventiva
Arrastamento, espalhamento e compactação das pilhas de resíduos descarregadas na frente de descarga.	Cabine reforçada para proteção do operador; Buzina elétrica; Sinal sonoro quando em ré; Extintor de Incêndio.	Impacto em objetos e outras máquinas.	Treinamento adequado do operador; Respeito às distâncias de segurança entre equipamentos; Deslocamento na perpendicular entre máquinas em funcionamento.
		Atropelamento de pessoas.	Proibida a entrada de qualquer pessoa que não pertença à equipe de trabalho; Trabalhadores a pé usarão EPIs adequados com faixas refletoras, capacete e máscara antipoeira; Uso de sinal sonoro quando operando em ré.
		Início de incêndio nos resíduos.	Estoque de terra na proximidade para cobrir os materiais incendiados; Evacuação da área Acionamento de equipe de emergência.
		Ocorrência de resíduos perigosos.	Evacuação da área; Acionamento de equipe de emergência para análises e eventualmente evacuação dos resíduos.

Continua...

Quadro 3-20 (continuação): Riscos de acidentes com a utilização de Trator de Esteira.

Ações nas quais a máquina será empregada	Equipamentos de segurança na máquina	Riscos inerentes	Medidas de segurança preventiva
<p>Espalhamento e compactação do material argiloso escavado nos estoques de material (jazidas) sobre os resíduos.</p> <p>Espalhamento do material escavado para constituição da base do aterro.</p>		Impacto em objetos e outras máquinas.	<p>Treinamento adequado do operador;</p> <p>Respeito às distâncias de segurança entre equipamentos;</p> <p>Deslocamento na perpendicular entre máquinas em funcionamento.</p>
<p>Espalhamento do material escavado para constituição da cobertura definitiva do aterro;</p> <p>Regularização dos taludes das áreas de jazidas de solo;</p> <p>Colocação da camada de terra vegetal nos taludes definitivos do aterro e dos estoques de material.</p>	<p>Cabine reforçada para proteção do operador;</p> <p>Buzina elétrica;</p> <p>Sinal sonoro quando em ré;</p> <p>Extintor de Incêndio</p>	Atropelamento de pessoas.	<p>Treinamento adequado do operador;</p> <p>Proibida a entrada de qualquer pessoa que não pertença à equipe de trabalho;</p> <p>Trabalhadores a pé usarão EPI's adequados com faixas refletoras, capacete e máscara antipoeira;</p> <p>Uso de sinal sonoro quando operando em ré;</p> <p>Placas de Sinalização.</p>

• **Risco de acidentes com a utilização de pás carregadeiras / escavadeiras hidráulicas**

O **Quadro 3-21** detalha os principais riscos com tal tipo de equipamento, quais dispositivos de segurança ele disporá e quais as medidas preventivas que serão adotadas visando à prevenção de acidentes.

Quadro 3-21: Riscos de acidentes com a utilização de Pás Carregadeiras / Escavadeiras Hidráulicas.

Ações nas quais a máquina será empregada	Equipamentos de segurança na máquina	Riscos inerentes	Medidas de segurança preventiva
Carregamento de caminhões; Construção de diques de delimitação da célula em operação; Colocação de material fino de proteção da geomembrana;	Cabine com supressor de ruído; Buzina elétrica; Espelhos retrovisores; Limpadores de para brisa;	Impacto em objetos e outras máquinas; Princípio de Incêndio.	Treinamento adequado do operador; Respeito às distâncias de segurança entre equipamentos; Deslocamento na perpendicular entre máquinas em funcionamento.
Transporte e descarregamento de pedras para execução dos poços de captação de biogás; Espalhamento de argila para a constituição das coberturas temporárias; Ajuda na construção de pistas temporárias e pátio de manobra; Destruição de pistas temporárias.	Freios hidráulicos; Ar condicionado; Luzes direcionais; Luzes para deslocamento; Suspensão pneumática; Proteção contra sol; Extintores de Incêndio.	Atropelamento de pessoas.	Treinamento adequado do operador; Proibida a entrada de qualquer pessoa que não pertença à equipe de trabalho; Trabalhadores a pé usarão EPI's adequados com faixas refletoras, capacete e máscara antipoeira; Uso de sinal sonoro quando operando em ré.

- **Risco de acidentes com a utilização de caminhões basculantes**

O **Quadro 3-22** detalha os principais riscos com tais tipos de equipamento, quais dispositivos de segurança eles disporão e quais as medidas preventivas que serão adotadas visando à prevenção de acidentes.

Quadro 3-22: Riscos de acidentes com a utilização de Caminhões Basculantes.

Ações nas quais a máquina será empregada	Equipamentos de segurança na máquina	Riscos inerentes	Medidas de segurança preventiva
Transporte de materiais.	Cabine com assentos; Buzina elétrica; Espelhos retrovisores; Limpadores de para brisa; Freios hidráulicos; Luzes direcionais; Luzes para deslocamento; Suspensão pneumática; Proteção contra sol; Sinal sonoro de ré; Extintores de Incêndio.	Impacto em objetos e outras máquinas; Princípio de Incêndio.	Treinamento adequado do operador; Respeito às distâncias de segurança entre equipamentos; Deslocamento na perpendicular entre máquinas em funcionamento.
		Atropelamento de pessoas.	Treinamento adequado do operador; Proibida a entrada de qualquer pessoa que não pertença à equipe de trabalho; Trabalhadores a pé usarão EPI's adequados com faixas refletoras, capacete e máscara antipoeira; Uso de sinal sonoro quando operando em ré; Cumprir procedimentos Operacionais.

- **Riscos ligados à circulação de máquinas e pessoas**

Relacionam-se no **Quadro 3-23**, os riscos mais frequentes que podem acontecer durante os diversos serviços da operação e manutenção não relacionados diretamente com máquinas.

Quadro 3-23: Riscos de acidentes não relacionados diretamente com máquinas.

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
<p>Colisões; Atropelamentos.</p>	<p>Respeitar as informações e as sinalizações de circulação do local: vias de circulação, lugares de descarregamento, limitações de velocidade, lugares de estocagem...;</p> <p>Delimitação e balizamento eventual das zonas de trabalho;</p> <p>Para toda operação de descarga: só uma pessoa está autorizada a descer do veículo para abrir as portas e efetuar o descarregamento;</p> <p>Toda pessoa que tenha acesso a uma zona de trabalho, deve estar equipada de calçados de segurança com as solas antiderrapantes, de um capacete de segurança e um colete de fácil visibilidade;</p> <p>Placas de Sinalização;</p> <p>Estacionamento dos veículos leves fora da zona de trabalho, em estacionamento próprio e ou lugar de boa visibilidade.</p>
<p>Fugas de gás por desgaste das canalizações; Dispersão dos resíduos transportados; Derramamento accidental dos líquidos poluentes de dispersão accidental.</p>	<p>Reparo das redes;</p> <p>Balizamento das canalizações;</p> <p>Verificação do condicionamento dos resíduos;</p> <p>Suspender a emissão se possível;</p> <p>Limitar a propagação com a ajuda de materiais absorventes.</p>

- **Riscos ligados à manutenção mecânica**

Quadro 3-24: Riscos Ligados à Manutenção Mecânica.

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
<p>Quedas de cargas (escada, macacos, guinchos, carrinho de cargas);</p> <p>Desabamento;</p> <p>Esmagamento;</p> <p>Queimaduras;</p> <p>Incêndio em equipamentos e caminhões;</p> <p>Rebocamento de veículos.</p>	<p>Identificação do peso das cargas;</p> <p>Utilização de material adequado para efetuar a manutenção;</p> <p>Verificação obrigatória periódica do material de manutenção;</p> <p>Balizamento se necessário;</p> <p>Uso de capacete de segurança e de calçado de segurança;</p> <p>Uso de sapatos de segurança;</p> <p>Gestos e postura adequados; aproximar-se o mais possível da carga, buscar apoios estáveis, trabalhos com força das coxas (pernas), mantendo a coluna vertebral reta;</p> <p>Uso de cavalete de sustentação de veículos e peças, uso de calços para rodas de veículos e equipamentos em manutenção, utilização de carrinhos transportadores para peças e equipamentos, observar medidas de segurança ao acionar sistemas de prensas e outros sistemas hidráulicos;</p> <p>Uso de máscaras e painéis de proteção para operações de solda, utilizar EPIs luvas, avental e perneiras; Ao executar manutenção observar partes aquecidas dos equipamentos (escapamentos, cubos de rodas, motor e turbina);</p> <p>Sempre que possível executar solda e cortes com oxi-acetileno com equipamento limpo, sem óleos, graxa e descarregado sem lixo ou material inflamável;</p> <p>Em caso de rebocamento de veículo (com carga) somente deverá ser realizado com outro veículo. Verificar se o caminhão a ser rebocado estiver com o motor funcionando e o sistema de freio e direção estejam funcionando. Caso o motor não possa ser acionado o veículo deverá ser rebocado por uma empresa (guincho) qualificada para o serviço e o rebocamento deverá ser feito sempre com uso do “cambão”.</p>

- **Riscos ligados aos trabalhos nas alturas**

Quadro 3-25: Riscos Ligados aos Trabalhos nas Alturas.

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
Quedas de cargas;	Uso de capacete de segurança;
Dores lombares ou outras;	Balizar a zona e sinalizar com uma faixa “trabalho nas alturas”, se necessário;
Quedas de pessoal;	Escolha de material adequado, em função da altura do posto de trabalho, da duração previsível da intervenção e acessibilidade ao posto;
Quedas de objetos.	De 01 a 1,5 m - Cavalete, pequena escada;
	De 1,5 a 3 m – Andaimés;
	De 3 a 8 m - Andaimés, escada amarrada em cima e estabilizada na base para trabalho de curta duração, cintos de segurança;
	Mais de 8 m - Estudar um equipamento apropriado, Cestos de elevação.

- **Riscos elétricos**

Quadro 3-26: Riscos Elétricos.

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
Faísca;	Verificação das instalações e cabos elétricos;
Choque;	Aterros, massas de materiais utilizadas;
Eletrocussão.	Pessoal habilitado para trabalho com instalações elétricas;
	Trabalho em aparelho e instalação.

- **Riscos ligados à emissão de poeiras e ruídos**

Quadro 3-27: Riscos Ligados à Emissão de Poeiras e Ruídos.

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
Emissão de poeira.	Respirador – Filtração; Macacão antipó do tipo P3; Óculos de segurança.
Emissão de ruído.	Utilizar proteção auditiva a partir de 85 Db.

- **Riscos ligados a derramamento de produtos**

Quadro 3-28: Riscos Ligados a Derramamento de Produtos.

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
Escoamento dos líquidos;	Verificação as ligações;
Dispersão do produto;	Estancar a emissão;
Riscos elétricos.	Limitar a propagação (material absorvente).

- **Riscos ligados a incêndio e explosão**

Quadro 3-29: Riscos Ligados a Incêndio e Explosão

Riscos	Medidas de prevenção e /ou proteção
Incêndio; Explosão.	Respeitar avisos de “Proibido fumar”; Limitar a presença de sólidos e líquidos inflamáveis, estabelecer estocagem separada, adequada e protegida; Ordem e limpeza no canteiro; Meios de combate adequados à disposição (extintores, material de abafamento, reserva de água); Se há intervenção sobre rede de gás ou “tanques”; Areação natural, ventilação mecânica. Medida de explosividade; Vigilância em campo de pessoal trabalhando no aterro (efetivo mínimo 2 pessoas); Equipamento de rádio/telefone.

NOTA: com relação a riscos de incêndios, a seguir apresenta-se capítulo especial com a descrição detalhada dos procedimentos de atendimento a emergências deste tipo (Incêndio).

3.8.18.3 Procedimentos primeiros socorros aterro

Em caso de ocorrência de acidente, onde a vítima precisa ser removida para centro de atendimento serão tomadas as seguintes providências:

a) Acidente de pequena gravidade (escoriações, contusões, etc.)

A vítima será atendida no local onde se encontra a caixa com os medicamentos de primeiros socorros, geralmente na Administração do Aterro e central da Unidade, contendo: mercúrio, álcool, gazes, anti-séptico, esparadrapo, analgésico em gotas, pomada para queimadura, atadura, algodão, etc.

O acidentado deverá ser removido para o atendimento médico onde será avaliado.

b) Acidente de maior gravidade

Deve-se isolar a área a fim de deixar o local livre para o eficiente atendimento à vítima. A vítima será transferida imediatamente ao hospital e/ou pronto socorro mais próximo.

c) Acidente com óbito

Serão tomadas as seguintes ações:

- Isolamento da área do acidente;
- Comunicação à Polícia Civil;
- Comunicação à Delegacia Regional do Trabalho;
- Não mexer no local até liberação por parte da Polícia ou DRT.

3.8.18.4 *Procedimentos proteção coletiva e individual*

Fazendo-se necessário, a empresa adotará medidas complementares de segurança.

Nas atividades que ofereçam risco inerente de acidente ou contaminação, serão utilizados Equipamentos de Proteção Individual.

3.8.18.5 *Cipa*

A empresa constituirá uma Comissão Interna de Prevenção de acidentes em cada Unidade seguindo as instruções da norma pertinente a NR 5.

Mapas de riscos: Serão elaborados pela CIPA obedecendo a NR-5.

Os membros da CIPA serão treinados fazendo o curso de “cipeiro”. Serão identificados pelo uso de “Boton” de cor verde. As reuniões mensais serão acompanhadas pelo de técnico de segurança e as sugestões da comissão serão analisadas e debatidas nas reuniões com os responsáveis pela obra.

3.8.18.6 *Controles e avaliações*

O empreendimento deverá possuir **PCMSO** - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional NR-7, **PPRA** - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais NR-9, Laudo Ergonômico NR 17, Laudo Elétrico NR 10, Laudo de Periculosidade NR 16, Laudo de Insalubridade NR 15, inclusive para terceiros que possam exercer atividades no aterro.

3.8.18.7 *Procedimentos de treinamentos*

Todos os novos empregados da empresa, logo após aprovados no exame médico passarão pelo treinamento realizado na empresa, onde receberão instruções de objetivos e medidas de segurança a serem adotadas.

a) Programas especiais de treinamento para funcionários

A empresa executará treinamentos específicos em segurança do trabalho, visando à orientação e conscientização dos trabalhadores.

Todos os novos empregados da empresa, logo após aprovados no exame médico passarão pelo treinamento realizado na empresa, onde receberão instruções de objetivos e medidas de segurança a serem adotadas, assim como serão informados sobre os riscos inerentes à função e diversos EPCs que farão parte da fase e os EPIs necessários à função.

b) Treinamento Específico

O treinamento específico é levado a efeito com aqueles funcionários que iniciam frentes de serviço em locais e situações que, por suas particularidades, exigirão informações detalhadas de procedimentos seguros de trabalho. Tem ainda objetivo de treinar o reconhecimento e redução dos riscos específicos de cada tarefa ou função com mais profundidade que no treinamento de integração.

Visando melhor fixação dos conceitos de segurança do trabalho, também são aplicados treinamentos utilizando-se de transparências, tais como:

- Treinamento em operação de caminhão basculante;
- Treinamento creme de proteção;
- Treinamento política de segurança;
- Treinamento roçadeira;
- Treinamento quanto ao uso, conservação e guarda de EPI;
- Treinamento de riscos ambientais;
- Treinamento das ordens de serviços;
- Treinamento das atividades internas da manutenção mecânica;
- Palestra de integração de segurança;
- Treinamento de ergonomia;
- Treinamento servente de aterro.

c) Outros treinamentos

Além de palestras de integração, o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT manterá na Unidade um calendário de treinamento a todos os empregados de acordo com sua categoria profissional, indicado no **Quadro 3-30**.

Quadro 3-30: Treinamentos a serem oferecidos aos funcionários.

Descrição do treinamento	Carga horária
Riscos na operação de acordo com a NR 01, item 1.7. alínea c inciso I e II. , bem como Ordens de Serviço.	2 horas por empregado
Utilização, obrigatoriedade de uso, conservação, guarda, forma de requisitar os EPIs requisição, e comunicação à empresa, quando os EPIs, tornarem-se impróprios para o uso, de acordo com a portaria 3.214/78 em sua NR 6 item 6.6.1, alínea c) e alínea d)	1 hora por empregado
Membros da CIPA de acordo com o programa da NR 5	20 horas
Riscos ambientais existentes no local de trabalho, de acordo com a NR 9 da portaria 3.214/78	2 horas
Operação de veículos industriais, como empilhadeira e ponte rolantes ou equipamentos com força motriz própria, como por exemplo, talhas, prensas, esteiras, basculante, etc... Nos termos da NR 12 da portaria 3.214/78	6 horas
Segurança do trabalho para as atividades de motorista.	3 horas
Operação de solda (elétrica ou oxi-acetilênica)	3 horas
Operação de levantamento e movimentação de cargas (peso), transporte de carga, de acordo com a NR 17 da Portaria 3.214/78.	2 horas
Incêndio e primeiros socorros para a brigada de incêndio de acordo com a NR 23 da Portaria 3.214/78.	6 horas para o treinamento teórico e 4 horas para o treinamento prático
Responsabilidade criminal para as atividades de fiscalização, supervisores e chefias.	1 hora
Transporte veicular de produtos perigosos, conforme normatização do CONTRAN (Capítulo XIV, Art. 145).	6 horas

d) Treinamento de situações emergenciais

Visando as situações emergenciais, serão aplicados treinamentos de situações emergenciais, como de combate a princípios de incêndio e primeiros socorros.

e) Combate a Princípio de incêndios e situações de Emergência

Visando também as situações emergências em caso de incêndio, a Empresa, nas atividades da Unidade, implementará plano de atendimento a este sinistro, englobando ações e procedimentos conforme abaixo:

O aterro contará com pessoas treinadas em Combate a Princípios de Incêndio que terá treinamentos práticos e teóricos sobre técnicas de combate e controle a emergências com ou sem fogo. Estes treinamentos, anuais, abrangerão:

- Tipos e utilização de extintores de combate a incêndio;
- Tipos e utilização de mangueiras e esguichos de combate a incêndio;
- Carregamento de vítimas;
- Conjunto autônomo de respiração;
- Primeiros socorros;
- Procedimentos sobre emergências localizadas na Empresa;
- Evacuação de setores na Empresa;
- Evacuação geral da Empresa;
- Ponto de encontro da brigada;
- Teste de fogo simulado na Empresa;
- Treinamento com fogo externo;
- Técnicas de contenção e vazamentos e derramamentos de produtos químicos;
- Minimização de geração de resíduos no combate a emergências.

Serão mantidos registros escritos e fotográficos datados, destes treinamentos e simulações.

O acionamento da brigada de incêndio deverá ser feito através de rádio/telefone, e logo em seguida deve-se acionar o alarme de emergência.

Havendo emergência a brigada de incêndio irá para o ponto de encontro da brigada e seguirá instruções do Coordenador de Emergência e na sua ausência do Líder de Brigada.

Durante uma situação de emergência a equipe de Manutenção é aquela que providenciará:

- Desenergização de sistemas elétricos;
- Eletricidade para pontos estratégicos;
- Iluminação para pontos estratégicos;

- Desentupimento de pontos de escoamento de líquido;
- Abertura de portas e passagens.

Fora do horário administrativo a equipe de manutenção estará representada por funcionários treinados em cada um dos tópicos citados.

Devem-se ter como prioridade alguns objetivos, os quais fazem parte do escopo principal destes procedimentos de emergência:

- A vida dos funcionários;
 - Documentos e registros administrativos, da qualidade e ambientais;
- Bens e pertences da empresa;
 - Bens e pertences de funcionários;

É de muita importância a observação de que esta brigada deve estar ligada diretamente ao comando do Coordenador de Emergência, que possui as informações do crescimento e proporções da emergência em andamento.

Sendo assim esta brigada ao receber o comando do Coordenador de Emergências, deverá retirar-se do local imediatamente.

Cabe ao Coordenador de Emergência o acionamento dos recursos externos que forem necessários para o bom controle da emergência em andamento.

Ao serem solicitados, estes recursos devem estar sendo esperados pela vigilância patrimonial e devem de imediato, após a sua chegada serem encaminhados à frente de combate.

A direção da brigada de emergência estará sob responsabilidade do Coordenador de Emergência o qual estará determinando a atuação do grupo da Brigada.

Além deste comando outros devem estar sendo disparados, os quais são:

- Observância de existência e retirada de vítimas no local da emergência;
- Desligamento parcial/total da energia elétrica do local sinistrado;
- Combate ao foco de incêndio;

- Rescaldo do local;
- Alerta de término de emergência.

A evacuação em situações de emergência deve se dar de forma dinâmica e segura. Para tanto são necessários que os participantes de uma emergência sejam conhecedores do ambiente em que normalmente estão, ou os ambientes que costumam algumas vezes estar.

3.8.18.8 *Procedimentos de controle de incêndio nas áreas de estoque de percolados e de biogás*

As áreas onde estão localizadas as Lagoas de Acumulação e Caixas de Manobras de Chorume podem gerar ocorrências com fogo em situações extremas:

- Centelhamento com dispersão de fogo em manta PEAD e gás gerado pelo Aterro;
- Queda de raio com dispersão de fogo em gás gerado pelo Aterro.

O controle imediato de emergência depende diretamente da atitude operacional tomada no momento da deflagração.

Os funcionários mais próximos do local e desta forma serão os primeiros a atuarem no momento da deflagração.

São estas as atitudes operacionais a serem tomadas no momento da deflagração de uma emergência:

- Acionar emergência;
- Cortar energia elétrica do sistema;
- Utilizar os extintores específicos e carros pipas existentes no local;
- Caso o fogo seja na geomembrana de PEAD, afastar pessoas próximas do local;

- Na persistência do fogo aguardar a chegada da brigada de combate a incêndio.

Sob o comando do Coordenador de Emergência ou Líder de Brigada de Incêndio, a Brigada efetuará as seguintes ações:

- Afastar curiosos do local;
- Procurar socorrer as vítimas fora do raio de ação do fogo;
- Montar linha de água com esguicho regulável;
- Acionar os esguichos em neblina d'água e promover resguardo para retiradas de eventuais vítimas dentro do raio de ação do fogo;
- Promover aproximação com neblina d'água dos materiais inflamáveis que ainda não tenham sido atingidos pelo fogo e retirá-los para local seguro;
- Eliminar os focos de fogo existentes;
- Efetuar checagem e resfriamento do local;
- Recuar e fechar esguichos de água.

3.8.18.9 *Procedimentos de incêndio nas áreas de disposição de resíduos*

Este procedimento visa gerar subsídios para o controle de Fogo na área de disposição dos resíduos.

Quando em análise a disposição de resíduos pode gerar ocorrências com fogo nas seguintes situações:

- Centelhamento com dispersão de fogo em biogás gerado no aterro;
- Centelhamento com dispersão de fogo em biogás e propagação pela presença dos resíduos;
- Queda de raio com dispersão de fogo em biogás;
- Queda de raio com dispersão de fogo em biogás e propagação pela presença dos resíduos;
- Fogo na drenagem de biogás;
- Combustão espontânea de resíduos perigosos;
- Combustão de resíduos perigosos pelo contato com outros resíduos.

O controle imediato da emergência depende diretamente da atitude operacional tomada no momento da deflagração.

Os serventes de aterro, apontador, encarregado de aterro são os funcionários mais próximos do local e desta forma serão os primeiros a atuarem no momento da deflagração.

São estas atitudes operacionais a serem tomadas no momento da deflagração de uma emergência na área de disposição de resíduos:

- Acionar emergência;
- Quando aproximar-se do fogo sempre de costas para o vento;
- Se possível, tentar apagar o fogo abafando com argila ou com o próprio resíduo umedecido;
- Utilizar extintores específicos e carros pipas com água existentes;
- Na persistência do fogo aguardar a chegada da brigada de combate a incêndio.

Sob o comando do Coordenador de Emergência ou do Líder de Brigada de incêndio, esta deverá:

- Afastar curiosos do local;
- Procurar socorrer as vítimas fora do raio de ação do fogo;
- Montar linha de água com esguicho regulável;
- Acionar os esguichos em neblina d'água e promover resguardo para retiradas de eventuais vítimas dentro do raio de ação do fogo;
- Eliminar os focos de fogo existentes;
- Efetuar checagem e resfriamento do local;
- Recuar e fechar esguichos de água.

3.8.18.10 Procedimentos de incêndio nas áreas de vegetação

Recuar e fechar esguichos de água. Incêndios na vegetação podem ocorrer nas seguintes situações:

- Centelhamento com dispersão de fogo na vegetação;
- Centelhamento com dispersão de fogo na vegetação e propagação pela ação do vento;
- Queda de raio com dispersão de fogo na vegetação;
- Queda de raio com dispersão de fogo na vegetação e propagação pela ação do vento;
- Fogo na vegetação pela utilização dos foguetes/balões.

O controle imediato da emergência depende diretamente da atitude operacional tomada no momento da deflagração.

Os serventes de aterro, apontador, encarregado de aterro são os funcionários mais próximos do local e desta forma serão os primeiros a atuarem no momento da deflagração.

São estas atitudes operacionais a serem tomadas no momento da deflagração de uma emergência na vegetação:

- Acionar emergência;
- Se possível, tentar apagar o fogo abafando com argila;
- Utilizar extintores específicos e carros pipas com água (se possível) existentes;
- Na persistência do fogo aguardar a chegada da brigada de combate a incêndio.

Sob o comando do Coordenador de Emergência ou do Líder de Brigada de incêndio, esta deverá:

- Afastar curiosos do local;
- Procurar socorrer as vítimas fora do raio de ação do fogo;
- Montar linha de água;
- Acionar os esguichos em neblina d'água e promover resguardo para retiradas de eventuais vítimas dentro do raio de ação do fogo;
- Eliminar os focos de fogo existentes;
- Efetuar checagem e resfriamento do local;

3.8.18.11 Procedimentos de incêndio nas áreas dos prédios administrativos

Ao ser detectado pela equipe de operação do aterro a presença de fogo nas áreas dos prédios administrativos deve-se:

- Tocar o alarme de incêndio
- Ligar para a portaria informando o nome, local de onde fala, e que tipo de emergência está sendo presenciada;
- Ao toque do alarme de incêndio, os brigadistas no ponto de encontro da brigada (próximo a Portaria), receberão a informação do local onde está ocorrendo o princípio de incêndio dirigindo-se imediatamente para o local;
- Cada uma das salas será aberta e seus ocupantes receberão ordem de evacuação;
- Neste instante inicia-se a evacuação do prédio em que estiver ocorrendo o incêndio para o ponto de fuga determinado;
- Retirar as vítimas do local;
- Desligamento parcial/total da energia elétrica do local sinistrado;
- Rescaldo do local;
- Não pergunte a ninguém o que está ocorrendo, informações erradas podem deixá-lo em pânico;
- Ande sempre e não corra;

Desta forma uma brigada interna de salvaguarda estará atuando nestes aspectos prioritários, afim de que os objetivos sejam alcançados.

- A vida dos colaboradores;
- Documentos e registros administrativos e do Sistema de Gestão da Qualidade;
- Servidor;
- Bens e pertences da empresa;
- Bens e pertences dos colaboradores;
- Estrutura civil do prédio.

A brigada será formada por funcionários da administração e tem como objetivo salvaguardar documentos e registros que estejam no prédio administrativo no momento da emergência e logo após os minutos de evacuação.

3.8.18.12 *Procedimentos para acidentes de trajeto*

Acidentes de trajeto também são considerados Acidentes do Trabalho, e são aqueles que ocorrem no percurso da residência para o trabalho ou deste para aquela e no percurso de ida e volta para o local de refeição ou no intervalo de trabalho, desde que o percurso não tenha sido interrompido ou alterado por interesse pessoal, entendendo-se como percurso trajeto usual da residência ou local de refeição para o trabalho.

Nestes casos, assim que comunicada do fato, a Empresa, através do responsável de plantão, deverá solicitar atendimento ao Serviço de Atendimento Móvel de Urgência através do número 192.

Depois de solicitado o atendimento de emergência o responsável deverá se deslocar ao local do ocorrido e verificar se o acidentado foi socorrido e se o mesmo foi removido para o hospital e/ou pronto socorro mais próximo.

Deve-se ainda isolar a área a fim de deixar o local livre para o eficiente atendimento à vítima.

3.8.18.13 *Procedimentos segurança patrimonial*

A saída e entrada de veículos da empresa (caminhões e veículos leves), colaboradores e visitantes podem gerar as seguintes situações:

- O visitante pode acidentarse transitando no interior da empresa (aterro);

- Os caminhões podem entrar na empresa (aterro) com explosivos, produtos químicos e/ou materiais contaminados, os quais em nosso aterro não são adequados. Pode haver explosão ou derramamento contaminando o solo.

Atitudes operacionais a serem tomadas no momento da deflagração de uma emergência:

- Identificar o visitante no momento da entrada com crachá e esclarecer a ele os riscos existentes no local para facilitar o monitoramento;
- Solicitar o acompanhamento de pessoa responsável pela área caso haja alguma evidência;
- Comunicar o responsável pela área para que seja feita avaliação e recolhimento do produto vazado e/ou derramado e destiná-lo de forma adequada;
- Na portaria, deverá ser estabelecido um Kit de emergência, com os Equipamentos de Proteção Individual para emergências nas várias atividades ali desenvolvidas;
- Pare o tráfego imediatamente;
- Mantenha sempre a calma;
- Não permitir aglomeração de curiosos;
- Chamar os Bombeiros.

3.8.18.14 Procedimentos em caso de vendaval

- Desligar os equipamentos;
- Seguir as instruções do seu superior imediato;
- Prosseguir imediatamente para áreas seguras;
- Andar não correr;
- Não usar elevadores;
- Usar escadarias ou escadas rolantes (se disponível);
- Permanecer na área e seguir as instruções da chefia;
- Não deixar o local;
- Mantenha sempre a calma;

- Não permitir aglomeração de curiosos;
- Chamar os Bombeiros.

3.8.18.15 *Procedimentos em caso de alagamentos*

- Desligar o transformador e os disjuntores dos sistemas elétricos;
- A portaria ou recepção observa o nível das águas na rua em frente à empresa e avisa o responsável pela unidade;
- Deve-se iniciar o resguardo dos materiais e equipamentos;
- Documentos de gavetas, retroprojektor, microcomputador, pastas com documentos, máquina de xerox devem ser colocados em uma área de resguardo onde não sejam danificados;
- Equipamentos elétricos de manutenção também devem ser colocados na área de resguardo;
- Desentupir pontos de escoamento de líquido;
- Abrir as portas e passagens;
- Mantenha sempre a calma;
- Não permitir aglomeração de curiosos;
- Chamar os Bombeiros.

3.8.18.16 *Procedimentos em caso de falta de energia durante longo período*

- Comunicar imediatamente o responsável pela área para a verificação se a falta de energia está localizada no interior da empresa ou fora dela;
- Informar a supervisão;
- Caso a falta de energia for fora da empresa ligar para distribuidora de energia elétrica.

3.8.18.17 Contatos em caso de emergências

A central deverá disponibilizar, junto de cada unidade de comunicação, uma tabela de contatos de emergência contendo, no mínimo, os seguintes telefones:

- Responsável pela unidade;
- Responsável pela operação;
- Responsável pela manutenção;
- Responsável de plantão;
- Bombeiros;
- Polícia Militar;
- Fiscalização de Trânsito;
- Polícia Civil;
- Distribuidora de Energia Elétrica;
- Órgão de Fiscalização Ambiental;
- Hospital mais próximo;
- Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU.

4 ARCABOUÇO LEGAL

As principais normas legais, no âmbito federal, estadual e municipal, que regem as atividades desenvolvidas pela CGA Linhares e observadas neste Estudo de Impacto Ambiental (EIA), são as apresentadas nos subitens a seguir:

4.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

4.1.1 Leis

LEI Nº 6.938, de 31/08/1981 – Regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Determina que a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação de qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico e proteção da dignidade da vida humana, atendidos, dentre outros, os princípios de manutenção da qualidade ambiental, de controle das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, de recuperação de áreas degradadas, de proteção de áreas ameaçadas de degradação e de educação ambiental.

LEI Nº 7.802, de 11/07/1989 – Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

LEI Nº 7.804, de 18/07/1989 – Regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº

7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de junho de 1980, e dá outras providências.

LEI Nº 9.433, de 08/01/1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001/90, que modificou a Lei nº 7.990/89 (alterada pela Lei nº 9.984/00; regulamentada pelo Decreto nº 2.612/98). Estabelece, entre outros, como objetivo desta política, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

LEI Nº 9.605, de 12/02/1998 – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, estabelece no Art. 60, pena de detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente para quem construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes.

LEI Nº 9.795, de 27/04/1999 – Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. De acordo com a lei, entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

LEI Nº 9.984, de 17/07/2000 – Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (altera as Leis nºs 8.001/90, 9.433/97 e 9.648/98).

LEI Nº 9.985, de 18/07/2000 – Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

LEI Nº 11.445, de 05/01/2007 – Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

LEI Nº 12.305, de 02/08/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

LEI Nº 12.651, de 25/05/2012 – Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 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. Esta Lei estabelece normas gerais com o fundamento central da proteção e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa em harmonia com a promoção do desenvolvimento econômico.

4.1.2 Decretos

DECRETO Nº 24.643, de 10/07/1934 – Decreta o Código de Águas (alterado pelos Decretos-leis nºs 3.128/41, 3.763/41 e 3.796/41; regulamentado pelo Decreto nº 35.851/54; vide Decretos-leis nºs 852/38, 1.345/39, 2.059/40, 2.281/40, 2.676/40, 4.295/42, 7.062/44 e 9.760/46 e Decretos nºs 41.019/57, 61.581/67, 62.724/68, 84.398/80 e 598/92). Estabelece os princípios do aproveitamento e

utilização das águas de domínio público ou particular, criando direitos e obrigações aos usuários; enfoca a situação dominial das margens de corpos hídricos.

DECRETO Nº 88.821, de 06/10/1983 – Aprova o regulamento para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos, e dá outras providências.

DECRETO Nº 96.044, de 18/05/1988 – Aprova o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências.

DECRETO Nº 7.404, de 23/12/2010 – Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

4.1.3 Portarias

PORTARIA IPHAN Nº 07, 01/12/1988 – Estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e autorizações para escavações arqueológicas, nos termos da Lei Federal nº 3924/61, cujo conteúdo foi recepcionado pela Portaria IPHAN nº 230/02.

PORTARIA NORMATIVA IBAMA Nº 138, de 22/12/1992 – Proíbe a importação de resíduos de qualquer espécie e sob qualquer forma, excetuando aqueles que mencionam.

PORTARIA IPHAN Nº 230, de 17/12/2002 – Determina os procedimentos para os trabalhos de arqueologia nos mais diversos empreendimentos.

PORTARIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE Nº 518, de 25/03/2004 – Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

4.1.4 Resoluções

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 01, de 23/01/1986 – Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 01-A, de 23/01/1986 – Dispõe sobre transporte de produtos perigosos em território nacional.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 05, de 15/06/1988 – Estabelece critérios para exigências de licenciamento para obras de saneamento.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 05, de 15/06/1989 – Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 01, de 08/03/1990 – Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03/90, de 28/06/1990 – Estabelece limites de qualidade do ar para diversos contaminantes, bem como definidos os padrões primários e padrões secundários de qualidade do ar.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 02, de 22/08/1991 – Determina os procedimentos para manuseio de cargas deterioradas, contaminadas, fora de especificação ou

abandonadas que serão tratadas como fontes potenciais de risco ao meio ambiente, até manifestação do órgão do meio ambiente competente.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 06, de 19/09/1991 – Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 08, de 19/09/1991 – Veda a entrada no Brasil de materiais residuais destinados à disposição final e incineração.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 05, de 05/08/1993 – Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. A Resolução Conama nº 358/2005 revoga as disposições da Resolução nº 05/93, que tratam dos resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 04, de 09/10/1995 – Define as Áreas de Segurança Aeroportuárias – ASA – para aeródromos, proibindo a implantação, nestas áreas, de atividades de natureza perigosa que sirvam como foco de atração de aves.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 23, de 12/12/1996 – Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito. Alterada pela Resolução nº 235/98 (alterado o anexo 10) em cumprimento ao disposto no art. 8º da Resolução nº 23/96 e pela Resolução nº 244/98 (excluído item do anexo 10) e complementada pela Resolução nº 228/97.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, de 19/12/1997 – Dispõe sobre o sistema de licenciamento ambiental, a regulamentação de seus aspectos na forma do estabelecido na Política Nacional de Meio Ambiente, estabelece critério para o exercício da competência para o licenciamento a que se refere o art. 10 da Lei nº 6.938/81 e dá outras providências.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 275, de 25/04/2001 – Dispõe sobre a padronização de cores para a coleta seletiva.

RESOLUÇÃO CNRH N° 16, de 08/05/2001 – Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 302, de 20/03/2002 – Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 303, de 20/03/2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

RESOLUÇÃO CONAMA n° 307, de 05/07/2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pela Resolução n° 348/04 (alterado o inciso IV do art. 3º) e pela Resolução n° 448/12 (arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11).

RESOLUÇÃO CONAMA N° 313, de 29/10/2002 – Dispõe sobre o Inventário Nacional de resíduos Sólidos Industriais.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 316, de 29/10/2002 – Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Alterada pela Resolução n° 386/06 (alterado o art. 18).

Resolução RCD N° 306, de 07/12/2004 – Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 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 358, de 29/04/2005 – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 362, de 23/06/2005 – Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. A Resolução nº 450, de março de 2012, altera os arts. 9º, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução nº 362/2005.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 396, DE 03/04/2008 – Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 401, de 04/11/2008 – Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.

RESOLUÇÃO ANP Nº 19, de 18/06/2009 – Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado, e a sua regulação.

RESOLUÇÃO ANP Nº 20, de 18/06/2009 – Estabelece os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado e a sua regulação.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 416, de 30/09/2009 – Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 420, de 28/12/2009 – 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.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 428, de 17/12/2010 – Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/RIMA e dá outras providências.

4.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

4.2.1 Leis

LEI N° 3.582, de 03/11/1983 – Dispõe sobre medidas de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no estado do Espírito Santo.

LEI N° 3.873, de 17/07/1986 – Dispõe sobre a construção e instalação de tanques para armazenamento de combustíveis e produtos químicos e sobre a constituição de depósitos, a céu aberto, de materiais sólidos fragmentados.

LEI N° 4.126, de 22/07/1988 – Dispõe sobre a política estadual de proteção, conservação e melhoria de meio ambiente e sua implantação através do Sistema Estadual de Meio Ambiente.

LEI N° 4.701, de 08/12/1992 – Dispõe sobre a política estadual de meio ambiente, o patrimônio ambiental, o controle ambiental, a tutela ambiental e medidas para a promoção de melhoria ambiental.

LEI N° 5.186, de 19/01/1996 – Dispõe sobre a obrigatoriedade da devolução de pilha de até nove volts, na aquisição de outra.

LEI N° 5.818, de 29/12/1998 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do estado do Espírito Santo - SIGERH/ES.

LEI Nº 6.834, de 25/10/2001 – Dispõe sobre a responsabilidade da destinação de lâmpadas usadas e dá outras providências.

LEI Nº 7.943, de 16/12/2004 – Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos e dá outras providências.

LEI Nº 9.264, de 16/07/2009 – Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios, fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a Gestão Integrada, Compartilhada e Participativa de Resíduos Sólidos, com vistas à redução, ao reaproveitamento e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos; à prevenção e ao controle da poluição; à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente e à promoção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no estado do Espírito Santo, a promoção do Econegócio e a Produção Mais Limpa.

4.2.2 Decretos

DECRETO Nº 1.777-R, de 08/01/2007 – Dispõe sobre o Sistema de Licenciamento e Controle das Atividades Poluidoras ou Degradadoras do Meio Ambiente denominado SILCAP.

DECRETO Nº 2.530-R, 02/06/2010 – Identifica Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado.

4.2.3 Instruções Normativas

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 17, de 06/12/2006 – Institui Termo de Referência com o objetivo de estabelecer critérios técnicos básicos e oferecer orientação para elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRADs, visando a restauração de ecossistemas.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 14, de 01/12/2008 – Dispõe sobre os procedimentos relacionados ao licenciamento ambiental de coleta e transporte rodoviário de produtos e resíduos perigosos e resíduos de serviços de saúde.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 03, de 18/03/2009 – Estabelece os termos de referência para elaboração de programas e projetos de educação ambiental e de comunicação social.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01, de 24/02/2010 – Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de estações de transbordo de resíduos sólidos urbanos situadas no estado do Espírito Santo.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 09, de 27/10/2010 – Institui Termo de Referência para elaboração do item Unidades de Conservação e Compensação Ambiental de Estudos de Impacto Ambiental – EIA.

4.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

4.3.1 Leis

LEI Nº 1.279, de 03/07/1989 – Estabelece normas disciplinares sobre a coleta e tratamento do lixo hospitalar.

LEI ORGÂNICA MUNICIPAL Nº 01, 05/04/1990 – Institui a Lei Orgânica no município de Linhares. Dispõe sobre a organização municipal; as obras e serviços municipais; os bens municipais; as finanças públicas; a política de desenvolvimento municipal; a política fundiária, agrícola e pesqueira; a política de recursos hídricos e minerais; a educação; a cultura; o esporte e o lazer; o meio ambiente; as disposições organizacionais gerais; dentre outros.

LEI COMPLEMENTAR Nº 11, de 17/01/2012 – Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Linhares, e dá outras providências.

LEI COMPLEMENTAR Nº 2.623, de 04/07/2006 – Dispõe sobre o parcelamento do solo no município de Linhares, e dá outras providências.

LEI Nº 2.953, de 10/05/2010 – Dispõe sobre a contratação de Parceria Público-Privada - PPP para concessão dos serviços públicos de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e dá outras providências.

LEI Nº 3.068, de 15/06/2011 – Dispõe sobre a substituição do uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica por saco de lixo ecológico e sacola ecológica, e dá outras providências.

LEI Nº 3.089, de 21/07/2011 – Dispõe sobre a proibição de jogar no lixo comum, as pilhas e baterias de aparelhos celulares, no município de Linhares, e dá outras providências.

LEI Nº 3.090, de 21/07/2011 – Determina a obrigatoriedade de coleta e destinação final de pneumáticos e câmaras de ar inservíveis no âmbito do município de Linhares, em local ambientalmente adequado, e dá outras providências.

4.4 NORMAS TÉCNICAS ABNT

NBR 12.235/1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – procedimento.

NBR 13.463/1995 – Coleta de resíduos sólidos.

NBR 14.605/2000 – Posto de serviço - Sistema de Drenagem Oleosa.

NBR 10.004/2004 – Resíduos sólidos – classificação.

NBR 10.005/2004 – Lixiviação de resíduos – procedimento.

NBR 10.006/2004 – Solubilização de resíduos – procedimento.

NBR 13.221/ 2007 – Transporte terrestre de resíduos.

NBR 7.500/2005 – Transporte de cargas perigosas – simbologia.

NBR 7.501/2003 – Transporte de cargas perigosas – terminologia.

NBR 7.502/1983 – Transporte de cargas perigosas – classificação.

NBR 7.503/2005 – Fichas de emergência para o transporte de cargas perigosas.

NBR 7.504/1993 – Envelope para transporte de cargas perigosas - dimensões e utilizações.

NBR 10.703/1989 – Degradação do solo – terminologia.

NBR 12.988/1993 – Líquidos livres – verificação em amostra de resíduo.

NBR 8.418/1983 – Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos.

NBR 8.419/1984 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

NBR 10.157/1987 – Aterros de resíduos perigosos - critérios para projeto, construção e operação.

NBR 13.896/1997 – Aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação.

NBR 11.174/1989 – Armazenamento de resíduos.

NBR 11.175/1990 – Incineração de resíduos sólidos perigosos - padrões de desempenho (antiga NB 1.265).

NBR 13.894/1997 – Tratamento no solo (Landfarming).

NBR 7.505/2000 – Armazenamento de petróleo e seus derivados líquidos e álcool carburante.

NBR 13.786/1997 – Seleção de equipamentos e sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis em postos de serviços.

NBR 12.807/1993 – Resíduos de serviços de saúde – terminologia.

NBR 12.808/1993 – Resíduos de serviços de saúde – classificação.

NBR 12.809/1993 – Manuseio de resíduos de serviços de saúde – procedimento.

NBR 12.810/1993 – Coleta de resíduos de serviços de saúde – procedimento.

NBR 13.784/2006 – Detecção de vazamento em postos de serviços.

5 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

O item III do artigo 5º da Resolução CONAMA nº 01/1986 estabelece que sejam definidos os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos de um empreendimento, denominada área de influência do mesmo, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza. Neste sentido, são definidas duas áreas de influência:

Área de Influência Direta (AID): Território onde as relações sociais, econômicas, culturais e os aspectos físico-biológicos sofrem os impactos do empreendimento de maneira primária, tendo suas características alteradas diretamente pelas ações que o caracterizam.

Área de Influência Indireta (AI): Território real ou potencialmente ameaçado pelos impactos indiretos das ações do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e os meios físico e socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta, assim como áreas susceptíveis de serem impactadas por possíveis acidentes na atividade.

A definição das Áreas de Influência foi realizada com base na análise ordenada das principais intervenções oriundas da implantação e operação da CGA Linhares relacionada à percepção da influência nos diversos elementos socioambientais.

Em relação às intervenções do empreendimento, foram consideradas as ações relacionadas às fases de Planejamento, Instalação e Operação para a definição dos critérios para delimitação das áreas de influência. Quanto aos elementos socioambientais, foram considerados elementos dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Será apresentada nos itens abaixo a delimitação das Áreas de Influência Direta e Indireta para os meios físico, biótico e socioeconômico determinados para o empreendimento:

5.1 MEIO FÍSICO

5.1.1 Pedologia

A **Área de Influência Direta** para solos foi definida como a área do empreendimento (**ANEXO IX**). A AID abrange os solos que ocorrem nos limites do empreendimento, considerando as intervenções nos solos locais durante as fases de instalação e de operação do mesmo.

A **Área de Influência Indireta** para solos foi definida como a faixa de 1 km a partir dos limites do empreendimento, conforme **ANEXO IX**. A AI considerou os solos que ocorrem no entorno dos limites do empreendimento (1 km) a fim de caracterizar pedologicamente, em maiores detalhes, a região na qual se insere o empreendimento.

5.1.2 Recursos Hídricos

A **Área de Influência Direta** para recursos hídricos foi definida como a microbacia de drenagem onde o empreendimento encontra-se situado (**ANEXO X**), cujos recursos hídricos superficiais eventualmente existentes possam ser afetados diretamente na fase de instalação e de operação do mesmo. Para a definição da microbacia de drenagem considerada, foram geradas as direções de fluxo do escoamento superficial, com base em Modelo Digital do Terreno elaborado a partir do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

A **Área de Influência Indireta** para recursos hídricos compreende os trechos médio e baixo da Bacia do Rio Doce, em sua porção espírito-santense (**ANEXO XI**). A delimitação da AI inicia-se no ponto localizado a montante do limite da área do empreendimento (a cerca de 5 km) e se estende até a foz do Rio Doce, não sendo consideradas as áreas de planícies alagadas/alagáveis cujas águas não drenam para a calha principal do Rio Doce. Cabe ressaltar que a AI considerou a Bacia do Rio Doce, uma vez que o empreendimento está situado dentro dos

limites da referida bacia, a qual possui Comitê instituído e Plano Diretor elaborado.

5.1.3 Geologia, Geomorfologia e Geotecnia

A **Área de Influência Direta** para estes fatores foi definida como sendo a área do empreendimento mais 200m a partir dos seus limites (**ANEXO XII**). Para esta definição foi levado em consideração: planícies de inundações próximas à área; presença de alguns taludes da formação Barreiras e terraços fluviais. A planície de inundação, ou planície aluvionar, corresponde a uma feição geomorfológica com forma geralmente alongada e composta por depósitos fluviais, denominados sedimentos aluvionares. Essa planície é uma área que corresponde ao sistema fluvial e que se encontra inundada e/ou alagada em períodos de cheias. Dessa forma, esta área pertence ao sistema fluvial e é de extrema importância sua preservação, pois permite a funcionalidade da dinâmica geomorfológica fluvial e sedimentológica desse sistema. Os taludes da Fm. Barreiras representam a parte exposta da principal unidade estratigráfica do estado do Espírito Santo, representando um conjunto de depósitos sedimentares de extrema importância, dentre outras coisas, para o entendimento da evolução geológica e paleoambiental do estado do Espírito Santo. Os terraços fluviais representam morfologias de erosão ou acumulação e podem indicar idades da deposição, além de serem feições que devem ser preservadas, por estarem nas margens dos rios.

Para definição da **Área de Influência Indireta** foi levado em consideração um raio de 2 km a partir da Área de Influência Direta (**ANEXO XII**), a fim de abranger ainda parte da planície de inundação ou aluvionar, os topos dos Tabuleiros Costeiros da Fm. Barreiras e as margens do rio Doce, principal corpo fluvial do estado, que apresenta, dentre outras coisas, registros de movimentação neotectônica no estado, principal fonte de sedimentos da planície quaternária do norte do estado.

5.2 MEIO BIÓTICO

5.2.1 Fauna

Para definição da AID para a fauna foram utilizados como critérios a fauna e os habitats existentes na área do entorno do empreendimento, correlacionando com os efeitos potenciais diretos desta atividade sobre o ambiente, pelas ações previstas tanto na fase de instalação como na de operação do empreendimento. Desta forma, para fauna local, foi determinada como **Área de Influência Direta** do empreendimento, a área de intervenção mais um raio 500 metros (**ANEXO XIII**).

Para a definição da AIi com relação à fauna, foram ponderados os levantamentos de campo realizados e as características do empreendimento, com as indicações das intervenções a serem realizadas na região e nos diferentes habitats existentes no entorno. Considerando esses aspectos, a delimitação da **Área de Influência Indireta** para a fauna terrestre foi definida pelo raio de 2.500 metros a partir do limite do empreendimento. Para a fauna aquática essa delimitação inclui o curso d'água do rio Doce que está a cerca de 2.300 metros do empreendimento, conforme pode ser observado no mapa das áreas de influência da fauna (**ANEXO XIII**).

5.2.2 Flora

A **Área de Influência de Direta** para flora constitui os trechos onde haverá supressão de vegetação, ou seja, o limite do empreendimento, conforme esquematizado no **ANEXO XIV**. Esta área foi definida em função do principal impacto sobre a vegetação que é a perda da cobertura vegetal e consequente perda de habitats para a fauna terrestre.

Para a **Área de Influência Indireta** foi considerada um raio de 500 metros ao redor da AID (limites do empreendimento), conforme **ANEXO XIV**. Esta definição

foi feita em função da influência do empreendimento sobre a fauna, o que indiretamente pode influenciar a flora local devido aos potenciais prejuízos sobre processos biológicos, como: polinização e dispersão de diásporos (frutos e sementes). Os impactos sobre a fauna fora da área do empreendimento estão relacionados à geração de ruídos, vibrações e luminosidade durante as fases de instalação e operação.

5.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

5.3.1 Socioeconomia

As áreas de influência do meio socioeconômico foram delimitadas de acordo com a ocorrência e abrangência dos impactos ambientais nas fases de implantação e operação, sendo demarcadas, geograficamente.

Para o empreendimento Central de Gestão Ambiental Linhares (CGA Linhares), objeto deste EIA, a delimitação das áreas de influência serão fundamentadas em informações específicas, provenientes da conjunção do cenário do local de instalação e da caracterização do empreendimento.

Além disso, a delimitação das áreas de influência possibilitará um direcionamento para a análise dos impactos provenientes da implantação do referido empreendimento, incluindo a abrangência da aplicação de medidas, caso necessárias.

A **Área de Influência Direta** do meio socioeconômico compreende o limite da área onde será instalado o empreendimento e os núcleos populacionais mais próximos: os distritos de Bebedouro e Rio Quartel.

É válido ressaltar que a CGA Linhares dista, em linha reta, aproximadamente seis quilômetros do primeiro e dez do segundo distrito citado. Estas distâncias estão muito acima da recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas

(ABNT), na NBR 10157/1987, que sugere que a distância mínima do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais seja de 500 metros.

A distância (500 metros) também é adotada pela Instrução Normativa (IN) nº 01/2010 do IEMA, que trata dos procedimentos para licenciamento ambiental de estações de transbordo de resíduos sólidos urbanos. No Artigo 3º, Capítulo II, da citada IN estão apresentados os critérios para escolha da área destinada à instalação de estações de transbordo, sendo que o inciso III trata especificamente da distância de núcleos populacionais: “apresentar distância mínima de 500 (quinhentos) metros de núcleos populacionais, medidos a partir do limite da área de transbordo”.

No entanto, a inclusão dos núcleos povoados mais próximos à AID deve-se ao fato de que estas comunidades próximas são as que poderão receber os impactos do empreendimento de forma direta.

A **Área de Influência Indireta** a ser considerada, para os estudos de socioeconomia compreende os limites geográficos do município de Linhares. Esta delimitação justifica-se por que é a área que poderá receber os impactos do empreendimento de forma indireta, incluindo a maior probabilidade de absorção de mão de obra da área citada para as fases do empreendimento.

Os mapas com as delimitações das áreas de influência, direta e indireta, estão apresentados no **ANEXO XV** e **ANEXO XVI**.

5.3.2 Patrimônio Histórico - Cultural

A **Área de Influência Direta** corresponde ao espaço territorial onde serão desenvolvidas as atividades de implantação e operação da CGA Linhares, que compreende toda a área do empreendimento (**ANEXO XVII**). Esta área foi definida em função das intervenções a serem realizadas no solo, durante as obras

de terraplanagem, por exemplo, as quais poderão afetar diretamente os possíveis testemunhos arqueológicos.

A **Área de Influência Indireta** corresponde às áreas onde os impactos se farão sentir de maneira indireta e com menor intensidade, tanto do ponto de vista físico, como sociocultural. Compreenderá a área além da AID, numa faixa de 500 metros a partir dos limites do empreendimento (**ANEXO XVII**).

ANEXOS