REVISÕES

TE: TIPO EMISSÃO — A - PRELIMINAR; B - P/ CONHECIMENTO; C - P/ APROVAÇÃO; D - APROVADO; E - LIB P/ CONSTRUÇÃO; F - OOMO CONSTRUÍDO; G - CANCELADO

Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
0	C	RELATÓRIO TECNICO GERAL	FS	FS			22/08
1	C	RELATÓRIO TECNICO GERAL	FS	FS			01/10
2	C	RELATÓRIO TECNICO GERAL	FS	FS			0410

ÍNDICE

ÍNDICE 2
FIGURAS 4
TABELAS 6
1. APRESENTAÇÃO 7
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO 8
3. ESCOPO DO PROJETO 9
4. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL POR DRONE 11
4.1. INTRODUÇÃO 11
4.2. OBJETIVO 12
4.3. LOCALIZAÇÃO 13
4.4. REFERENCIAIS GEODÉSICOS 15
4.5. MATERIAL UTILIZADO 16
4.6. METODOLOGIA 17
4.7. RESULTADOS 23
4.8. ORTOMOSAICO 25
4.9. PLANTA PLANIALTIMÉTRICA 26
4.10. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS SOBRE O LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL POR DRONE 26
5. ESTUDO GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS 28
5.1. GEOLOGIA 28
5.1.1. GEOLOGIA DO TRAÇADO 30
5.2. GEOMORFOLOGIA 30
5.2.1. GEOMORFOLOGIA DO TRAÇADO 32
5.3. SOLOS 33
5.3.1. SOLOS DO TRAÇADO 34
5.4. PLANEJAMENTO DE SONDAGEM 34
6. ESTUDO HIDROLÓGICOS-HIDRAULICOS 43
6.1. INTRODUÇÃO 43
6.2. OBJETIVO 43
6.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO 44
6.3.1. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA 44
6.3.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS 46
6.3.3. ASPECTOS DA VEGETAÇÃO 46
6.3.4. ASPECTOS DO RELEVO 46
6.3.5. PLUVIOMETRIA 46
6.3.6. EQUAÇÃO DE INTENSIDADE – DURAÇÃO FREQUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO 47

6.3.7. Precipitação de projeto 48
6.3.8. Tempo de recorrência (T) 49
6.3.9. Tempo de concentração (Tc) 50
6.3.10. Coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de “run-off” (C) 51
6.3.11. Cálculo das áreas das bacias (An) 52
6.3.12. Cálculo das vazões das bacias (Q) 53
6.3.13. Dimensionamento dos dispositivos 57
7. ESTUDO DE TRAÇADO 60
8. PROJETO GEOMÉTRICO 633
8.1. Introdução 633
8.2. Seção tipo 700
8.3. Descrição do traçado final 733
8.4. Quadro Geral de Curvas 777
8.5. Passagem de Nível 79
9. PROJETO DE TERRAPLANAGEM 79
9.1. Introdução 79
9.2. Resultados Obtidos 81
10. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES 82
10.1. Introdução 82
10.2. Obras de Arte Correntes 82
10.3. Dispositivos de Drenagem Superficial 85
10.4. Dimensionamento Hidráulico - Comprimento Crítico 94
11. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS E PROJETO DE CONTENÇÕES 98
11.1. Projeto de Obras de Arte Especiais 98
12. PROJETO DE INTERFERENCIA 99
13. PROJETO DE SUPERESTRUTURA FERROVIÁRIA 100
13.1. Introdução 100
13.2. Padrão da Super Estrutura 100
13.3. Seção Tipo de Superestrutura 101
14. PROJETO DE OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES 102
14.1. Introdução 102
14.2. Recobrimento Vegetal 103
14.3. Cercas de Vedação 103
15. ORÇAMENTO 104
16. REFERÊNCIAS 105
17. TERMO DE ENCERRAMENTO 108

FIGURAS

Figura 1: Localização do Ramal Ferroviário e Terminal Multi Modal – Imetame Logística Porto. 8
Figura 2: Localização da área do levantamento. 14
Figura 3: Drone Matrice 300 com o Laser Scanner DJI Zenmuse L2 acoplado. 16
Figura 4: Planejamento de voos de parte do levantamento no software UGCS. 17
Figura 5: Representação do funcionamento do post-processing kinematic (PPK) em drones. 20
Figura 6: Fluxogram do processamento. 21
Figura 7: Vista de perfil de um trecho da nuvem de pontos classificada. 22
Figura 8: Visualização 3D da nuvem de pontos. 24
Figura 9: Visualização 3D do Modelo Digital de Superfície (MDS). 24
Figura 10: Visualização 3D do Modelo Digital de Terreno (MDS). 25
Figura 11: Visualização do Ortomosaico. 25
Figura 12: Visualização de parte da planta planialtimétrica cadastral. 26
Figura 13: Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo. 29
Figura 14: Clima da região de Aracruz. 45
Figura 15: Classificação climática da região de Aracruz. 45
Figura 16: Apresentação da tela do software Plúvio 2.1 para Chuvas Intensas. 48
Figura 17: Gráfico IDF. 49
Figura 18: Valores do coeficiente de deflúvio (c), extraída do manual de técnica de bueiros e drenos da ARMCO. 51
Figura 19: Imagem do Software Canal 577
Figura 20: Imagem do Software Canal 588
Figura 21: Imagem do Software Canal 59
Figura 22: Localização do Projeto Imetame Porto. 600
Figura 23: Locomotiva AC-44. 633
Figura 24: Vagão de Graos. 644
Figura 25: Vagão de Liquidos. 655
Figura 26: Vagão de carga geral 666
Figura 27: Vagão para containers. 666
Figura 28: Track Mobil – Para operação interna de logistica porto – Segmentação da Composição 66
Figura 29: Seção tipo para linha singela. 700
Figura 30: Seção tipo para linha singela. 711
Figura 31: Travessia de Oleduto sobre a ferrovia. 722
Figura 32: Trecho 1 - Saída a partir do Ramal da Aracruz - Trecho 1. 744
Figura 33: Trecho 2 - Passagem inferior sobre a ES 010 / Viaduto. 744
Figura 34: Trecho 3 - Entre o Viaduto e a Ponte sobre a Barragem de Aracruz. 755

Figura 35: Trecho 4 - Entre a Ponte e o trevo da ES 257 – Passagem Inferior / Falso Tunel com alargamento de plataforma extensão de 992 metros. 75
Figura 36: Trecho 5 - Entre Passagem Inferior e Inicio do Patio. Com dois alargamentos de Plataforma lado esquerdo. Antes e depois do Pontilhão – extensão de 534 + 2303 metros 76
Figura 37: Trecho 6 - Pátio Imetame Logística Porto. 76
Figura 38: Detalhe Passagem de Nivel. 79
Figura 39: Esquema de seção transversal de um bueiro sob uma estrada. 83
Figura 40: Revestimento em concreto para valetas de proteção cortes - Croqui 01. 86
Figura 41: Revestimento em grama para valetas de proteção cortes - Croqui 02. 86
Figura 42: Revestimento em concreto para valetas de proteção de aterro - Croqui 01 87
Figura 43: Revestimento em grama para valetas de proteção de aterro - Croqui 02. 87
Figura 44: Revestimento de concreto para sarjeta trapezoidal - Croqui 01. 88
Figura 45: Revestimento em grama para sarjeta trapezoidal - Croqui 02. 88
Figura 46: Descida D'água de Aterro em Degraus - DAD - Croqui 03. 90
Figura 47: Descida D'água de Cortes em Degraus - DCD - Croqui 04. 90
Figura 48: Dissipador para saída de Bueiros - DEB - Croqui 01. 91
Figura 49: Dissipador para saída de Decidas - Croqui 02. 92
Figura 50: Dissipador para saída de Sarjetas ou Valetas - DES - Croqui 03. 92
Figura 51: Caixa Coletora de Sarjeta - Croqui 01. 93
Figura 52: Dreno profundo - Croqui 01. 94
Figura 53: pilhas de dormentes de concreto. 100
Figura 54: Superestrutura linha singela. 102
Figura 55: Cerca – Fechamento de Faixa de Dominio 104

TABELAS

Tabela 1: Estimativa de volume transportado. 9
Tabela 2: Monografia do marco IME-03. 15
Tabela 3: Dados de precisão do ortomosaico indicada pelo relatório de processamento do software Agisoft Metashape. 23
Tabela 4: Especificações dos Furos de Sondagem. 37
Tabela 5: Intensidades máximas média de chuva para a cidade de Aracruz -MG. 48
Tabela 6: Tempo de recorrência 50
Tabela 7: Tempo de concentração das bacias. 50
Tabela 8: Coeficiente C conforme Superfície ou Ocupação. 544
Tabela 9: Coeficiente C conforme Ocupação. 555
Tabela 10: Coeficiente C conforme uso, área e declividade. 555
Tabela 11: Dimensionamento conforme área da Bacia 566
Tabela 12: Cálculo das Descargas nas Bacias de Entrevia. 566
Tabela 13: Dados dos parâmetros de Projeto. 677
Tabela 14: Dados dos elementos geométricos do ramal de acesso. 77
Tabela 15: Resumo do detalhamento de cálculo. 81
Tabela 16 – Coeficiente de rugosidade. 96

1. APRESENTAÇÃO

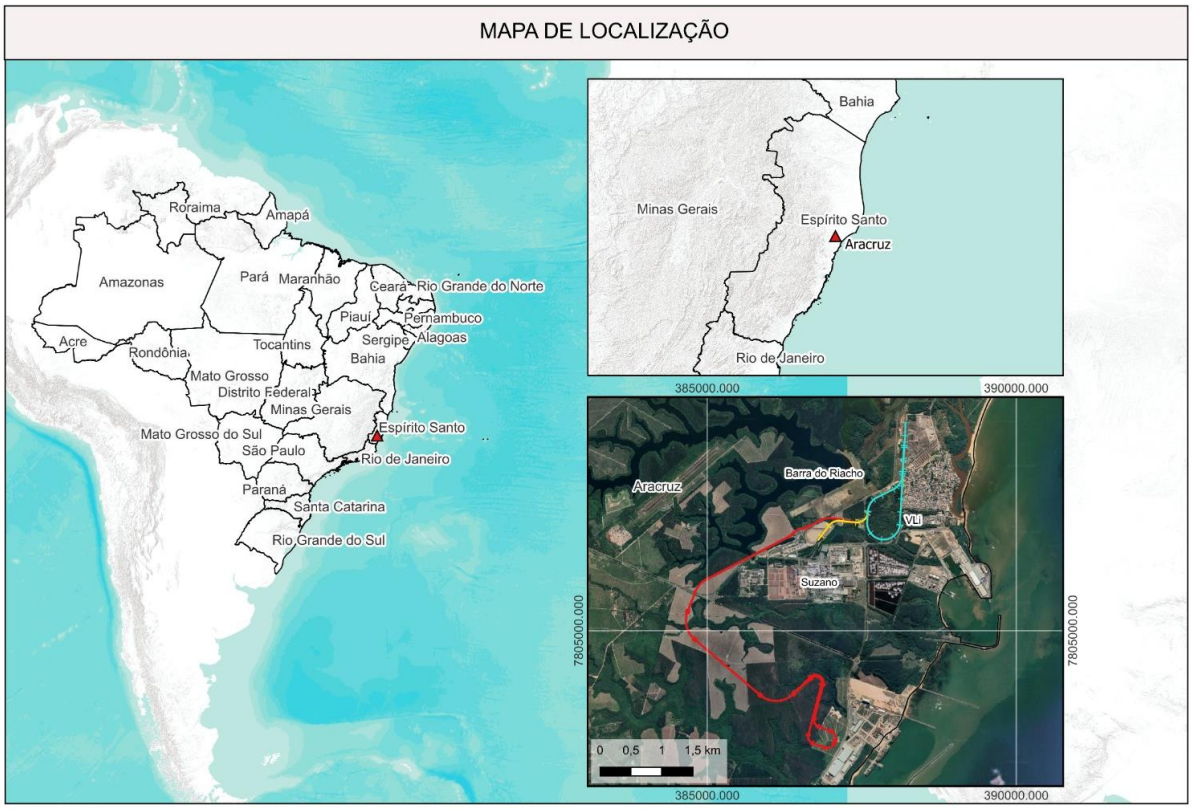
A Viacad – Engenharia Ltda apresenta à Imetame Logística Porto, o relatório técnico geral para o desenvolvimento de projeto de engenharia básico para implantação do Ramal Ferroviário Imetame Logística Porto, no Município de Aracruz, Barra do Riacho, no Estado de Espírito Santo.

O empreendimento que se pretende faz parte da logística de transporte do modal ferroviário da Imetame Logística Porto que é um complexo portuário privado, situado no município de Aracruz, norte do Espírito Santo, com operação focada em quatro seguimentos de carga: container, carga geral, granel sólido e combustíveis (líquido e gasoso) situada no município de Aracruz, norte do Espírito Santo. Além de uma robusta estrutura compartilhada, cada um de seus três terminais portuários – Terminal de Contêineres (TECON), Terminal de Granéis Líquidos (TGL) e Terminal Multipropósito (TMULT) – terão estruturas exclusivas e poderão ter operadores portuários independentes.

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO

A Figura 1 apresenta a localização do Ramal Ferroviário e Terminal Multi Modal.

Figura 1: Localização do Ramal Ferroviário e Terminal Multi Modal – Imetame Logística Porto.



3. ESCOPO DO PROJETO

O projeto básico do Ramal Ferroviário e Terminal Multi Modal– Imetame Logística Porto, inicia-se a partir da linha da VLi no km43 + 727, passando em 338 metros pelo acesso da Fábrica da Suzano, ambos em Barra do Riacho, Aracruz, Espirito Santo, onde começa o Ramal Imetame (km 0+ 000) até os terminais, onde estamos prevendo quatro terminais, sendo, de produtos diversos, com operação focada em:

- Terminal de Contêineres (TECON),
- Terminal Multipropósito (TMULT)
- Terminal de Granéis Líquidos (TGL)
- Terminal de Granéis Sólidos (TGS)

O Projeto foi desenvolvido em nível básico, com objetivo de apresentar informações e soluções de engenharia que possam subsidiar tomadas de decisões e estabelecer a estrutura básica do projeto para as próximas etapas.

Nesta etapa será estudada uma diretriz que busque os menores impactos possíveis e otimizar os custos de implantação, para uma operação ferroviária eficiente, que transporte em média as capacidades apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativa de volume transportado.

VOLUMES	UNIDADE	ANO	MÊS
GRANEL SOLIDO - FASE 1	Ton	3.000.000	250.000
GRANEL SOLIDO - FASE 2	Ton	8.000.000	666.667
GRANEL LIQUIDO	K-m³	3.000.000	250.000
CONTAINERS	TEU	10.000	833
SIDERURGICO	Ton	200.000	16.667

Fonte: Imetame

Foram avaliados preliminarmente: interferências com infraestrutura existente (acessos, oleodutos, rodovias, etc.), restrições ambientais, condições geotécnicas locais, pontes e viadutos, entre outras intervenções necessárias à implantação do Ramal Ferroviário e Terminal Ferroviário Multi Modal – Imetame Logística Porto.

O projeto básico apresenta um valor estimado, com base nos quantitativos de materiais e serviços estimados.

O nível de precisão e variação nas estimativas destes estudos, devido às incertezas e ao estágio de maturidade, poderá ter uma margem de variação entre 20% e 30%. Esta precisão é influenciada pela disponibilidade de informações detalhadas nesta etapa do projeto, como: a complexidade do projeto, exigências socioambientais não previstas, condições locais, investigações de subsolo entre outros aspectos.

Os itens principais a serem destacados são:

- Estudos Geológicos-Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos-Hidráulicos;
- Estudos Topográficos;
- Estudos de Traçado;
- Estudo Ferroviário;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem e OAC;
- Projeto de OAE e de Contenções;
- Projeto de Interferências;
- Projeto de Superestrutura Ferroviária;
- Projeto de Obras Complementares;
- Estimativa de Custos.

4. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL POR DRONE

4.1. Introdução

Para o cumprimento dos dados solicitados, a empresa Gestão Ambiental, subcontratada da Imetame Logística Porto, utilizou o sistema de varredura a laser – SVL. O qual possibilitou à obtenção de dados tridimensionais (coordenadas X, Y e Z) de objetos e superfícies, resultando em uma malha de dados denominada “nuvem de pontos” (BARBER; MILS; BRYAN, 2003). Os SVL dividem-se em dois grupos, estáticos e dinâmicos. Os SVL dinâmicos realizam varreduras de forma móvel, podendo ser acoplados a veículos tripulados ou não tripulados, e/ou mochilas especiais. Também são divididos em sistemas terrestres (do inglês *Terestrial Laser Scanning* – TLS) e aéreo (do inglês *Aerial Laser Scanning*- ALS).

Os Dispositivos LASER (do inglês *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) possuem propriedades óticas que produzem e emitem um feixe de pulso ou de radiação. No entanto, nem todos são aplicáveis para aquisição de dados topográficos/altimétricos. Para essas demandas, utiliza-se os dispositivos do tipo LiDAR (do inglês *Light Detection and Ranging*), este sistema é um sensor remoto ativo.

O LIDAR é um método que emite milhares de pulsos de luz e detecta o sinal de retorno. O nível de desenvolvimento alcançado pela tecnologia melhorou a capacidade de medir a superfície da Terra, principalmente em ambientes com cobertura vegetal. Desse modo, o LIDAR é capaz levantar medidas de áreas onde há obstáculos que impedem retornos em fotos aéreas, apresentando dessa forma resultados mais precisos que à aerofotogrametria convencional.

Portanto, apesar de ambos os métodos apresentarem semelhanças de aplicação, o LIDAR permite a sua aplicação para monitoramento do relevo em locais onde há uma densidade de vegetação ou cobertura do solo significativas. A densidade da nuvem de pontos proporcionada pelo equipamento e a capacidade de detecção de objetos, permitem

à obtenção de dados tridimensionais da superfície e do terreno com precisão de escala centimétrica. As características do sistema permitem a geração de produtos como o Modelo Digital de Terreno (MDT) e o Modelo Digital de Superfície (MDS) que representam o terreno (sem nenhuma cobertura) e a superfície (edifícios, árvores etc.), respectivamente.

O sistema *Alpha Air* pode ser acoplado à um drone para que a captura de dados possa ser otimizada, utilizando tecnologia LIDAR. Além disso, esse equipamento conta com a câmera integrada de alta resolução da DJI. Quando acoplado a um DJI M300 e operando a uma altura de voo de 100 metros e a uma velocidade de 10 m/s, o sistema pode coletar dados a uma taxa superior a 240.000 pontos por segundos.

4.2. Objetivo

O objetivo é definir os serviços de topografia executados nesta etapa de projeto básico de engenharia para construção da Ferrovia. Estes serviços de topográficos foram necessários tendo em vista que não existe levantamento topográfico da área em estudo.

A elaboração deste levantamento topográfico se deu por intermédio da empresa Gestão Ambiental, pela Contratante / Imetame, fornecendo à Contratada / ViaCad, os documentos e arquivos abaixo relacionados, e descritos a sua metodologia por levantamento topográfico aerofotogramétrico.

O objetivo fundamental dos estudos topográficos é fornecer elementos tridimensionais ao projetista através da perfeita representação dos elementos de campo, de forma a gerar um Modelo Digital do Terreno (MDT).

Salienta-se que os formatos digitais são necessários para elaboração do projeto proposto e em sua composição, devem representar a superfície a ser trabalhada, conforme:

- MDE (Modelo Digital de Elevação): Corresponde a um modelo matemático para representar um fenômeno qualquer de forma contínua (Raster ou Malha). É também

a denominação genérica para modelos digitais altimétricos, sem a preocupação em diferenciar os modelos que representam ou não o solo exposto;

- MDS (Modelo Digital da Superfície): É o modelo que representa a altimetria do terreno ao nível do topo das feições, incluindo-se as que encontram acima do nível do solo (edificações, vegetação e etc);
- MDT (Modelo Digital do Terreno): É a modelagem associada à representação do solo exposto, desconsiderando-se os acidentes encontrados acima do solo, ou seja, apenas a base de edificações e vegetação e outros.

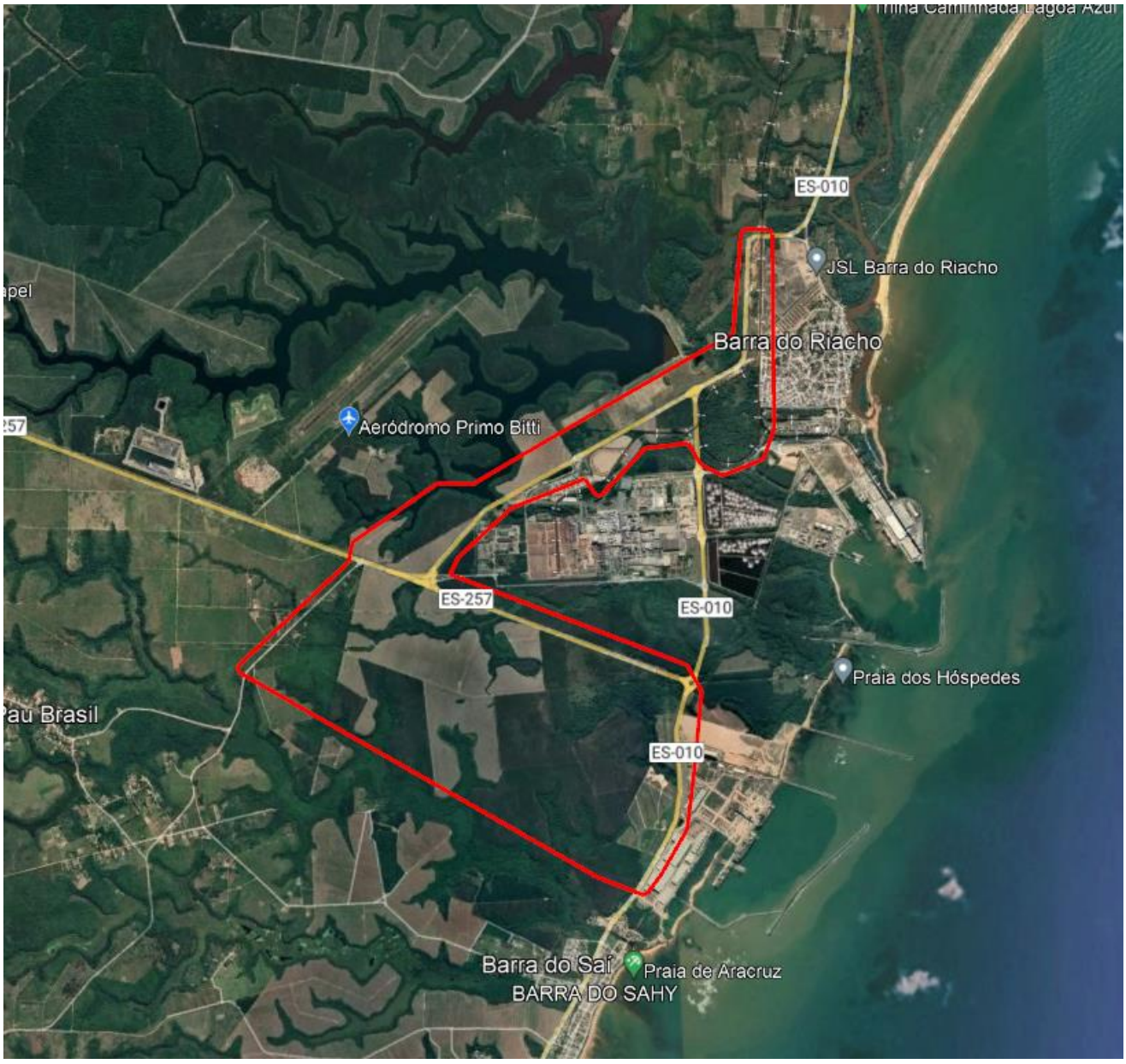
Para esse projeto, onde depende de uma base topográfica em solo, utiliza se o MDT.

Este trabalho fundamenta-se na Instrução de Serviços Ferroviários / ISF-201 – Levantamento Aerofotogramétrico e perfilamento a laser para projetos básicos de ferrovias (DNIT) e ISF-203 – Estudos Topográficos para projetos básicos de Ferrovias (DNIT).

4.3. Localização

A área levantada encontra-se no município de Aracruz-ES. A Figura 2 apresenta o a região delimitada.

Figura 2: Localização da área do levantamento.



Fonte: Google Earth

4.4. Referenciais geodésicos

O presente levantamento tem suas informações planialtimétricas atreladas ao marco IME-03, cujo as coordenadas foram disponibilizadas pela equipe da Imetame, como pode ser vista na Tabela abaixo:

Tabela 2: Monografia do marco IME-03.

MONOGRAFIA DE MARCOS

IMETAME PORTO ARACRUZ

Nome da Estação: **IME03**

DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO – UTM	COORDENADAS
Município: Aracruz/ES Localidade: Barra do Sahy Data do Levantamento: 11/08/2022 Revisão: 0 - RJR	Meridiano Central = 39º W Origem N (Equador) =10000000 m Origem E (MC 39º W) = 500000 m K0 = 0.99975457 DATUM H SIRGAS 2000 DATUM V Imbituba/SC	LAT. = 19°51'36,80497"S LONG. = 40°04'05,09944"W N = 7.803.632,086 m E = 388.169,613 m H (DHN) = 5,383 m

Descrição: A Estação é materializada por uma chapa de Alumínio circular, chumbada em um marco de cimento tronco piramidal. Na chapa traz inscrito o nome da estação **IME03** – CREDENCIADO ("ADG"), PROTEGIDO POR LEI.

CROQUIS



MARCOS INTERVISÍVEIS: IME01 / IME02

ITINERÁRIO

A Estação **IME03** está localizada na área de propriedade da **IMETAME METALMECÂNICA**, próximo a divisa com o Estaleiro Jurong Aracruz, distante em 6,00 metros do final da cerca.

FOTO



4.5. Material utilizado

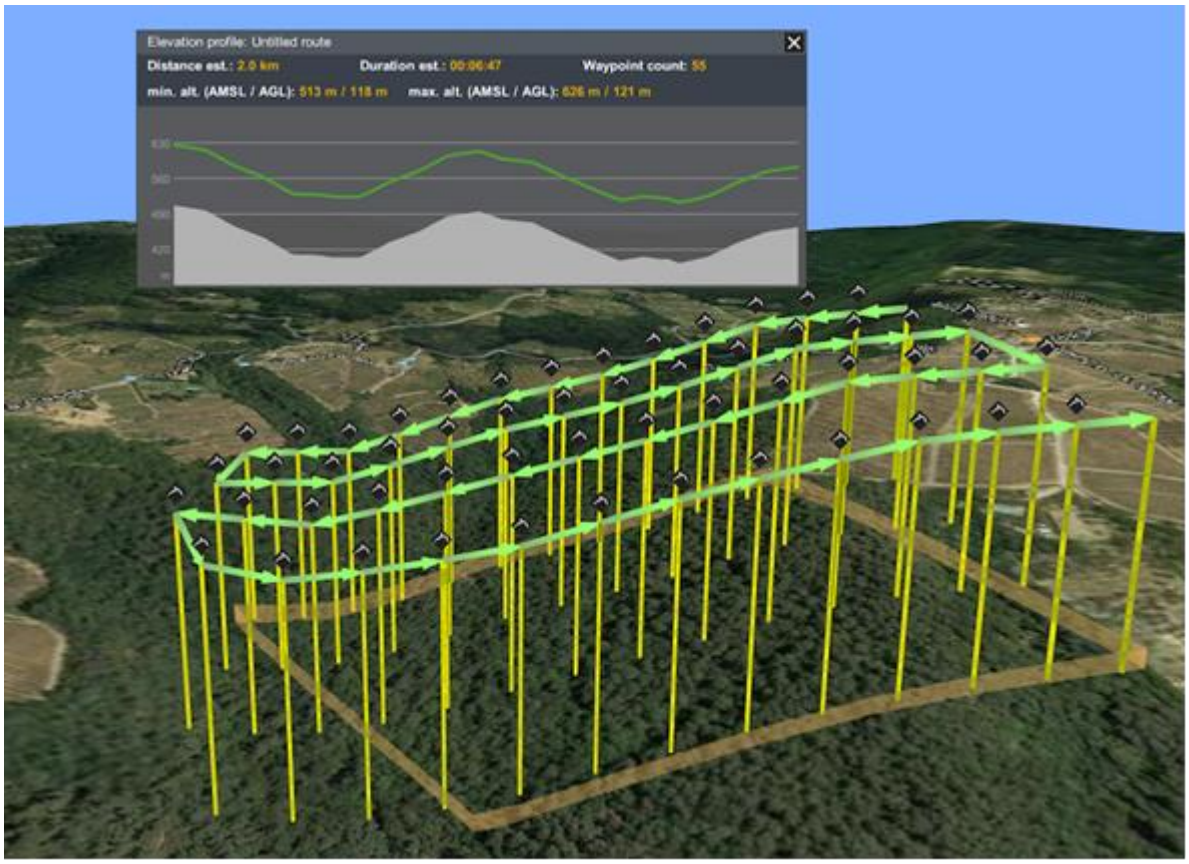
Para a execução do levantamento, toda a preparação foi realizada e utilizou-se um veículo autônomo não tripulado (DJI Matrice 300) com o LIDAR Zenmuse L2 embarcado, de acordo com a Figura 3.

Figura 3: Drone Matrice 300 com o Laser Scanner DJI Zenmuse L2 acoplado.



A equipe utilizou o software UGCS (do inglês *Universal Ground Control System*) para a elaboração dos planos de voo, permitindo que o drone mantivesse uma altitude relativa do solo de 100 metros, tal tecnologia fez com que o fator variação de elevação do terreno não afetasse na coleta de dados, garantindo assim um levantamento de maior qualidade. O planejamento do levantamento aerofotogramétrico e o desenvolvimento do serviço em campo estão ilustrados na Figura 4.

Figura 4: Planejamento de voos de parte do levantamento no software UGCS.



Foi utilizado um receptor GNSS modelo CHC i73+ para rastreio dos marcos e referenciamento dos dados LiDAR.

4.6. Metodologia

4.6.1. Planejamento dos Voos

Nesta etapa, o planejamento dos voos LIDAR foi realizado com o auxílio do software UGCS (do inglês *Universal Ground Control Software*). Cada voo cobria uma extensão de 2 km do trecho de interesse utilizando os seguintes parâmetros:

- Altura de voo: 100 metros AGL (em trechos onde não haviam torres anemométricas);
- Sobreposição lateral: 70%;
- Sobreposição frontal: 80%;
- Velocidade de voo: 10m/s.

Além disso, foram levantadas informações sobre restrições de espaço aéreo e segurança, bem como foram identificadas áreas críticas que requeriam maior atenção durante o sobrevoo. O plano de voo foi elaborado, determinando as trajetórias e altitudes de voo para cobrir toda a área de interesse, evitando sobreposições indesejadas e garantindo uma distribuição adequada dos pontos LiDAR.

4.6.2. Execução do levantamento LiDAR

Com o planejamento concluído, a execução do levantamento LIDAR foi realizada utilizando um laser scanner CHC Zenmuse L2 embarcado em drone Matrice 300 RTK, conforme apropriado para o tamanho e características da área mapeada. Os voos foram realizados de acordo com o plano definido, e o equipamento LiDAR disparou pulsos laser para a superfície terrestre.

Durante o sobrevoo, os pulsos laser interagiram com a superfície, refletindo de volta para o sensor LIDAR. Com base no tempo de retorno dos pulsos, o sistema foi capaz de calcular a distância entre o sensor e a superfície, gerando uma nuvem de pontos tridimensionais que representam o relevo, edificações e vegetação presentes na área mapeada.

Os voos foram realizados entre os dias 31/05/23 à 02/07/23 nos intervalos de 9:00 às 15:00 horas.

4.6.3. Rastreio dos Marcos Topográficos

Paralelamente ao levantamento LIDAR, foi realizada a etapa de implantação e rastreio dos marcos topográficos, totalizando 27 referências geodésicas na área de interesse. Estes marcos foram materializados utilizando um prego fixado em um polígono de concreto. O rastreio dos marcos foi conduzido utilizando técnicas GNSS (do inglês *Global Navigation Satellite System*), com o receptor GNSS CHC i73+ de alta precisão.

4.6.4. Pós Processamento das Observações (PPK)

As observações do Zenmuse L2 são corrigidas utilizando a metodologia de post-processing kinematic (PPK), que consiste em calcular a posição de um rover em relação a uma base estacionária.

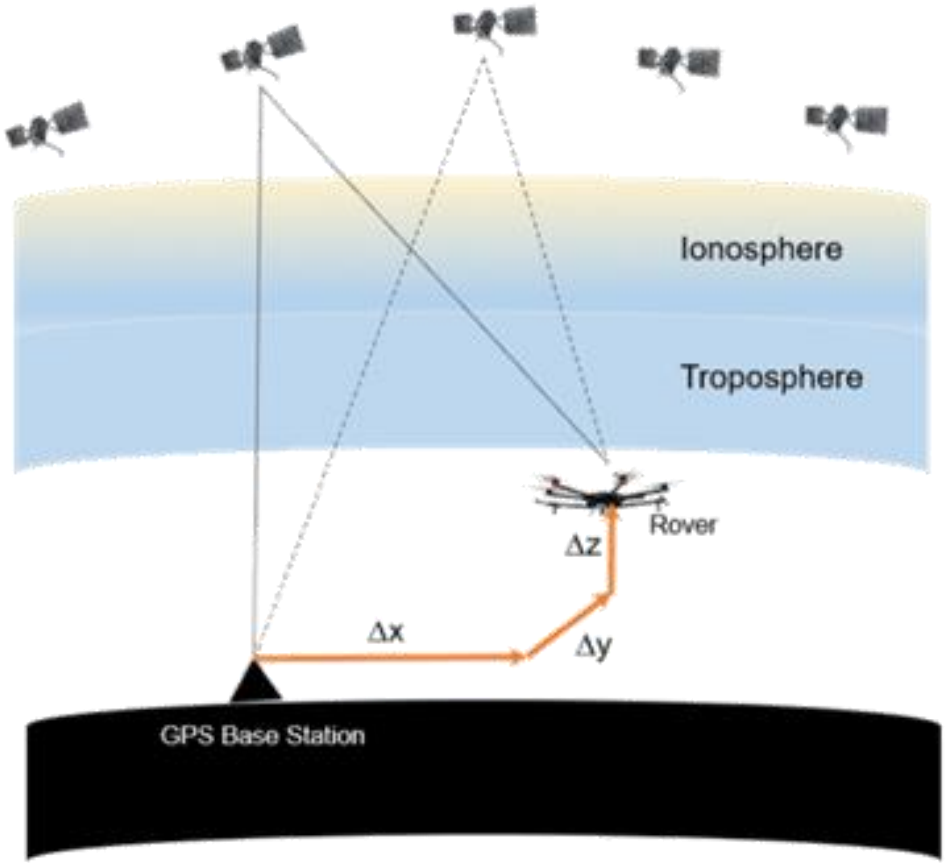
O processo de campo funciona basicamente da seguinte forma: um rover, no caso em questão o laser scanner CHC Zenmuse L2, e um receptor GNSS em solo ambos coletando observações dos satélites da constelação GNSS mas não estabelecem comunicação entre si.

Após o processo de campo, é necessário fazer a correção das observações do receptor GNSS no IBGE PPP para obter as coordenadas corrigidas do ponto rastreado. Com as coordenadas devidamente corrigidas, utiliza-se o software CHC CoPre para fazer a correção entre as observações do rover (Zenmuse L2) e da base GNSS (CHC i73+) utilizando os dados coletados em tempo simultâneo por ambos. O CoPre gera como output a nuvem de pontos georreferenciada e as imagens da câmera com coordenadas de centróide corrigidas.

A metodologia PPK permite corrigir e cancelar diversos erros atrelados à observações de satélites, garantindo uma precisão centimétrica dos dados coletados, desde que os receptores GNSS estejam rastreando informações distanto até 15

quilômetros entre si. Para o levantamento em questão, o drone não esteve a mais de 4km quilômetros do receptor GNSS em solo.

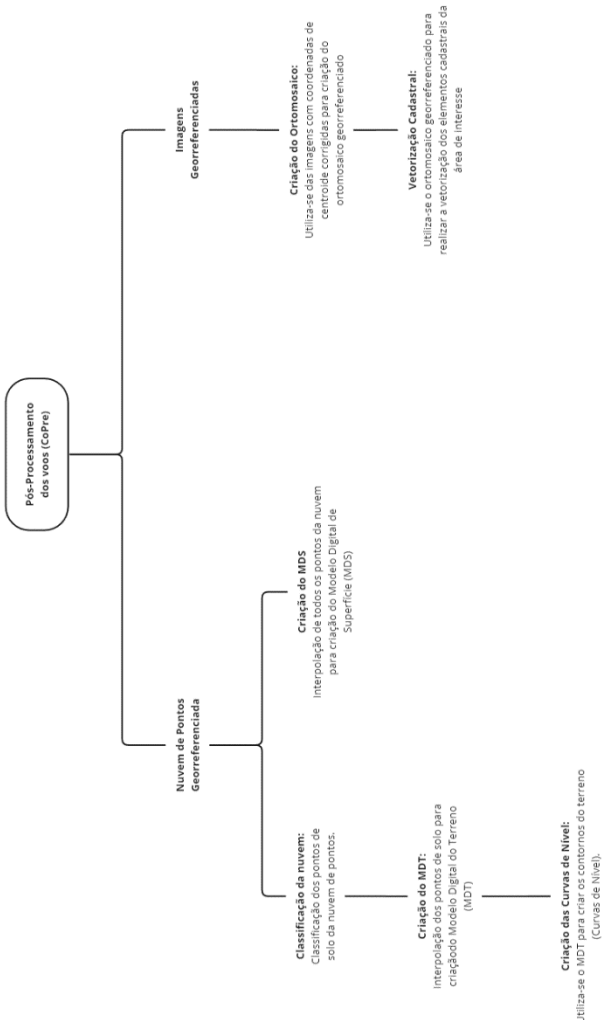
Figura 5: Representação do funcionamento do post-processing kinematic (PPK) em drones.



4.6.5. Processamento dos Dados

Após a coleta dos dados LIDAR e GNSS, o processamento dos dados foi realizado seguindo o fluxograma da Fgura 7.

Figura 6: Fluxogram do processamento.



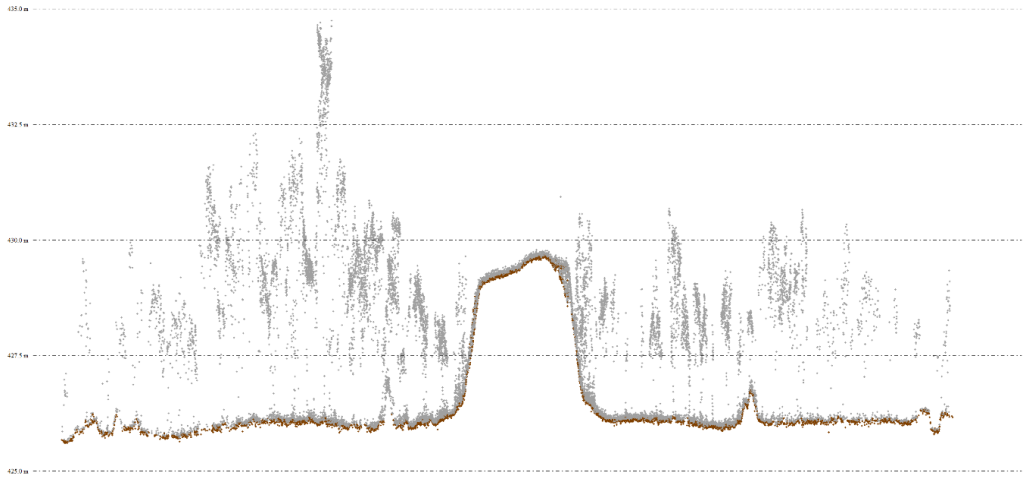
4.6.6. Processamento dos Marcos Topográficos

As coordenadas obtidas a partir do rastreio dos marcos topográficos foram utilizadas para georreferenciar a nuvem de pontos LIDAR, garantindo que os dados estejam referenciados em um sistema de coordenadas conhecido e preciso. Esse processo foi realizado com o auxílio do software IBGE PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), que oferece recursos de correção diferencial e transformações geométricas para alinhar os dados LiDAR às coordenadas geodésicas dos marcos.

4.6.7. Classificação das Nuvens de Pontos

A classificação das nuvens de pontos foi focada em identificar e separar os pontos de solo dos demais elementos presentes na nuvem, como vegetação e edificações. Essa classificação foi essencial para a geração dos Modelos Digitais de Terreno (MDT), que representam o relevo do terreno sem a interferência das estruturas acima do solo, e dos Modelos Digitais de Superfície (MDS), que incluem as informações da vegetação e edificações. A Figura 7 apresenta a vista de perfil de um trecho, no qual os pontos com coloração marrom representam os pontos classificados como solo.

Figura 7: Vista de perfil de um trecho da nuvem de pontos classificada.



4.6.8. Geração do Ortomosaico

A partir das imagens corrigidas pelo software CoPre, utilizou-se o software Agisoft Metashape para geração do ortomosaico a partir do seguinte *workflow*:

- Alinhamento das imagens;
- Construção da Nuvem Densa;
- Construção do Modelo Digital de Elevação;
- Confecção do Ortomosaico.

Tabela 3: Dados de precisão do ortomosaico indicada pelo relatório de processamento do software Agisoft Metashape.

X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total error (cm)
0.525694	0.624551	1.10917	0.816344	1.3772

Table 3. Average camera location error.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

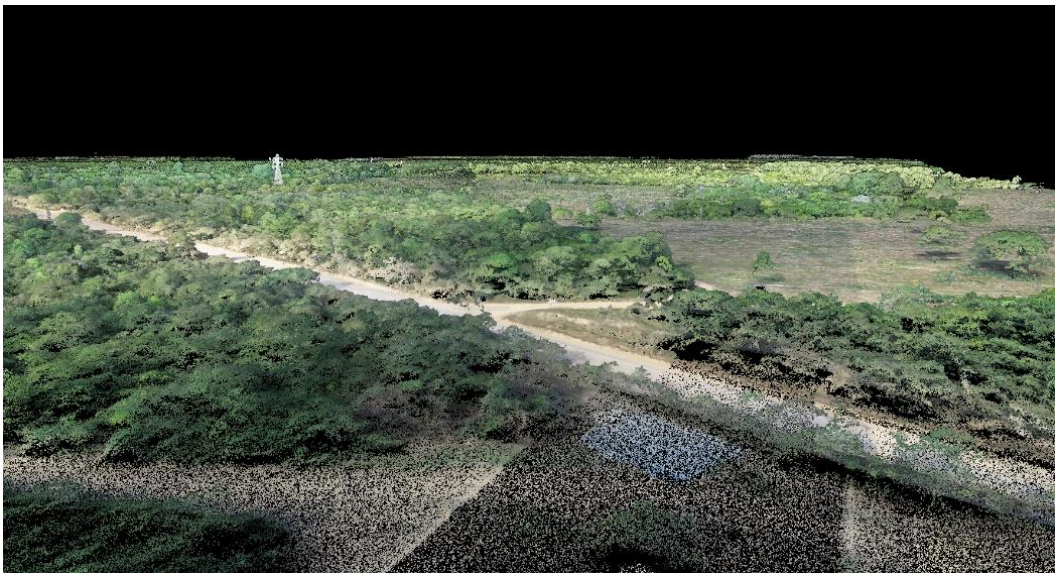
Como pode ser visto na Tabela 2, o relatório de processamento do Agisoft Metashape indicou uma precisão planialtimétrica de 1,38 cm usando como referência as coordenadas do centroide corrigidas pelo software CoPre.

4.7. Resultados

4.7.1. Nuvem de Pontos

A nuvem de pontos colorizada realizada georreferenciada com cerca de 926 milhões de pontos pode ser vista na Figura 8.

Figura 8: Visualização 3D da nuvem de pontos.



4.7.2. Modelos Digitais

A partir da nuvem de pontos, foram gerados os modelos digitais de superfície (MDS) e de terreno (MDT) respectivamente apresentados nas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Visualização 3D do Modelo Digital de Superfície (MDS).

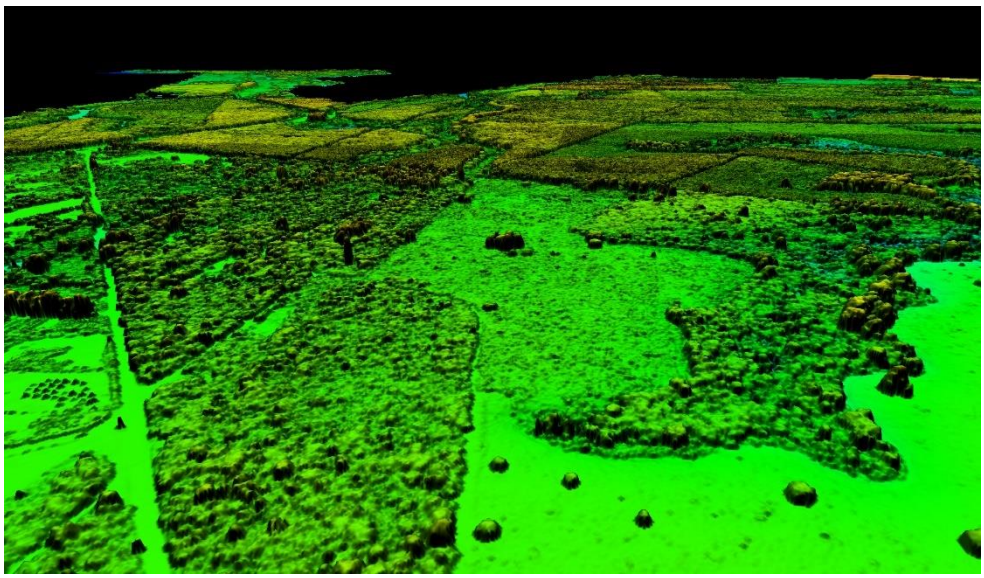
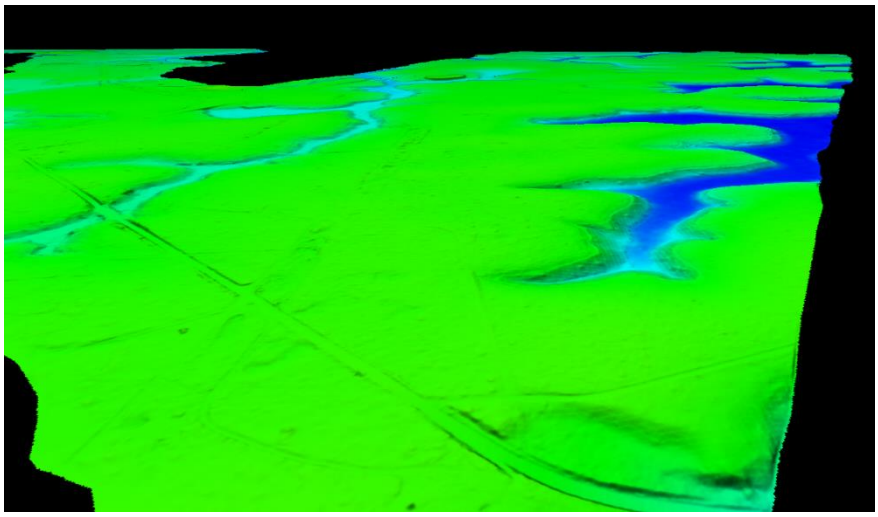


Figura 10: Visualização 3D do Modelo Digital de Terreno (MDS).



4.8. Ortomosaico

O ortomosaico gerado com as imagens da câmera obteve um GSD de 2.4 cm, no entanto, por motivos de armazenamento e processamento de máquina, utilizou-se o mesmo com GSD de 5 cm. A Figura 11 apresenta ortomosaico da localidade do projeto.

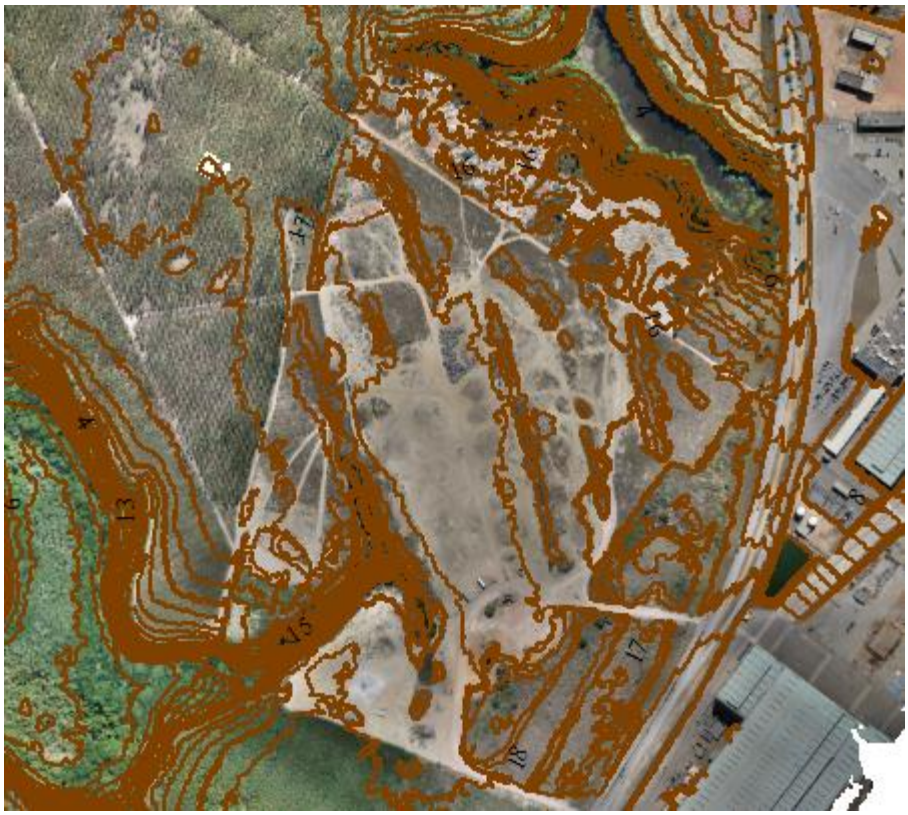
Figura 11: Visualização do Ortomosaico.



4.9. Planta Planialtimétrica

Por fim, gerou-se a planta planialtimétrica cadastral, apresentada na Figura 12, gerada a partir da extração das curvas de nível do MDT para representar visualmente a altimetria.

Figura 12: Visualização de parte da planta planialtimétrica cadastral.



4.10. Considerações parciais sobre o levantamento planialtimétrico cadastral por drone

As curvas de nível provenientes do levantamento executado com o LIDAR são compatíveis com a precisão alcançada por equipamentos aerofotogramétricos, possui

elevada capacidade de representação principalmente em regiões onde há presença de vegetação, devido a sua alta capacidade de detecção do solo através do laser.

Ressalta-se que o nível de qualidade alcançado e os levantamentos realizados não utilizaram pontos de controle para georreferenciamento dos dados, o que é um procedimento básico e fundamental em levantamentos aerofotogramétricos, sendo dessa forma, um grande diferencial da utilização do sistema.

Ademais, o nível de detalhamento quanto a representação do terreno, devido ao número de pontos por metro quadrado que o sistema é capaz de captar, o tornam ainda mais eficaz para sua utilização, tanto para representação planimétrica quanto para modelagens e representações 3D.

É preciso também ressaltar que a resolução espacial, o nível de detalhamento, a densidade da nuvem de pontos são variáveis facilmente modificadas e alteradas em softwares de processamento, sendo necessário entender a finalidade do levantamento para que a representação tenha compatibilidade com o nível de precisão do projeto desejado, podendo chegar até a 0,05m de resolução.

5. ESTUDO GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

5.1. Geologia

O Estado do Espírito Santo, em síntese, é geologicamente dividido em dois compartimentos contrastantes:

i) embasamento pré-cambriano; e

ii) ii) depósitos sedimentares cenozóicos (Grupo Barreiras e sedimentos quaternários).

A área do presente estudo encontra-se inteiramente identificada dentro dos depósitos sedimentares cenozoicos, essencialmente constituído pela Grupo Barreiras (Mioceno) e em pequenos núcleos de sedimentos quaternários depositados as margens dos principais córregos e ao longo de uma estreita faixa litorânea, considerados como depósitos fluvio lagunares recentes.

O Grupo Barreiras é uma unidade litoestratigráfica de idade miocênica, com distribuição ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e do Rio de Janeiro, associada a uma típica morfologia de tabuleiros. Devido a sua ampla distribuição e idade, a unidade é tratada como um marco estratigráfico e geomorfológico para estudos neotectônicos.

Constitui-se de depósitos arenosos e argilosos, de cores variegadas, normalmente muito ferruginizados, identificados nos baixos platôs amazônicos e nos tabuleiros da costa do norte, nordeste e leste brasileiro.

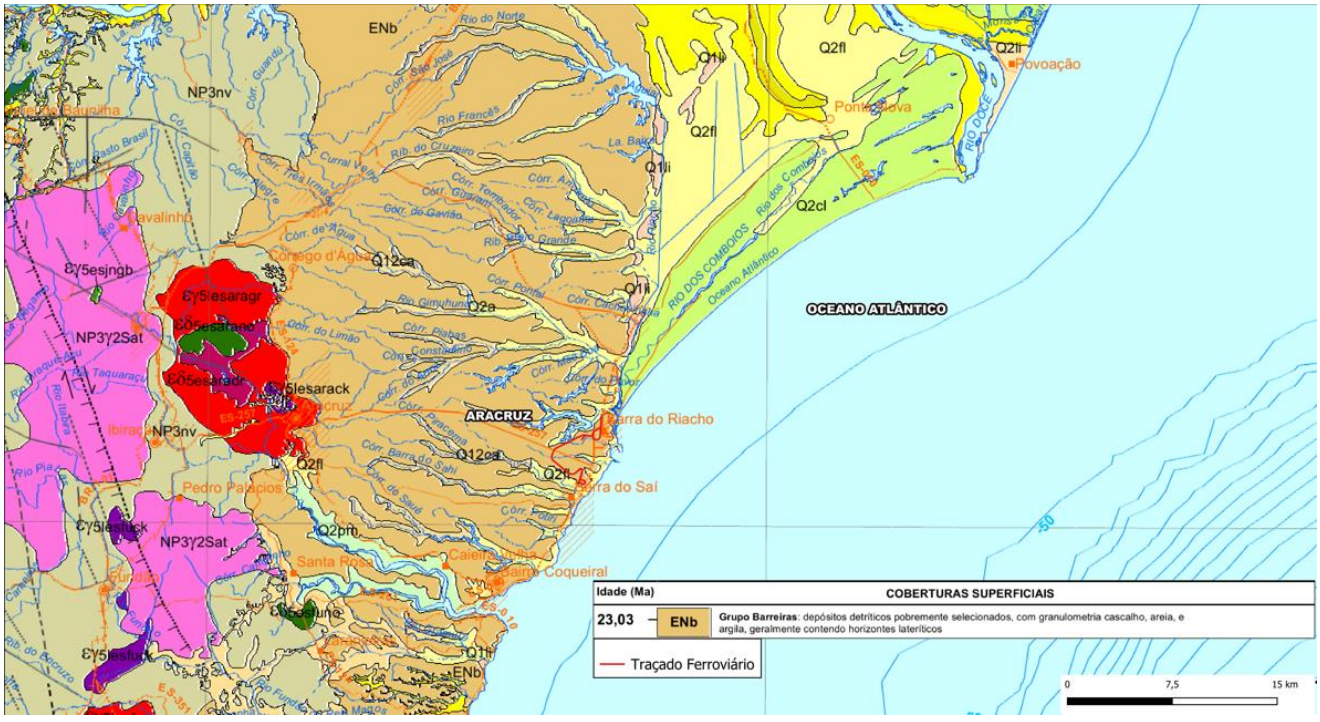
Nota-se claramente a delimitação dos terrenos com a morfologia de tabuleiros, característica dos sedimentos da Grupo Barreiras, em contraste com os padrões

morfológicos das unidades adjacentes (embasamento cristalino e sedimentos quaternários intercalados).

A sua idade tem sido admitida desde o fim do Mesozoico até o início do Quaternário, sendo normalmente aceita entre o Mioceno – Plioceno a Pleistoceno, conforme explica no estudo (Brito et al., 1996).

Sendo assim, Moraes Rêgo (1930 In: Ramalho, 1984, apud Morais 2007) sugeriu chamar estes sedimentos de “série das Barreiras”, descrevendo-os como “leitos de argilas de cores variadas, geralmente vivas, vermelhas, verdes, brancas ou mosqueadas, com leitos de areias inconsistentes e concreções ferruginosas, que formam blocos ou massas lenticulares e cuja origem explica-se por uma circulação de águas em condições climatéricas severas”.

Figura 13: Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo.



Fonte: Ministério de Minas e Energia/CPRM - Serviço Geológico do Brasil

O Grupo Barreiras distribui-se segundo uma faixa aproximadamente alongada no sentido N-S, situando-se grande parte entre o embasamento cristalino e os depósitos quaternários da baixada costeira.

O Grupo Barreiras é constituído de arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos e grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos e variegados. Os depósitos dessa unidade são bastante ferruginizados, apresentando cores variadas desde o vermelho ao alaranjado. Esta ferruginização, quando muito intensa, ocorre como crostas ferruginosas.

Associam-se a feições de tabuleiro e, ao longo do litoral, ocorrem em formas de falésias ativas.

5.1.1. Geologia do Traçado

Arenito conglomerático com matriz caolínica, contendo lentes e lençóis de conglomerado e brecha, ricos em seixos e grânulos de quartzo e/ou feldspato, e intercalações de argilito caolínico silto-arenoso, siltito, arenito caolínico, arenito argiloso, arenito ferruginoso e argiloso friável e diamictito. Podem apresentar horizontes e/ou colunas de oxi-redução e/ou canga em que assumem cores variegadas (branca, vermelha e roxa); Arenitos argilosos de tonalidade variegada (amarelada, avermelhada e esverdeada), matriz argilo-caulínica, com cimento argiloso, ferruginoso e, às vezes, silicoso; granulação fina a média, com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos na base (pode-se encontrar, no topo, areias sílticas bem classificadas) / sistema fluvial com esporádicas corridas de lamas.

5.2. Geomorfologia

Constituindo o litoral do Estado são reconhecidas três unidades geomorfológicas distintas: os tabuleiros terciários do Grupo Barreiras, os afloramentos e promontórios

cristalinos pré-cambrianos e as planícies fluviomarinhas quaternárias. A Formação Barreiras estende-se ao longo de todo litoral, podendo estar hoje na paisagem na forma de falésias vivas, falésias mortas e terraços de abrasão marinha. Estes últimos encontram-se distribuídos caoticamente na praia, onde são expostos durante a maré baixa, e na plataforma continental interna nos trechos onde uma estrutura monoclinal íngreme ocasionou o soerguimento da superfície terciária, em relação ao nível do mar, durante o Terciário médio.

A distribuição e o contato entre os depósitos do Grupo Barreiras, os afloramentos cristalinos e as planícies costeiras permitiram a proposição da subdivisão fisiográfica da costa do Espírito Santo em cinco setores:

- O Setor 1 compreende o litoral entre a divisa do Estado do Espírito Santo com o Estado da Bahia e a cidade de Conceição da Barra, caracterizado por planícies costeiras estreitas, associadas às desembocaduras dor rios Itaúnas e São Mateus, ao sopé das falésias do Grupo Barreiras;
- O Setor 2 corresponde à planície costeira deltaica do rio Doce que se estende de Conceição da Barra a Barra do Riacho. É o trecho do litoral capixaba onde os depósitos quaternários atingem o seu máximo desenvolvimento, cerca de 38km transversalmente entre as falésias mortas do Grupo Barreiras, no interior, e a linha de costa.
- O Setor 3 estende-se de Barra do Riacho a Ponta de Tubarão, Baía do Espírito Santo, é caracterizado pelo fraco desenvolvimento de depósitos quaternários ao sopé das falésias do Grupo Barreiras, podendo-se encontrar setores onde as falésias do Grupo Barreiras estão em contato direto com a praia. Ao longo dos vales dos rios Piraquê-Açu, Reis Magos e Santa Maria de Vitória, os depósitos fluviomarinhos apresentam-se mais desenvolvidos.
- O Setor 4 compreende o litoral entre a Baía do Espírito Santo e a foz do rio Itapemirim. É caracterizado pelos afloramentos de rochas cristalinas pré-

cambrianas em contato com os depósitos quaternários. São intercalados pelos afloramentos da Formação Barreiras precedido de praias. O litoral apresenta-se recortado, sendo observados trechos salientes sem condições de deposição de areias e trechos com desenvolvimento das planícies costeiras favorecido pela existência de obstáculos representados pelos promontórios e ilhas próximas, pela divergência das ortogonais das ondas e pelos aportes fluviais localizados.

- O Setor 5 estende-se da foz do rio Itapemirim até a margem norte da desembocadura do rio Itabapoana. É caracterizado por estreitos depósitos quaternários limitados pelas falésias vivas do Grupo Barreiras intercalados por falésias vivas precedidas de praias estreitas com baixa declividade.

A área de influência do presente estudo, está incrustada dentro dos Setores 3 e 4, apresentando somente morfologia de tabuleiros.

A paisagem da região estudada é formada, em sua totalidade, por relevos com topos tabulares (plano à suave ondulado), sendo estes dissecados por córregos dispostos, dominantemente, no sentido leste-oeste caracterizando, assim, o padrão fluvial imposto pela proximidade do Oceano Atlântico. Entre os topos e as planícies são evidenciados relevos de transição com rampas curtas dotadas de declividades muito distintas, variando de ondulado à forte ondulado e, em menor proporção, montanhoso de vertentes curtas.

5.2.1. Geomorfologia do Traçado

O traçado, em toda a sua extensão, está implantado na região dos tabuleiros costeiros, constituindo uma unidade geoambiental que compreende uma faixa que acompanha todo o litoral do Estado do Espirito Santo, com uma largura de aproximadamente 50 quilômetros, constituída de platôs sedimentares, cuja altitude varia de 20 a 50 metros em relação ao nível do mar.

5.3. Solos

Os solos dos tabuleiros da Zona Costeira, suas características, respectivas potencialidades e fragilidades, são apresentados conforme os seus posicionamentos na paisagem – solos de encosta, solos intermediários e solos de planície.

O mais importante em relação a sua ocorrência na área de estudo, são solos de encosta, classificados ARGISSOLO AMARELO que resulta da associação do LATOSSOLO AMARELO, dominantemente encontrado, identificados nos topos de platôs das superfícies constituintes dos tabuleiros costeiros, em relevos muito favoráveis ao uso, os quais variam de plano à suave ondulado.

Vale citar que a denominação topo de platô refere-se aos segmentos de paisagem que estão situados nas cotas altimétricas mais elevadas, sendo para as referidas paisagens constituídas por relevos de pequena declividade, por vezes praticamente planos. Os LATOSSOLOS podem ocorrer associados intrinsicamente aos ARGISSOLOS AMARELOS.

Para este caso, foi observado que não é possível distinguir parâmetros morfológicos superficiais, tais como pequenas variações na forma e na declividade de rampa, fatores estes que poderiam evidenciar e justificar a passagem de uma classe para outra. A alternância de Latossolos para Argissolos e vice-versa se verifica tanto de forma lenta e gradual, neste caso caracterizando a presença de solo com características intermediárias, por exemplo, LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico, assim como dentro de pequenos espaços (menores que 10 m). Sob o ponto de vista de erosão, para as duas classes de solos, dada à condição de relevo plano em que se encontram, também não foi evidente qualquer alteração na superfície digna de registro.

Os Latossolos também foram identificados nas bordas dos tabuleiros, em relevos que variam de ondulado à forte ondulado, tanto em formas que condicionam a divergência, como a convergência de fluxos hidrológicos. Foi verificada a maior ocorrência das classes

LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico e LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico.

São solos considerados como os solos mais evoluídos, com as texturas dos horizontes superficiais e subsuperficiais variando de média à argilosa.

Em razão das variações texturais, ora apresentando acréscimos da fração argila muito pouco acentuados, ora mais acentuados, respectivamente, podem ser classificados em quarto nível categórico como típicos ou argissólicos.

Como característica marcante, possuem o caráter coeso, o qual consiste no adensamento de horizontes subsuperficiais. A presença deste caráter implica em restrições ao percolamento de água, bem como ao desenvolvimento de raízes.

Já o Argissolo amarelo, a ocorrência desta classe é muito diversificada, podendo ser identificada em topos de platô, em relevos planos à suave ondulados, com grande ou pequena extensão, onde comumente estão associados aos Latossolos Amarelos.

Também semelhantes aos Latossolos Amarelos, os Argissolos em questão contêm horizontes coesos em subsuperfície.

Assim como ocorre no Latossolo Amarelo, a porosidade total é baixa, atingindo valores menores que 40%.

5.3.1. Solos do Traçado

A predominância de solos classificados como Argissolos amarelos ocorrem em todo o traçado

5.4. Planejamento de Sondagem

As sondagens geotécnicas, convenientemente posicionadas e executadas, constituem uma das mais precisas determinações das informações geológicas, principalmente estratigráficas, que identificam a qualidade e caracterização geomecânica

do material a ser desmontado para execução de um corte, propiciando extração de amostras deformadas visando a classificação visual-táctil, determinados ensaios de laboratório, investigação para a determinação do perfil do subsolo; resistência à penetração dos materiais atravessados, e medida dos níveis d'água subterrânea.

Com os estudos geológicos definidos, a partir da avaliação da implantação do traçado selecionado, assentado em terrenos do Grupo Barreiras (arenito conglomerático com matriz caolínica, contendo lentes e lençóis de conglomerado e brecha, ricos em seixos e grânulos de quartzo e/ou feldspato, e intercalações de argilito caolínico silto-arenoso, siltito, arenito caolínico, arenito argiloso, arenito ferruginoso e argiloso friável e diamictito). permite o embasamento adequado para a elaboração do Plano de Sondagens.

O domínio geológico, devidamente caracterizado pelos Estudos Geológicos e Estudos Geotécnicos Preliminares, caracterizado por rochas sedimentares do Grupo Barreiras, de forma praticamente homogênea, serão eleitos pontos nos locais projetados ao longo do traçado para as escavações com a finalidade de determinar o cálculo de estabilidade de taludes dos cortes a serem executados.

Com vistas à caracterização dos diversos tipos de solos a escavar e suas profundidades, ocorrência, índices de resistência à penetração, condições de suporte e expansibilidade do subleito, assim como a identificação do nível do lençol freático, deverá ser realizada sondagem a percussão (SPT).

O índice de resistência à penetração é realizado pela cravação de amostrador padrão no terreno, em golpes sucessivos de um peso determinado em queda livre, sobre a cabeça de cravação, conectada às hastes e ao barrilete e corresponde ao número de golpes necessários à cravação do amostrador e deverá ser executada de acordo com a norma da ABNT NBR 6468:2021.

A cada 150 metros, a partir da estaca projetada para início da escavação, será locado um ponto, percorrendo o traçado, obedecendo esta distância até à estaca projetada final.

Estes pontos serão alocados nas duas faixas de cortes a cada lado da plataforma, intercalando as distancias de forma a cobrir todo o espectro dos solos e suas características, fornecendo um coeficiente mais exato de estabilidade de taludes das encostas. O número de pontos de sondagens para análise de estabilidade de taludes de encostas de cortes existentes encontrado foi de 77 furos.

Com relação aos aterros, o planejamento de sondagens tem por objetivo a definição da disposição espacial dos diversos extratos intervenientes na estabilidade do terrapleno, a identificação de solos ruins e/ou capazes de induzir recalques ao corpo ferroviário; e as resistências a suporte de carga.

A determinação de índices físicos, resistência não drenada ao cisalhamento, compressibilidade e permeabilidade dos extratos, objetivando as análises de estabilidade, cálculo de recalque e sua evolução ao longo do tempo, são pontos importantes para complementar os estudos de estabilidade dos taludes de aterros.

Seguindo os procedimentos das Normas estabelecidas foram selecionados 108 pontos para sondagens em aterros,ST.

Para a avaliação do assentamento de pontes, deverá obedecer a quantidade de pilares e o estudo da resistência dos solos nos encontros, indicando um furo de sondagem STM em cada lado-encontro, independente da distância e no leito do curso d’água bem como de acordo como nº de pilares. Totalizam 8 furos.

A sondagem mista é um método direto de investigação geológica que consiste na conjugação, em um mesmo furo, da metodologia da sondagem rotativa (trecho em rocha) associada a metodologia de sondagem a percussão nos trechos em solo. em profundidades variáveis. (STM) SP +SR.

Possibilita a obtenção de informações a respeito do lençol freático local, dos tipos de solo e de seus índices de resistência a penetração e dos parâmetros geomecânicos das rochas.

As amostras coletadas em cada furo de sondagem, deverão ser objeto de ensaios de caracterização (limites físicos e granulometria por peneiramento e por sedimentação), compactação, ISC e expansão.

Tabela 4: Especificações dos Furos de Sondagem.

Nº do Furo	CoordE(m)	CoordN(m)	Cota Projeto	Método
1	7.806.769,990	387.310,410	11,346	SPT
2	7.806.777,660	387.235,370	12,000	SPT
3	7.806.802,520	387.163,970	12,994	SPT
4	7.806.807,810	387.088,700	12,624	SPT
5	7.806.823,440	387.015,070	12,199	SPT
6	7.806.817,390	386.940,280	12,447	SPT
7	7.806.807,820	386.865,740	12,148	SPT
8	7.806.767,900	386.801,550	13,160	SPT
9	7.806.741,040	386.731,000	14,000	SPT
10	7.806.698,160	386.668,740	14,639	SPT
11	7.806.674,710	386.597,250	15,278	SPT
12	7.806.647,390	386.527,160	15,567	SPT
13	7.806.633,280	386.454,840	15,573	SPT
14	7.806.580,460	386.398,660	15,699	SPT
15	7.806.538,630	386.336,250	15,905	SPT
16	7.806.494,240	386.275,440	16,724	SPT
17	7.806.468,240	386.204,450	16,169	SPT
18	7.806.425,780	386.141,970	16,754	SPT
19	7.806.399,500	386.071,130	16,998	SPT
20	7.806.357,070	386.008,640	17,079	SPT
21	7.806.330,240	385.938,070	17,255	SPT
22	7.806.288,350	385.875,300	17,404	SPT
23	7.806.258,440	385.800,790	17,062	SPT
24	7.806.214,670	385.733,660	16,501	STM
25	7.806.209,250	385.713,560	14,972	STM
26	7.806.205,220	385.692,720	15,445	STM
27	7.806.158,150	385.627,370	16,962	SPT
28	7.806.133,120	385.556,920	17,418	SPT
29	7.806.085,790	385.495,960	17,394	SPT

30	7.806.064,590	385.422,480	17,167	SPT
31	7.806.016,160	385.363,100	16,953	SPT
32	7.805.996,490	385.288,830	16,927	SPT
33	7.805.946,370	385.230,320	16,692	SPT
34	7.805.928,190	385.155,280	16,459	SPT
35	7.805.876,880	385.097,390	16,091	SPT
36	7.805.859,770	385.021,790	15,859	SPT
37	7.805.806,280	384.966,510	15,492	SPT
38	7.805.776,120	384.895,330	15,248	SPT
39	7.805.705,890	384.862,790	14,894	SPT
40	7.805.652,410	384.806,460	14,774	SPT
41	7.805.568,370	384.793,310	14.370m	SPT
42	7.805.518,750	384.748,660	13,853	SPT
43	7.805.441,230	384.741,050	12,588	SPT
44	7.805.379,150	384.693,780	14,898	SPT
45	7.805.301,450	384.689,370	15,367	SPT
46	7.805.233,870	384.646,670	15,674	SPT
47	7.805.157,120	384.664,040	14,945	SPT
48	7.805.071,680	384.657,310	11,000	SPT
49	7.805.058,240	384.677,460	14,037	SPT
50	7.805.006,080	384.680,780	13,708	SPT
51	7.804.951,830	384.731,820	14,955	SPT
52	7.804.880,590	384.762,130	15,925	SPT
53	7.804.846,220	384.832,360	15,986	SPT
54	7.804.781,660	384.875,890	15,836	SPT
55	7.804.748,390	384.946,070	15,765	SPT
56	7.804.684,720	384.990,360	15,972	SPT
57	7.804.650,890	385.060,060	15,989	SPT
58	7.804.587,980	385.104,990	15,863	SPT
59	7.804.553,100	385.173,800	15,816	SPT
60	7.804.490,650	385.219,130	16,521	SPT
61	7.804.455,940	385.288,080	16,474	SPT
62	7.804.394,370	385.334,160	15,794	SPT
63	7.804.358,570	385.402,180	16,864	SPT
64	7.804.296,500	385.447,830	17,163	SPT
65	7.804.260,820	385.515,960	16,757	SPT
66	7.804.199,690	385.562,410	17,135	SPT
67	7.804.167,290	385.632,480	16,738	SPT

68	7.804.102,770	385.677,590	16,696	SPT
69	7.804.065,970	385.744,070	16,994	SPT
70	7.804.005,650	385.791,210	16,975	SPT
71	7.803.967,810	385.857,350	15,601	SPT
72	7.803.913,320	385.910,260	16,565	SPT
73	7.803.894,740	385.983,790	16,454	SPT
74	7.803.862,800	386.052,440	16,159	SPT
75	7.803.871,250	386.127,620	15,674	SPT
76	7.803.867,060	386.203,270	16,562	SPT
77	7.803.902,770	386.270,080	15,573	SPT
78	7.803.927,760	386.341,230	15,246	SPT
79	7.803.984,360	386.391,230	15,571	SPT
80	7.804.028,790	386.452,670	15,217	SPT
81	7.804.278,500	386.698,970	13,736	SPT
82	7.803.593,800	386.705,410	15,604	SPT
83	7.803.251,760	386.633,200	15,745	SPT
84	7.803.088,690	386.951,800	16,115	SPT
85	7.803.384,440	387.004,190	15,610	SPT
86	7.803.817,180	386.844,090	12,997	ST
87	7.803.846,950	386.844,570	9,690	ST
88	7.803.878,960	386.845,080	15,229	ST
89	7.803.904,700	386.845,490	14,640	ST
90	7.803.928,200	386.845,870	15,229	ST
91	7.803.950,940	386.846,230	15,229	ST
92	7.803.958,370	386.866,360	15,047	ST
93	7.803.937,440	386.866,070	15,018	ST
94	7.803.915,670	386.865,670	15,018	ST
95	7.803.893,240	386.865,310	15,229	ST
96	7.803.869,360	386.864,930	8,903	ST
97	7.803.841,160	386.864,480	9,553	ST
98	7.803.816,530	386.864,080	13,658	ST
99	7.803.816,220	386.873,910	13,978	ST
100	7.803.833,560	386.884,360	10,074	ST
101	7.803.858,280	386.884,760	6,963	ST
102	7.803.880,400	386.885,110	11,154	ST
103	7.803.901,450	386.885,450	13,900	ST
104	7.803.922,280	386.885,780	14,935	ST
105	7.803.942,700	386.886,110	15,017	ST

106	7.803.963,120	386.886,440	15,028	ST
107	7.803.965,440	386.906,470	15,005	ST
108	7.803.945,080	386.906,150	15,002	ST
109	7.803.925,060	386.905,830	14,795	ST
110	7.803.905,040	386.905,510	15,229	ST
111	7.803.884,940	386.905,190	12,148	ST
112	7.803.864,790	386.904,860	9,158	ST
113	7.803.845,450	386.904,550	5,974	ST
114	7.803.845,130	386.924,550	5,809	ST
115	7.803.865,130	386.924,870	9,376	ST
116	7.803.885,130	386.925,190	12,251	ST
117	7.803.905,130	386.925,540	15,229	ST
118	7.803.925,120	386.925,830	14,148	ST
119	7.803.945,120	386.926,150	14,473	ST
120	7.803.965,120	386.926,470	14,566	ST
121	7.803.964,800	386.946,470	13,998	ST
122	7.803.944,800	386.946,150	14,002	ST
123	7.803.924,800	386.945,830	14,005	ST
124	7.803.904,810	386.945,510	15,229	ST
125	7.803.884,810	386.945,190	12,421	ST
126	7.803.864,810	386.944,870	10,294	ST
127	7.803.844,810	386.944,550	6,644	ST
128	7.803.844,490	386.964,550	7,290	ST
129	7.803.864,490	386.964,870	10,819	ST
130	7.803.884,490	386.965,190	12,034	ST
131	7.803.904,490	386.965,530	15,229	ST
132	7.803.924,480	386.965,830	13,393	ST
133	7.803.944,480	386.966,150	13,376	ST
134	7.803.964,480	386.966,470	13,181	ST
135	7.803.964,160	386.986,460	12,510	ST
136	7.803.944,160	386.986,140	12,513	ST
137	7.803.924,160	386.985,820	12,331	ST
138	7.803.904,170	386.985,420	15,229	ST
139	7.803.884,170	386.985,180	11,498	ST
140	7.803.864,170	386.984,860	9,870	ST
141	7.803.844,170	386.984,540	6,220	ST
142	7.803.843,850	387.004,540	4,458	ST
143	7.803.863,850	387.004,860	8,134	ST

144	7.803.883,850	387.005,180	10,079	ST
145	7.803.903,840	387.005,530	15,229	ST
146	7.803.923,840	387.005,820	11,250	ST
147	7.803.943,840	387.006,140	11,477	ST
148	7.803.963,840	387.006,460	11,967	ST
149	7.803.963,520	387.026,460	10,219	ST
150	7.803.943,520	387.026,140	9,979	ST
151	7.803.923,520	387.025,820	9,566	ST
152	7.803.903,520	387.025,500	15,229	ST
153	7.803.883,530	387.025,180	6,816	ST
154	7.803.863,530	387.024,860	4,977	ST
155	7.803.843,530	387.024,540	4,000	ST
156	7.803.843,210	387.044,540	4,000	ST
157	7.803.863,210	387.044,860	4,000	ST
158	7.803.883,210	387.045,180	4,229	ST
159	7.803.903,200	387.045,570	15,229	ST
160	7.803.923,200	387.045,820	4,273	ST
161	7.803.922,880	387.065,810	4,229	ST
162	7.803.902,840	387.068,520	15,229	STM
163	7.803.902,880	387.065,490	4,229	ST
164	7.803.882,890	387.065,170	4,000	ST
165	7.803.862,890	387.064,850	4,000	ST
166	7.803.842,890	387.064,530	4,000	ST
167	7.803.842,570	387.084,530	4,000	ST
168	7.803.862,570	387.084,850	4,976	ST
169	7.803.882,570	387.085,170	7,922	ST
170	7.803.902,560	387.085,490	15,229	ST
171	7.803.922,560	387.085,810	8,125	ST
172	7.803.942,560	387.086,130	7,776	ST
173	7.803.962,560	387.086,450	7,547	ST
174	7.803.962,240	387.106,450	10,705	ST
175	7.803.942,240	387.106,130	10,419	ST
176	7.803.922,240	387.105,810	10,126	ST
177	7.803.902,240	387.105,500	15,229	ST
178	7.803.882,250	387.105,170	10,169	ST
179	7.803.862,250	387.104,850	9,150	ST
180	7.803.842,250	387.104,530	6,594	ST
181	7.803.841,930	387.124,520	9,317	ST

182	7.803.861,930	387.124,850	10,377	ST
183	7.803.881,930	387.125,170	10,844	ST
184	7.803.901,920	387.125,490	15,229	ST
185	7.803.921,920	387.125,810	11,246	ST
186	7.803.941,920	387.126,130	11,306	ST
187	7.803.961,920	387.126,450	11,664	ST
188	7.803.961,600	387.146,440	12,297	ST
189	7.803.941,600	387.146,120	12,010	ST
190	7.803.921,600	387.145,800	11,975	ST
191	7.803.901,600	387.145,480	11,861	ST
192	7.803.881,610	387.145,160	11,541	ST
193	7.803.861,610	387.144,840	10,991	ST
194	7.803.841,610	387.144,520	10,258	ST

Com essas diretrizes de sondagens e a partir do ISF 207 – Estudos Geotécnicos DNIT e de acordo com a norma da ABNT NBR 6468:2021, nos pertitirá a partir da próxima etapa dos estudos, projeto executivo, ter uma noção exata do solo e suas propriedades para análises geotécnicas de capacidade e estabilidade de taludes. Assim como estudo de para dimensionamento de fundações para pontes e viadutos.

6. ESTUDO HIDROLÓGICOS-HIDRAULICOS

6.1. Introdução

Este estudo compreende na caracterização pluviométrica e climática da região em que está inserido o projeto de implantação do “Ramal Ferroviário do Imetame Logística Porto” na região de Aracruz – ES.

A metodologia empregada no Estudo Hidrológico pode ser sumarizada da seguinte maneira:

- Análise das características fisiográficas da região estudada;
- Delimitação das áreas de contribuição hídrica;
- Determinação das propriedades físicas e parâmetros das bacias de contribuição, incluindo características do terreno, declividades e tempos de concentração;
- Cálculo dos tempos críticos de concentração para cada componente do sistema de drenagem;
- Avaliação das precipitações intensas na área do projeto;
- Estimativa das vazões de pico para cada área de contribuição.

De acordo com a sequência acima, serão abordados cada um dos tópicos, enfocando as atividades, os métodos, os processos utilizados e os resultados obtidos.

6.2. Objetivo

O estudo hidrológico tem por objetivo caracterizar os parâmetros pluviométricos e climáticos da região onde será implantada a ferrovia, possibilitando, com os dados obtidos, o dimensionamento adequado dos dispositivos de drenagem para atender à vazão

solicitada em projeto, mantendo, dentro do possível, as configurações de escoamento naturais do local e realizando intervenções com o menor impacto possível.

O estudo foi efetuado com base no levantamento topográfico que se deu por intermédio da empresa Gestão Ambiental, pela Contratante / Imetame, fornecendo a Contratada / Viacad. Além disso, foram utilizadas Cartas das bacias hidrográficas da NASA DEM Elevation Data (1-arc-second Resolution SRTM / ASTER GDEM), bem como por meio dos softwares Plúvio 2.1 para Chuvas Intensas (UFV-MG) e Canal (UFV-MG).

Este trabalho fondamenta-se na Instrução de Serviços Ferroviários / ISF -208 - estudos-hidrológicos (DNIT), ISF -210 – projeto de drenagem (DNIT), e é complementado pelo material do álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem do DNIT.

6.3. Características gerais da região

6.3.1. Classificação climática

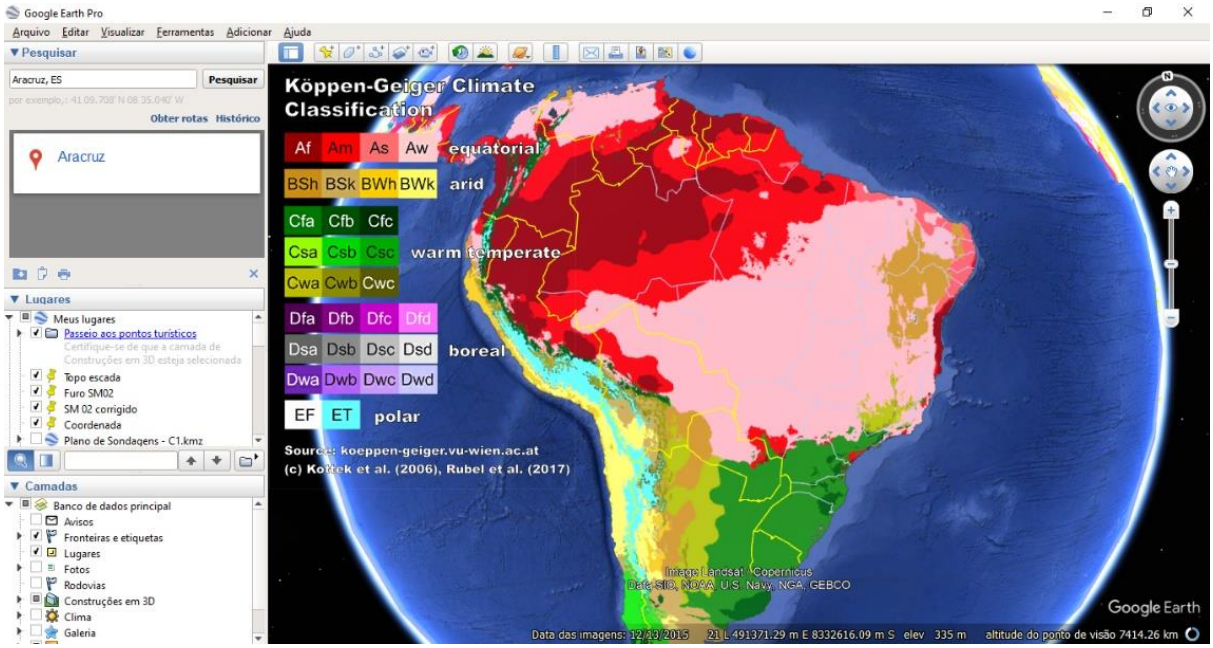
O clima da região em estudo, Aracruz – Espírito Santo, é classificado segundo Köppen-Geiger. Na imagem apresentadas nas Figura 14 e Figura 15, cada cor representa um tipo específico de clima. Algumas das classificações visíveis incluem:

Am (cor vermelha): Clima tropical monçônico, caracterizado por uma estação seca curta e uma estação chuvosa intensa.

Aw (cor rosa claro): Clima tropical com estação seca, onde há uma estação chuvosa e outra seca bem definidas.

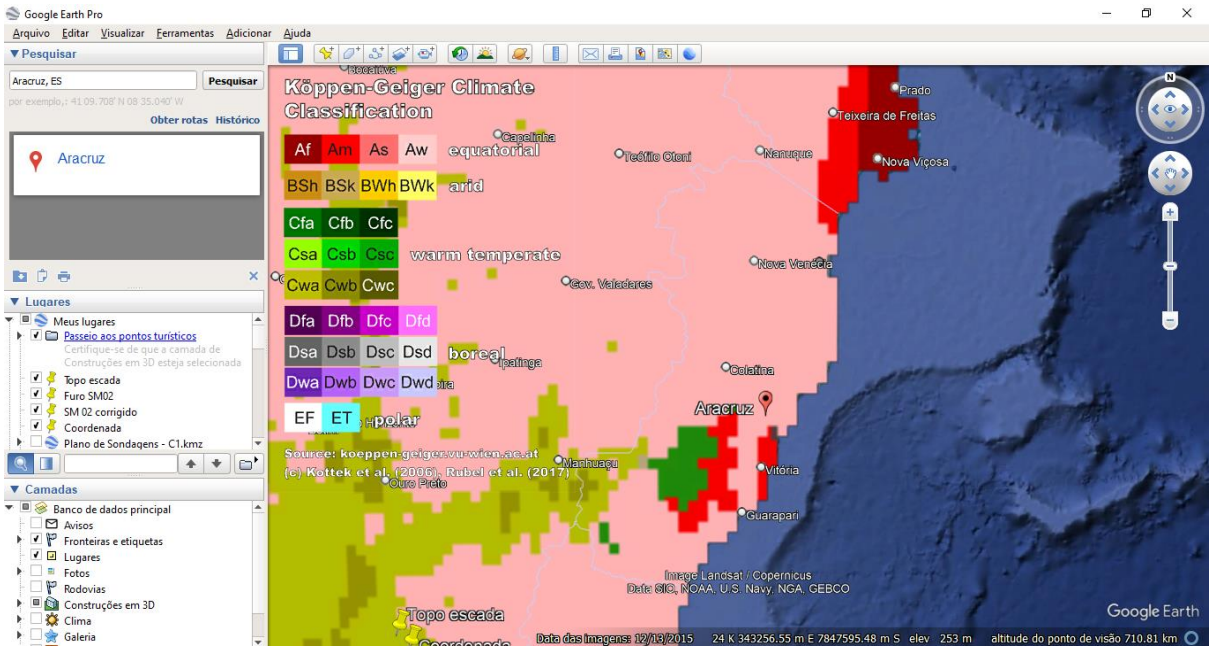
Cwa (cor verde): Clima subtropical úmido com verão quente, também conhecido como clima de monções subtropicais.

Figura 14: Clima da região de Aracruz.



Fonte: Google Earth Pro

Figura 15: Classificação climática da região de Aracruz.



Fonte: Google Earth Pro

6.3.2. Aspectos climáticos

O trecho em estudo situa-se em região de clima tropical chuvoso - Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizado por possuir verão chuvoso e inverno seco, com temperatura média anual de 28°C e precipitação pluvial anual superior a 700mm.

A temperatura média mínima é de 18°C no mês mais frio, enquanto que a média máxima é igual a 32°C atingida no mês mais quente, o que indica uma variação de temperatura média ao longo do ano igual a 14°C.

6.3.3. Aspectos da vegetação

A vegetação original do município de Aracruz era constituída predominantemente pela floresta atlântica de planície e encosta. Com o passar dos anos, a vegetação nativa foi gradualmente substituída por pastagens, culturas agrícolas e reflorestamento homogêneo.

6.3.4. Aspectos Do Relevo

“Varia de plano a ondulado, sendo a maior parte do Municipio correspondente a uma zona de planície moldada em sedimentos recentes.” (CTES, Cia. Termoelétrica do Espirito Santo)

6.3.5. Pluviometria

As estimativas de intensidade de precipitação são feitas pela análise estatística de séries de dados pluviométricos relativos à região de estudo. Dados referentes a longos períodos permitem que se considere frequência como probabilidade, levando ao traçado de “Curvas I-D-F”, que representam as três características fundamentais das precipitações: intensidade, duração e frequência.

6.3.6. Equação de intensidade – Duração Frequência da Precipitação

A intensidade a ser considerada é a máxima média observada num certo intervalo de tempo para o período de recorrência fixado. O intervalo de tempo correspondente à situação crítica será igual ao tc (tempo de concentração) da bacia.

As equações de intensidade estão em função da duração, frequência indicando a fonte, localização do posto e período de coleta dos dados.

A equação da curva Intensidade-Duração-Frequência desta estação foi obtida através do software Plúvio 2.1, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – GPRH, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa (DEA-UFV), baseada nos dados obtidos dos postos climáticos da região, representada pela seguinte expressão:

$$i_m = \frac{KT^a}{(t+b)^c} \qquad (1)$$

onde:

im = intensidade máxima média de chuva, em mm/h;

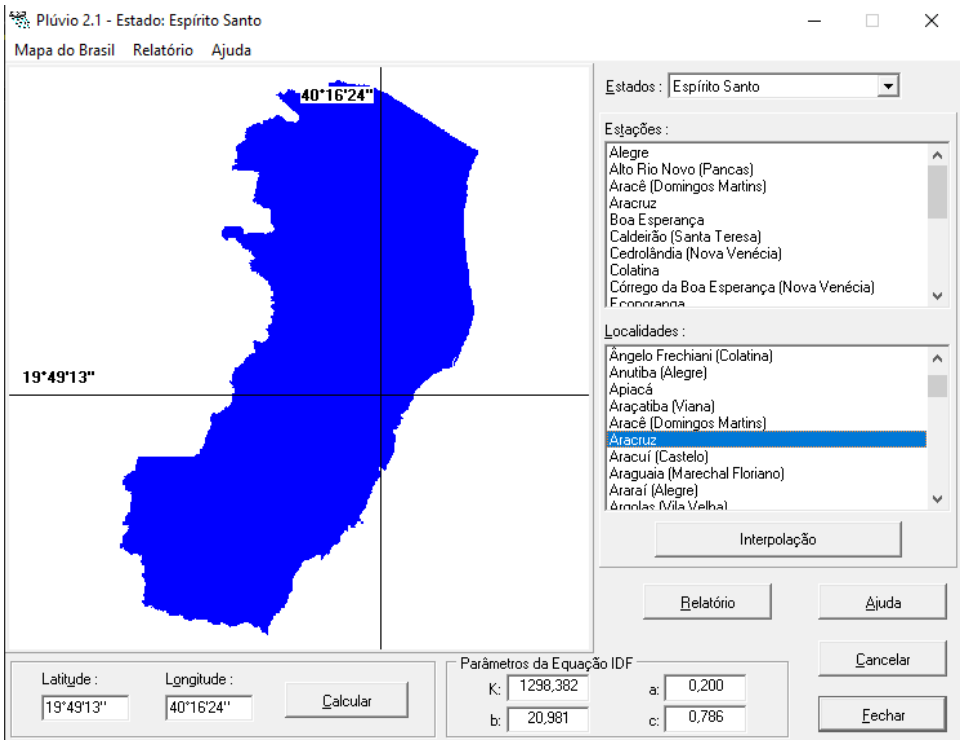
T = tempo de recorrência, em anos;

t = tempo de duração da chuva, em min;

K, a, b, c = coeficientes empíricos relacionados ao local analisado.

Na Figura abaixo os coeficientes empíricos (K, a, b, c) relacionados à cidade de Aracruz-ES obtidos através do software Plúvio 2.1.

Figura 16: Apresentação da tela do software Plúvio 2.1 para Chuvas Intensas.



Fonte: UFV-MG

6.3.7. Precipitação de projeto

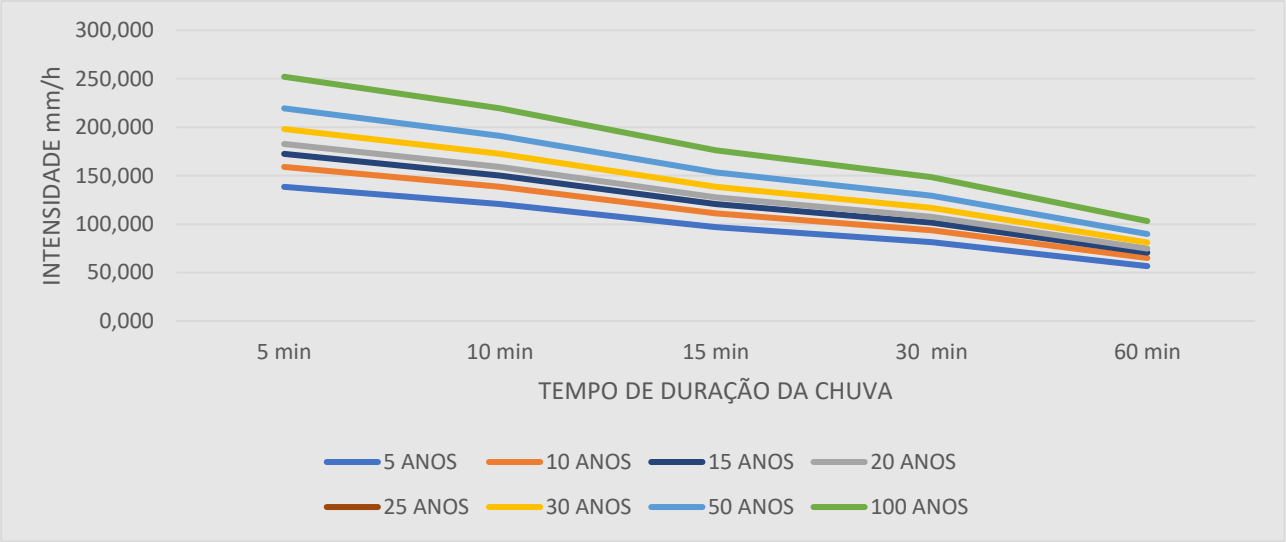
A partir da Equação (1), obtêm-se os valores das intensidades máximas média de chuva (i), apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Intensidades máximas média de chuva para a cidade de Aracruz -MG.

DURAÇÃO/PERÍODO DE RETORNO	5 ANOS	10 ANOS	15 ANOS	20 ANOS	25 ANOS	30 ANOS
5 min	138,445	159,031	172,465	182,679	191,017	198,110
10 min	120,558	138,485	150,183	159,077	166,337	172,515
15 min	96,762	111,151	120,540	127,679	133,506	138,464
30 min	81,503	93,622	101,531	107,544	112,452	116,628
60 min	56,651	65,075	70,572	74,751	78,163	81,066

O gráfico IDF (Intensidade-Duração-Frequência) apresentado Figura 17, representa a relação entre a intensidade da precipitação, a duração da chuva, e o período de retorno (ou frequência) de eventos de chuva.

Figura 17: Gráfico IDF.



6.3.8. Tempo de recorrência (T)

Os períodos de recorrência utilizados na determinação da vazão de projeto e no dimensionamento dos dispositivos de drenagem são definidos em função do tipo, segurança e importância da obra, e da avaliação dos danos para vazões superiores à de projeto, considerando danos a terceiros, custos para recuperação ou reconstrução da obra e custos devidos à paralização da operação.

Foram adotados os seguintes valores de períodos de recorrência, segundo a Tabela 6.

Tabela 6: Tempo de recorrência

TIPO DA OBRA	PERÍODO DE RECORRÊNCIA
Drenagem superficial	10 anos
Bueiros tubulares	25 anos para dimensionamento como canal; 50 anos para verificação como orifício e sobrelevação de até 1 metro.
Bueiros celulares	25 anos para dimensionamento como canal; 50 anos para verificação como orifício e sobrelevação de até 1 metro.
Pontes	100 anos

6.3.9. Tempo de concentração (Tc)

Para determinação do tempo de concentração foi adotada a Fórmula da Califórnia Highways (Fórmula de KIRPICH) para bacias com áreas de até 100 há, sendo:

$$t_c = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad (2)$$

onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento da área de contribuição, em km;

H = desnível entre o ponto mais afastado da bacia e a seção considerada, em m.

Obs.: tempo de concentração mínimo adotado: 5,0 minutos.

Conforme a Equação (2), obtiveram-se os seguintes valores, detalhado na Tabela 7.

Tabela 7: Tempo de concentração das bacias.

TEMPO DE CONCENTRAÇÃO						
Bacia	**L (m)**	**L (km)**	**Cota máx.**	**Cota min.**	**H (m)**	**Tc**
1	540,82	**0,54**	15,00	8,00	**7**	**13,25**
2	900,57	**0,90**	18,00	12,00	**6**	**25,34**
3	2379,72	**2,38**	38,00	10,00	**28**	**43,01**
4	484,72	**0,48**	21,00	19,00	**2**	**18,91**
5	328,74	**0,33**	19,00	16,00	**3**	**10,33**
6	141,85	**0,14**	18,00	17,00	**1**	**5,97**
7	241,56	**0,24**	18,00	14,00	**4**	**6,48**
8	747,64	**0,75**	18,00	9,00	**9**	**17,48**
9	115,04	**0,12**	16,00	15,00	**1**	**4,69**
10	198,31	**0,20**	17,00	16,00	**1**	**8,80**
11	200,45	**0,20**	17,00	16,00	**1**	**8,91**
12	408,12	**0,41**	17,00	16,00	**1**	**20,25**

6.3.10. Coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de “run-off” (C)

O coeficiente de escoamento superficial foi determinado a partir da análise das características hidromorfológicas, tipo de solo, relevo, uso e cobertura vegetal das bacias, conforme com a .

Figura 18.

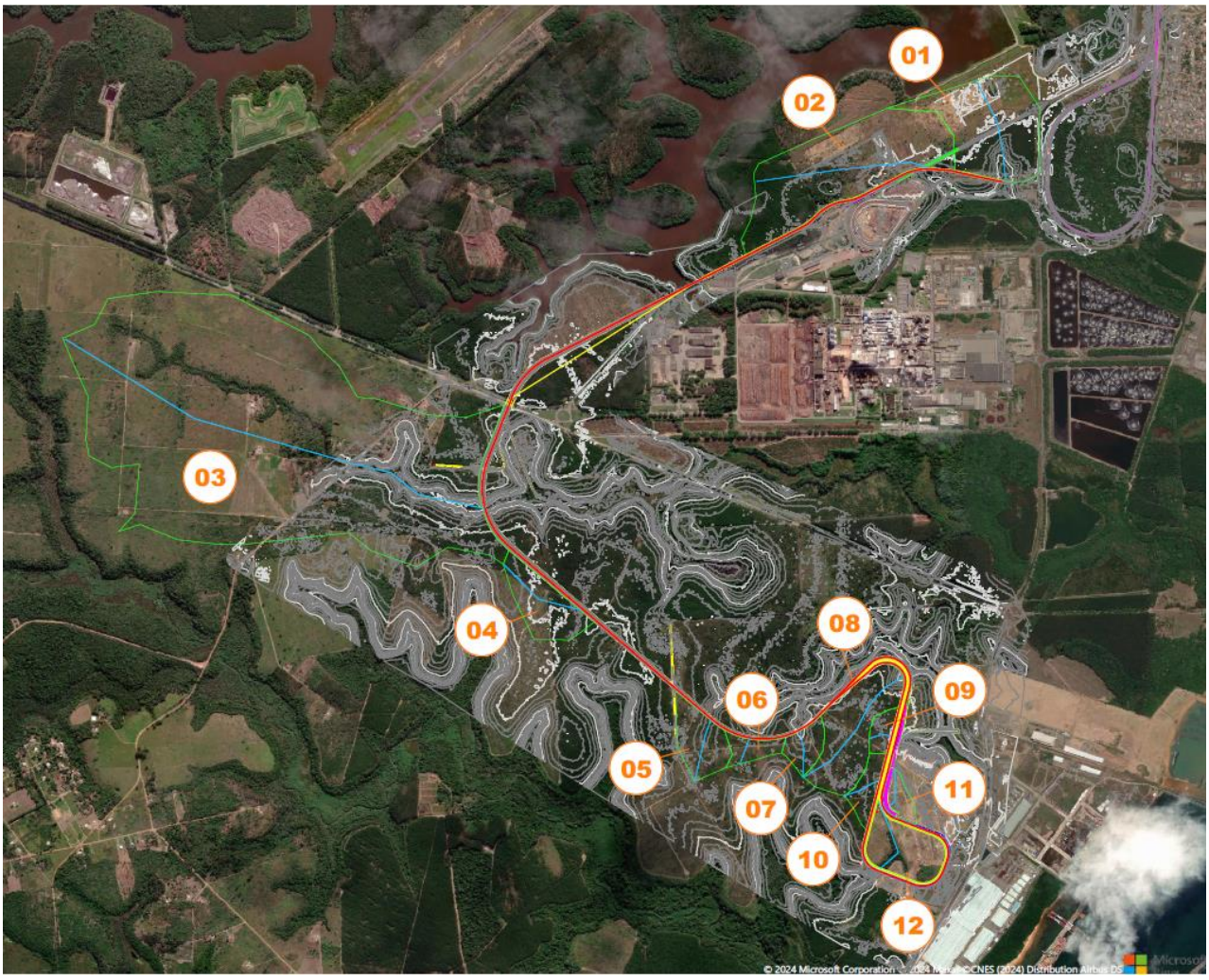
Figura 18: Valores do coeficiente de deflúvio (c), extraída do manual de técnica de bueiros e drenos da ARMCO.

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

Verifica-se que a área em estudo é caracterizada por solo de alta permeabilidade, com vegetação, cujo valor do coeficiente de escoamento foi tomado como c = 0,20.

6.3.11. Cálculo das áreas das bacias (An)

As áreas das bacias de contribuição foram obtidas através da vetorização da ortofoto obtida através de aerolevantamento com perfilamento a laser, gerado pela empesa Gestão Ambiental, como pode ser visto na Figura abaixo:



6.3.12. Cálculo das vazões das bacias (Q)

O cálculo das vazões (descargas) das bacias foi efetuado através da fórmula racional, para áreas inferiores a 10,0 quilômetros quadrados, cuja expressão é:

$$Q = c.\,i.\,AI_{p(F)}^{abc} = Y_{(F)}^{abc}(U + Z_{pp}^{abc} * Y_{(F)}^{abc})^{-1} * E_{p(0)}^{abc} \qquad (3)$$

onde:

Q = pico de vazão em m3/s;

c = coeficiente de escoamento superficial (“run off”), adimensional;

im = intensidade média da precipitação sobre toda a área drenada, de duração igual ao tempo de concentração, em m/s;

A = área drenada em m².

O coeficiente *c* é obtido de consultando as Tabela 8 à Tabela 10.

Tabela 8: Coeficiente C conforme Superfície ou Ocupação.

Superficie	C
Pavimento	
Asfalto	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Calçadas	0.75 - 0.85
Telhados	0.75 - 0.95
Cobertura : grama, arenoso	
Plano (2%)	0.05 - 0.10
Médio (2 a 7%)	0.10 - 0.15
Declividade alta (7%)	0.15 - 0.20
Grama, solo pesado	
Plano (2%)	0.13 - 0.17
Médio (2 a 7%)	0.18 - 0.22
Declividade alta (7%)	0.25 - 0.35
Ocupação	
Area Comercial	
Central	0.70 - 0.90
Bairros	0.50 - 0.70
Área Residencial	
Residências Isoladas	0.35 - 0.50
Unidades Múltiplas (Separadas)	0.40 - 0.60
Unidades Múltiplas (Conjugadas)	0.60 - 0.75
Lotes com > 2 000 m²	0,30 - 0,45
Ares com apartamentos	0,50 - 0,70
Área Industrial	
Indústrias leves	0.50 - 0.80
Indústrtas pesadas	0.60 - 0.90
Parques, Cemitérios	0.10 - 0.25
"Playgrounds"	0.20 - 0.35
Pátios ferroviários	0.20 - 0.40
Áreas sem melhoramentos	0.10 - 0.30

Fonte: ASCE, 1969

Tabela 9: Coeficiente C conforme Ocupação.

Edificações	C
muito densas: partes centrais, densamente construídas, de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0.70 – 0.95
não muito densas: partes adjacentes ao centro, menor densidade de habitações, ruas e calçadas pavimentadas	0.60 – 0.70
poucas superfícies livres: residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0.50 – 0.60
muitas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0.25 – 0.50
Subúrbio com alguma edificação:	
partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0.10 – 0.25
Matas, parques e campos de esporte:	
parques e campos de esportes: parques e campos de esportes sem pavimentação	0.05 – 0.20

Fonte: Wilken, 1978

Tabela 10: Coeficiente C conforme uso, área e declividade.

0 < A < 0,1 KM²		0,1 KM² < A < 4 KM²	
NATUREZA DA COBERTURA	**C**	**NATUREZA DA COBERTURA**	**C**
Plataformas e pavimentos de estradas		**Plataformas e pavimentos de estradas**	
Declividade <5%	0,95	Declividade <5%	0,95
Declividade 5%-10%	0,95	Declividade 5%-10%	0,95
Declividade 10%-30%	0,95	Declividade 10%-30%	0,95
Declividade >30%	0,95	Declividade >30%	0,95
Terrenos Desnudos ou Erodidos		**Terrenos Desnudos ou Erodidos**	
Declividade <5%	0,55	Declividade <5%	0,55
Declividade 5%-10%	0,65	Declividade 5%-10%	0,60
Declividade 10%-30%	0,70	Declividade 10%-30%	0,65
Declividade >30%	0,75	Declividade >30%	0,70
Culturas Correntes e Pequenos Bosques (região montanhosa com rocha)		**Culturas Correntes e Pequenos Bosques (região montanhosa com rocha)**	
Declividade <5%	0,50	Declividade <5%	0,42
Declividade 5%-10%	0,55	Declividade 5%-10%	0,55
Declividade 10%-30%	0,60	Declividade 10%-30%	0,60
Declividade >30%	0,65	Declividade >30%	0,65
Matas e Cerrados (região montanhosa)		**Matas e Cerrados (região montanhosa)**	
Declividade <5%	0,45	Declividade <5%	0,30
Declividade 5%-10%	0,50	Declividade 5%-10%	0,36
Declividade 10%-30%	0,55	Declividade 10%-30%	0,42
Declividade >30%	0,60	Declividade >30%	0,50
Floresta comum (região plana)		**Floresta comum (região plana)**	
Declividade <5%	0,30	Declividade <5%	0,18
Declividade 5%-10%	0,40	Declividade 5%-10%	0,20
Declividade 10%-30%	0,50	Declividade 10%-30%	0,25
Declividade >30%	0,60	Declividade >30%	0,30
Floresta Densa (região plana com alagadiço)		**Floresta Densa (região plana com alagadiço)**	
Declividade <5%	0,20	Declividade <5%	0,15
Declividade 5%-10%	0,25	Declividade 5%-10%	0,18
Declividade 10%-30%	0,30	Declividade 10%-30%	0,22
Declividade >30%	0,40	Declividade >30%	0,25

Fonte R. Peltier / J.L. Bonnenfant

O dimensionamento da área drenada é realizado conforme a consulta da Tabela 11.

Tabela 11: Dimensionamento conforme área da Bacia

Bacia	Área	Método
Pequena	Área < 1 km²	Método racional
Intermediária	1 km² < área < 10 km²	Método racional acrescido do coeficiente de retardo
	10 km² < área < 20 km²	Método do Hidrograma Sintético Triangular (U.S. Soil Conservation Service).
Grande	Área > 20 km²	Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT)

Os valores de vazão obtidos estão discriminados na planilha apresentada a seguir:

Tabela 12: Cálculo das Descargas nas Bacias de Entrevia.

VAZÕES DAS BACIAS				
Bacia	**C**	**i_m (m/s)**	**A (m²)**	**Q (m³/s)**
1	0,2	5,30E-05	248069,04	**2,632**
2	0,2	5,30E-05	391240,42	**4,151**
3	0,2	5,30E-05	2101051,17	**22,290**
4	0,2	5,30E-05	109977,95	**1,167**
5	0,2	5,30E-05	83469,62	**0,886**
6	0,2	5,30E-05	33840,79	**0,359**
7	0,2	5,30E-05	41177,84	**0,437**
8	0,2	5,30E-05	171703,50	**1,822**
9	0,2	5,30E-05	24583,46	**0,261**
10	0,2	5,30E-05	38651,02	**0,410**
11	0,2	5,30E-05	30812,90	**0,327**
12	0,2	5,30E-05	105066,31	**1,115**

6.3.13. Dimensionamento dos dispositivos

O dimensionamento dos dispositivos propostos foi realizado utilizando o software Canal (Sistema para Dimensionamento de Canais) da DEA-UFV, conforme ilustrado na imagem abaixo e detalhado no relatório contido no Anexo 01.

Figura 19: Imagem do Software Canal

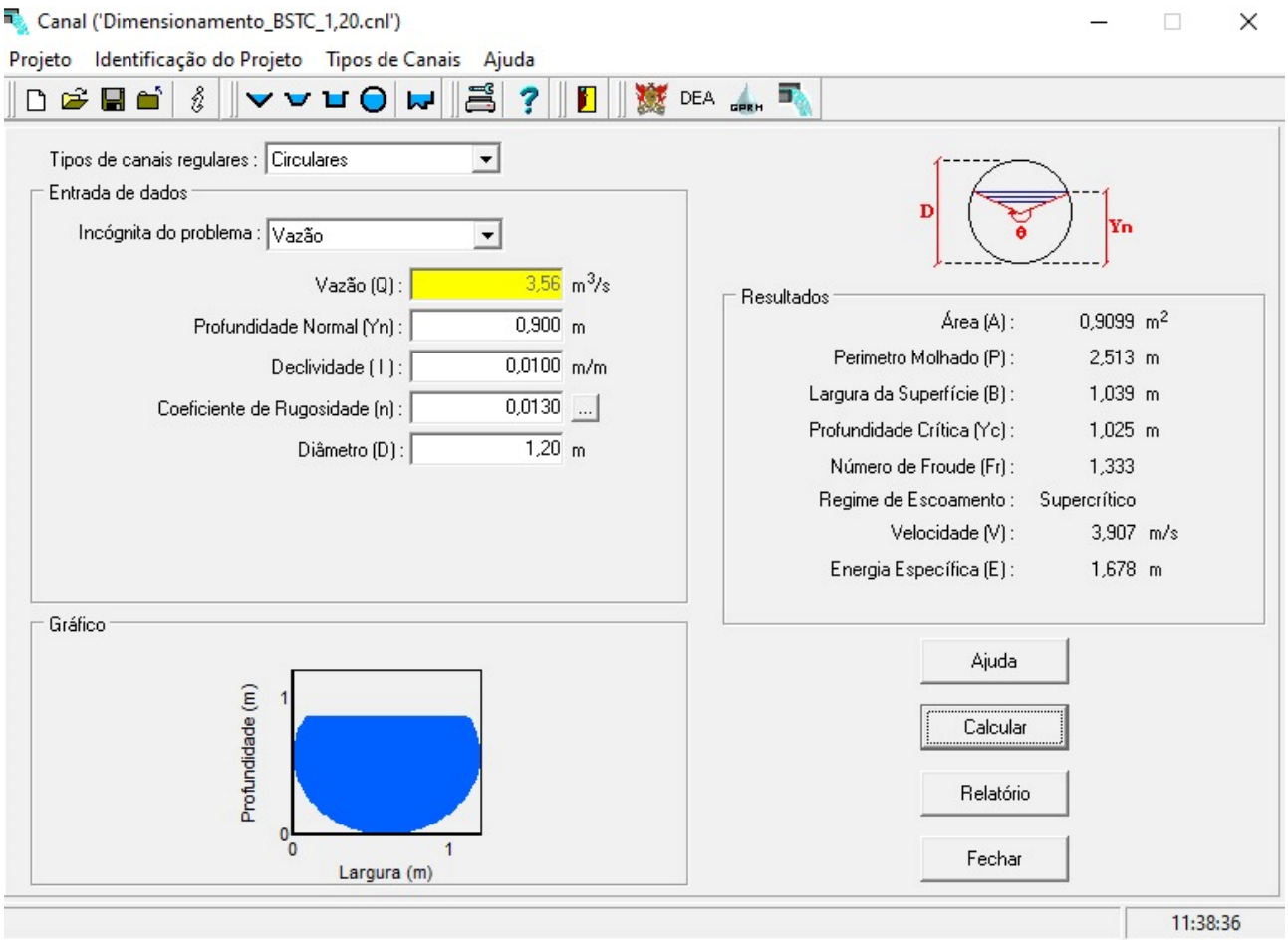


Figura 20: Imagem do Software Canal

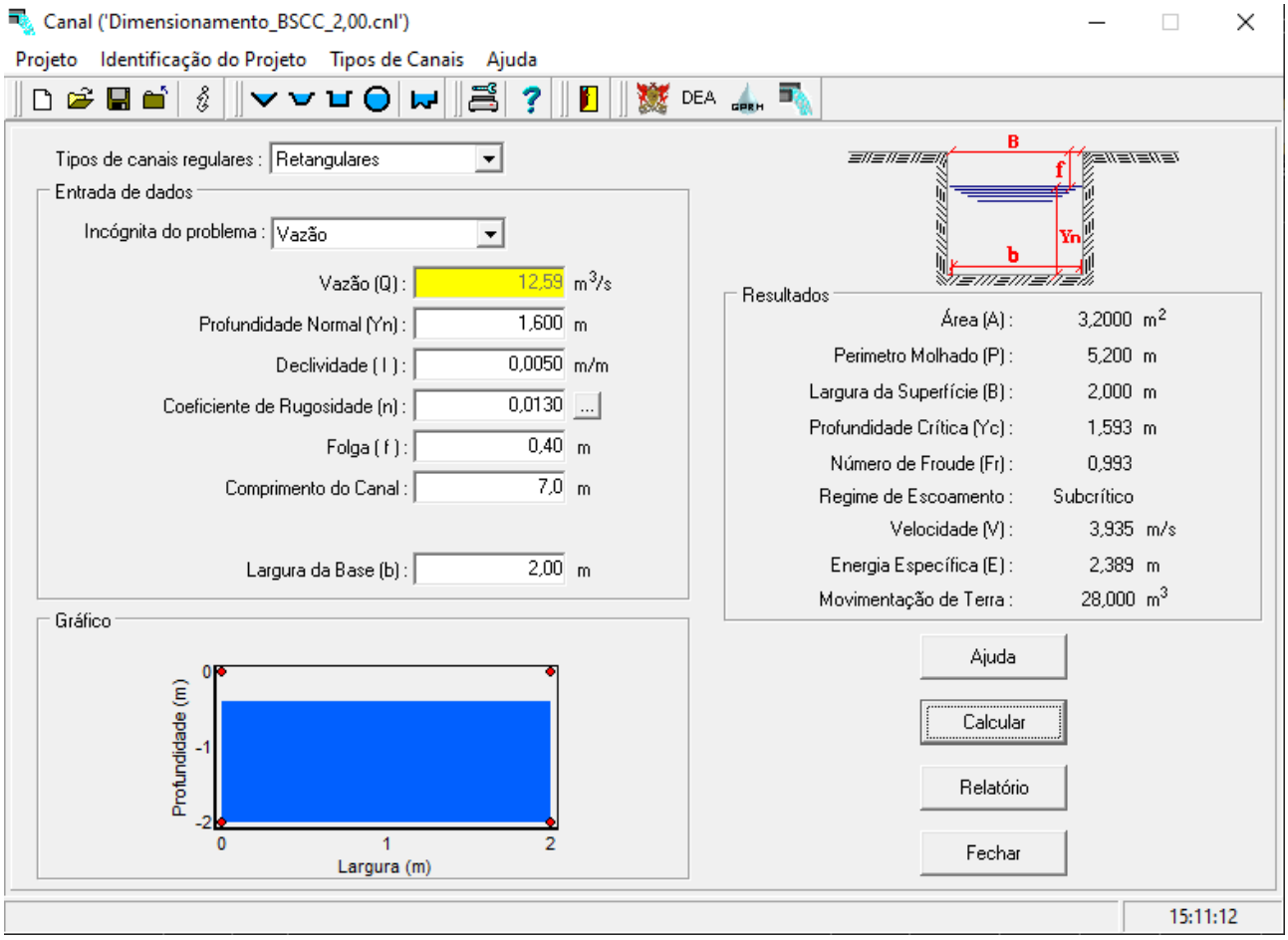
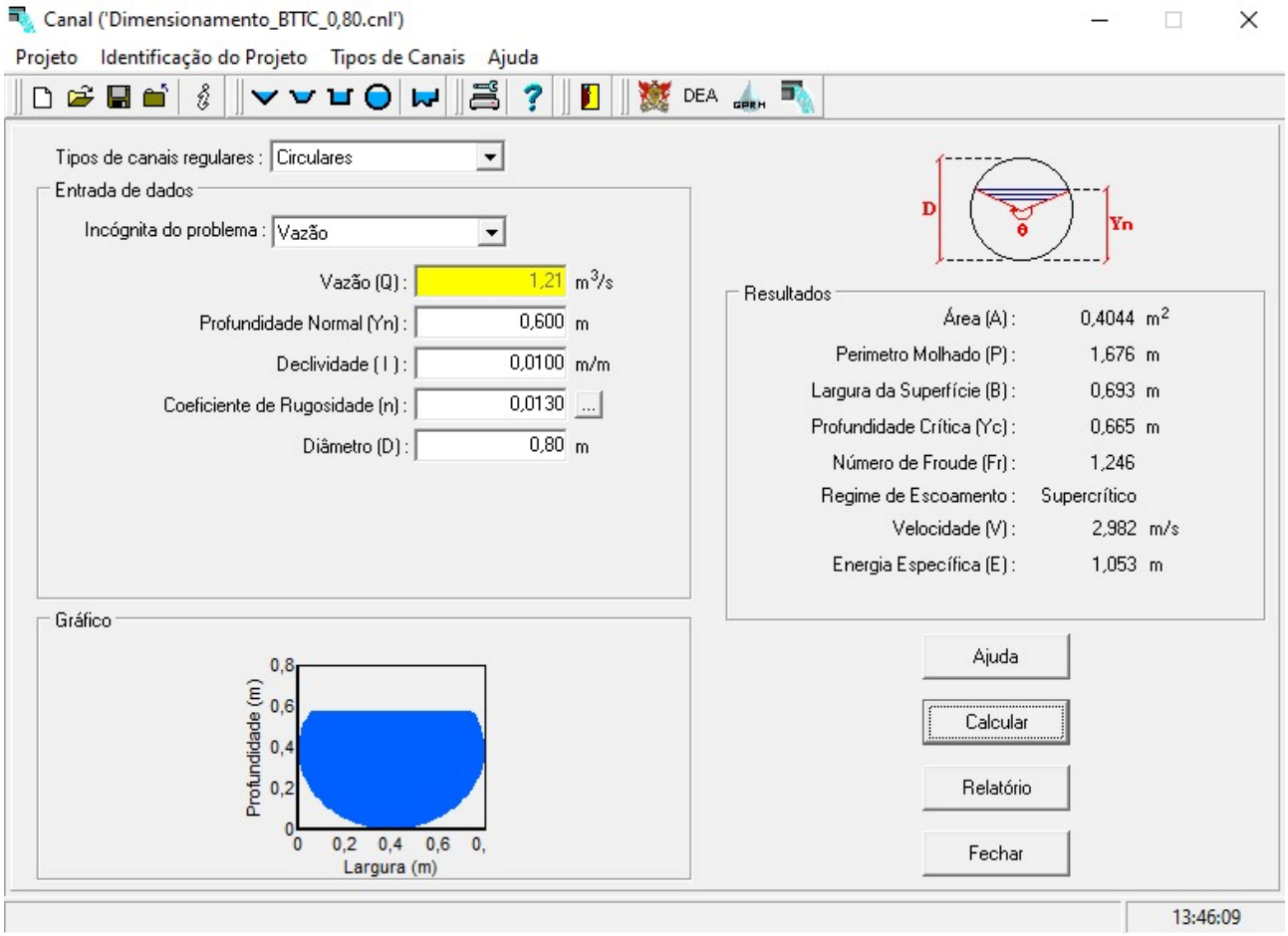


Figura 21: Imagem do Software Canal



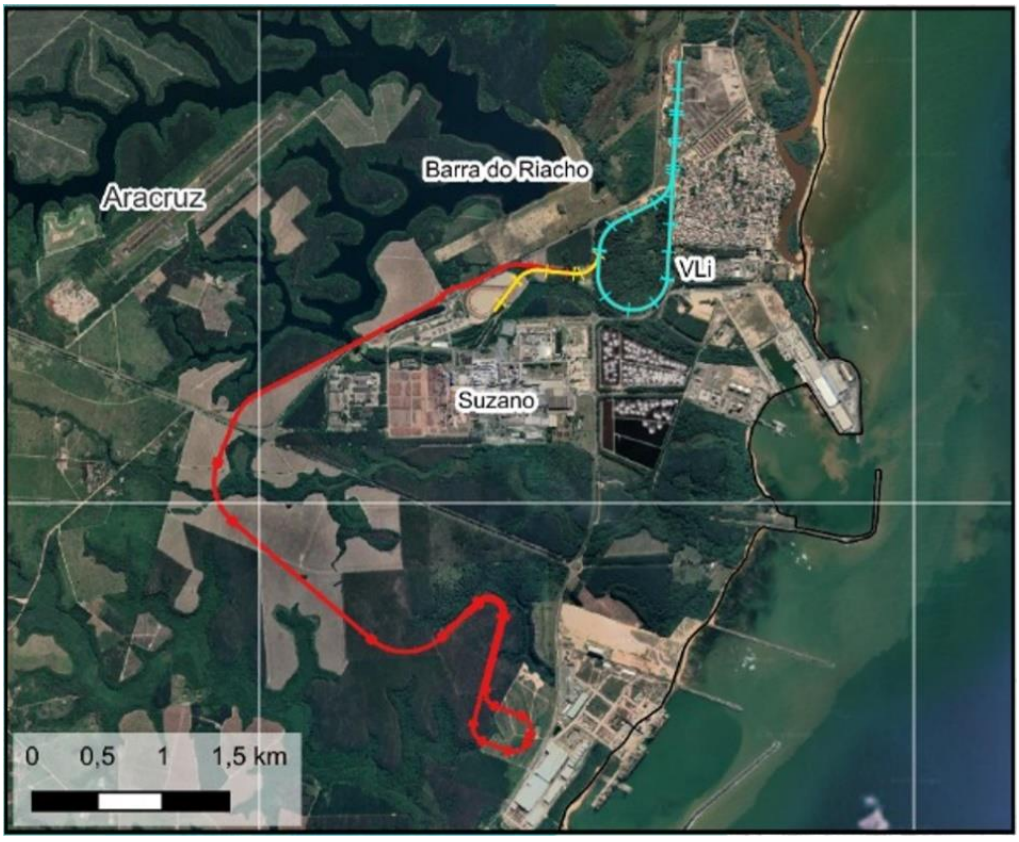
7. ESTUDO DE TRAÇADO

O estudo de traçado teve como objetivo principal definir o traçado de melhor condição técnica e menor impacto na região.

Para gerar relevo para o estudo de traçado foram utilizados dados do resultado do levantamento planialtimétrico cadastral por drone é detalhado no Item 4 e teve como objetivo principal gerar a modelo digital do terreno (MDT), isto é, pontos no solo.

Foram estudados traçados concomitantes com as particularidades deste projeto para minimizar interferências na fase construtiva e menor custo de implantação juntamente com a drenagem do mesmo.

Figura 22: Localização do Projeto Imetame Porto.



Foi realizada uma visita técnica na região com o objetivo de conhecer as condições para implantação do ramal e auxiliar a escolha do traçado. Em resumo foi constatado que o traçado apresentado passa por uma região com relevo plano a levemente ondulado , que demandaria atenção terraplenagem para implantação do ramal.

Foi constatado também que a alternativa escolhida deve transpor sob a rodovia ES 010 num ponto mais favorável de menor cota no perfil da via para facilitar a rampa de acesso rodoviária.

Também foi possível observar que alternativa deve apresenta melhores condições e menos interferências para a implantação do ramal ferroviário. Desta forma procurou-se uma alternativa por método não destrutivo e sem interrupção sobre a ES 257 e dutos da Petrobrás simultaneamente.

Ainda foi vislumbrado o futuro / projetado, do projeto rodoviário de ligação ES 010 SUL. Que nos foi informado o eixo da mesma.

Na ES 257, analisamos a possibilidade de subir a pista para não ter que descer o greide da ferrovia. Contudo, essa hipótese foi descartada devido a:

- Os estudos abrangem não somente a Rodovia ES 257 mas também toda a faixa de Petrobrás, o que resultaria no projeto de realinhamento dos dutos, isto é, alteração do seu perfil, consequentimente com alteração das locações dos DUTOS.
- Aumento da extensão ferroviária, pois necessita sair o máximo da área do trevo pois aumentaria significativamente o volume de terraplenagem, como consequência asfalto, base e sub-base novas.

Foi solicitado pela Vli, acesso rodoviário para manutenção ferroviária, por se tratar de grande extensão em corte em caixão. Sendo assim, incluímos no projeto, aumentando a largura da plataforma de 7,00 metros para 11,50 nestes locais. Aumento de 4,50 metros.

Após o estudo do ramal, realizou-se um estudo concomitante com a equipe da Imetame, através do MacroPlan do terminal Imetame Porto. Chegou-se a um consenso

quanto ao atendimento multi cargas entre a projetista e a Imetame, sendo definido e aprovado a versão apresentada.

Internamente, na área da Imetame Logística Porto, em sua plena capacidade de movimentação, a Pêra Ferroviária que possibilitará o transbordo da carga sem a necessidade de desmembramento da composição nas modalidades:

- Terminal de Granéis Líquidos (TGL);
- Terminal de Granéis Sólidos (TGS) .

E, para demais haverá necessidade de desmembramento de composição ferroviária.

- Terminal de Contêineres (TECON);
- Terminal Multipropósito (TMULT).

8. PROJETO GEOMÉTRICO

8.1. Introdução

O projeto geométrico básico foi desenvolvido com base modelo digital do terreno (MDT) e no ortomosaico (ortofoto) obtidos no levantamento planialtimétrico cadastral drone,

além de levar em consideração o estudo preliminar de Macro Plan pela Imetame Logistica Porto, dos terminais de carregamento.

A saber que atualmente o terminal ferroviário de Aracruz, denominado pela sigla (VAZ) recebe composições com 1005 m, e o terminal ferroviário de Piraqueaçu (VPA) recebe composições com 1436 m de comprimento.

LOCOMOTIVAS

Modelo AC-44, ou similar apresenta na Figura 23.

Figura 23: Locomotiva AC-44.



TERMINAL FERROVIÁRIO IMETAME DE GRÃOS

O terminal ferroviário da Imetame para Grãos apresentará as seguintes características:

- Moega ferroviária com capacidade de descarga de quatro vagões em cada linha;
- Duas balanças estáticas em linha, para pesagem de vagões carregados;
- Capacidade nominal do sistema de manuseio da descarga de cada linha: 1.500 t/h;
- Uma balança dinâmica na linha de saída da região da descarga, para pesagem de vagões vazios;
- Terminal em pera;
- Amostragem de produtos nas balanças, ou nas moegas de descargas;
- Produtos em granel;
- Operação com classificação de vagões para carregamento de fertilizantes;
- Linhas de formação de composições de fertilizantes dentro do terminal;
- Vagão: HFE.

Figura 24: Vagão de Graos.



Figura 25: Vagão de Liquidos.



TERMINAL FERROVIÁRIO IMETAME PARA CONTÊINERES E CARGA GERAL

O terminal da Imetame para Contêineres e Carga geral apresentarão as seguintes características:

- Região para classificação e recebimento de cargas;
- Operações com contêineres de 20 e 40 pés;
- Movimentação interna de vagões através de tratores e locomotivas;
- Vagão: PED.

Figura 26: Vagão de carga geral



Figura 27: Vagão para containers.



Figura 28: Track Mobil – Para operação interna de logistica porto – Segmentação da Composição.



Tabela 13: Dados dos parâmetros de Projeto.

Ficha de Premissas do Desenvolvimento do Projeto Ferroviário		
IMETAME LOGISTICA PORTO		
1	**Operação**	**Parâmetros**
1.1	Velocidade Máxima Operacional	
	Ramal (Velocidade Máxima Operacional)	30 Km/h
	Patio/Pera: Definida pela concessionária – conforme seu ROF (Regulamento de Operação Ferroviária)	15 Km/h
1.2	Máxima Carga por Eixo	
	Superestrutura	25 ton/eixo
	Infraestrutura	25 ton/eixo
	OAEs e OACs	25 ton/eixo
1.3	Volume Terminal Imetame	
1.3.1	Graneis Sólidos – Fase 1	3.000.000 t/ano
1.3.2	Graneis Sólidos – Fase 2	8.000.000 t/ano
1.3.2	Graneis Líquidos	3.000.000 K-m^3
1.3.3	Containers	10.000 TEU
1.3.4	Siderúrgico	200.000 Ton
1.4	Trem-Tipo Operacional	2 AC44 +

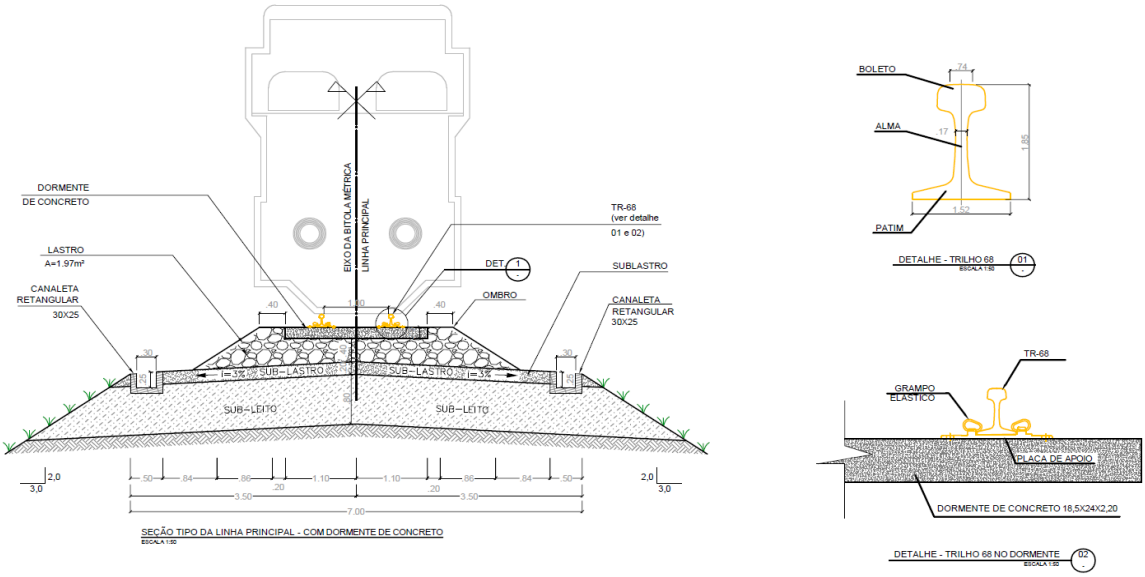
1.3.1	Graneis Sólidos – Fase 1	80 Vagões (1240 m)
1.3.2	Graneis Sólidos – Fase 2	80 Vagões (1240 m)
1.3.2	Graneis Líquidos	45 Vagões (715 m)
1.3.3	Containers	45 Vagões (715 m)
1.3.4	Siderúrgico	45 Vagões (805 m)
1.5	Trem - Topo Dimensionamento OAE	E-Cooper E80 + 20%
2	**Geometria: Alinhamento Horizontal**	
2.1	Curva Circular	
	Raio Mínimo: Linha Principal	250 metros
	Raio Mínimo: Pátio	100 metros
	Desenvolvimento Mínimo	Calculado (Min. 40 metros)
	Tangente Mínima em curvas reversas	50 metros
	Tangente Mínima em curvas	50 metros
3	**Geometria: Alinhamento Vertical**	
3.1	Rampa / Elevação / Greide	
	Rampa (sentido importação)	Max. 0,80 %
	Rampa compensada (sentido Exportação)	Max. 0,38 %
	Dentro de túneis	Max. 0,25 % (compensada)
	Linha em pátios de cruzamento	Max. 0,00 %
3.2	Curva Vertical	
	Tangente mínima para mudança sentido da rampa	Mínimo 100 metros
	Desenvolvimento mínimo de curva de transição	Mínimo 200 metros
3.3	Raio Mínimo	5.000 metros
4	**Geometria: Seção Transversal**	
	Linha Principal	1.000 mm
	Superelevação	
	Ramal	2/3 da S/teórica - Max. 80 mm
	Pátio	0 mm
	Altura de lastro mínimo sob a base de dormente	Min. 40 cm (Dimensionamento)
	Altura de sublastro	Min. 20 cm (Dimensionamento)
	Inclinação da Plataforma Terraplenagem	Max. 3% bilateral (Linha Principal)
	Largura Mínima Plataforma	Mínimo 7 metros
	Largura do ombro do lastro	Mínimo 30 cm
	Inclinação Corte	Recomendado 1:1

	Inclinação Aterro	Recomendado 3:2
	Largura Minima da Banqueta	4 metros / Inclinação Max. 5% (Estudo de estabilidade sem banqueta)
	Altura Máxima do Talude	Máxima – analise geotécnica
5	**Gabaritos**	
	Linha Principal	
	Distancia mínima de entrevia - Linhas Paralelas	5,00 metros
	Distancia de marcos de entrevia - Comprimento mínimo de pátio)	1600 metros
	Distancia mínima - Obstáculos Fixos (a partir do trilho - Singela)	Superior: 7,00 metros / Lateral 3,00 metros / 1,75 metros Plataforma
6	**Superestrutura**	
6.1	Trilho	
	Perfil	TR 68 AREMA 136 RE
	Comprimento (Construção)	240 metros
	Comprimento final	TLS
6.2	Fixação	
	Modelo	Pandrol E2009 + 4 Tirefonds/ placa de apoio
6.3	Dormente	Concreto
	Material	Aço Fast-Clip - Bitola Métrica
	Taxa/ Espaçamento 60 cm (mínimo) - Linha Principal	Tangente / Curva : 1667 unidades por Km
6.4	Lastro	
	Material (Altura 40 cm) - Classe I- NB-475	Pedra Britada - Conforme ET de Lastro para ferrovia vigente Vale
6.5	AMV´s:	
	Linha Principal (Pátios de Cruzamento)	01:10
	Linhas Secundárias	01:10
	Dormente	Concreto

8.2. Seção tipo

A seção transversal tipo para linha singela considerou plataforma de terraplanagem de 7,00m de largura, contemplando a superestrutura e dispositivo de drenagem, com declividade transversal de 3% para cada lado no sentido dos taludes.

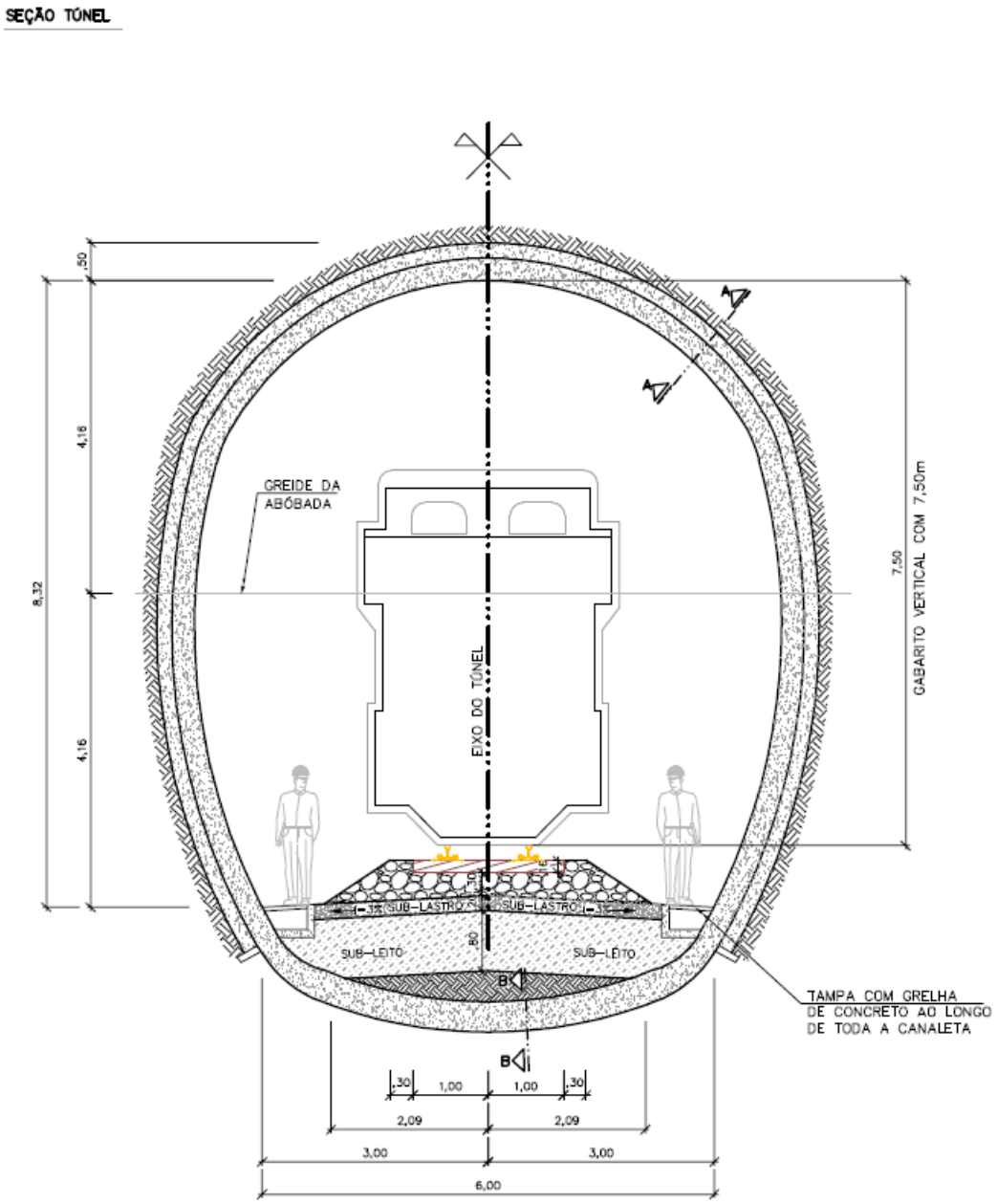
Figura 29: Seção tipo para linha singela.



Para o acesso considerou-se o acréscimo de aumento de plataforma de 4,50 metros resultando em uma plataforma de serviço no mesmo nível da cota da camada de base, isto é, foi acrescentado de 4,50 metros, passando a 11,50 metros a plataforma.

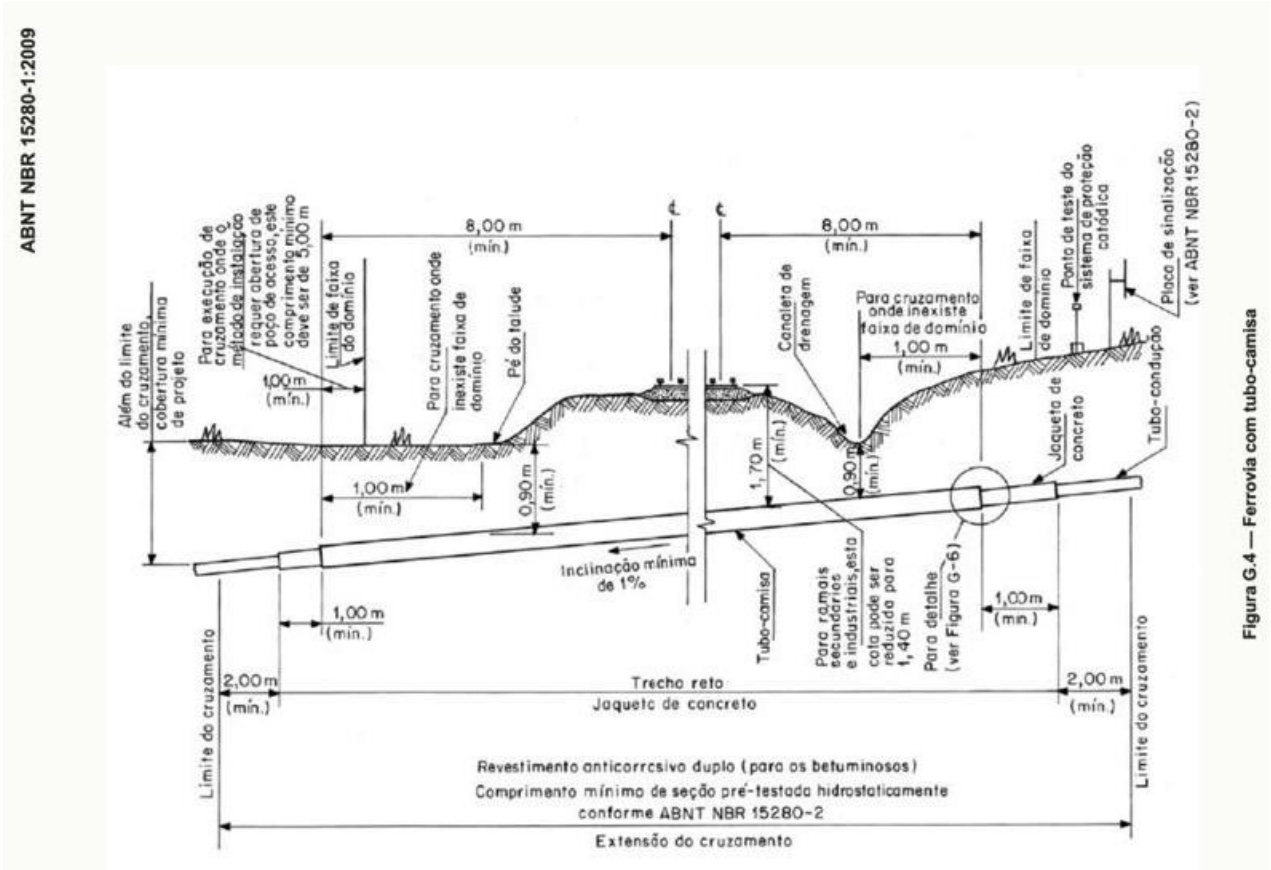
Para a formação antes da pera ferroviária, considerou-se o acréscimo de aumento de plataforma, com distância de entrevias de 5,00 metros resultando em uma plataforma variável, conforme mostrado em projeto.

Figura 30: Seção tipo para linha singela.



Para a passagem inferior sobre a ES 257, consideremos um gabarito ferroviário de 7,00 metros.

Figura 31: Travessia de Oleduto sobre a ferrovia.



De acordo com a ABNT 15.280-1:2009 foi deixado um espaço entre o topo da pista e a face superior do túnel de 3,00 metros estimativa suficiente do duto da Petrobras a ser investigado para próxima etapa. . Este procedimento será usado para o projeto Imetame Porto Logistica para parte superior ao Túnel Projetado. A ser analisado conjuntamente com a Petrobrás, na fase de Projeto Executivo. A norma 15.280-1:2009 não apresenta exemplos ilustrativos de travessias sobre a ferrovia, apenas sob. A figura 31 foi colocada como forma representativa de como são realizadas as travessias sob a ferrovia.

8.3. Descrição do traçado final

O traçado final, inicia-se a partir da linha da VLi no Km43 + 727, passando em 338 metros pelo acesso da Fábrica da Suzano, ambos em Barra do Riacho, Aracruz, Espírito Santo, onde começa o Ramal Imetame (Km 0+ 000) até os terminais, onde estamos prevendo quatro, sendo, de produtos diversos, com operação focada em:

- Terminal de Contêineres (TECON);
- Terminal Multipropósito (TMULT) ;
- Terminal de Granéis Líquidos (TGL) ;
- Terminal de Granéis Sólidos (TGS) .

O ramal ferroviário é composto por uma linha tronco (singela) de 5,820 km de extensão, até chegar no início do pátio da Imetame Porto Logística.

No pátio ferroviário temos:

- Terminal de Multiproposito – TMULT (Vermelho) :
  - 3.740 metros.
- Terminal de Graneis Solidos – TGS - 1 (Azul):
  - 3.476 metros.
- Terminal de Graneis Solidos – TGS - 2 (Amarelo) :
  - 3.462 metros.
  - Terminal de Graneis Liquidos – TGL (Azul) :
  - 1.547metros.
- Terminal de Siderurgicos – (Magenta) :
  - 618 metros + 356 metros + 299 metros.
- Terminal de Containers - TECON – (Verde) :
  - 479 metros + 307 metros.
- Travessão
  - 50 metros.

Total de Linhas no Pátio: 14.334 metro

Total geral de linhas : 20.154 metros = 20,154 kms

Total geral de aparelho de mudança de via: 16 unidades (1:10)

Figura 32: Trecho 1 - Saída a partir do Ramal da Aracruz - Trecho 1.

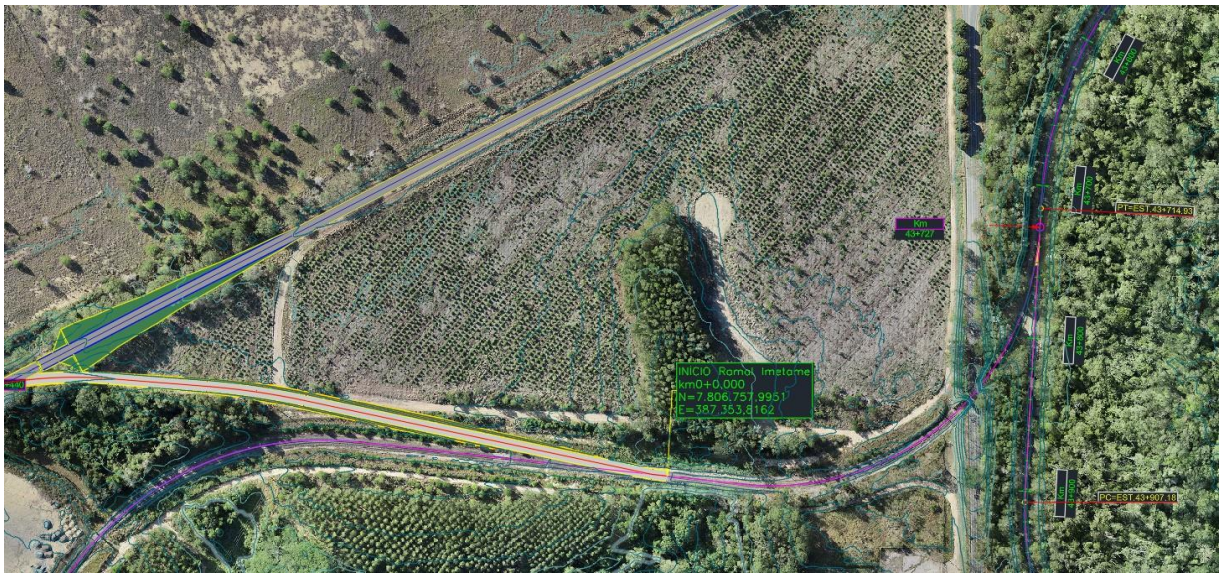


Figura 33: Trecho 2 - Passagem inferior sobre a ES 010 / Viaduto.



Figura 34: Trecho 3 - Entre o Viaduto e a Ponte sobre a Barragem de Aracruz.

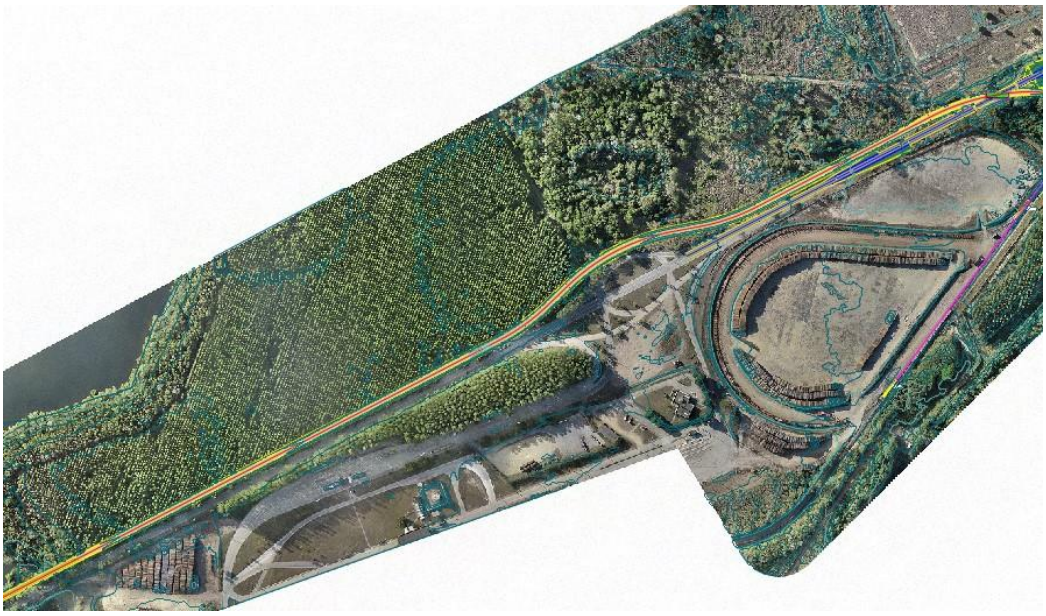


Figura 35: Trecho 4 - Entre a Ponte e o trevo da ES 257 – Passagem Inferior / Falso Tunel com alargamento de plataforma extensão de 992 metros.

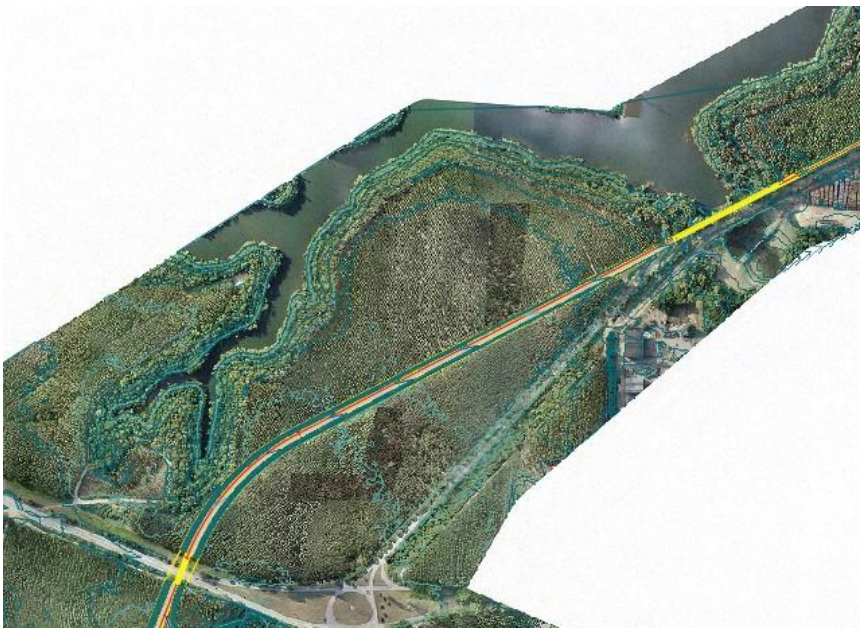


Figura 36: Trecho 5 - Entre Passagem Inferior e Inicio do Patio. Com dois alargamentos de Plataforma lado esquerdo. Antes e depois do Pontilhão – extensão de 534 + 2303 metros.

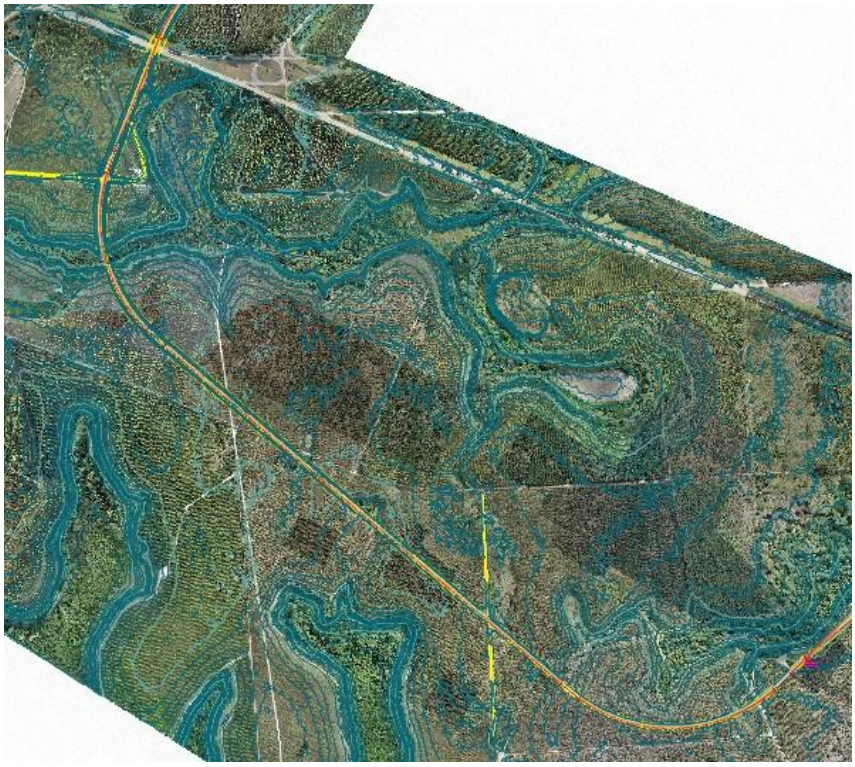


Figura 37: Trecho 6 - Pátio Imetame Logística Porto.



8.4. Quadro Geral de Curvas

Tabela 14: Dados dos elementos geométricos do ramal de acesso.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - RAMAL DE ACESSO

Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
L1	276° 15' 19.75"	-	-	-	-	-	9,969	-	0+0,000	0+9,969	N E	-	7806757,9951 387353,8162	7806759,0814 387343,9065
L2	281° 58' 48.75"	-	-	-	-	-	232,065	-	0+9,969	12+2,034	N E	-	7806759,0814 387343,9065	7806807,2519 387116,8963
C–1	-	-	1,059	-	-	500,000	65,014	007° 27' 00.32"	12+2,034	15+7,048	N E	7806814,0091 387085,0523	7806807,2519 387116,8963	7806816.5802 387052,6010
L3	274° 31' 48.43"	-	-	-	-	-	64,178	-	15+7,048	18+11,226	N E	-	7806816,5802 387052,6010	7806821,6492 386988,6234
C–2	-	-	11,209	-	-	280,000	155,882	031° 53' 51.93"	18+11,226	26+7,108	N E	7806827,9693 386908,8550	7806821,6492 386988,6234	7806791.1850 386837,7926
L4	242° 37' 56.51"	-	-	-	-	-	236,830	-	26+7,108	38+3,938	N E	-	7806791,1850 386837,7926	7806682,3145 386627,4694
C–3	-	-	2,695	-	-	250,000	73,096	016° 45' 08.17"	38+3,938	41+17,034	N E	7806665,3928 386594,7790	7806682,3145 386627,4694	7806658.6118 386558,5986
L5	259° 23' 04.68"	-	-	-	-	-	33,447	-	41+17,034	43+10,481	N E	-	7806658,6118 386558,5986	7806652,4503 386525,7239
C–4	-	-	10,989	-	-	250,000	145,611	033° 22' 17.29"	43+10,481	50+16,092	N E	7806638,6460 386452,0706	7806652,4503 386525,7239	7806586.6037 386398,1543
L6	226° 00' 47.38"	-	-	-	-	-	34,873	-	50+16,092	52+10,965	N E	-	7806586,6037 386398,1543	7806562,3846 386373,0632
C–5	-	-	2,652	-	-	250,000	72,515	016° 37' 09.12"	52+10,965	56+3,480	N E	7806537,0260 386346,7915	7806562,3846 386373,0632	7806520.2406 386314,3645
L7	242° 37' 56.51"	-	-	-	-	-	1486,576	-	56+3,480	130+10,055	N E	-	7806520,2406 386314,3645	7805836,8643 384994,1734
C–6	-	-	27,549	-	-	400,000	288,754	041° 21' 39.32"	130+10,055	144+18,809	N E	7805767,4538 384860,0815	7805836,8643 384994,1734	7805626.7489 384805,3038
L8	201° 16' 17.18"	-	-	-	-	-	309,427	-	144+18,809	160+8,236	N E	-	7805626,7489 384805,3038	7805338,4026 384693,0478
S1	175° 42' 10.14"	9559,712	-	40,012	20,011	-	60,000	004° 17' 49.86"	160+8,236	163+8,236	N E	-	7805338,4026 384693,0478	7805338,4026 384693,0478
C–7	-	-	67,298	-	-	400,000	434,675	062° 15' 45.18"	163+8,236	185+2,911	N E	7805045,0255 384578,8333	7805281,9778 384672,6901	7804880.9387 384773,8485
S2	175° 42' 10.14"	9559,712	-	40,012	20,011	-	60,000	004° 17' 49.86"	185+2,911	188+2,911	N E	-	7804880,9387 384773,8485	7804880,9387 384773,8485
L9	130° 24' 52.28"	-	-	-	-	-	1332,581	-	188+2,911	254+15,491	N E	-	7804840,9202 384818,5332	7803976,9910 385833,1254
S3	175° 42' 10.14"	9559,712	-	40,012	20,011	-	60,000	004° 17' 49.86"	254+15,491	257+15,491	N E	-	7803976,9910 385833,1254	7803976,9910 385833,1254
C–8	-	-	111,611	-	-	400,000	538,543	077° 08' 26.03"	257+15,491	284+14,034	N E	7803716,6141 386138,9101	7803939,2557 385879,7542	7803960.6029 386378,0765
S4	175° 42' 10.14"	9559,712	-	40,012	20,011	-	60,000	004° 17' 49.86"	284+14,034	287+14,034	N E	-	7803960,6029 386378,0765	7803960,6029 386378,0765
L10	044° 40' 46.53"	-	-	-	-	-	9,969	-	290+9,990	290+19,959	N E	-	7804041,9751 386460,6524	7804049,0636 386467,6620
L20	044° 40' 46.53"	-	-	-	-	-	9,969	-	290+9,990	290+19,959	N E	-	7804041,9751 386460,6524	7804049,0636 386467,6620
L11	050° 24' 15.25"	-	-	-	-	-	200,308	-	290+19,959	301+0,267	N E	-	7804049,0636 386467,6620	7804176,7333 386622,0115

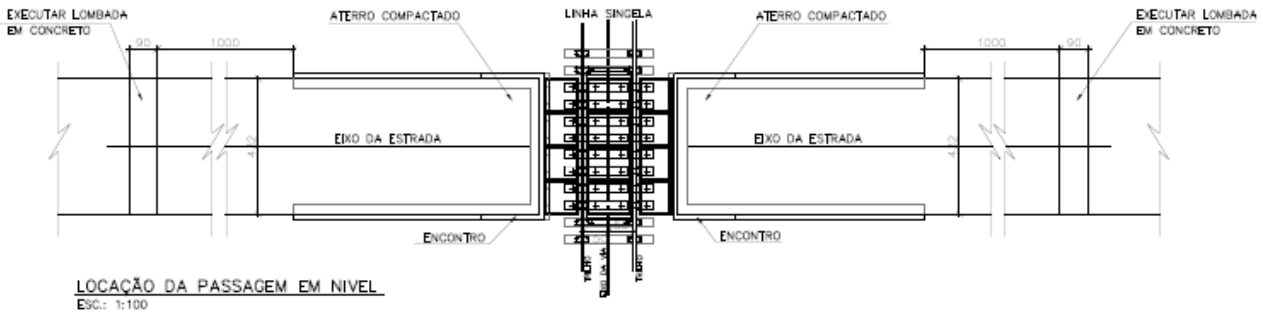
L12	050° 24' 32.19"	-	-	-	-	-	50,266	-	301+0,267	303+10,533	N E	-	7804176,7333 386622,0115	7804208,7680 386660,7470
L13	045° 30' 39.19"	-	-	-	-	-	10,738	-	303+10,533	304+1,270	N E	-	7804208,7680 386660,7470	7804216,2925 386668,4070
S5	168° 32' 27.04"	9559,712	-	26,723	13,384	-	40,000	011° 27' 32.96"	304+1,270	306+1,270	N E	-	7804216,2925 386668,4070	7804216,2925 386668,4070
C−9	-	-	121,188	-	-	100,000	220,335	126° 14' 32.71"	306+1,270	317+1,605	N E	7804486,0550 386943,0236	7804242,3147 386698,6918	7804152.8722 386853,0424
S6	168° 32' 27.04"	9559,712	-	26,723	13,384	-	40,000	011° 27' 32.96"	317+1,605	319+1,605	N E	-	7804152,8722 386853,0424	7804152,8722 386853,0424
L14	194° 40' 17.82"	-	-	-	-	-	808,829	-	319+1,605	359+10,433	N E	-	7804113,6575 386845,5241	7803331,2022 386640,6650
S7	169° 34' 57.31"	9559,712	-	26,713	13,375	-	40,000	010° 25' 02.69"	359+10,433	361+10,433	N E	-	7803331,2022 386640,6650	7803331,2022 386640,6650
C−10	-	-	19,002	-	-	110,000	120,925	062° 59' 10.29"	361+10,433	367+11,358	N E	7803215,8356 386610,4602	7803292,0216 386632,9069	7803189.8393 386685,5092
S8	169° 34' 57.31"	9559,712	-	26,713	13,375	-	40,000	010° 25' 02.69"	367+11,358	369+11,358	N E	-	7803189,8393 386685,5092	7803189,8393 386685,5092
L15	110° 51' 02.15"	-	-	-	-	-	173,900	-	369+11,358	378+5,259	N E	-	7803173,3888 386721,9055	7803111,4921 386884,4174
S9	169° 34' 57.31"	9559,712	-	26,713	13,375	-	40,000	010° 25' 02.69"	378+5,259	380+5,259	N E	-	7803111,4921 386884,4174	7803111,4921 386884,4174
C−11	-	-	23,725	-	-	110,000	133,068	069° 18' 40.58"	380+5,259	386+18,327	N E	7803064,9127 387006,7129	7803099,5619 386922,5353	7803150.8886 387036,6227
S10	169° 34' 57.31"	9559,712	-	26,713	13,375	-	40,000	010° 25' 02.69"	386+18,327	388+18,327	N E	-	7803150,8886 387036,6227	7803150,8886 387036,6227
L16	020° 42' 16.18"	-	-	-	-	-	22,658	-	388+18,327	390+0,985	N E	-	7803187,3267 387052,9803	7803208,5217 387060,9911
S11	169° 34' 57.31"	9559,712	-	26,713	13,375	-	40,000	010° 25' 02.69"	390+0,985	392+0,985	N E	-	7803208,5217 387060,9911	7803208,5217 387060,9911
C−12	-	-	23,472	-	-	110,000	132,463	068° 59' 45.98"	392+0,985	398+13,448	N E	7803330,3666 387107,0434	7803246,6699 387072,8240	7803360.3132 387021,7245
S12	169° 34' 57.31"	9559,712	-	26,713	13,375	-	40,000	010° 25' 02.69"	398+13,448	400+13,448	N E	-	7803360,3132 387021,7245	7803360,3132 387021,7245
L17	290° 52' 24.82"	-	-	-	-	-	183,883	-	400+13,448	409+17,331	N E	-	7803376,7783 386985,3349	7803442,2971 386813,5202
S13	169° 05' 11.47"	9559,712	-	26,718	13,380	-	40,000	010° 54' 48.53"	409+17,331	411+17,331	N E	-	7803442,2971 386813,5202	7803442,2971 386813,5202
C−13	-	-	17,478	-	-	105,000	113,568	061° 58' 15.93"	411+17,331	417+10,899	N E	7803483,1842 386706,2989	7803458,8646 386777,1834	7803554.9980 386727,7194
S14	169° 05' 11.47"	9559,712	-	26,718	13,380	-	40,000	010° 54' 48.53"	417+10,899	419+10,899	N E	-	7803554,9980 386727,7194	7803554,9980 386727,7194
L18	014° 40' 17.82"	-	-	-	-	-	531,778	-	419+10,899	446+2,677	N E	-	7803594,1952 386735,3633	7804108,6339 386870,0514
S15	170° 49' 57.63"	9559,712	-	26,703	13,366	-	40,000	009° 10' 02.37"	446+2,677	448+2,677	N E	-	7804108,6339 386870,0514	7804108,6339 386870,0514
C−14	-	-	180,275	-	-	125,000	287,232	131° 39' 26.55"	448+2,677	462+9,909	N E	7804581,0580 386993,7395	7804147,7700 386878,0967	7804260.6905 386679,9300
S16	170° 49' 57.63"	9559,712	-	26,703	13,366	-	40,000	009° 10' 02.37"	462+9,909	464+9,909	N E	-	7804260,6905 386679,9300	7804260,6905 386679,9300
L19	224° 40' 46.53"	-	-	-	-	-	269,803	-	464+9,909	477+19,712	N E	-	7804233,8185 386650,3621	7804041,9751 386460,6524

8.5. Passagem de Nível

Para que não haja interrupção do fluxo de circulação de caminhões no momento da safra e do plantio em áreas de acesso ao pátio da Imetame Logística Porto, que passam nas áreas de terceiros, neste projeto contemplamos duas passagens em nível nos quilômetros:

- Passagem de Nível 1: km 3+ 284;
- Passagem de Nível 2: km 4+ 384

Figura 38: Detalhe Passagem de Nivel.



9. PROJETO DE TERRAPLANAGEM

9.1. Introdução

O Projeto de terraplenagem foi elaborado com base no Projeto Geométrico, e teve o objetivo de determinar os volumes de cortes e aterros da plataforma ferroviária e distribuição preliminar dos materiais, incluindo linha tronco e peras de carregamento do

terminal Imetame, visando sempre as menores distâncias de transporte, seguindo os parâmetros das especificações técnicas e normas DNIT para terraplenagem.

Foi adotado três premissas para a realização da distribuição dos materiais:

- Material para a camada final dos aterros será obtida por alargamento de algum corte com distância máxima de 500 mestros, pois foi observado na vista técnica que ao longo do traçado há regiões com solo aparentemente competentes para tal finalidade;

O material excedente será destinado para a pera ferroviária a 5,38 km do ramal ferroviário ou a local definido pela Imetame.

A seção transversal adotada para o Ramal Ferroviário Imetame Logistica Porto é definida da seguinte forma:

- Largura da plataforma de terraplenagem: 7,00m – 11,50 metros.
- DeclividadeTransversal: - 3,00%.
- Talude de Corte: 1(H): 1(V).
- Altura Máxima de Corte: indefinido - sem banqueta.
- Talude de Aterro: 1,5 (H): 1(V).
- Altura máxima de aterro: 8,00m.

9.2. Resultados Obtidos

O detalhamento dos cálculos de volumes de materiais são apresentados nos resumo da terraplenagem, na Tabela 15.

Tabela 15: Resumo do detalhamento de cálculo.

DESCRIÇÃO	UNIDADE (m³)
Volume de Corte	664.336,70
Volume de Aterro	126.087,72
Excedente	471.815,31
Empolamento	863.637,71
Compactado	597.903,03

10. PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES

10.1. Introdução

O Projeto de Drenagem e Obras de arte correntes (OAC- Bueiros) foram elaborados considerando-se os elementos obtidos pelos Estudos Hidrológicos e pelo Projeto Geométrico.

Os dispositivos de drenagem, sejam eles superficial, subsuperficial ou profunda, deverão ser capazes de captar e conduzir adequadamente as águas de modo a preservar as estruturas do empreendimento e possibilitar a operação durante a incidência de precipitações mais intensas.

O Projeto de Drenagem Superficiais e OAC, atende às seguintes especificações: ISF 210.(Instrução de Serviços Ferroviários – DNIT)

Os dispositivos utilizados no projeto são constantes no Álbum de Projetos Tipo do DNIT – IPR-736 – 5ª Edição – 2018.

Para evitar o assoreamento em todos os dispositivos utilizados neste projeto, recomendamos manutenção periódica durante o ano e limpeza após acontecimentos extremos onde podem favorecer a obstrução e mal funcionamento dos mesmos.

A descrição dos dispositivos de obra de arte corrente, de drenagem superficial e profunda projetados para a presente entrega serão apresentados nessa seção.

10.2. Obras de Arte Correntes

O dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes deu-se com base nas vazões calculadas para todas as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado, com

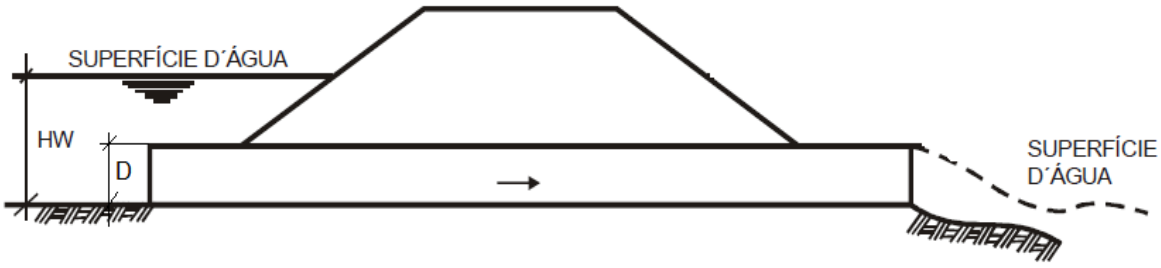
dados fornecidos pelos Estudos Hidrológicos e publicações do DNIT-IPR-715, IPR-724 e IPR-736.

Para a verificação hidráulica dos bueiros utilizaram-se as planilhas de cálculo de vazões, apresentadas na seção de Estudos Hidrológicos.

Para o projeto de OAC utilizamos as seguintes premissas:

- Recobrimento mínimo das obras: 1,00 metros. Os aterros sobre os bueiros devem ser executados com cuidado, de forma que as primeiras camadas sejam compactadas com equipamentos mais leves, tipo placa vibratória ou similar;
- Para verificação hidráulica dos bueiros de talvegue foi seguido o critério de relação máxima de HW/D=1,20, sendo o HW a altura da lâmina d'água calculada à montante
- (para o TR correspondente) e D a altura do bueiro/galeria e controle na entrada conforme apresentado na Figura 39.

Figura 39: Esquema de seção transversal de um bueiro sob uma estrada.



Onde:

Hw/D < 1,20 funcionando como canal;

Hw/D ≥ 1,20 funcionando como orifício.

- Velocidades admissíveis dentro do bueiro: 1,0 ≤ velocidade ≤ 4,5 m/s para concreto de cimento Portland;
- Dissipador de energia na jusante dos bueiros. Assim, as possibilidades de incidência de erosão nas saídas dos tubos ficam reduzidas;

- Adotadas as dimensões mínimas de Ø 1200 mm para bueiro de greide e Ø 1200 mm para bueiros de talvegue;
- A fim de mitigar o acúmulo de sedimentos no corpo do bueiro, opta-se por adotar uma declividade mínima 0,50% para bueiro celulares e 1,00% para bueiros
- tubulares, que proporcione um escoamento com velocidade necessária para gerar força de arraste apropriada.
- As bocas dos bueiros tubulares foram projetadas de acordo com os projetos-tipo do DNIT;
- As caixas coletoras foram projetadas de acordo com os projetos tipo DNIT.

A partir do Estudo Hidrológico apresentados anteriormente, determina-se as vazões de projeto e calcula-se os bueiros conforme descrito a seguir:

<u>Bueiros Trabalhando como Canal - Regime Crítico (Ec = D) para Bueiros Tubulares</u>

As obras foram dimensionadas operando como canal, conforme a metodologia apresentada pelo DNIT e descrita a seguir:

- Vazão de Bueiro Simples (BSTC) em m³/s: $Q1 = 1{,}538 \times D^{2,5}$
- Vazão de Bueiro Simples (BSTC) em m³/s: $Q1 = 1{,}538 \times D^{2,5}$
- Velocidade crítica: V = 2,56 x D0,5
- Declividade crítica: $\mathrm{Ic} = \frac{0{,}739}{\sqrt[3]{\mathrm{D}}}(\%)$

para n = 0 ,015 (coeficiente de rugosidade do concreto)

Onde: D = diâmetro do tubo utilizado, em metros.

10.3. Dispositivos de Drenagem Superficial

Os dispositivos de drenagem têm como objetivo captar e conduzir para local adequado toda a água que sob qualquer forma venha a atingir a área em estudo. Seguem abaixo a relação dos dispositivos de drenagem projetados:

DNIT:

1 - Valetas de Proteção Cortes;

2 - Valetas de Proteção Aterro;

3 - Sarjeta Trapezoidal;

4 - Descida D'água em Degraus;

5 - Dissipadores de energia;

6 - Caixas de coletoras;

7 – Dreno profundo.

1 - Valetas de Proteção Cortes

Utilizados para a proteção dos taludes de corte, situados longitudinalmente à montante de suas cristas.

Coletam o escoamento superficial proveniente da precipitação da chuva de projeto da bacia de contribuição do terreno natural, impedindo que o fluxo atinja o talude de corte e provoque erosões.

É importante ressaltar, que devem ser evitadas a formação de poças de água em qualquer ponto da valeta, atendendo-se à declividade recomendada pelo projeto e ao relevo natural. As dimensões a serem adotadas, serão em função do dimensionamento hidráulico, principalmente da vazão a ser coletada e conduzida. As valetas poderão ser ou não

revestidas em concreto de cimento Portland, conforme os croquis apresentados nas Figura 40 e Figura 41.

Figura 40: Revestimento em concreto para valetas de proteção cortes - Croqui 01.

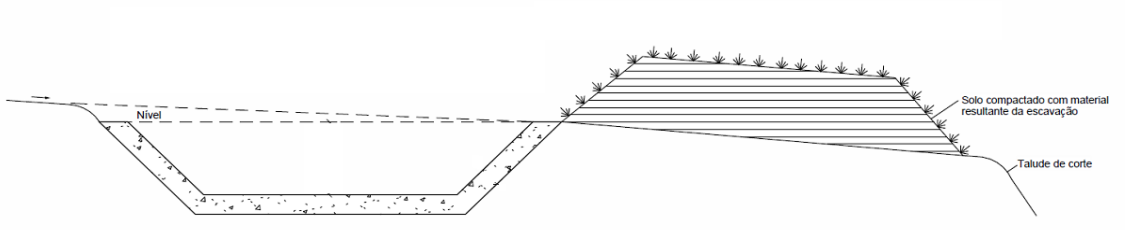
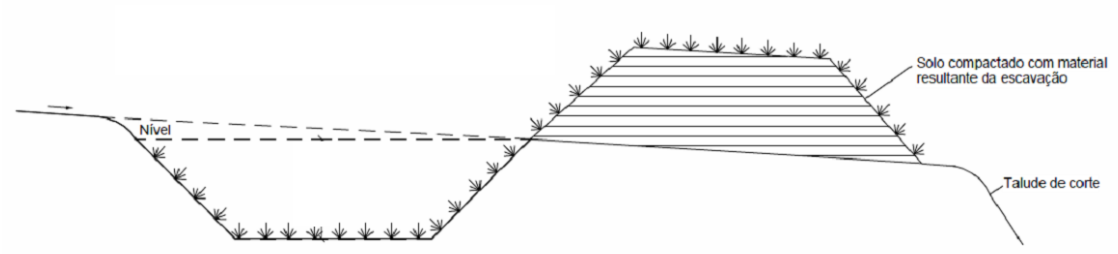


Figura 41: Revestimento em grama para valetas de proteção cortes - Croqui 02.



Indicado no projeto os dispositivos de valetas de proteção, seção trapezoidal do tipo VPCC, padrão DNIT.

2 - Valetas de Proteção Aterro

Deverão estar localizados próximo ao pé de aterro, ou seja, no ponto de interseção do talude de aterro com o terreno natural, objetivando interceptar e conduzir as águas que escoam pelo terreno situado à montante, impedindo erosões no pé do aterro. As valetas

poderão ser ou não revestidas em concreto de cimento Portland, conforme os croquis abaixo:

Figura 42: Revestimento em concreto para valetas de proteção de aterro - Croqui 01.

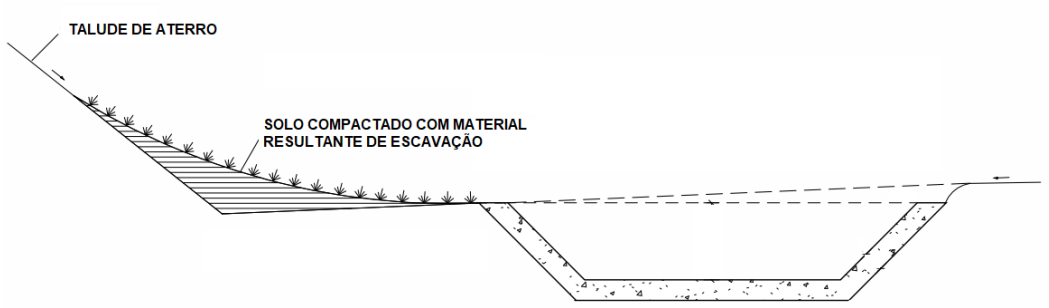
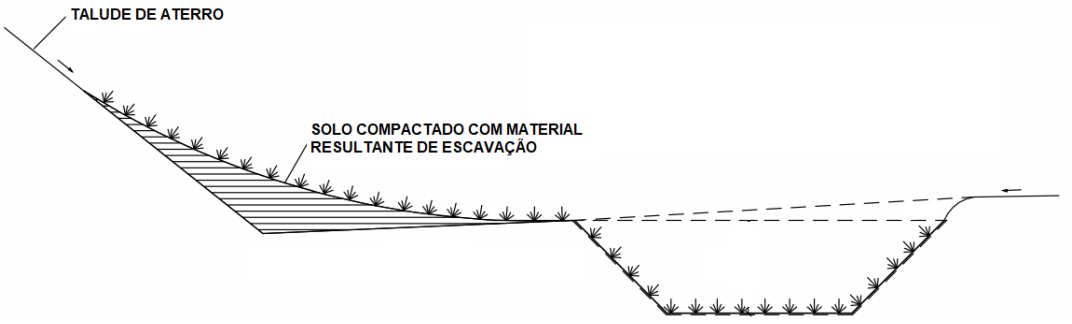


Figura 43: Revestimento em grama para valetas de proteção de aterro - Croqui 02.



Indicado no projeto os dispositivos de valetas de proteção, seção trapezoidal do tipo VPAC, padrão DNIT.

3- Sarjeta Trapezoidal

O dispositivo será revestido em concreto de cimento Portland, e deverão impedir que as águas precipitadas sobre a plataforma escoam pelo talude de aterro ou corte, evitando erosões, conforme o croqui abaixo:

Figura 44: Revestimento de concreto para sarjeta trapezoidal - Croqui 01.

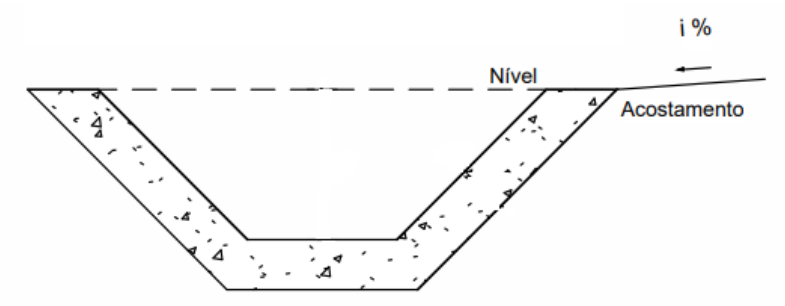
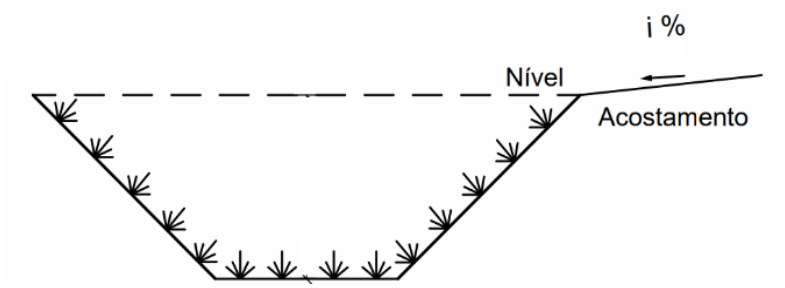


Figura 45: Revestimento em grama para sarjeta trapezoidal - Croqui 02.



Indicado no projeto as sarjetas do tipo SZC, padrão DNIT.

4 - Descida D'água em Degraus

Esses elementos deverão conduzir as águas coletadas, direcionando-as pelos taludes de cortes ou de aterros, até o ponto de deságue. Quando provenientes de valetas de proteção de corte, deverão desaguar na plataforma em sarjetas de corte ou em caixas coletoras.

Também receberão e permitirão os deságues das águas oriundas das canaletas de banquetas ou bermas em pontos baixos, ou ao ser atingido o comprimento crítico. Poderão

ser necessárias para conduzir pelos taludes de aterro as águas procedentes de bueiros elevados. Posicionar-se-ão nos taludes acompanhando suas declividades.

Sendo ponto bastante vulnerável, principalmente em aterros, deverão requerer cuidados especiais para evitar desníveis causados por caminhos preferenciais criados durante as chuvas. As erosões provocadas por essa condição poderão destruir parcial ou totalmente a estrutura. Assim, deverão ser convenientemente "encaixadas" nos aterros, niveladas, e protegidas com o revestimento indicado para os taludes.

Poderão ser do tipo rápido ou em degraus, devendo a escolha ser definida em função da vazão de projeto, desnível entre a plataforma e o terreno natural, velocidade limite de escoamento e da necessidade de quebra de energia do fluxo d’água, conforme o croqui abaixo:

Figura 46: Descida D'água de Aterro em Degraus - DAD - Croqui 03.

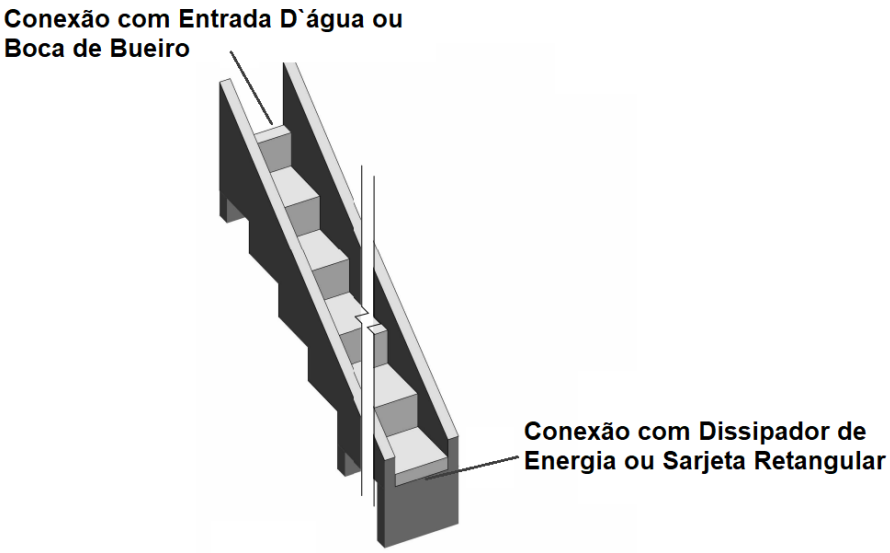
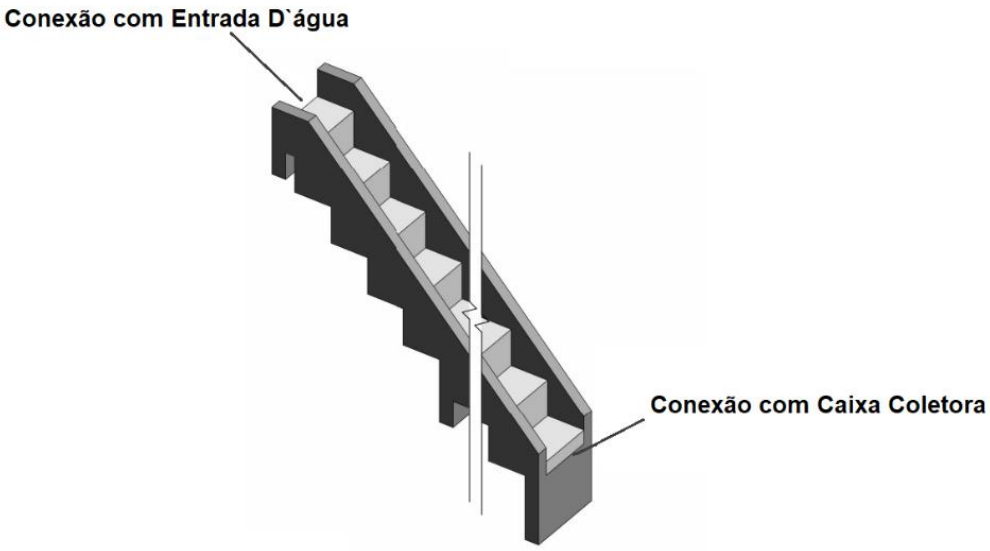


Figura 47: Descida D'água de Cortes em Degraus - DCD - Croqui 04.



Indicado neste projeto as descidas do tipo DCD e DAD, padrão DNIT.

5 - Dissipadores de energia

O emprego desses dispositivos tem por finalidade promover a dissipação de energia do fluxo d'água, reduzindo a velocidade de escoamento e evitando erosão no terreno natural, quando do lançamento das águas coletadas. O emprego estará relacionado com a avaliação das características do solo, do relevo e da cobertura vegetal do terreno existente a jusante do ponto de lançamento. Deverão ser instalados nos locais abaixo citados e conforme croqui abaixo, sempre que necessário:

- No pé das descidas d'água nos taludes de aterro;
- Na boca de jusante de bueiros, onde necessário;
- Na saída das sarjetas de corte nos pontos de passagem de corte/ aterro.

Figura 48: Dissipador para saída de Bueiros - DEB - Croqui 01.

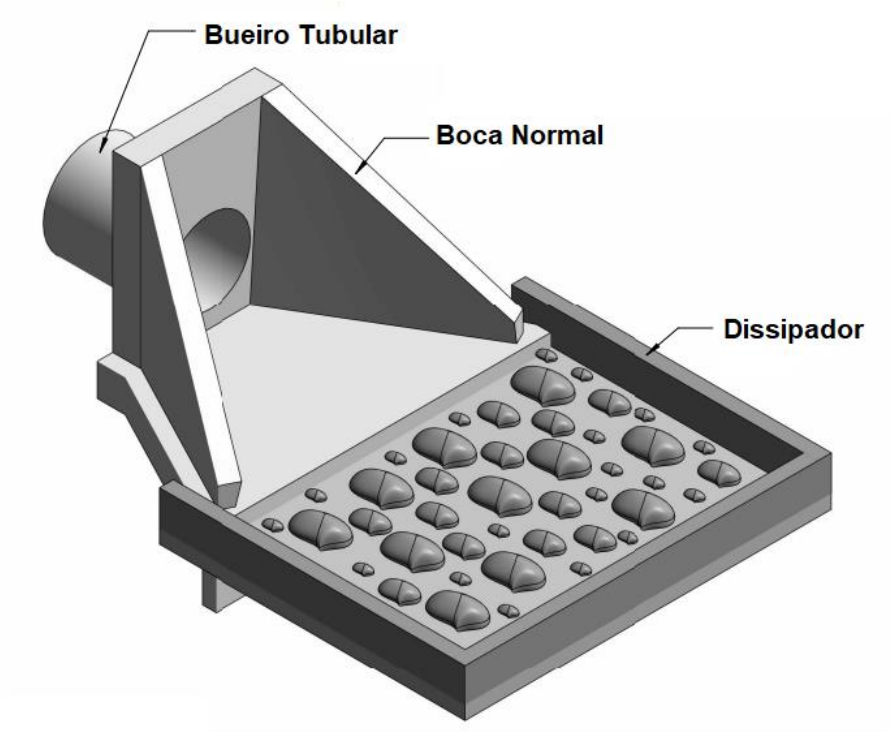


Figura 49: Dissipador para saída de Decidas - Croqui 02.

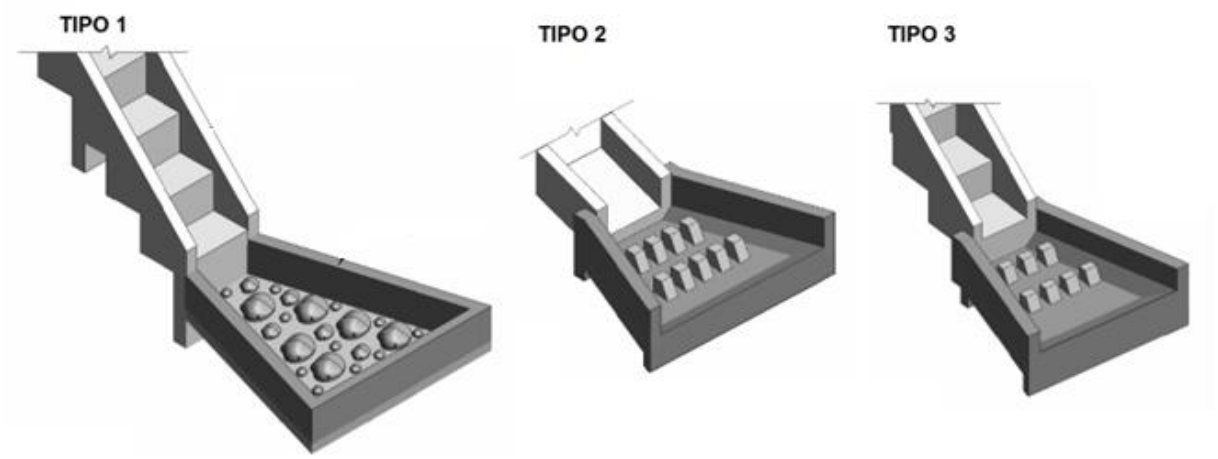
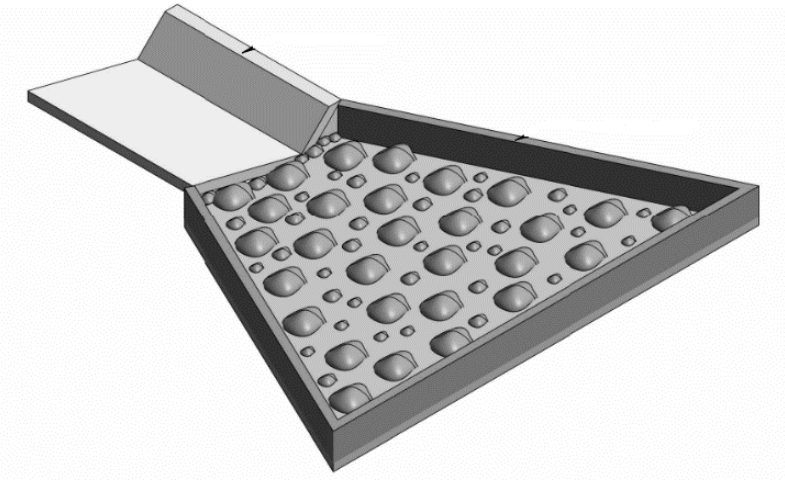


Figura 50: Dissipador para saída de Sarjetas ou Valetas - DES - Croqui 03.

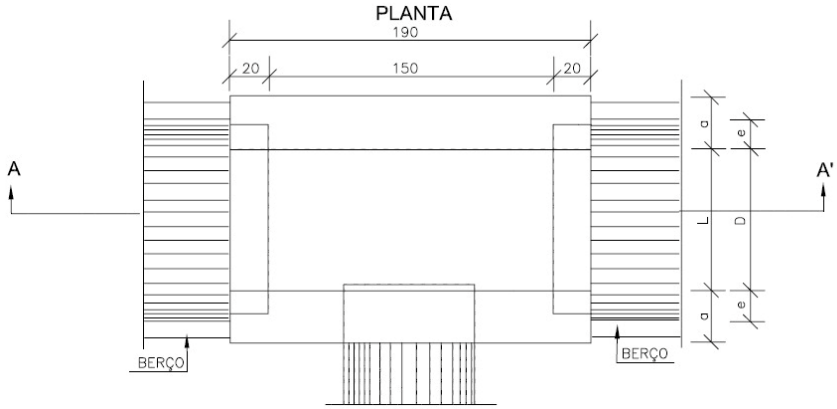


Indicado neste projeto os dissipadores do tipo DEB (croqui 01) e o tipo DED (croqui 02), padrão DNIT.

6 - Caixas Coletoras

Os dispositivos serão utilizados com a finalidade de coletar as águas conduzidas pelas sarjetas de plataforma (corte, aterro, canteiro central) e de descidas d'água, encaminhando-as a bueiros. Poderão também ser utilizadas em pequenos talvegues, quando os locais e as condições forem inadequados para o emprego das soluções usuais de bocas, conforme o croqui abaixo:

Figura 51: Caixa Coletora de Sarjeta - Croqui 01.



Foram utilizados neste projeto as caixas coletoras do tipo CPL, padrão DNIT.

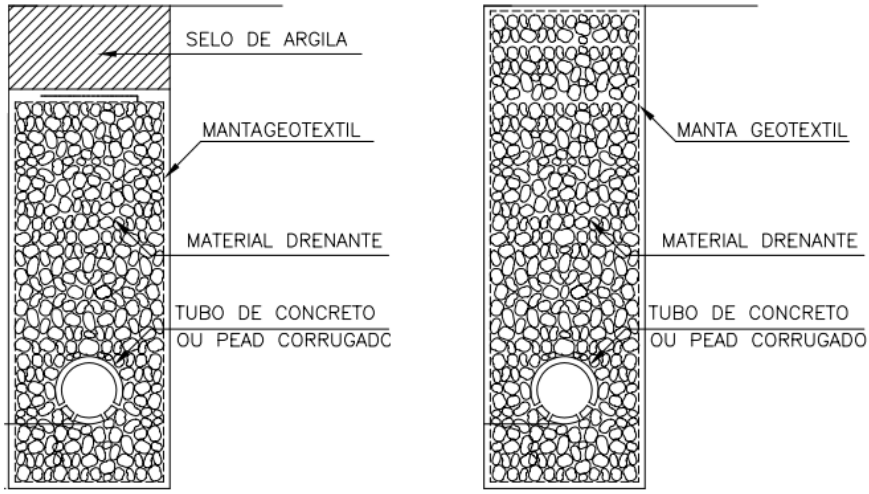
7 - Drenagem subterrânea

Os dispositivos de drenagem subterrânea serão destinados à interceptação, rebaixamento e controle do lençol freático quando essas ocorrências causarem influência prejudicial à implantação dos projetos de engenharia. Serão representados por drenos profundos, drenos espinhas de peixe, colchão drenante, drenos sub-horizontais, valetas laterais e drenos verticais.

Dreno Longitudinal Profundo para Corte em Solos;

Esses elementos deverão se caracterizar pela maior profundidade em relação à plataforma de terraplenagem, normalmente entre 1,50 e 2,00 metros abaixo da cota do subleito, dependendo do tipo de solo e das condições da área considerada. O espaçamento entre os eixos das linhas de drenos dependerá da diferença de nível entre o lençol freático e a plataforma de terraplenagem projetada, e do prazo permitido para o rebaixamento dele, conforme o croqui abaixo:

Figura 52: Dreno profundo - Croqui 01.



Indicado o DPS, para os trechos de corte em solo, padrão DNIT.

10.4. Dimensionamento Hidráulico - Comprimento Crítico

Para o dimensionamento dos dispositivos foram utilizadas técnicas consagradas, empregadas usualmente em Projetos de Drenagens superficiais com o objetivo de analisar e apresentar conceitos básicos da hidráulica dos dispositivos.

Todo equacionamento apresentado a seguir refere-se a escoamentos em regime uniforme e permanente, sendo os critérios e características hidráulicas (h, Q e V) constantes no tempo ao longo do seu trajeto, com escoamento ocorrendo em condutos livres nos quais o perímetro molhado está sob influência da pressão atmosfera. A seguir as equações que se utilizam para o dimensionamento:

$$V = \frac{1}{n} \times Rh^{2/3} \times \sqrt{i} \qquad (4)$$

Onde: V = velocidade média (m/s);

n = coeficiente de rugosidade de Manning (adimensional);

Rh = raio hidráulico (m);

i = declividade média (m/m).

O raio hidráulico é um parâmetro de grandeza linear característica do escoamento, definido pela área molhada e perímetro molhado da seção do dispositivo adotado. A equação é demonstrada a seguir:

$$Rh = \frac{A_m}{P_m} \qquad (5)$$

Onde: Rh = raio hidráulico (m);

Am = área molhada (m²);

Pm = perímetro molhado (m).

A declividade média (i) dos dispositivos em estudo é a relação entre o desnível do fundo do dispositivo e o seu comprimento (L), medido pelo plano horizontal. A equação é demonstrada a seguir:

$$i = \frac{\Delta h}{L} \quad (6)$$

Onde: i = declividade média (m/m);

Δh = diferenças de cotas de montante e jusante;

L = comprimento do dispositivo medido no plano horizontal (m);

Equação da continuidade:

$$Q = v.A \quad (7)$$

Onde: Q = vazão (m³/s);

Am = área molhada (m²);

V = velocidade média (m/s).

Igualando as Equações 4 e 7 obtém-se a equação 8 que determina a vazão (Q) em função do coeficiente de Manning (n), raio hidráulico (Rh), declividade média (i) e área molhada (Am).

Equação para determinação da capacidade do dispositivo:

$$Q = \frac{1}{n} \times Rh^{2/3} \times \sqrt{i} \times A_m \quad (8)$$

Para o presente projeto apresenta-se alguns valores do coeficiente de rugosidade

Tabela 16 – Coeficiente de rugosidade.

Revestimento	n
Terra	0,033
Gabião – Valores recomendado pelo fornecedor	0,0285
Pedra argamassada	0,025
Concreto	0,015

Fonte: Hidráulica Básica, Porto, 4ª ed. – 2006.

O Método Racional fornece a estimativa de vazão conforme apresentado pela Equação 9.

$$Q=C.i.A \tag{9}$$

Supondo que a área de contribuição “A” é definida pelo produto da largura média de implúvio “λ” pelo comprimento “L”, obtém-se a seguinte expressão:

$$Q=C.i.(I\ .L) \tag{10}$$

Igualando-se a Equação 10 com a reformulação da Equação 8 em função da profundidade hidráulica do dispositivo, obtém-se a expressão para o comprimento crítico:

$$L = \frac{3{,}6 \times 10^6 \times A \times {R_h}^{2/3} \times i^{1/2}}{C \times I \times n \times \lambda} \tag{11}$$

onde: L = comprimento crítico, em m;

A = área (m²);

Rh = raio hidráulico (m);

I = intensidade média de precipitação, em mm/h;

C = coeficiente de deflúvio;

i= declividade média (m/m);

n = coeficiente de rugosidade, adotado igual a 0,015 para o concreto moldado “in loco”;

λ = largura de implúvio em metros.

11. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS E PROJETO DE CONTENÇÕES

11.1. Projeto de Obras de Arte Especiais

O Projeto Conceitual de Obras de Arte Especiais tem como objetivo identificar e detalhar a geometria de pontes ferroviárias para transpor corpos hídricos, viadutos rodoviários e passagens inferior necessários para transpor o ramal ferroviário projetado, assegurando a mobilidade da comunidade local.

Foram indicadas as seguintes obras de arte especiais:

- 1 ponte ferroviária;
  - Extensão: 40 metros com 7 metros de largura;

- 1 viadutos rodoviários;
  - Extensão: ES 010 : 26 metros com 8 metros de largura;
  - Extensão: ES 010 : 26 metros com 10 metros de largura (Futuro) .

- 1 túnel ferroviário.
  - Extensão: ES 247 : 63 metros com 8 metros de largura.

12. PROJETO DE INTERFERENCIA

O projeto de interferências teve como objetivo quantificar as interferências possíveis de identificar no ortomosaico (ortofoto) resultante do levantamento planialtimétrico por drone.

Foram possíveis de identificação as seguintes interferências:

- Passagem PN - Plantações
- Passagem Petrobras - ES 257

Interferências subterrâneas e as que não foram possíveis de identificação no ortomosaico serão investigadas em fases futuras de projeto, após levantamento que possibilite a identificação.

13. PROJETO DE SUPERESTRUTURA FERROVIÁRIA

13.1. Introdução

O Projeto de Superestrutura da via é constituído basicamente na definição de trilhos, acessórios metálicos, dormentes, lastro, sublastro e AMVs (aparelhos de mudança de via).

13.2. Padrão da Super Estrutura

O padrão adotado para a superestrutura é o mesmo observado na linha da VLi / Vale, de onde deriva o ramal ferroviário, sendo:

Trilhos tipo TR-68 em aço carbono, formado por barras longas soldadas (TLS), de 120,00m;

- Dormentes: Concreto protendido,com dimensões, altura de 23 cm, largura de 19 cm, comprimento de 2,0 m (Projeto Básico EMPAC/ Vli), aplicados com espaçamento entre eixos de 60 cm, aplicados na taxa de 1.667 un/km;

Figura 53: pilhas de dormentes de concreto.

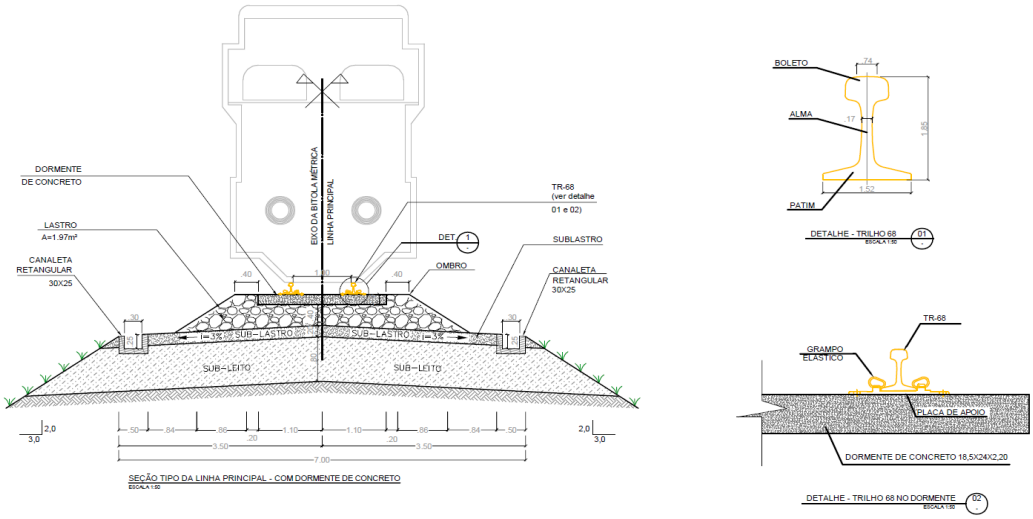


- Fixação dos trilhos nos dormentes: A fixação dos trilhos Pandrol E 2009;
- Junção dos Trilhos: Solda Aluminotérmica;
- Talas de junção TJ-68 para trilhos longos soldados de 120 m: 02 conjuntos de talas, para cada 120 m de trilho. Para 01 conjunto de tala: 02 talas TJ-68, 06 parafusos, 06 porcas e 06 arruelas;
- Lastro: Pedra britada, originária de pedreira comercial, com granulometria entre 2 1/2" (63,50mm) e 1/2" (12,70mm), com altura mínima de 40 cm, sob a face inferior do dormente, conforme indicado na norma NB-475 para ferrovia classe I, além de ombro de 30 cm e talude H=3, V=2;
- Sublastro: Material selecionado, sem mistura, na espessura de 25 cm acabado com CBR mínimo de 20% (Índice de Suporte Califórnia) a 100% do Proctor Intermediário, considerando subleito com CBR mínimo de 8%;
- AMV's: Os Aparelhos de Mudança de Via serão conforme a norma AREMA. Os AMV serão com abertura 1:10.

13.3. Seção Tipo de Superestrutura

As seções tipo de superestrutura adotadas no ramal ferroviário são apresentadas a seguir.

Figura 54: Superestrutura linha singela.



14. PROJETO DE OBRAS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

14.1. Introdução

O projeto de Obras e Serviços Complementares, foi desenvolvido de modo a se implantar dispositivos para garantir a integração do ramal ferroviário com a comunidade da região e com as práticas adotadas para a preservação do meio ambiente.

São previstos os seguintes dispositivos:

- Recobrimento vegetal;
- Cercas de vedação.

Essas obras e serviços são quantificados na planilha de quantidades, a seguir.

14.2. Recobrimento Vegetal

Após a conclusão dos serviços de terraplenagem, prevê-se o recobrimento vegetal dos taludes de corte e aterro com a aplicação de plantio em grama por hidrossemeadura e revestimento vegetal com coveamento, de tal forma que estas superfícies não sofram qualquer tipo de erosão logo após sua execução.

O mix de semente a ser utilizado no recobrimento vegetal deve levar em consideração a flora da região, utilizando espécies nativas, para garantir a eficácia do recobrimento.

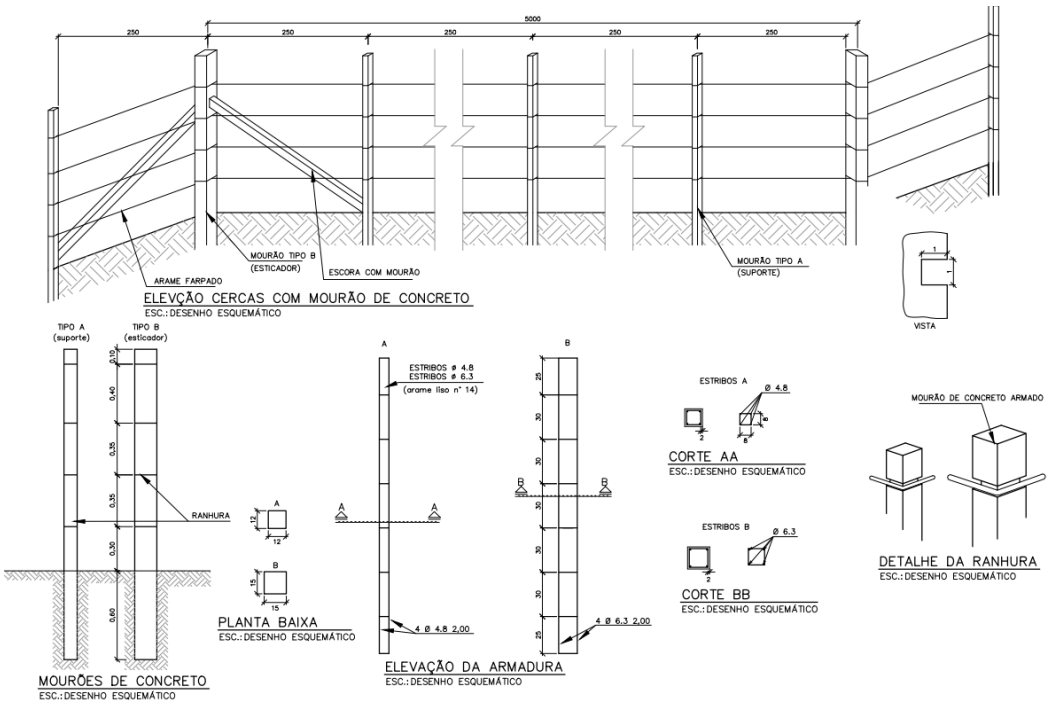
14.3. Cercas de Vedação

As cercas serão implantadas em toda a faixa de domínio. A cerca indicada é composta por mourões de concreto em seção quadrada espaçados a cada 2,5m e

esticadores a cada 50,0m, com aplicação de 4 fios de arame farpado equidistantes a cada 0,4m.

Recomendamos a locação das cercas deverá ser com afastamento mínimo de 5 metros dos offsets de terraplenagem.

Figura 55: Cerca – Fechamento de Faixa de Dominio



15. ORÇAMENTO

A estimativa de custos é apresentada nos documentos do **Volume 3**, terá como objetivo definir custo aproximado da implantação do Ramal Ferroviário e Pera Ferroviaria integrantes do Projeto Imetame Logistica Porto.

16. REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013Tradução. Disponível em: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507. Acesso em: 16 jan. 2024

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao. Acessado em: jan. 2024.

BARBER, David; MILLS, Jon; BRYAN, Paul. Towards a standard specification for terrestrial laser scanning of cultural heritage. Proceedings of CIPA XIX International Symposium, v. 19, p. 619–625, 2003.

COLLISHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. 2º Edição revisada e ampliada – Porto Alegre: ABRH, 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – IPR 715. Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – IPR 724. Manual de Drenagem de Rodovia. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – IPR 736. Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem. 5ª Edição. Rio de Janeiro, 2018.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Mapa do Koppen. Disponível em: https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm. Acessado em: jan. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base Cartográfica do Estado de Minas Gerais. Disponível em: http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referencias/bases-cartograficas/cartas. Acessado em: jan. 2024.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – NORMAIS CLIMATOLOGICAS. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais. Acessado em: jan. 2024.

PORTO, Rodrigo de Melo. Hidráulica Básica. 4. ed. São Paulo: EESC-Usp, 199. 519 p.

PINHEIRO, Mário Cicarelli, Diretrizes para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamentos hidráulicos em obras de mineração. 1ª Edição – Porto Alegre: ABRH, 2011.

R. Peltier / J.L. Bonnenfant. Rapport Sur Une Mission em Afrique Noire.

TORRICO, José Jaime Taborga. Práticas Hidrológicas. Rio de Janeiro: Transcon, 1974.

TUCCI, Carlos E.M.. Hidrologia: Ciência E Aplicação. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2001. 943 p. Direitos Reservados a UFRGS.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mario Thadeu Leme de. Drenagem Urbana. In: DRENGEM Urbana. 1º. ed. Porto Alegre: ABRH, 1995. cap. 3.4.2, p. 88-89.

Ven Te Chow, “Open Channel Hydraulics”, Ed. McGraw-Hill, 1959.

Ven Te Chow, Maidment, D. R., Mays, L.W. (2000): Hidrologia Aplicada. - McGraw-Hill Interamericana.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. RBRH - Revista Brasileira

de Recursos Hídricos, v. 10, n. 4, p. 5-18, out./dez. 2005. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/download.php?id=26&sumario=440. Acessado em: jan. 2024.

PADRÃO DE EMPRESAS:

MRS Logística S.A – Gerência Geral de Infraestrutura – Especificação Técnica de Engenharia – Elaboração de Projetos de Drenagem – nº documento: EPS-INF-0306/02.00 – 18/11/2021 – Restrito;

MRS Logística S.A – Gerência Geral de Infraestrutura – Especificação Técnica de Engenharia – Estudos Hidrológicos – nº documento: EPS-INF-0442/00.00 – 14/01/2022 – Restrito.

SISTEMA DE PADRONIZAÇÃO DE ENGENHARIA – SPE, VALE (2016): Critérios de Projeto para Civil/ Infraestrutura, Rodovias, Acessos e Sistema Viário – Nº Vale CP-B-501.

SISTEMA DE PADRONIZAÇÃO DE ENGENHARIA – SPE, VALE (2021): Especificação Geral para Drenagem – Nº Vale EG-B-401.

17. TERMO DE ENCERRAMENTO

A Viacad Engenharia Ltda declara que o presente Volume – RELATÓRIO TÉCNICO GERAL referente ao Projeto Básico para implantação do Ramal Ferroviário Imetame Logística Porto, no Município de Aracruz, Barra do Riacho, no Estado de Espirito Santo, possui 108 folhas enumeradas em ordem sequencial crescente.

Atenciosamente,



_____

Eng. Fernando Schmitd

CREA 54.703/D