

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE SANTA CATARINA
MUNICÍPIO DE QUILOMBO**



RODOVIA: ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES - T01
TRECHO: SC 482 – Km 4+740m

**PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA
PAVIMENTAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA
ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES – T01**

Volume 01
Relatório de Projeto e Memória Justificativa

Março de 2024
Revisão 01B





Sumário

1	APRESENTAÇÃO	5
1.1	<i>Identificação do Empreendedor</i>	<i>5</i>
1.2	<i>Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos e Projetos</i>	<i>5</i>
2	DADOS DO EMPREENDIMENTO	6
2.1	<i>Identificação do Empreendimento</i>	<i>6</i>
2.2	<i>Apresentação.....</i>	<i>6</i>
2.3	<i>Considerações preliminares.....</i>	<i>6</i>
2.4	<i>Caracterização.....</i>	<i>6</i>
2.5	<i>Objetivo.....</i>	<i>7</i>
2.6	<i>Dados da via.....</i>	<i>7</i>
2.7	<i>Equipe responsável</i>	<i>7</i>
2.8	<i>Assinaturas</i>	<i>7</i>
3	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	8
3.1	<i>Planejamento.....</i>	<i>8</i>
3.2	<i>Metodologia dos levantamentos realizados.....</i>	<i>13</i>
3.3	<i>Levantamento planialtimétrico.....</i>	<i>20</i>
3.4	<i>Produto final.....</i>	<i>28</i>
3.5	<i>Marcos implantados.....</i>	<i>32</i>
3.6	<i>Referências bibliográficas</i>	<i>32</i>
4	ESTUDO HIDROLÓGICO	34
4.1	<i>Considerações gerais</i>	<i>34</i>
4.2	<i>Escopo básico.....</i>	<i>34</i>
4.3	<i>Coleta geral de dados.....</i>	<i>34</i>
4.4	<i>Pluviometria</i>	<i>37</i>
4.5	<i>Determinação de curvas de intensidade – duração – frequência</i>	<i>39</i>
4.6	<i>Cálculo da equação geral de chuvas intensas</i>	<i>44</i>
4.7	<i>Período de retorno (T).....</i>	<i>46</i>
4.8	<i>Tempo de concentração</i>	<i>46</i>
4.9	<i>Cálculo de vazão pelo método racional.....</i>	<i>47</i>
4.10	<i>Cálculo das Vazões</i>	<i>48</i>
5	ESTUDO DE TRÁFEGO	50
5.1	<i>Considerações gerais</i>	<i>50</i>
5.2	<i>Tráfego estimado.....</i>	<i>50</i>
5.3	<i>Tráfego futuro</i>	<i>52</i>
6	ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....	59
6.1	<i>Considerações gerais</i>	<i>59</i>
6.2	<i>Prospecção do Subleito</i>	<i>59</i>
6.3	<i>Instruções normativas.....</i>	<i>59</i>
6.4	<i>Resultados.....</i>	<i>60</i>
7	PROJETO GEOMÉTRICO.....	62
7.1	<i>Considerações Gerais.....</i>	<i>62</i>
7.2	<i>Larguras.....</i>	<i>62</i>
7.3	<i>Inclinação transversal</i>	<i>62</i>
7.4	<i>Velocidade de projeto</i>	<i>62</i>
7.5	<i>Projeto horizontal.....</i>	<i>62</i>
7.6	<i>Projeto vertical</i>	<i>62</i>



8	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	63
8.1	Considerações Gerais.....	63
8.2	Seções transversais tipo de terraplenagem	63
8.3	Taludes.....	63
8.4	Remoção de solos com baixa capacidade de suporte.....	63
8.5	Determinação dos volumes e distribuição dos materiais	64
8.6	Serviços preliminares de terraplenagem	64
8.7	Cortes.....	64
8.8	Aterros.....	65
8.9	Áreas para bota-fora	65
8.10	Áreas para jazida de empréstimo.....	65
8.11	Medidas mitigadoras.....	65
8.12	Proteção vegetal.....	67
9	PROJETO DE DRENAGEM	69
9.1	Considerações gerais	69
9.2	Cálculo das vazões.....	69
9.3	Verificação hidráulica da seção dos bueiros – OAC's	69
10	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	74
10.1	Considerações Gerais.....	74
10.2	Parâmetros	74
10.3	Dimensionamento do pavimento.....	75
11	PROJETO DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	78
11.1	Considerações Preliminares	78
11.2	Sinalização Horizontal.....	78
11.3	Sinalização Vertical.....	80
12	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	81
12.1	Considerações Preliminares	81
12.2	Relocação de postes.....	81
12.3	Cercas	81
12.4	Passa gados	81
12.5	Projeto de defensas	81
12.6	Proteção vegetal.....	81
13	ESPECIFICAÇÕES.....	83
13.1	Especificações de Serviços do DNIT	83
13.2	Especificações Complementares	85
15	PLANO DE EXECUÇÃO.....	89
15.1	Considerações gerais	89
15.2	Análise da estrutura do projeto	89
15.3	Fatores condicionantes.....	91
15.4	Dificuldades e embaraços ao desenvolvimento dos serviços.....	94
15.5	Apoio Logístico	95
15.6	Fontes de materiais	95
15.7	Local para instalação do canteiro de obras	95
15.8	Recomendações.....	95
15.9	Ataque aos serviços da obra.....	97
15.10	Especificações.....	100
15.11	Duração de obra	100
15.12	Data para início.....	100
15.13	Cronograma físico de execução.....	101
15.14	Relação de Equipamento Mínimo	103



15.15	Quantidades de serviços.....	103
15.16	Origem dos materiais.....	103
16	CONSIDERAÇÕES GERAIS	105
16.1	Obrigações da Construtora	105
16.2	Obrigações do proprietário.....	105
16.3	Proteção da obra	106
17	ANEXO 01 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS MARCOS IMPLANTADOS	107



1 APRESENTAÇÃO

1.1 Identificação do Empreendedor

Razão Social: **Prefeitura Municipal de Quilombo**
CNPJ: **83.021.865/0001-61**
Endereço: **Rua Duque de Caxias, 165 - Centro - 89850-000**
Quilombo - SC
Telefone: **(49) 3346-3242**

1.2 Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos e Projetos

Responsável: **Geovias Engenharia Ltda EPP**
CNPJ: **13.771.8041/0001-36**
Endereço: **Avenida Brasília 2400 – sala 05**
Centro - Pinhalzinho- SC
Telefone: **(49) 3312-0413**
E-mail: **geoviasdep@gmail.com**

1.2.1 Responsável técnico:

Engenheiro Civil **Juliano Wolschick**
CREA/SC **057.254-9**



2 DADOS DO EMPREENDIMENTO

2.1 Identificação do Empreendimento

Nome:	ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES - T01
Trecho:	SC 482 – KM 4+740m
Extensão:	4.740m
Município	Quilombo
UF(s)	Santa Catarina

2.2 Apresentação

O presente volume contém os Estudos e Projetos, desenvolvido pela empresa GEOVIAS ENGENHARIA LTDA. EPP

O projeto ora apresentado contém o Trecho 01 do projeto da Estrada de Acesso a Salto Saudades, sendo desenvolvido em função da disponibilidade financeira do Município de Quilombo.

2.3 Considerações preliminares

A elaboração do projeto segue as normas específicas do DEINFRA/SC e do DNIT, onde puderam ser aplicadas.

Também fazem parte deste memorial as especificações e detalhamentos técnicos necessários a implantação das obras necessárias, apresentadas nos demais volumes.

O projeto de interseção não está incluído neste projeto tendo em vista que já existe um projeto aprovado junto a SIE/SC.

2.4 Caracterização

O segmento de projeto é a ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES, em seu Trecho 01, entre a Rodovia SC 482 (Km 0+000m) e o Km 4+740m.

As coordenadas aproximadas, do segmento são:

- Ponto Inicial – Km 0+000m:
 - X = 330.173,8397m;
 - Y = 7.044.648,7295m;
- Ponto Final – Km 4+740m
 - X = 332.997,5971m;
 - Y = 7.046.429,2105m;



2.5 Objetivo

O objetivo do empreendimento são as Obras de Implantação e Pavimentação da ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES, trecho 01.

2.6 Dados da via

Item	Trecho	Início	Final	Extensão (m)	Área (m ²)
1	ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES – T01	Rodovia SC 482 (Km 0+000m)	Km 4+740m	4.740,00	33.835,26
	Total			4.740,00	33.835,26

Tabela 1 – Dados da via

2.7 Equipe responsável

Os estudos e projetos foram desenvolvidos pela empresa GEOVIAS ENGENHARIA LTDA. EPP, sob a coordenação do Engenheiro Civil Juliano Wolschick, registrado no CREA/SC sob o número 057.254-9.

Profissional	Título	Registro	Projeto
Juliano Wolschick	Engenheiro Civil	CREA/SC 057.254-9	Coordenação
			Estudos Hidrológicos
			Estudos Geotécnicos
			Estudos de tráfego
			Estudos topográficos
			Projeto Geométrico
			Projeto de Drenagem e OAC
			Projeto de Pavimentação
			Projeto de Sinalização Viária
			Projeto de Obras Complementares
			Memoriais e especificações
			Orçamento e Cronograma

Tabela 2 – Equipe

2.8 Assinaturas

Juliano Wolschick
Eng. Civil CREA/SC 057.254-9
Coordenador



3 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.1 Planejamento

3.1.1 Equipamentos utilizados

3.1.1.1 Receptor Trimble DA2

Receptor Trimble DA2 GNSS, com capacidade para diversas frequências (L1/L2/L5/MSS); oferecido pela tecnologia de posicionamento Trimble ProPoint GNSS; compatível com todos os sistemas de GNSS globais; exatidão RTK horizontal 10mm+1ppm RMS e vertical 20mm+1ppm RMS.



Figura 1 - Receptor Trimble DA2

O receptor Trimble DA2 GNSS é o receptor de próxima geração para o serviço de posicionamento Trimble® Catalyst™ GNSS. O desempenho do DA2 é dimensionado com sua assinatura do serviço Trimble Catalyst para fornecer precisão de centímetro a submetro a aplicativos e fluxos de trabalho de campo Android™ e iOS habilitados para localização.

O Trimble DA2 GNSS tem desempenho profissional projetado de forma personalizada e alimentado pela tecnologia Trimble ProPoint™ GNSS, suporte multibanda para todos os sistemas GNSS globais e regionais: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, NavIC/IRNSS, SBAS, MSS/L-Band e excelente estabilidade de centro de fase e características robustas de rejeição de caminhos múltiplos em ambientes GNSS difíceis.

O Trimble DA2 é o menor e mais leve receptor GNSS compatível com RTK da Trimble: com apenas 330 g (<12 onças), o DA2 é pequeno o suficiente para ser transportado para qualquer lugar, conta com conexão Bluetooth® simples para dispositivos Android e iOS, alimentado em campo usando um banco de energia USB pronto para uso ou qualquer dispositivo de campo equipado com USB-C, apresenta múltiplas opções de montagem, incluindo acessórios de levantamento padrão de tamanho 5/8x11, ou usando o sistema de encaixe de design personalizado da Trimble.



Para o posicionamento o DA2 foi projetado de forma personalizada para o serviço de posicionamento Trimble Catalyst, simplificando seu acesso a fluxos de trabalho de posicionamento preciso. Ele é compatível com qualquer um dos níveis de assinatura do serviço Catalyst, um receptor pode ser usado para cada fluxo de trabalho: 60 cm, 30 cm, 10 cm, 1 cm. Você escolhe o nível de serviço que corresponde ao trabalho e o Catalyst faz o resto. Ainda, o Trimble Corrections Hub oferece serviços de correção perfeitos em todo o mundo, online ou offline, para todos os assinantes do Catalyst.

DESEMPENHO DO GNSS	
SBAS	
Exatidão horizontal	0,6 m RMS
Exatidão vertical	1,2 m RMS
Diferencial por código (DGPS)	
Exatidão horizontal	0,3 m + 1 ppm RMS
Exatidão vertical	0,6 m + 1 ppm RMS
RTK de linha de base única (<30 km)	
Exatidão horizontal	10 mm + 1 ppm RMS
Exatidão vertical	20 mm + 1 ppm RMS
RTK de rede	
Exatidão horizontal	10 mm + 0,5 ppm RMS
Exatidão vertical	20 mm + 0,5 ppm RMS
Trimble RTX* (usando o hub de correções da Trimble)	
Exatidão horizontal	2 cm RMS
Exatidão vertical	5 cm RMS
Taxa de posicionamento	1 Hz, 5 Hz, 10 Hz
POSICIONAMENTO GNSS ESTÁTICO	
Estático e Rápido Estático	
Exatidão horizontal	3 mm + 0,5 ppm RMS
Exatidão vertical	5 mm + 0,5 ppm RMS
Configurações cinemáticas pós-processadas¹ em centímetros/decímetros	
Exatidão horizontal	10 mm + 1 ppm RMS (0,033 ft + 1 ppm RMS)
Exatidão vertical	20 mm + 1 ppm RMS (0,065 ft + 1 ppm RMS)
Configurações cinemáticas pós-processadas submétricas¹	
Exatidão horizontal (linhas de base de até 30 km)	1 cm + 1 ppm RMS
Exatidão vertical (linhas de base de até 30 km)	2 cm + 1 ppm RMS
Exatidão horizontal (linhas de base acima de 30 km)	50 cm + 1 ppm RMS
RASTREAMENTO DE SINAL	
• Tecnologia de posicionamento Trimble ProPoint GNSS para melhoria em exatidão e produtividade em condições adversas de GNSS ²	
• GPS: L1C/A, L2C, L5	
• GLONASS: L1C/A, L2C/A	
• SBAS: L1C/A, L2C, L5	
• Galileo: E1, E5A	
• BeiDou: B1, B2A	
• QZSS: L1C/A, L2C, L5	
• NavIC (IRNSS): L5	
• Canais digitais: software controlado pelo rastreamento de sinal dinâmico Catalyst usando canais matemáticos	

Figura 2 - Especificação técnica Trimble DA2 (Fonte: Trimble).



3.1.1.2 DJI Matrice 300 RTK + Laser scanner DJI ZENMUSE L1

VANT Drone DJI Matrice 300 RTK conta com até 55 minutos de tempo de voo, habilidades avançadas de IA, sistema de detecção e posicionamento de 6 direções.



Figura 3 - Drone DJI Matrice 300RTK

Laser scanner DJI ZENMUSE L1 integra um módulo Livox Lidar, um IMU de alta precisão e uma câmera com um CMOS de 1 polegada em um gimbal estabilizado de 3 eixos.



Figura 4 - Laser scanner DJI Zenmuse

O Laser Scanner DJI ZENMUSE L1 embarcado no DJI Matrice 300 com sistema RTK forma uma solução completa que fornece dados 3D em tempo real ao longo do dia, capturando com eficiência os detalhes de estruturas complexas e entregando modelos reconstruídos de alta precisão.

Lidar	
Precisão de faixas(RMS 1 σ) ²	3 cm a 100 m
Retornos máximos possíveis	3
Modos de digitalização	Padrão de digitalização não repetitivo, Padrão de digitalização repetitivo
Campo visual (FOV)	Padrão de digitalização não repetitivo: 70,4° (horizontal) × 77,2° (vertical); Padrão de digitalização repetitivo: 70,4° (horizontal) × 4,5° (vertical)
Segurança do laser	Classe 1(IEC 60825-1:2014) (Segurança ocular)

Figura 5 - Especificação técnica Laser Scanner DJI ZENMUSE L1 (Fonte: DJI).



3.1.1.3 Câmera Zenmuse P1

Câmera Zenmuse P1 que integra um sensor full-frame de 35,9 X 24mm com lentes de foco fixo intercambiáveis em um gimbal estabilizado de 3 eixos.



Figura 6 – Câmera Zenmuse P1

O Zenmuse P1 é uma câmera com sensor full-frame dedicada para fotogrametria e levantamento topográfico. A câmera possui 45MP com tamanho de pixel de 4,4 micrômetros e a capacidade de tirar uma foto a cada 0,7 segundo durante o voo.

O P1 possui o TimeSync 2.0 da DJI, que alinha a câmera, o controlador de voo, o módulo RTK e o gimbal para garantir que todos estejam sincronizados.

O sensor full-frame suporta três lentes, 24mm, 35mm e 50mm. A que foi utilizado para o estudo foi a lente de 35mm.

O P1 tem uma precisão vertical de 5cm e 3cm horizontalmente e pode cobrir uma área de 3km em um único voo.

A câmera é capaz de capturar imagens ortomosaicas 2D, mapas oblíquos 3D, modelagem de estruturas do mundo real e missões de mapeamento em tempo real.

É utilizado um gráfico MTF (Função de Transferência de Modulação) para medir a capacidade de uma lente para reproduzir contraste e resolver detalhes. As frequências espaciais baixas refletem o contraste geral e as frequências espaciais altas refletem a resolução detalha (Figura 8).

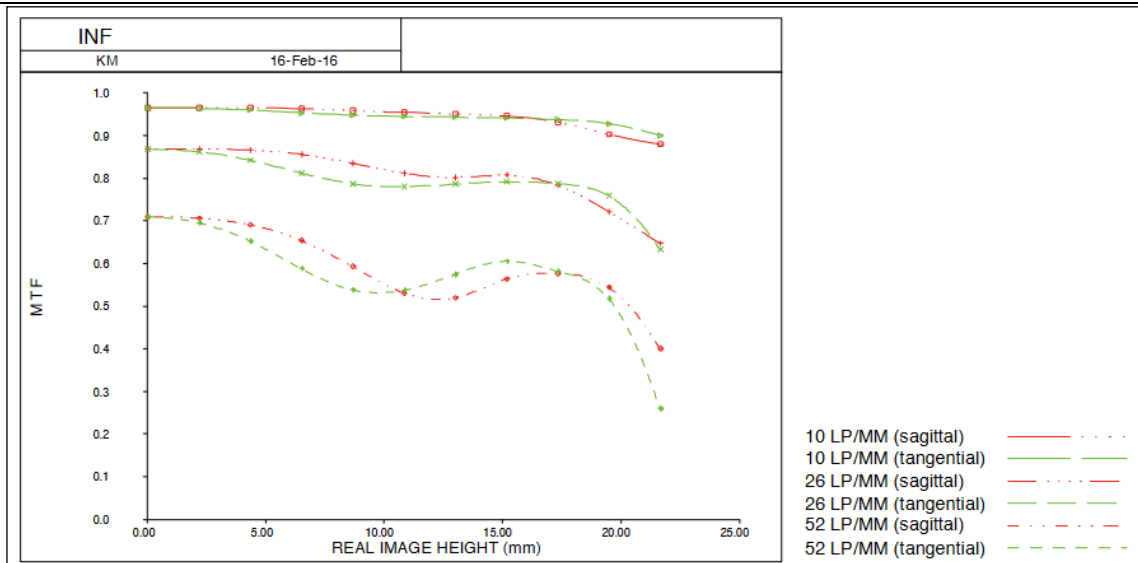


Figura 7 - MTF (Função de Transferência de Modulação) da lente de 35mm.

Lente	Lente DJI DL 24 mm F2.8 LS ASPH	Lente DJI DL 35 mm F2.8 LS ASPH	Lente DJI DL 50 mm F2.8 LS ASPH
Distância focal	24 mm	35 mm	50 mm
Intervalo de abertura	f/2.8 - f/16	f/2.8 - f/16	f/2.8 - f/16
FOV*	82 440° (72 180°x51 800°)	63 000° (53 630°x36 960°)	46 200° (38 800°x26 270°)
Fechar foco	0,65 m	0,85 m	0,93 m
Diâmetro do filtro	46 mm	46 mm	46 mm
Elementos/Grupos/ASPH	9/8/3	9/8/3	9/7/2
Dimensões do cilindro (diâmetroxcomprimento)	Ø 55,0x71,2 mm (incl. cobertura da lente)	Ø 55,0x71,2 mm (incl. cobertura da lente)	Ø 55,0x71,2 mm (incl. cobertura da lente)
Peso	Aprox. 178 g	Aprox. 180 g	Aprox. 182 g
Relação entre a distância da amostra do solo (GSD) e a distância de disparo (L)**	GSD=L/55	GSD=L/80	GSD=L/114

* O tamanho do sensor é de 43,3 mm (36 045 mm x 24 024 mm) e a proporção de fotografias é 3:2.
 ** GSD: unidade em cm/pixel, L: unidade em m.

Figura 8 - Especificação da lente da câmera Zenmuse P1.

3.1.2 Software

- Software IBGE – hgeoHNOR2020 para o cálculo de Ondulações Geoidais;
- Software Global Mapper para processamento de nuvem de pontos;
- Software Pix4Dmatic para processamento de ortomosaico;



- Softwares Microsoft Word e Excel para Relatórios.

3.2 Metodologia dos levantamentos realizados

Para a execução dos levantamentos topográficos de campo foi utilizado o serviço de posicionamento GNSS por assinatura Trimble Catalyst. Onde a contratante optou por obter o plano anual de maior precisão oferecido, ou seja, **Plano Catalyst 1** (nível centímetro de precisão – 1cm).

3.2.1 Trimble Catalyst

O Trimble® Catalyst™ é um conceito revolucionário de GNSS que fornece posicionamento como serviço para dispositivos móveis. Com a inclusão de um receptor de GNSS simples e leve e uma assinatura sob demanda baseada em precisão, transforme seu dispositivo Android ou iOS em uma poderosa ferramenta de mapeamento, navegação e medição com precisão de centímetros que você pode usar com qualquer aplicativo ou serviço com localização ativada.

Este tipo de processamento conta com posicionamento como serviço GNSS de alta precisão. Ele é compatível com as plataformas iOS e Android™, fácil conexão Bluetooth® do receptor GNSS Trimble DA2 ao seu dispositivo, compatível com qualquer aplicativo com localização ativada e acesso automático aos serviços de correção da Trimble, sem necessidade de configuração.

Ainda assim, conta com opções acessíveis de assinatura, ou seja, pague apenas pelo nível de precisão e tempo de que seus projetos necessitam, sua assinatura do Catalyst inclui um pacote de acesso aos serviços de correção da Trimble sem custo extra e menos do seu dinheiro é investido em capital fixo.

O Trimble Catalyst conta com grande flexibilidade de uso. Ele vem pronto para uso praticamente no mundo todo, on-line ou off-line; é adequado para uso individual e por equipes pequenas e grandes; conta com escolha de planos de uso do Catalyst anuais, mensais ou por hora selecionando o nível de precisão que atende às necessidades do seu trabalho.



Figura 9 - Resumo do processamento Catalyst.



3.2.2 Implantação do Vértice Base

Para a implantação dos pontos de apoio e marco na região da área de estudo, foi utilizado receptor Trimble DA2 GNSS, com capacidade para diversas frequências (L1/L2/L5/MSS); oferecido pela tecnologia de posicionamento Trimble ProPoint GNSS; compatível com todos os sistemas de GNSS globais; exatidão RTK horizontal 10mm+1ppm RMS e vertical 20mm+1ppm RMS, assim para melhor comunicação entre equipamentos e controle de comando foi necessário a implantação de cinco vértices bases.

O transporte de coordenadas para os vértices de controle foi realizado através da técnica Catalys anteriormente descrita.

O Quadro 1 a seguir apresenta as observáveis do ponto BASE-B1.

Quadro 1 – Coordenadas e Altitudes do vértice BASE:

VÉRTICE	COORDENADAS UTM – SIRGAS 2000		ALTITUDE GEOMÉTRICA (h)
	NORTE (N)	ESTE (E)	
BASE-B1A	7.044.829,125	330.770,457	537,945
BASE-B1B	7.044.975,358	332.602,032	546,513
BASE-B2	7.047.381,530	333.488,833	602,553
BASE-B3	7.048.359,440	335.243,064	619,518
BASE-B4A	7.048.492,245	338.143,892	489,258

3.2.3 Metodologia Compensação Geoidal

Nos trabalhos realizados com GNSS pós-processado, a compensação geoidal foi obtida através da interpolação realizada pelo hgeoHNOR2020 fornecido pelo site do IBGE conforme Figura 7.

Modelo para conversão de altitudes geométricas (dadas pelos GNSS) em altitudes físicas (compatíveis com o Datum Vertical do SGB)

O que é

Modelo de Ondulação Geoidal

Modelo para Conversão de Altitudes

hgeoHNOR2020

Sobre a publicação

Acesso ao produto

Processar os dados

Nesta página, são submetidas ao interpolador do modelo **hgeoHNOR2020** as coordenadas geodésicas – latitude, longitude – do(s) ponto(s) cujas altitudes geométricas (h) deseja-se converter em altitudes normais (H^N) compatíveis com as Referências de Nível (RRNN) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Como resultado, este serviço de cálculo fornece os fatores de conversão (η), e respectivas incertezas, com que os usuários farão aquela conversão: $H^N = h - \eta$.

O **hgeoHNOR2020** fornece fatores para conversão entre altitudes geométricas referidas ao SIRGAS2000 e altitudes normais compatíveis com o Reajustamento Altimétrico REALT2018. Dessa forma, as coordenadas de entrada também devem referir-se ao SIRGAS2000.

Estas informações de entrada podem ser submetidas individual e diretamente, digitando-as no formulário abaixo, ou por meio de arquivo, selecionado a seguir.

Figura 10 - hgeoHNOR2020 - Fonte: IBGE.



3.2.3.1 Compensação Geoidal

3.2.3.1.1 Apresentação

O Modelo digital que fornece os fatores para conversão das altitudes dadas pelos receptores GNSS, resultando em altitudes compatíveis com a gravidade terrestre, mais adequadas para descrever o escoamento de massas líquidas, como as necessárias em grandes projetos de irrigação, geração hidrelétrica etc.

Em termos técnicos, um modelo para conversão de altitudes descreve numericamente a separação entre o elipsoide de referência das altitudes geométricas – também chamadas elipsoidais, resultantes da utilização dos Sistemas Globais de Navegação por Satélites (GNSS) – e a superfície de referência das altitudes físicas, isto é, no caso do Brasil, o datum vertical da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). A partir das coordenadas geodésicas resultantes do adequado processamento das observações coletadas por meio de um receptor GNSS geodésico, deve-se extrair do modelo o fator para conversão da altitude geométrica em altitude física.

Os primeiros modelos para conversão de altitudes publicados pelo IBGE foram os modelos geoidais da série MAPGEO, elaborados em parceria com a Universidade de São Paulo (USP): MAPGEO92, MAPGEO2004, MAPGEO2010, MAPGEO2015. Este último serviu de base para o desenvolvimento do modelo mais recente, **hgeoHNOR2020**, que inaugura uma nova série de modelos caracterizados pela melhor adaptação às altitudes vigentes na RAAP.

O modelo hgeoHNOR2020 fornece a separação entre o elipsoide de referência das altitudes geométricas em SIRGAS2000 e as superfícies de referência da realização REALT-2018 da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), isto é, os data verticais de Imbituba e Santana. Dessa forma, o fator para conversão extraído do modelo (η) permite a obtenção de altitudes normais modeladas (HNmod), compatíveis com o REALT-2018, a partir de altitudes geométricas (h) resultantes de medições GNSS em regiões onde não haja cobertura adequada da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP), isto é, onde não existam estações altimétricas do SGB:

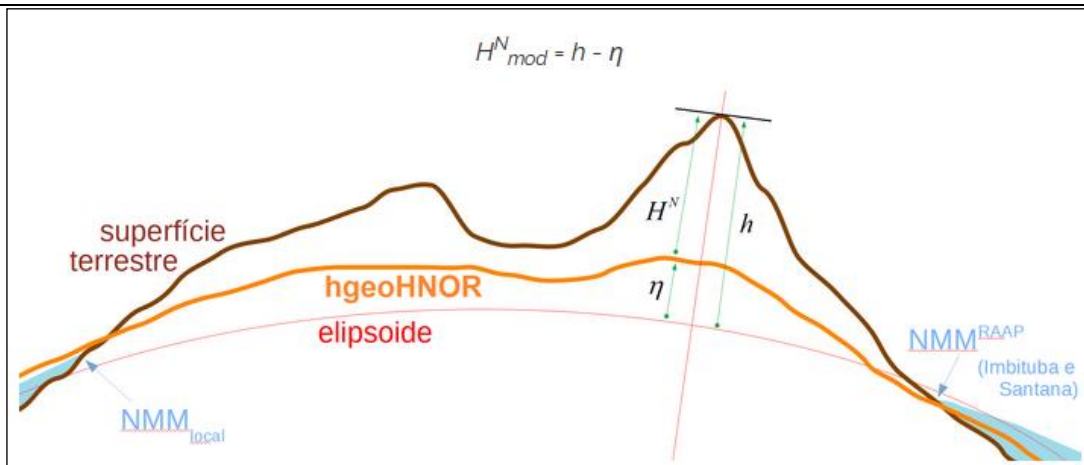


Figura 11 - Modelo hgeoHNOR2020 - Fonte: IBGE.

3.2.3.1.2 O Cálculo do Modelo

Conforme informado no site do IBGE, foram utilizadas as altitudes normais (H^N) oriundas do REALT-2018 e as altitudes geométricas (h) referidas ao SIRGAS2000, bem como as alturas geoidais (N) extraídas do MAPGEO2015, de 1344 estações SAT-RN, para o cálculo dos resíduos iniciais ε_0 :

$$\varepsilon_0 = h - H^N - N$$

Foi aplicado o procedimento recomendado por Forsberg e Tscherning (2008, “An overview manual for the GRAVSOFTE Geodetic Gravity Field Modelling Programs”) e já utilizado em outros países: aplicação da Colocação por Mínimos Quadrados (CMQ) a partir dos resíduos pontuais ε_0 para o cálculo da grade regular de correções ω a ser adicionada à grade do modelo usado como base, além da respectiva grade de desvio padrão σ_ω . No âmbito desse procedimento, a correção calculada para cada ponto da grade reflete as características dos resíduos das estações no seu entorno, levando à existência de resíduos não nulos em cada estação SAT-RN individual:

$$\varepsilon = h - H^N - (N + \omega) = h - H^N - \eta$$

Para a aplicação da CMQ, foi utilizado o programa GEOGRID, do pacote GRAVSOFTE, e o MAPGEO2015 como modelo-base. Foi implementada uma rotina específica para a adição das grades ($N + \omega = \eta$), o recálculo e análise estatística dos resíduos, e a repetição de todo o processo após a eventual rejeição de uma ou mais estações.

A rejeição de estações tem como base a comparação entre os resíduos pontuais recalculados (ε) e as respectivas estimativas de incerteza extraídas da grade de desvio padrão das correções. São rejeitadas as estações cujos resíduos recalculados ultrapassam o limite usual – o triplo do desvio padrão da respectiva correção (σ_ω). Em caso de rejeição, repete-se o processo de cálculo.



Tendo como principal insumo as estações SAT-RN do SGB, o hgeoHNOR2020 perde confiabilidade com o aumento da distância em relação às mesmas. Assim, no extremo oeste do País, área significativamente afastada das estações da RAAP, optou-se por manter os valores do MAPGEO2015. Para tanto, as grades de correções e incertezas referentes a Imituba são truncadas nessa região, conforme figuras seguintes.

Por fim, as grades de correções referentes a Imituba e Santana são adicionadas à grade do MAPGEO2015, resultando nas grades de fatores para conversão η que constituem, juntamente com as respectivas grades de incertezas, o modelo para conversão hgeoHNOR2020 (figuras seguintes). Mais detalhes sobre o desenvolvimento do modelo são no site do IBGE.

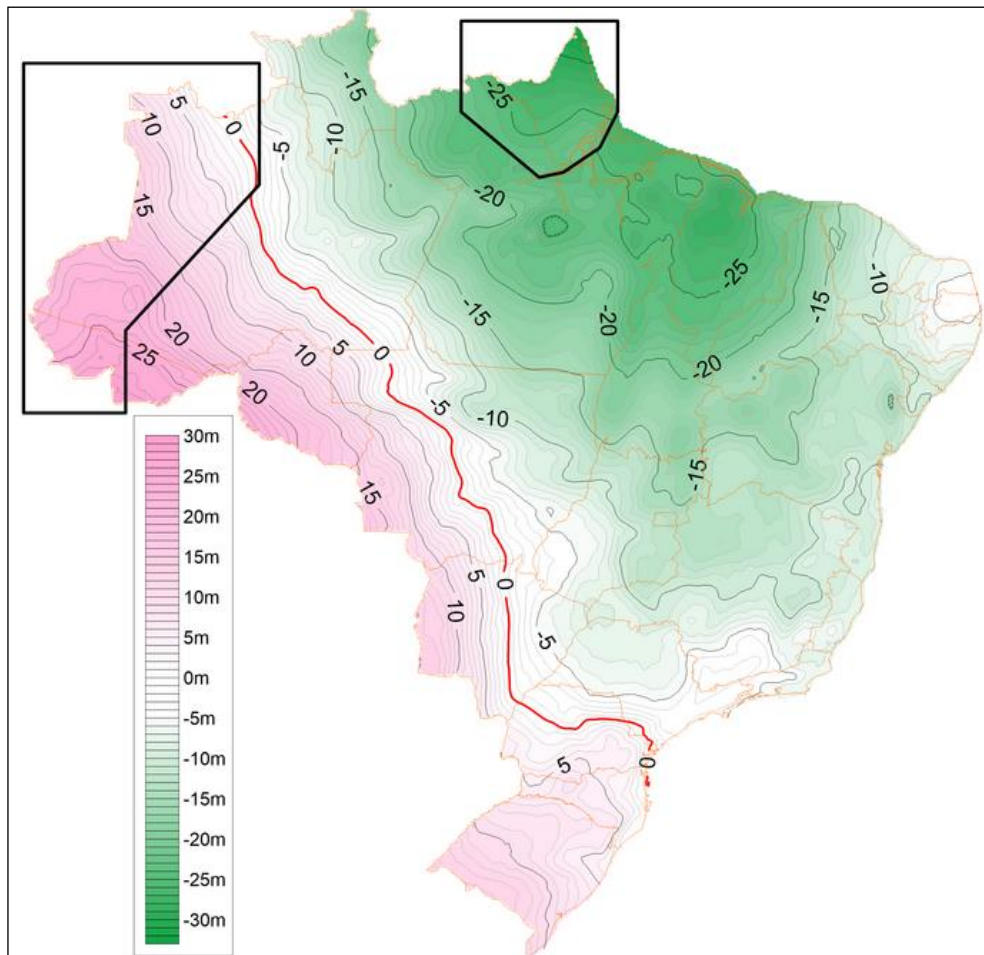


Figura 12 - Curvas de isovalores do fator para conversão de altitudes geométricas em normais- Fonte: IBGE.



3.2.3.1.3 Formas de Acesso

Para acesso ao sistema é necessário um cadastro no site do IBGE e às coordenadas dos pontos para os quais se deseja obter a ondulação geoidal podem ser introduzidas via teclado ou arquivo, segundo as opções de formatação de entrada e saída disponíveis (**Figura 10**). Os resultados serão enviados via e-mail diretamente do site.

Selecione um formato e um arquivo com as coordenadas:

O **hgeoHNOR2020** aceita os formatos de arquivo descritos abaixo. Selecione um grupo de acordo com o formato do seu arquivo.

<input checked="" type="radio"/> ID LAT LON (GMS) LAT LON (GMS) ID LAT LON (Grau Decimal) LAT LON (Grau Decimal)	<input type="radio"/> ID LON LAT (GMS) LON LAT (GMS) ID LON LAT (Grau Decimal) LON LAT (Grau Decimal)
---	--

Legenda:
ID - Identificação do Ponto | LAT - Latitude | LON - Longitude
GMS - ±GG MM SS.SSSS | Grau Decimal - ±GG.GGGGG

Escolha o arquivo: Só serão aceitos arquivos no formato txt

Procurar... Nenhum arquivo selecionado.

Ou insira as coordenadas via teclado observando as instruções abaixo:

- 1) O campo 'graus' deverá ser preenchido, mesmo que seja zero.
- 2) Os campos 'minutos' e 'segundos', se não preenchidos, serão considerados nulos.
- 3) Obrigatoriamente, o campo 'segundos' tem ponto decimal e os campos 'graus' e 'minutos' são inteiros.

Latitude (GMS)	Longitude (GMS)
± 000 00 00.000	± 000 00 00.000

Preencha abaixo se desejar receber o resultado por e-mail (não pode conter espaços ou tabs!):
Obrigatório para processamento de arquivos maiores que 10 kbytes.

E-mail

Processar Limpar Dados

Figura 13 - Acesso para o sistema hgeoHNOR2020 - Fonte: IBGE.

3.2.3.2 Obtenção de ondulação geoidal da poligonal principal (Ajustada)

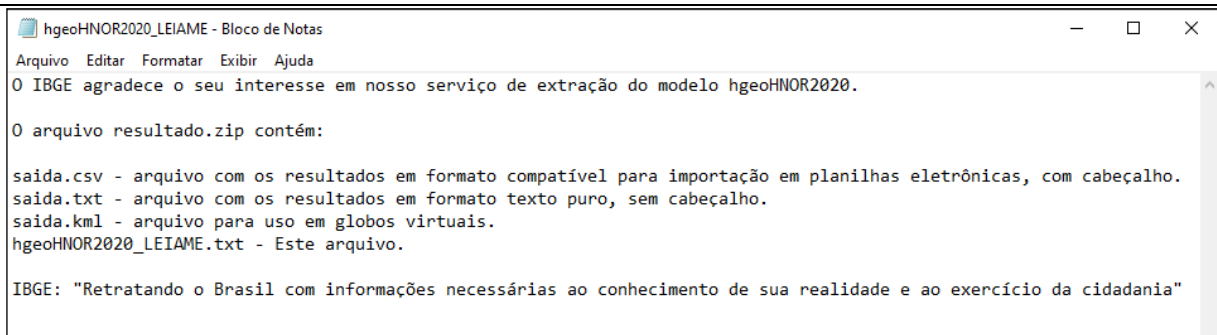


Figura 14: Processamento (hgeoHNOR2020).

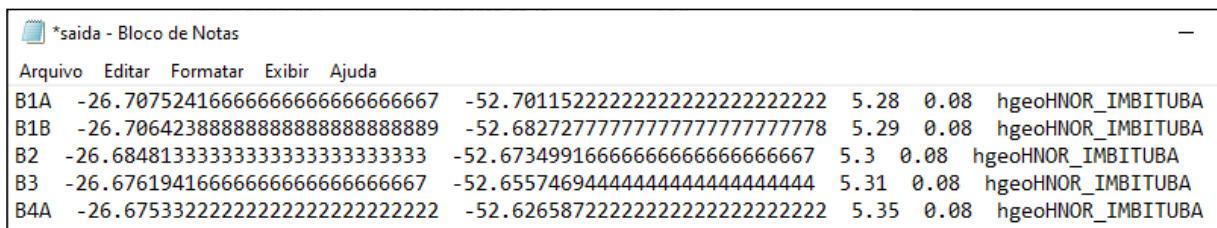


Figura 15: Resultado do processamento hgeoHNOR2020 BASE-B1.

Por último, tendo em mãos a altitude elipsoidal do ponto e a ondulação geoidal obtida do hgeoHNOR2020, calculou-se a altitude ortométrica no ponto.

O **Quadro 2** a seguir apresenta um resumo dos pontos rastreados, com a demonstração do cálculo da altitude ortométrica.

Quadro 2 – Coordenadas e Altitudes do vértice BASE:

VÉRTICE	COORDENADAS UTM – SIRGAS 2000		ALTITUDE GEOMÉTRICA (h)	ONDULAÇÃO GEOIDAL (n)	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (H)
	NORTE (N)	ESTE (E)			
BASE-B1A	7.044.829,125	330.770,457	537,945	5,28	532,665
BASE-B1B	7.044.975,358	332.602,032	546,513	5,29	541,223
BASE-B2	7.047.381,530	333.488,833	602,553	5,30	597,253
BASE-B3	7.048.359,440	335.243,064	619,518	5,31	514,208
BASE-B4A	7.048.492,245	338.143,892	489,258	5,35	483,908



3.3 Levantamento planialtimétrico

3.3.1 Introdução

A utilização de Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANTs) tem se mostrado uma excelente solução na geração de produtos topográficos, já que dispõe de uma maior flexibilidade e por serem menos suscetíveis ao erro de intervenção humana, comparado aos modelos tradicionais, uma vez que são empregados nestes processos algoritmos de última tecnologia para a geração de produtos finais.

O uso de lasers scanners embarcados em drones está se intensificando no mundo todo em função das demandas para estes produtos. A miniaturização dos Laser Scanner 3D para uso embarcado e a disponibilidade de DRONES com alta estabilidade e capacidade de carga, permitiu o desenvolvimento de soluções capazes de realizar levantamentos topográficos em áreas com vegetação. Imagine poder levantar a topografia de dezenas de hectares em poucos minutos, mesmo em áreas com vegetação, utilizando Drones, tal tarefa só era possível com uso de posicionamento por estações totais ou uso de escaneamento a laser embarcado em aviões tripulados.

A fotogrametria digital é caracterizada pela realização dos processos fotogramétricos em um ambiente computacional, com reconhecidas vantagens quando comparada aos processos realizados em meio analógico. Destacam-se, por exemplo, a coleta automática de pontos de passagem ou de ligação; a obtenção dos parâmetros de orientação exterior de forma direta; a geração de ortomosaicos; e a junção automática de fotografias para a geração do mosaico georreferenciado.

3.3.2 Ferramentas e Bases de Dados

3.3.2.1 Softwares Empregados no Processo

As ferramentas utilizadas neste levantamento:

- Software de processamento de nuvem de pontos LiDAR (DJI Terra);
- Global Mapper para classificação de nuvem de pontos;
- Software de planejamento de missões autônomas (Emotion3);
- Pix4Dmatic Professional (processamento de ortomosaico).

3.3.2.2 Lasers Scanners Embarcados (LiDAR)

O sistema a laser mais utilizado para a obtenção de informações espaciais, produzindo Modelos Digitais do Terreno e da Superfície, é o perfilamento em plataforma móvel aerotransportada, utilizando uma combinação do Sistema de Navegação Global por Satélites



(GNSS) e o Sistema de Navegação Inercial (INS). O GNSS fornece a localização da aeronave no espaço, enquanto o INS informa os ângulos de atitude.

A técnica utilizada para o estudo topográfico foi a tecnologia LIDAR (*Light Detection And Ranging*). Esta técnica de detecção remota que consiste na medição das propriedades da luz refletida em objetos distantes, pode-se também dizer que, consegue medir distâncias através da luz. Com esta capacidade de medir distâncias, é possível criar modelos tridimensionais da superfície da terra.

O método mais utilizado para determinar a distância a um objeto é a utilização de laser pulsado. A distância a um objeto é determinada medindo a diferença de tempo entre a emissão de um pulso laser e a detecção do sinal refletido, de forma semelhante à tecnologia do radar, a diferença é que o radar utiliza ondas de rádio.

O sistema LiDAR já era utilizado em aviões, mas com o avanço da tecnologia e a diminuição dos componentes eletrônicos, tornou-se possível criar um sistema LiDAR de tamanho reduzido, podendo ser embarcado em um drone multirrotor.

Então, utilizando os equipamentos drone DJI Matrice 300 RTK e o sensor Zenmuse L1 que incorpora a tecnologia LiDAR é possível obter a nuvens de pontos detalhadas e precisas. Este modelo de laser utilizado tem precisão altimétrica de 5 cm e precisão planimétrica de 10 cm, e emite 240 mil pontos por segundo, sendo capaz de perfurar a vegetação densa até atingir o solo. Essa solução realiza a captura de todos os detalhes com a detecção precisa de todas as estruturas presentes no terreno.

Com essa tecnologia, é possível levantar áreas de montanha, fundos de vale, áreas de difícil acesso, que através da penetração dos pontos laser, permite diferenciar a vegetação densa do solo natural. Além disso, fornece uma gama enorme de levantamentos, incluindo estruturas, como pontes, edificações, linhas de transmissão, monumentos, entre outras. Dessa forma, o resultado é um grande leque de informações chaves para a realização de projetos (**Figura 13**).



Figura 16 - Modelo de nuvem de pontos produzida pelo sensor Zenmuse L1 (Fonte: Real Geosoluções).

Em resumo, os grandes diferenciais do LiDAR embarcado em drone são a **precisão**, a **produtividade** e a **qualidade dos materiais gerados**.

A partir do processamento dos dados capturados são elaborados modelos 3D de alta precisão. Estes contêm informações completas e fundamentais para o projeto. Alguns modelos que podem ser elaborados são: modelo digital do terreno (MDT) (**Figura 14**) e modelo digital de superfície (MDS).



Figura 17: Modelo digital de terreno (MDT) e curvas de nível (Fonte: Real Geosoluções).



As grandes vantagens associadas a esta técnica são: o sensor não é afetado pela falta de luminosidade nem por outras variáveis que influenciam na qualidade da análise; alta velocidade e precisão quando comparada com outras técnicas; e ainda, a minimização de custos associados.

3.3.2.3 Procedimentos De Análise Como Funciona O PPK- Ebee (Aerolevramento Sem Necessidade De Pontos De Controle Em Solo– GCP’S)

3.3.2.3.1 Definições e diferenças do RTK

O cinemático pós-processado (PPK) é uma técnica alternativa ao cinemático em tempo real (RTK). Com o fluxo de trabalho PPK, o posicionamento preciso não acontece em tempo real, todos os algoritmos são aplicados posteriormente. Tanto a base no solo quanto o rover (geralmente em um VANT) registram dados GNSS brutos, que são então processados para receber uma pista de posicionamento precisa (**Figura 15**).

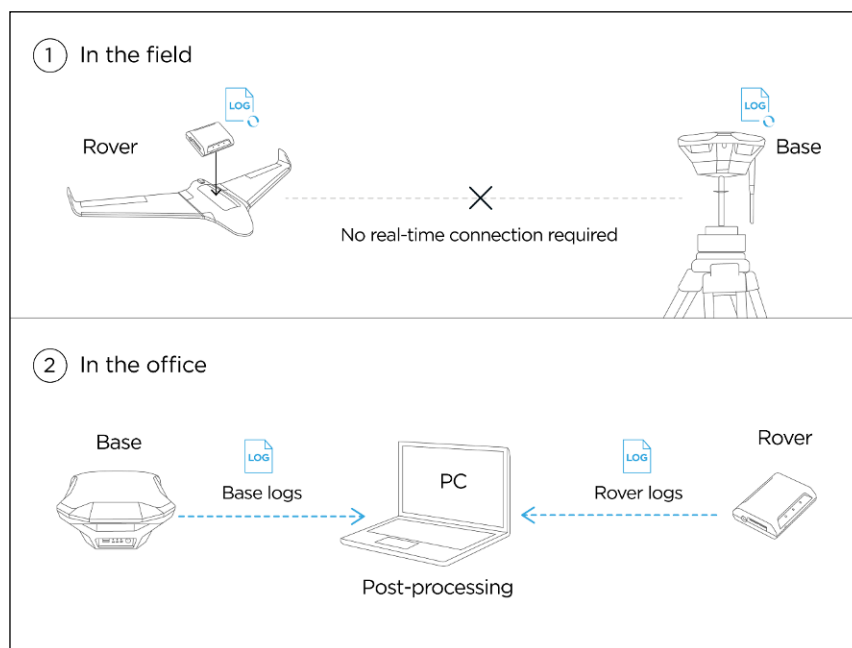


Figura 18: GPS (Precisão dos dados) PPK.

Embora o PPK seja usado principalmente no mapeamento de UAV, ele também pode ser usado como backup para RTK para qualquer trabalho de levantamento. O PPK oferece um fluxo de trabalho mais flexível, permitindo executar o processamento várias vezes usando configurações diferentes. Ele também não requer um link de correção entre a base e o rover, simplificando a configuração do equipamento.



3.3.2.3.2 PPK para mapeamento de VANT

Existem várias vantagens de usar o PPK para mapear com um drone. O PPK **não requer a implantação de Pontos de Controle no Solo (GCPs)**, que permite mapear áreas muito mais amplas. É especialmente útil quando você precisa mapear grandes territórios ou locais com terreno de difícil acesso.

Para o mapeamento de PPK, recomenda-se ter poucos GCPs no local para verificação de dados (pontos de verificação).

A parte mais crítica do PPK para mapeamento de UAV é a sincronização de uma câmera e o Reach M+, porque:

1. Há sempre um atraso entre o disparo da câmera e o momento em que a foto é tirada.
2. Quando um drone voa a altas velocidades, o piloto automático recebe leituras de posição apenas a cada vários metros. A precisão de 2 metros não é suficiente para o levantamento.

Reach (M+) resolve isso conectando-se a um obturador de câmera via sapata. O tempo de cada foto é registrado com uma resolução de menos de um microssegundo. Durante PPK você recebe coordenadas de momentos exatos de cada foto tirada.

Como resultado do mapeamento PPK do VANT com o Reach, você terá um conjunto de imagens e um arquivo de texto contendo uma lista de coordenadas precisas correspondentes a cada foto. Esses dados são importados em softwares de mapeamento, como o AgisoftPhotoScan, o DroneDeploy, o Pix4d etc (**Figura 16**).



Figura 19: Comunicação (Levantamento VANT).

Assim como o sistema RTK, o PPK se trata de um sistema de correção. Porém, ele não depende da correção constante em conjunto com a base através da conexão. Todos os dados coletados são armazenados no computador de bordo da aeronave para apenas mais tarde realizar um processamento



A correção ocorre da seguinte maneira: a base GPS, que fica em solo, contém um receptor GNSS – sigla do inglês *Global Navigation Satellite System*, Sistema Global de Navegação por Satélite. Ela possui uma coordenada fixa e será a referência para o sistema como um todo.

Esta base é apoiada pelo Catalyst empregado para o estudo com os dados coletados pelo GPS, assim então feita uma triangulação de todos os dados, para que a correção ocorra nos pós processamento (**Figura 17**).



Figura 20: Situação do Mapeamento (Levantamento VANT).

O Sistema **Post Processed Kinematic (PPK)** ocorre em um momento posterior ao voo, sendo um sistema de pós-processamento.

Dessa forma, os dados de GPS do drone ficam armazenados no computador de bordo da aeronave e são corrigidos após a missão.

3.3.2.4 Mapeamento Aéreo

3.3.2.4.1 Sobreposição de imagens

As imagens realizadas durante o aerolevanteamento são sequenciais, dessa forma, é possível ajustar o índice de sobreposição dessas imagens, ou seja, você pode indicar o quanto de uma foto irá incidir/sobrepor na imagem seguinte. Esse índice de sobreposição interfere na qualidade do mapa gerado. O índice ideal de sobreposição costuma ser de 70% lateral e 80% frontal (**Figura 18**).

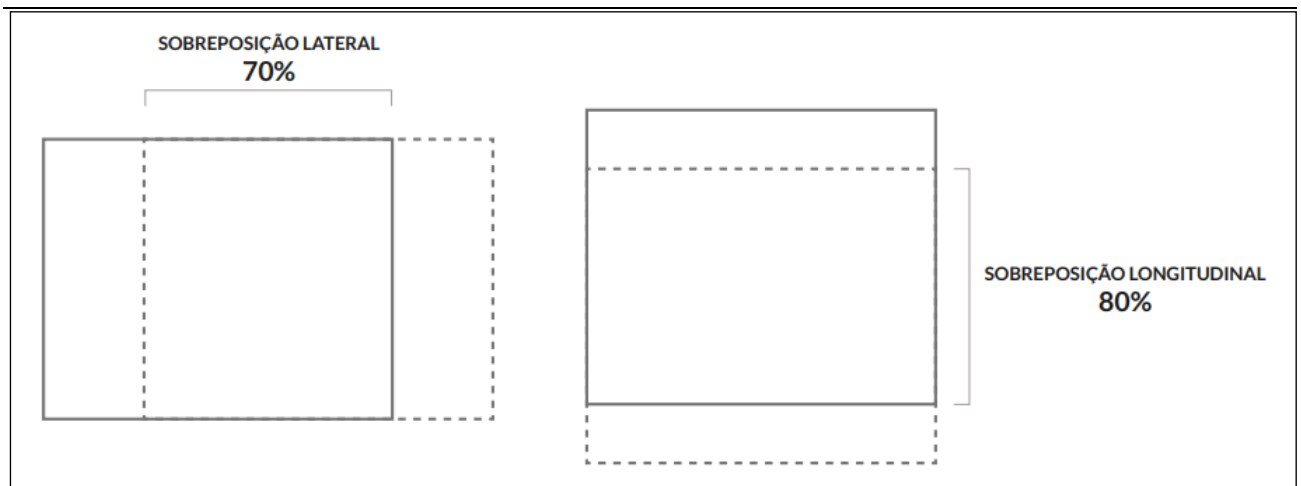


Figura 21: Sobreposição das Imagens.

3.3.2.4.2 Distância Focal

Cada câmera possui uma distância do obturador a formação da imagem na câmera, esta distância está diretamente relacionada a precisão do serviço. Devido ao fato da distância do solo até a lente e da lente a formação da imagem estarem na equação que encontramos a precisão de apontamento dos pontos, havendo, portanto, distorções e compactações que podem interferir positiva ou negativamente no processo inevitavelmente.

3.3.2.4.3 Precisão em medições

Essa precisão refere-se aos cálculos feitos em cima dos materiais gerados. Por exemplo, dentro de um ortomosaico você pode medir o comprimento de uma pista de pouso. Ao realizar tal medição, a margem de erro é centimétrica, variando conforme o GSD do mapa (**Figura 19**).

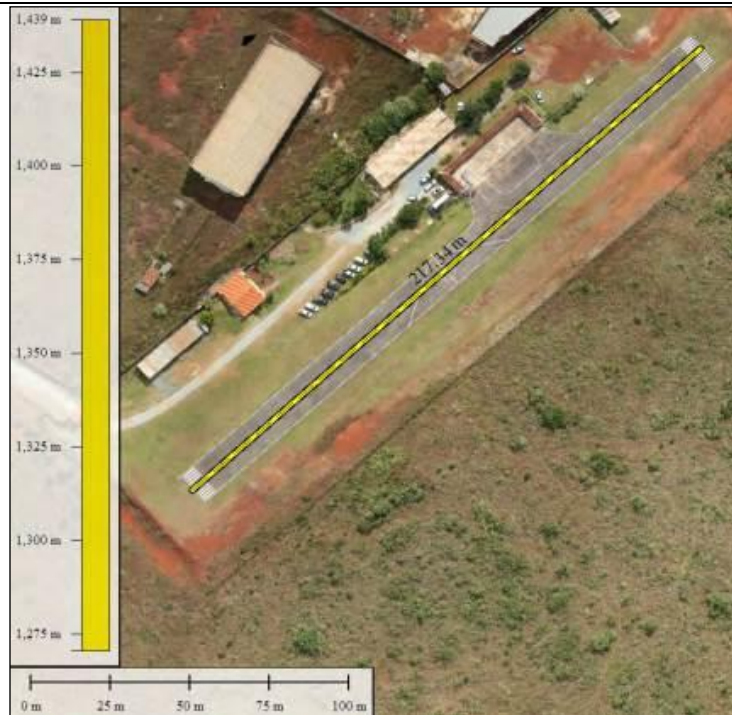


Figura 22: Precisão Medição (Mapa).

3.3.2.4.4 Ground Sample Distance (GSD)

É a distância entre os centros de dois pixels consecutivos medidos no solo. Quanto menor o GSD, maior é a resolução espacial e maior é a qualidade de imagem, ou seja, haverá mais detalhes visíveis na imagem. Por exemplo, um GSD de 5 cm significa que um pixel representa 5 cm no chão (25 cm²). Mesmo em um voo com altitude constante, o projeto talvez apresente áreas com GSD diferentes, isso devido ao relevo do terreno mapeado e pequenas variações no ângulo de captura de imagem da câmera. Porém os softwares de processamento de dados compensam essas variantes e aplica um GSD médio de todo o mapeamento. O GSD está diretamente ligado à resolução da câmera utilizada e também altura do voo.

3.3.2.4.5 Ortorretificação

A ortorretificação tem como finalidade corrigir geometricamente a imagem. Representa o processo de correção da imagem, pixel por pixel, das distorções decorrentes do relevo, transformando a imagem de uma projeção cônica para uma perspectiva ortogonal, mantendo a constância da escala em toda a imagem ortorretificada (**Figura 20**).



Figura 23: Correção da Projeção Cônica para Ortogonal (Ortorreficação).

3.3.2.4.6 Processamento de Imagens

As imagens obtidas através do DRONE foram ortorretificadas utilizando o software PIX4Dmapper. O software desenvolvido pela Pix4D tem como intuito ser utilizado especificamente com imagens do VANT, para realização de modelagem 3D de estruturas e coleta de informações geográficas.

O software de gerenciamento da aeronave, o Sistema **Post Processed Kinematic (PPK)**, onde após a realização do voo é inserido o arquivo log de voo para georreferenciar as fotos, fazendo o cruzamento das informações no momento do disparo da câmera com o posicionamento do veículo no instante da coleta da foto.

Os parâmetros de processamento são definidos através de modelos contidos no software PIX4Dmapper. Dentre os procedimentos, o usuário pode realizar edição da nuvem de pontos, delimitação da área do mosaico, inserção dos pontos de controle (**Figura 21**).



Figura 24: Fluxograma de processamento das imagens.

3.4 Produto final

3.4.1 Nuvem de Pontos

Ao se efetuar o escaneamento utilizando-se um laser scanner, como a metodologia utilizada para este estudo, teremos como produto primário uma **nuvem de pontos tridimensionais** (coordenadas X, Y e Z) do espaço mapeado. É importante ter em mente que quanto mais densa for



a sua nuvem de pontos, mais informações você irá obter. Se cada ponto representa um micro parcela de informação, quanto mais pontos mais próximos a sua nuvem estará de representar a realidade da área de interesse.

O voo foi realizado a 90 m (noventa metros) de altitude e velocidade de 3 a 4 m/s (três a quatro metros por segundo).

Assim, com o auxílio do software DJI Terra, foi obtido para o escaneamento da área objeto um total de **2.619.841.312 pontos**, densidade média de **1.058,04 pontos/m²** e espaçamento médio de **3,14 centímetros (Figura 22)**. Na sequência, foi utilizado o software Global Mapper para auxiliar na classificação de pontos solo, desse modo chegando ao valor de **633.303.484 pontos solos** para amostragem da área e subsidiar a geração do modelo digital do terreno (**Figura 23**).

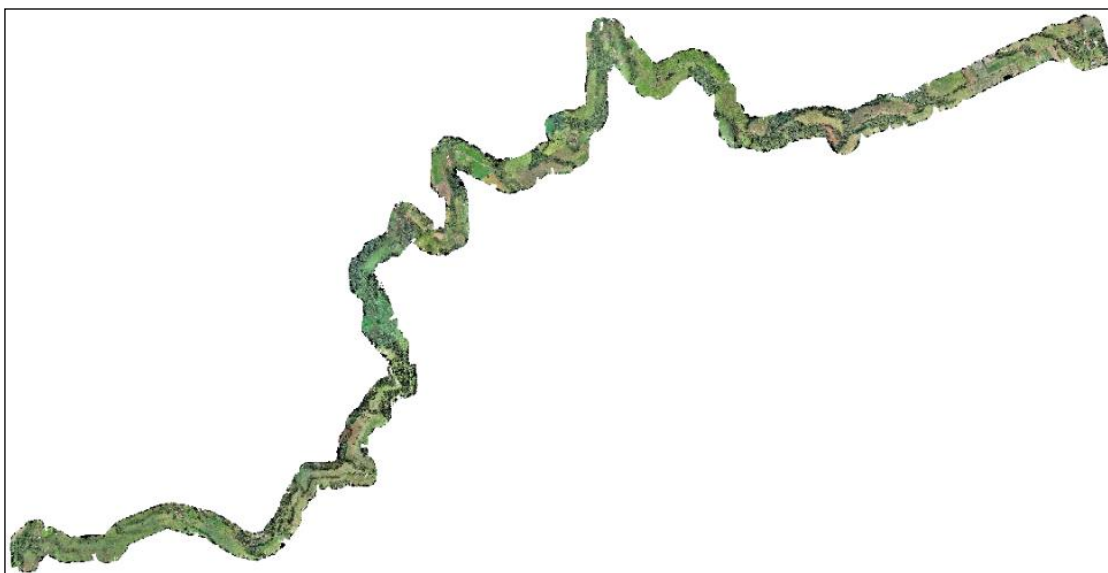


Figura 25: Densidade da nuvem de pontos.

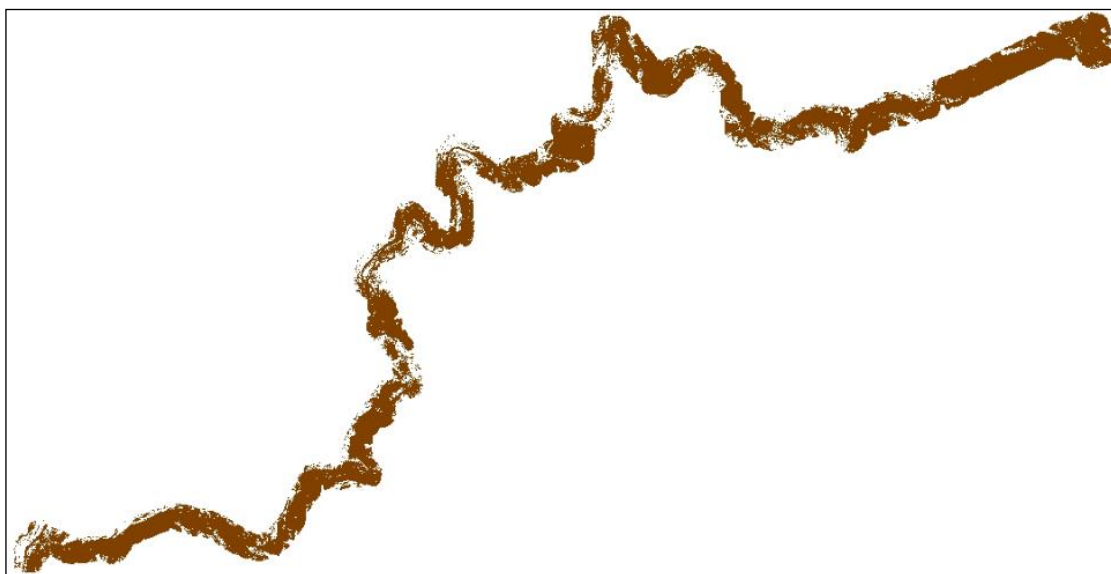


Figura 26: Pontos classificados como solo.



3.4.2 Geração de MDT

O Modelo Digital de Terreno (MDT) tem por característica a representação digital da superfície que permite uma rápida e útil análise topográfica de uma área de interesse, tal como entender variáveis ligadas à altitude. Ele é obtido através da classificação da nuvem de pontos e teve sua altimetria variável entre os valores de **650 metros e 407 metros (Figura 24)**.

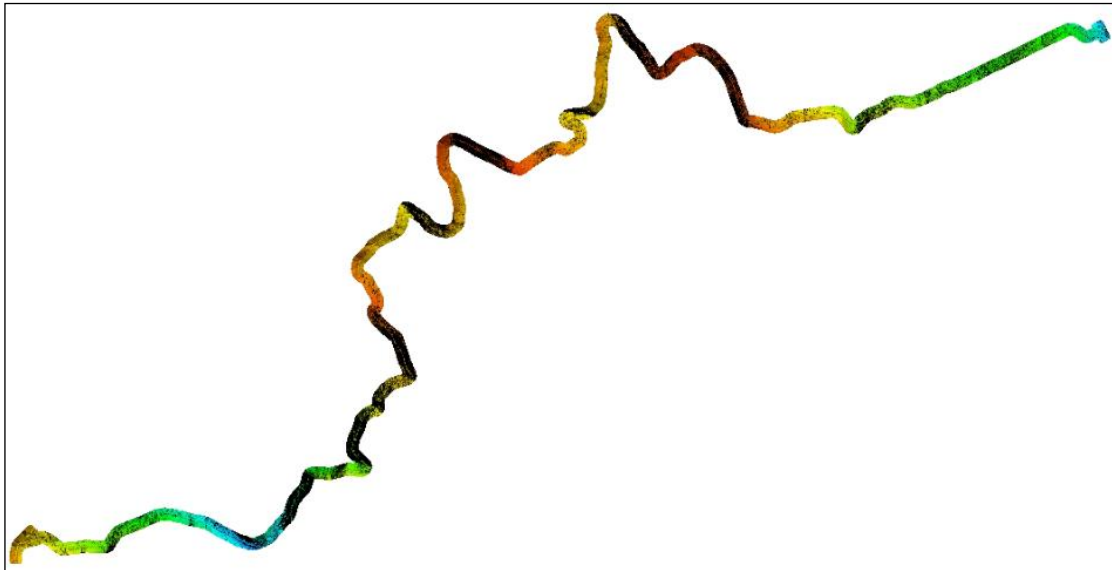


Figura 27: Modelo MDT (Global Mapper).

3.4.3 Geração do Ortomosaico

A resolução espacial da imagem foi analisada através do GSD (*Ground Sample Distance*). Os dados de referência foram obtidos através de levantamento topográfico com uso de GNSS PPK, apoiados nas bases implantadas ao longo do trecho de estudo (**Figura 25**).

O voo foi realizado a 260 m (duzentos e sessenta metros) de altitude e velocidade de 7 m/s (sete metros por segundo).

Após a realização dos voos foi obtido um total de **2.276 imagens**, com estas imagens e com o auxílio do software PIX4Dmapper, foi realizado o processamento dos dados obtidos dos voos. Com isso, pode-se chegar à distância média de amostragem do solo, ou seja, a precisão de detalhamento de imagem/ortofoto média de **2,93 centímetros**.

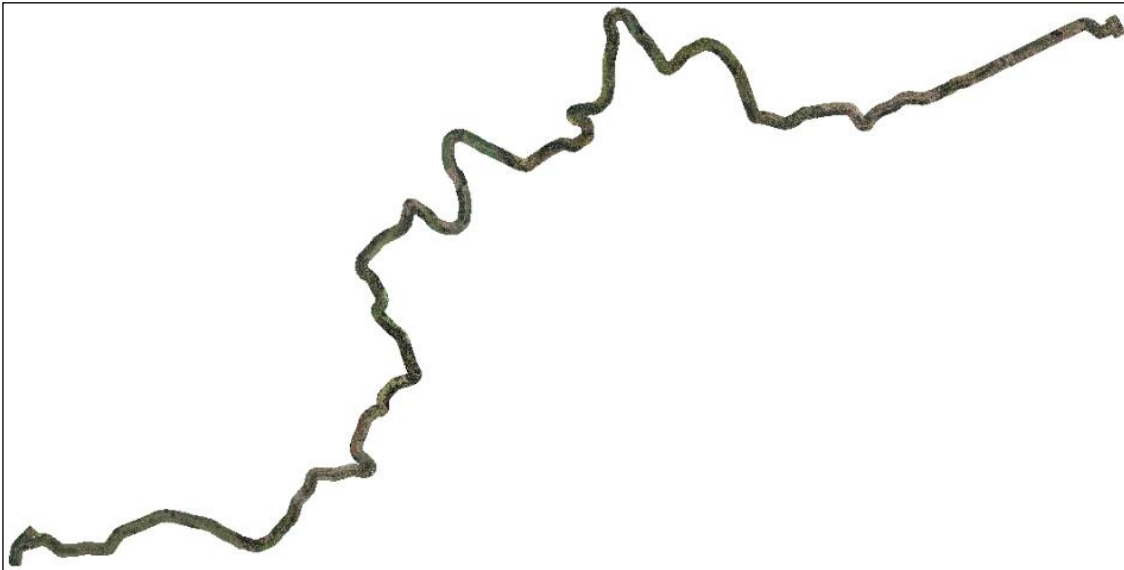


Figura 28: Ortomosaico.

3.4.4 Curvas de Nível

As curvas de níveis são usadas para designar uma linha imaginária que agrupa dois pontos que possuem a mesma altitude. Por meio dela são confeccionados diversos produtos topográficos, como informações de relevo de uma área e cálculos de drenagem previstos, pois a partir da observação das curvas de nível o técnico pode inferir com precisão as formas de relevo de uma área (declividade, formas 3D, entre outros) (**Figura 26**).

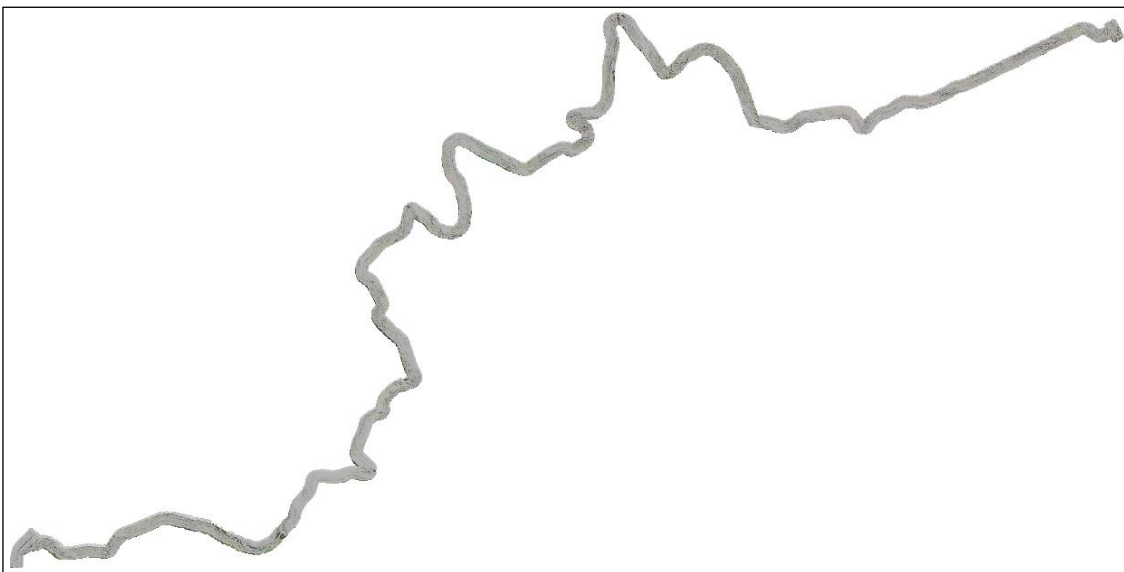


Figura 29: Geração Curvas de Nível (Global Mapper).



3.5 Marcos implantados

Foram implantados pares de marcos intervisíveis ao longo do trecho de modo a permitir a locação da obra. A localização dos marcos implantados está apresentada nas plantas do cadastro topográfico. A relação dos marcos implantados, com suas respectivas coordenadas está apresentada na Tabela 3.

Marco	Norte (m)	Leste (m)	Elevação(m)	Longitude	Latitude
M135	7.044.641,07	330.182,19	548,898	W052° 42' 25,52"	S026° 42' 32,94"
M138	7.044.680,58	330.265,96	537,642	W052° 42' 22,47"	S026° 42' 31,70"
M137	7.044.822,51	331.630,42	429,674	W052° 41' 33,04"	S026° 42' 27,67"
M141	7.044.665,73	331.923,54	422,092	W052° 41' 22,51"	S026° 42' 32,89"
M142	7.045.479,47	332.817,83	500,142	W052° 40' 49,77"	S026° 42' 06,84"
M140	7.045.634,02	332.876,90	514,193	W052° 40' 47,56"	S026° 42' 01,84"
M147	7.047.314,86	333.231,25	534,333	W052° 40' 33,95"	S026° 41' 07,38"
M146	7.047.230,05	333.368,49	549,645	W052° 40' 29,02"	S026° 41' 10,20"
M136	7.047.838,17	333.676,73	619,545	W052° 40' 17,58"	S026° 40' 50,57"
M134	7.047.646,40	334.021,50	626,7	W052° 40' 05,21"	S026° 40' 56,95"
M144	7.048.346,88	335.805,24	614,154	W052° 39' 00,36"	S026° 40' 34,94"
M131	7.048.202,13	335.852,57	616,479	W052° 38' 58,72"	S026° 40' 39,67"
M139	7.048.299,54	337.639,37	480,292	W052° 37' 54,05"	S026° 40' 37,25"
M133	7.048.626,52	338.319,07	471,027	W052° 37' 29,32"	S026° 40' 26,91"

Tabela 3 – Relação dos marcos

No item 17 está apresentado o relatório fotográfico dos marcos implantados.

3.6 Referências bibliográficas

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default_normas.shtm?c=14

(Especificações e Normas);

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/tela_inicial.php?tipo=8 (Download dados RBMC);

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/bdgpesq_googlemaps.php (Bancos de Dados Geodésicos);



BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm (Modelo Geoidal_MAPGEO2010).

BRASIL, Centrais Elétricas Brasileiras Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Brasília: ELETROBRAS, 2007.

NBR 13133 - 1994 - Execução de Levantamento Topográfico.



4 ESTUDO HIDROLÓGICO

4.1 Considerações gerais

O estudo hidrológico tem como finalidade obter os subsídios, através de dados pluviométricos e fluviométricos, necessários ao dimensionamento das obras de drenagem e obras de arte corrente projetadas e/ou avaliadas.

4.2 Escopo básico

O escopo básico contempla:

- Coleta geral de dados;
- Processamento de dados pluviométricos;
- Determinação de curvas de intensidade – duração – frequência;
- Coleta e processamento de dados fluviométricos;
- Cálculo da Vazão pelo método racional;

Como o projeto está inserido em travessia urbana e não há rios no trecho em estudo, não são necessários estudos relativos aos dados fluviométricos.

Como todas as bacias de contribuição do projeto são inferiores a 10Km² será realizado o cálculo da vazão pelo método racional.

4.3 Coleta geral de dados

Para o projeto foram utilizados os seguintes dados:

- Atlas climatológico de Santa Catarina;
- Dados pluviométricos: Estação Pluviométrica de Chapecó;
- Determinação de curvas de intensidade – duração – frequência: Revisão da literatura;

4.3.1 Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados foram os da Estação pluviométrica de Chapecó - SC. Os dados da estação estão apresentados na Tabela 4.



Bacia	7 - RIO URUGUAI
Unidade da Federação	SC
Município	CHAPECÓ
Responsável	INMET
Operadora	INMET
Tipo	Pluviométrica
Código	2752016
Nome	CHAPECÓ
Latitude	-27,09
Longitude	-52,64
Início (Pluviômetro)	30/4/1973
Período	01/1975 – 07/2015

Tabela 4 – Dados da estação Chapecó
Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa>

4.3.2 Tipos climáticos

Segundo a Classificação Climática de Wladimir Koeppen, a região em estudo enquadra-se no Grupo C - Climas Úmidos Mesotérmicos, com latitudes médias, a temperatura média do mês mais frio mantém-se entre 18°C e 3°C; e a do mês mais quente, acima de 10°C.

Segundo o regime de chuvas, o tipo em que a região se enquadra é Cf, chuvas igualmente distribuídas durante o ano sem estação seca, sendo ainda do tipo “a”, verão quente, quando a temperatura média do mês mais quente se mantém acima de 22°C.

Portanto, o clima da região, segundo Wladimir Koeppen, é subtropical do tipo “Cfa”, conforme pode ser observado na Figura 30.

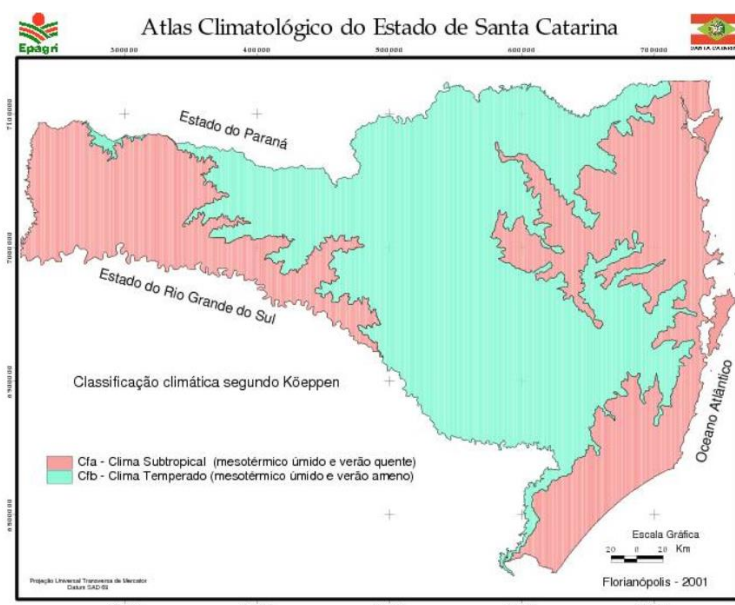


Figura 30 – Classificação climática de Koeppen
Fonte: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/climatologia/>



4.3.3 Temperaturas

A temperatura média nos meses de inverno, está entre 13° e 15°C, mas com inverno rigoroso, podendo chegar a temperaturas próximas a 0°C.

Nos meses de verão, a temperatura média é 22° a 24°C, temperaturas mais amenas, entre 20° e 22°C, são registradas em parte do município, coincidindo com os locais de maior altitude, e estabelece para o planalto de Chapecó temperaturas médias anuais situando-se em torno de 16° a 18°C, conforme pode ser observado na Figura 31 e na Figura 32.

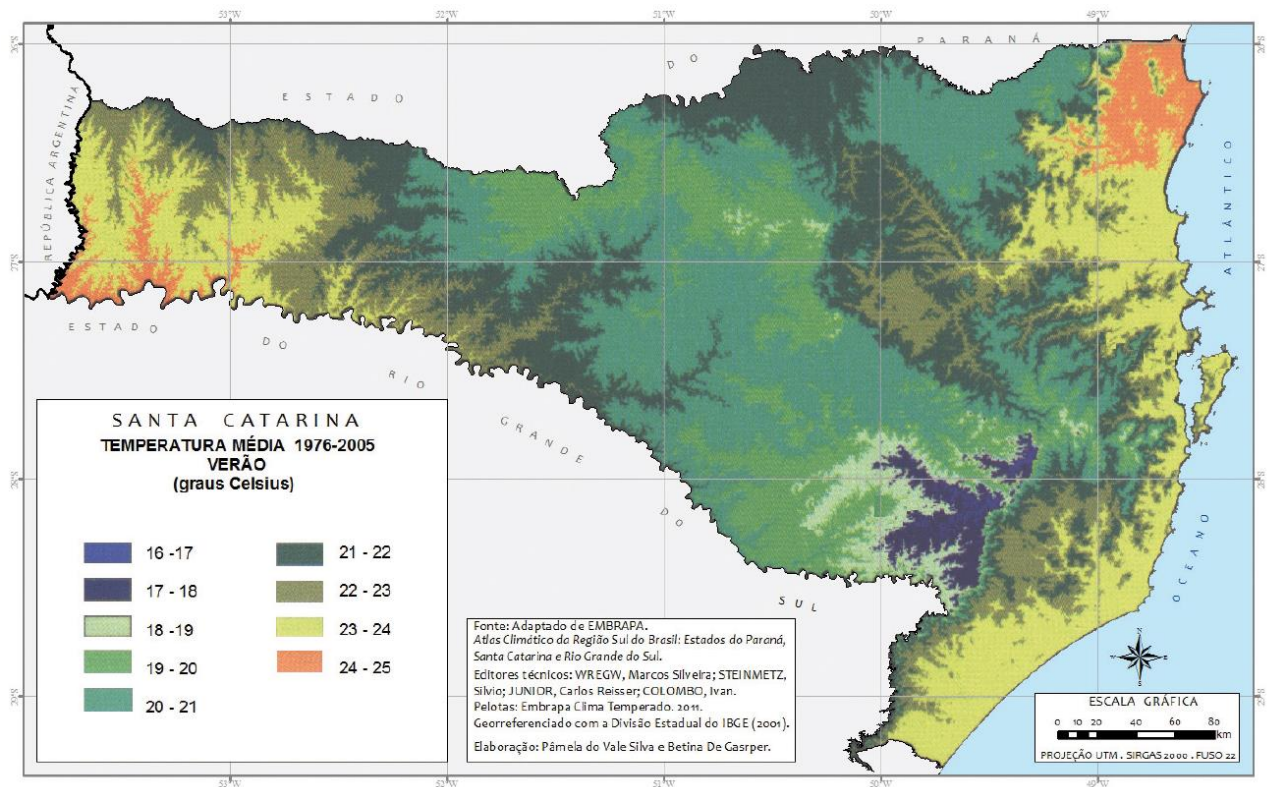


Figura 31 – Temperatura média – verão
Fonte: Atlas geográfico de Santa Catarina, 2016

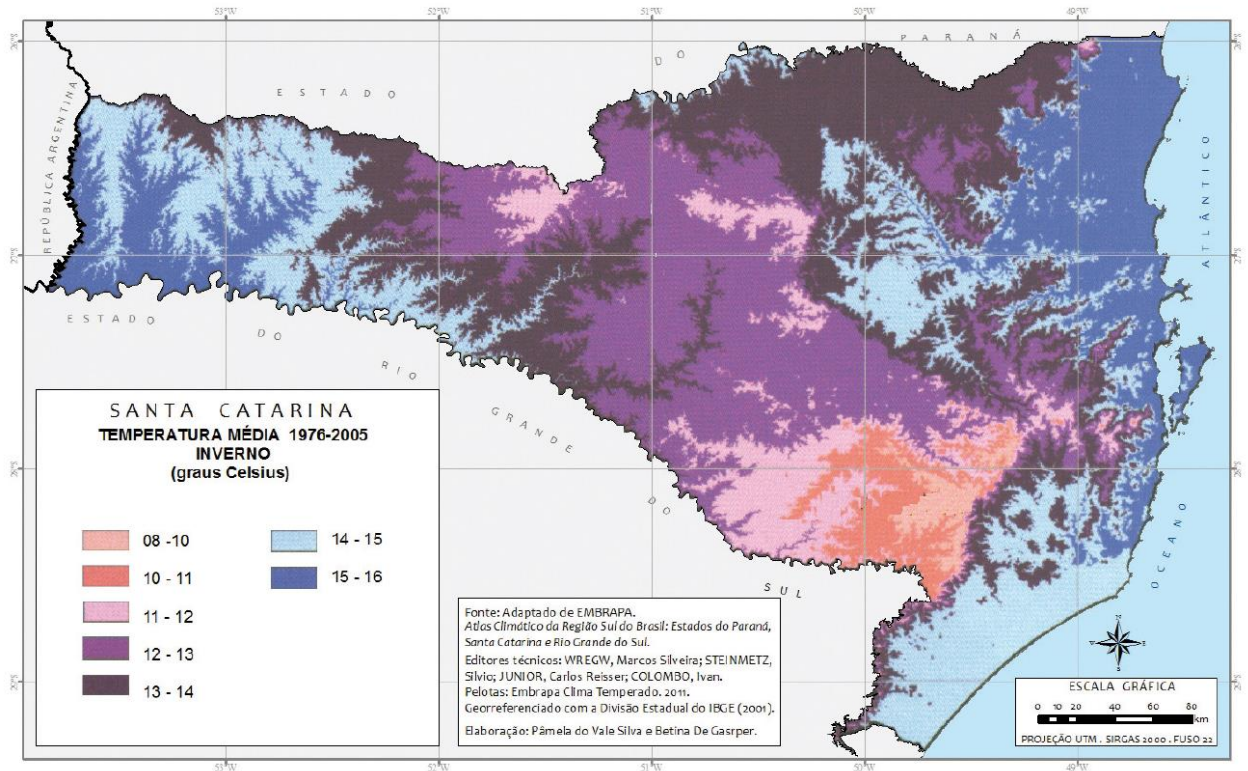


Figura 32 – Temperatura média – inverno
 Fonte: Atlas geográfico de Santa Catarina, 2016

4.4 Pluviometria

Para obtenção dos dados pluviométricos foi utilizada a estação de Chapecó - SC, já apresentada no item 4.3.1, localizada próxima ao trecho e com quantidade de dados consideráveis (37 anos).

4.4.1 Precipitações mensais e anuais

A partir dos histogramas e tabelas apresentadas a seguir, observa-se uma boa distribuição de chuva ao longo do ano, com altura média de chuva variando entre 115 e 203mm, ou seja, a região não apresenta um período seco.

A média de dias chuvosos fica entre 8 e 13 dias por mês, sendo possível observar uma boa distribuição ao longo do ano verificando-se uma pequena elevação nos meses de verão e no mês de outubro. Portanto, através desta série histórica adotada, pode-se observar que nesta região chove aproximadamente 122 dias ao ano.

Os dados pluviométricos estão apresentados na Tabela 5, na Figura 33 e na Figura 34.

Dados mensais		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Altura média de chuva	(mm)	154,84	178,23	115,90	142,73	124,36	141,90
Altura máxima observada	(mm)	323,10	463,50	262,40	348,00	482,90	349,80



Dados mensais		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
Altura mínima observada	(mm)	44,40	8,20	17,30	1,30	0,80	30,30
Média de dias de chuva		13,00	12,00	10,00	9,00	8,00	10,00
Máximo de dias de chuva		20,00	24,00	20,00	16,00	18,00	18,00
Mínimo de dias de chuva		6,00	3,00	5,00	1,00	1,00	3,00
Dados mensais		Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Altura média de chuva	(mm)	153,00	118,33	157,72	203,33	149,89	148,16
Altura máxima observada	(mm)	620,30	275,80	404,00	428,00	357,70	329,40
Altura mínima observada	(mm)	-	2,30	35,90	56,40	12,90	41,20
Média de dias de chuva		9,00	8,00	10,00	12,00	10,00	11,00
Máximo de dias de chuva		22,00	18,00	18,00	21,00	20,00	19,00
Mínimo de dias de chuva		-	2,00	3,00	5,00	5,00	3,00

Tabela 5 – Precipitação mensal e dias chuvosos

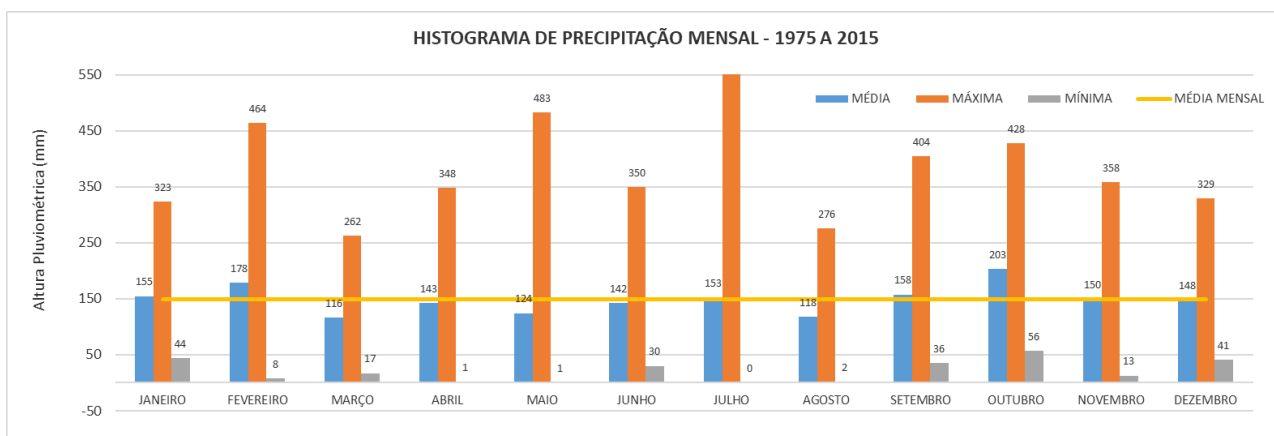


Figura 33 – Histograma de precipitação mensal

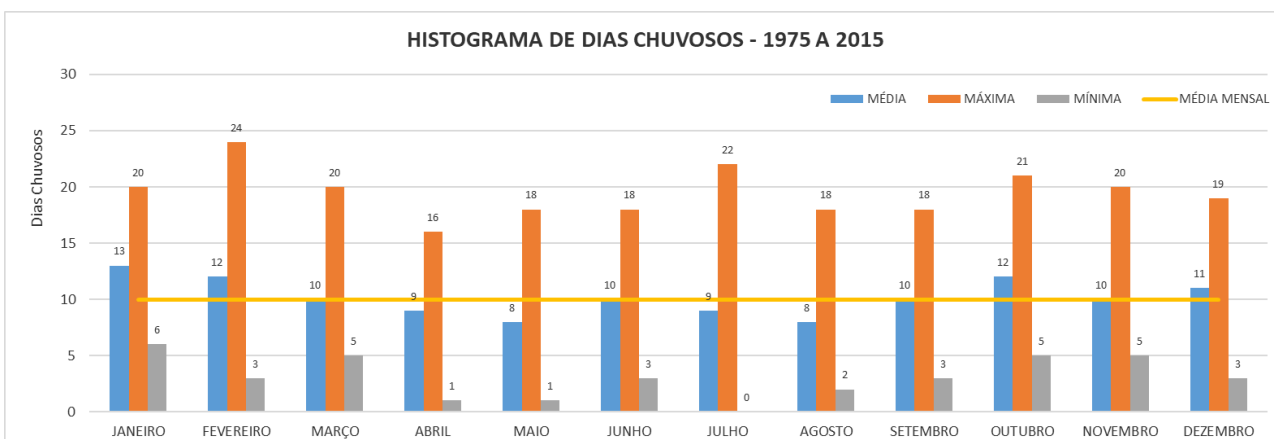


Figura 34 – Histograma de dias chuvosos

4.4.2 Precipitações máximas anuais

Na está Tabela 6 está apresentada a série histórica (1975 a 2015) dos valores máximos diários anuais de precipitação utilizados neste estudo.



Ano		PRECIPITAÇÃO (mm)		DIAS DE CHUVA
		Maxima Dia	Total Anual	
1	1975	82,00	1.868,00	137
2	1976	72,10	1.731,00	126
3	1977	122,60	1.732,30	132
4	1978	68,60	1.183,10	110
5	1979	86,70	1.261,90	94
6	1980	69,10	1.125,60	92
7	1981	73,30	1.388,10	121
8	1982	84,10	1.738,30	137
9	1983	112,30	2.613,90	161
10	1984	75,80	1.865,20	140
11	1985	67,50	1.306,60	108
12	1986	-	-	-
13	1987	-	-	-
14	1988	76,60	896,00	65
15	1989	58,10	946,20	88
16	1990	-	-	-
17	1991	-	-	-
18	1992	135,40	2.736,40	159
19	1993	63,30	1.999,40	147
20	1994	141,00	2.390,30	136
21	1995	77,90	1.555,20	120
22	1996	113,00	2.146,80	144
23	1997	91,60	2.548,50	129
24	1998	92,40	2.764,00	151
25	1999	82,80	1.491,20	120
26	2000	113,00	1.916,30	136
27	2001	79,00	407,70	32
28	2002	71,00	1.934,50	147
29	2003	68,20	1.648,60	116
30	2004	72,10	1.357,20	126
31	2005	87,10	1.904,10	115
32	2006	89,10	1.520,40	122
33	2007	85,80	2.026,40	134
34	2008	99,10	1.496,30	117
35	2009	76,40	1.808,80	142
36	2010	85,90	917,90	68
37	2011	117,20	2.063,50	144
38	2012	62,00	1.448,00	128
39	2013	87,40	1.935,20	143
40	2014	138,50	2.232,50	142
41	2015	137,10	1.359,10	86
MÉDIAS		80,86	1.543,04	110

Tabela 6 – Alturas pluviométricas

4.5 Determinação de curvas de intensidade – duração – frequência

Com base na série histórica de dados pluviométricos foram determinadas as máximas intensidades pluviométricas em 24 horas de precipitação e, por meios estatísticos, ajustou-se a curva representativa das precipitações máximas, utilizando o método dos mínimos quadrados e de “Gumbel”.



A relação obtida por “Gumbel” supõe que existam infinitos elementos. Na prática, levou-se em consideração o número real de anos de observações utilizando-se a equação abaixo proposta por Ven Te Chow:

$$H = X + K.S$$

Onde:

- H = altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- X = altura pluviométrica média;
- S = desvio padrão da série anual;
- K = fator de frequência que depende do número de amostras e do período de recorrência (tabela 1.1 da IS 06 DEINFRA).

Para a estação meteorológica de Chapecó/SC tem-se:

- X = 97,63 mm;
- S = 29,14mm;
- n (número de observações) = 37;

$$H = 95,63 + K.29,14$$

Da tabela 1.1 da IS 06 para n = 37 e os diversos tempos de recorrência, obtêm-se K para aplicação na equação de Ven Te Chow, conforme resultados de precipitação máxima diária apresentados na Tabela 7.

Tempo de recorrência (anos)	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 25	TR 50	TR 100
Fator de equivalência (K)	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
Precipitação Máx. Diária H (mm)	120,25	139,54	150,29	158,04	163,92	181,96	199,91

Tabela 7 - Altura pluviométrica esperada para o período de retorno desejado

Segundo Taborga, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora pode-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga conforme figura 1 da IS-06.

A estação indicada está situada na Zona D, sendo os fatores de conversão utilizados apresentados na Tabela 8.

Tempo de recorrência (anos)	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 25	TR 50	TR 100
1 DIA/24H	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095	1,095
1 H/24H	42,00%	41,60%	41,40%	41,25%	41,10%	40,70%	40,30%
0,1H/24H	11,20%	11,20%	11,20%	11,20%	11,20%	11,20%	10,00%

Tabela 8 - Fatores de Conversão para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h



A Tabela 9 apresenta as precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24h (1440min), 1,0h (60min) e 0,1h (6min). A precipitação máxima em 24 h é obtida pelo produto da precipitação máxima diária e o fator de conversão para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes. As demais são obtidas pelo produto da precipitação máxima em 24h e os fatores de conversão apresentados para cada tempo de duração e período de recorrência correspondentes.

Tempo de recorrência (anos)	TR 5	TR 10	TR 15	TR 20	TR 25	TR 50	TR 100
1 DIA/24H	14,7	17,1	18,4	19,4	20,1	22,3	21,9
1 H/24H	55,3	63,6	68,1	71,4	73,8	81,1	88,2
0,1H/24H	131,7	152,8	164,6	173,1	179,5	199,2	218,9

Tabela 9 - Precipitações máximas esperadas em função do período de recorrência

A partir dos dados da Tabela 9 definiram-se as equações que regem a altura pluviométrica em função do tempo de duração para os intervalos de 0,1h a 1,0h e 1,0h a 24h conforme ilustram a Figura 35 e a Figura 36.

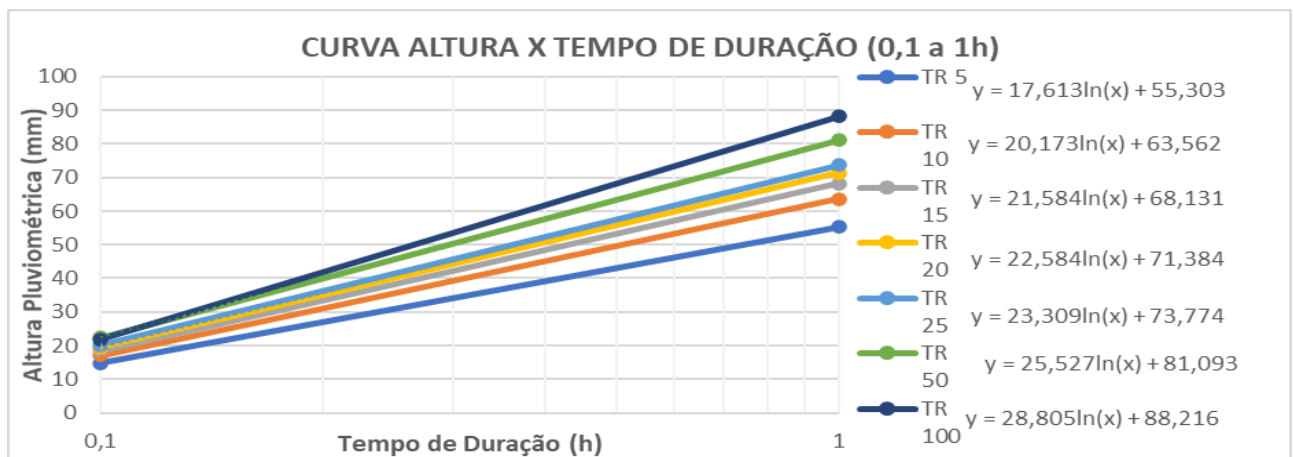


Figura 35 – Altura pluviométrica para duração de chuva entre 0,1 e 1h

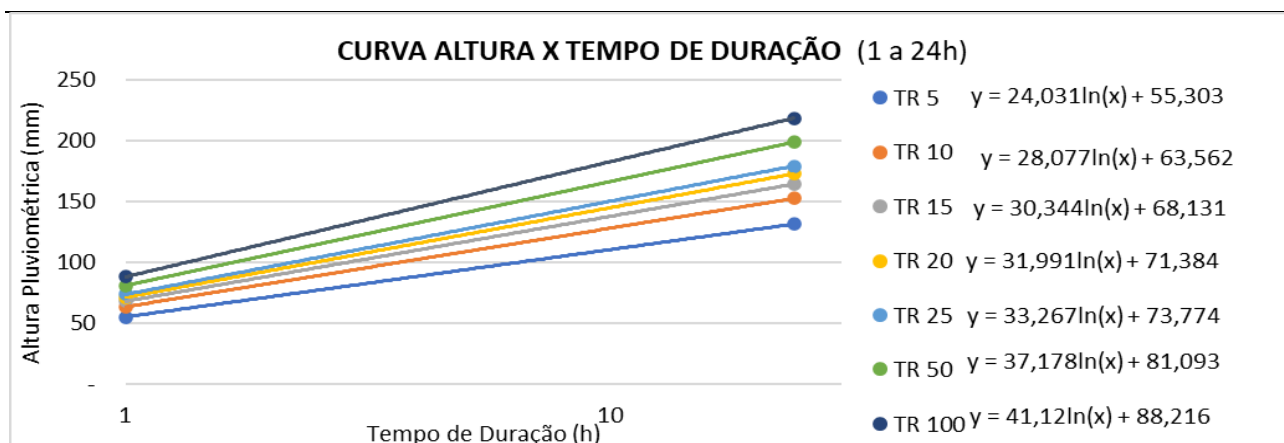


Figura 36 – Altura pluviométrica para duração de chuva entre 1h e 24h

Com as equações apresentadas na Figura 35 e a Figura 36 determinou-se as alturas pluviométricas e intensidades de chuva para os diversos tempos de duração e períodos de recorrência conforme apresentados na Tabela 10 e na Tabela 11.

Tempo de duração		TR 5		TR 10		TR 15		TR 20	
min	h	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)
6	0,1	14,948	149,476	17,112	171,120	18,432	184,320	19,382	193,824
10	0,17	23,945	143,668	27,417	164,501	29,458	176,746	30,919	185,513
12	0,2	27,156	135,780	31,095	155,474	33,393	166,964	35,036	175,182
18	0,3	34,297	114,325	39,274	130,914	42,144	140,482	44,193	147,312
24	0,4	39,364	98,411	45,078	112,694	48,354	120,884	50,690	126,726
30	0,5	43,295	86,589	49,579	99,158	53,170	106,340	55,730	111,460
36	0,6	46,506	77,510	53,257	88,762	57,105	95,176	59,848	99,746
42	0,7	49,221	70,316	56,367	80,524	60,433	86,332	63,329	90,470
48	0,8	51,573	64,466	59,061	73,826	63,315	79,143	66,345	82,931
54	0,9	53,647	59,608	61,437	68,263	65,857	73,174	69,005	76,672
60	1	55,503	55,503	63,562	63,562	68,131	68,131	71,384	71,384
120	2	72,159	36,080	83,023	41,512	89,230	44,615	93,558	46,779
180	3	81,903	27,301	94,408	31,469	101,573	33,858	106,529	35,510
240	4	88,816	22,204	102,485	25,621	110,330	27,582	115,732	28,933
300	5	94,178	18,836	108,750	21,750	117,122	23,424	122,870	24,574
360	6	98,559	16,426	113,869	18,978	122,672	20,445	128,702	21,450
420	7	102,263	14,609	118,197	16,885	127,365	18,195	133,634	19,091
480	8	105,472	13,184	121,946	15,243	131,429	16,429	137,905	17,238
540	9	108,302	12,034	125,253	13,917	135,015	15,002	141,673	15,741
600	10	110,834	11,083	128,212	12,821	138,222	13,822	145,044	14,504
660	11	113,124	10,284	130,888	11,899	141,123	12,829	148,093	13,463
720	12	115,215	9,601	133,331	11,111	143,772	11,981	150,876	12,573
780	13	117,139	9,011	135,578	10,429	146,208	11,247	153,437	11,803
840	14	118,920	8,494	137,659	9,833	148,464	10,605	155,807	11,129
900	15	120,577	8,038	139,596	9,306	150,564	10,038	158,015	10,534
960	16	122,128	7,633	141,408	8,838	152,529	9,533	160,079	10,005



Tempo de duração		TR 5		TR 10		TR 15		TR 20	
1020	17	123,585	7,270	143,110	8,418	154,374	9,081	162,018	9,530
1080	18	124,959	6,942	144,715	8,040	156,114	8,673	163,847	9,103
1140	19	126,258	6,645	146,233	7,696	157,760	8,303	165,577	8,715
1200	20	127,490	6,375	147,673	7,384	159,321	7,966	167,217	8,361
1260	21	128,663	6,127	149,043	7,097	160,806	7,657	168,778	8,037
1320	22	129,781	5,899	150,349	6,834	162,222	7,374	170,266	7,739
1380	23	130,849	5,689	151,597	6,591	163,575	7,112	171,688	7,465
1440	24	131,872	5,495	152,792	6,366	164,871	6,870	173,050	7,210

Tabela 10 - Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para TR 5, TR 10, TR 15 e TR 20

Tempo de duração		TR 25		TR 50		TR 100	
min	h	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)	h(mm)	i(mm/h)
6	0,1	20,103	201,030	22,315	223,149	21,890	218,900
10	0,17	32,010	192,059	35,355	212,129	36,604	219,626
12	0,2	36,260	181,298	40,009	200,044	41,856	209,281
18	0,3	45,711	152,369	50,359	167,864	53,536	178,452
24	0,4	52,416	131,040	57,703	144,257	61,822	154,556
30	0,5	57,617	115,235	63,399	126,798	68,250	136,500
36	0,6	61,867	103,112	68,053	113,422	73,502	122,503
42	0,7	65,460	93,515	71,988	102,840	77,942	111,346
48	0,8	68,573	85,716	75,397	94,246	81,788	102,235
54	0,9	71,318	79,242	78,403	87,115	85,181	94,646
60	1	73,774	73,774	81,093	81,093	88,216	88,216
120	2	96,833	48,416	106,863	53,431	116,718	58,359
180	3	110,322	36,774	121,937	40,646	133,391	44,464
240	4	119,892	29,973	132,633	33,158	145,220	36,305
300	5	127,315	25,463	140,929	28,186	154,396	30,879
360	6	133,380	22,230	147,707	24,618	161,893	26,982
420	7	138,509	19,787	153,438	21,920	168,232	24,033
480	8	142,951	17,869	158,402	19,800	173,723	21,715
540	9	146,869	16,319	162,781	18,087	178,566	19,841
600	10	150,374	15,037	166,699	16,670	182,898	18,290
660	11	153,545	13,959	170,242	15,477	186,817	16,983
720	12	156,439	13,037	173,477	14,456	190,395	15,866
780	13	159,102	12,239	176,453	13,573	193,687	14,899
840	14	161,568	11,541	179,208	12,801	196,734	14,052
900	15	163,863	10,924	181,773	12,118	199,571	13,305
960	16	166,010	10,376	184,172	11,511	202,225	12,639
1020	17	168,027	9,884	186,426	10,966	204,718	12,042
1080	18	169,928	9,440	188,551	10,475	207,068	11,504
1140	19	171,727	9,038	190,561	10,030	209,291	11,015
1200	20	173,433	8,672	192,468	9,623	211,401	10,570
1260	21	175,056	8,336	194,282	9,252	213,407	10,162



Tempo de duração		TR 25		TR 50		TR 100	
1320	22	176,604	8,027	196,012	8,910	215,320	9,787
1380	23	178,082	7,743	197,664	8,594	217,148	9,441
1440	24	179,498	7,479	199,247	8,302	218,898	9,121

Tabela 11 - Alturas (h) e intensidades (I) pluviométricas para TR 25, TR 50 e TR 100

A curva de intensidade-duração-frequência é resultante dos dados que a Tabela 10 e a Tabela 11. A Figura 37 apresenta as curvas para os diversos períodos de retorno.

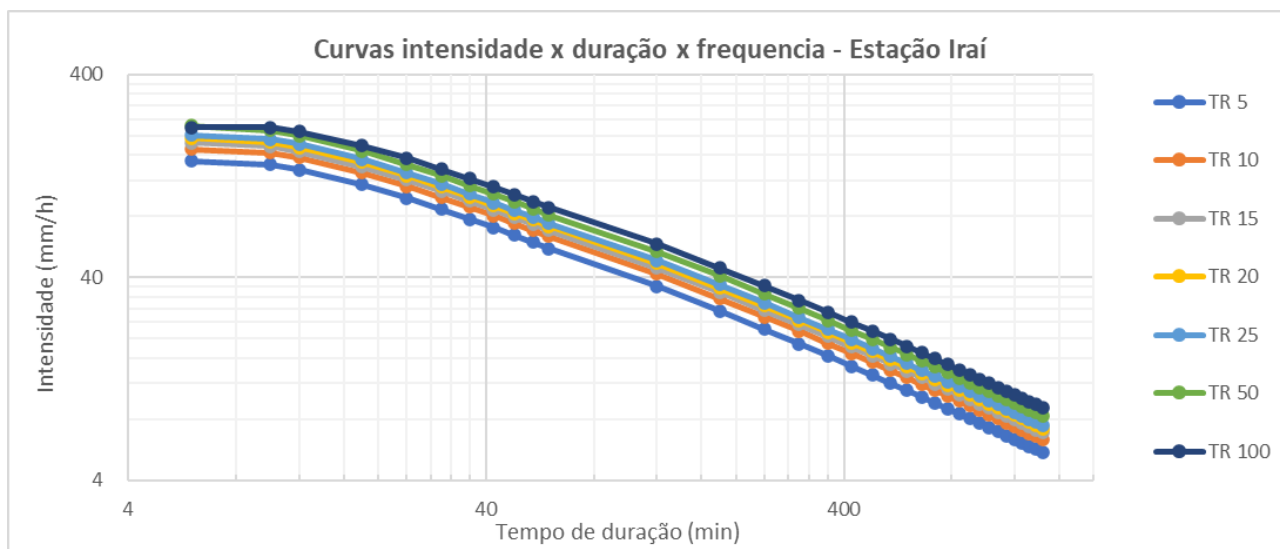


Figura 37 – Curva intensidade-duração-frequência – Estação Iraí

4.6 Cálculo da equação geral de chuvas intensas

Obtidas as curvas de intensidade e precipitação pode-se calcular a forma geral da equação de chuvas intensas, que relaciona os três aspectos intensidade-duração-frequência.

A intensidade da precipitação de projeto é obtida a partir da equação para cada período de retorno escolhido e da duração da chuva, que dependendo do caso, equivale ao tempo de concentração da bacia.

A equação geral é estabelecida a partir da análise de frequência de chuvas intensas registradas para uma amostra histórica suficientemente longa.

A equação geral é representada da seguinte forma:

$$i = \frac{K \cdot T^m}{(t + b)^n}$$

Onde:

- i = intensidade média máxima de chuva, em mm/h;
- T = período de retorno, em anos;



- t = duração da chuva (tempo de concentração da bacia), em minutos;
- K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para o local analisado.

Para se obter os parâmetros da equação de chuvas intensas utilizou-se o seguinte procedimento:

- Análise dos pluviogramas diários, identificando as intensidades para diversas durações e para cada chuva. O intervalo de tempo mínimo, ou duração mínima, foi de 6 minutos. As intensidades de precipitação foram obtidas para durações de 6, 10, 12, 18, 24, 30 e 60 minutos e para as durações de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas;
- Ajustamento por regressão linear entre intensidade, duração e frequência;

Para atender todas as exigências utilizamos tempo de recorrência (TR) de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos, para criar um procedimento único de elaboração do estudo hidrológico. Ajustando o erro padrão, apresentado na abaixo, entende-se que o R^2 seja de no mínimo 95% (valor admissível).

$$Ep = \sqrt{\frac{\sum (Io - Ie)^2}{n}}$$

Onde:

- Ep = erro padrão (mm);
- Io = intensidade observada;
- Ie = intensidade estimada pela equação;
- n = número de intervalos considerados;

Portanto, para este projeto, tem-se a seguinte equação:

$$i = \frac{1672,40 \cdot T^{0,1398}}{(t + 16,955)^{0,8135}}$$

Parâmetros:

- $K = 1.672,391$
- $M = 0,140$
- $B = 16,955$
- $N = 0,813$

A proporção de variância (R^2) para a equação gerada ajustada é de 99,59%.



Os resultados são expressos em mm/h, com o Período de Retorno (T) indicado em anos e a duração da chuva (t) em minutos.

A Figura 38 apresenta as curvas de intensidade-duração-frequência para os diversos períodos de retorno (T) obtidos com a equação apresentada acima.

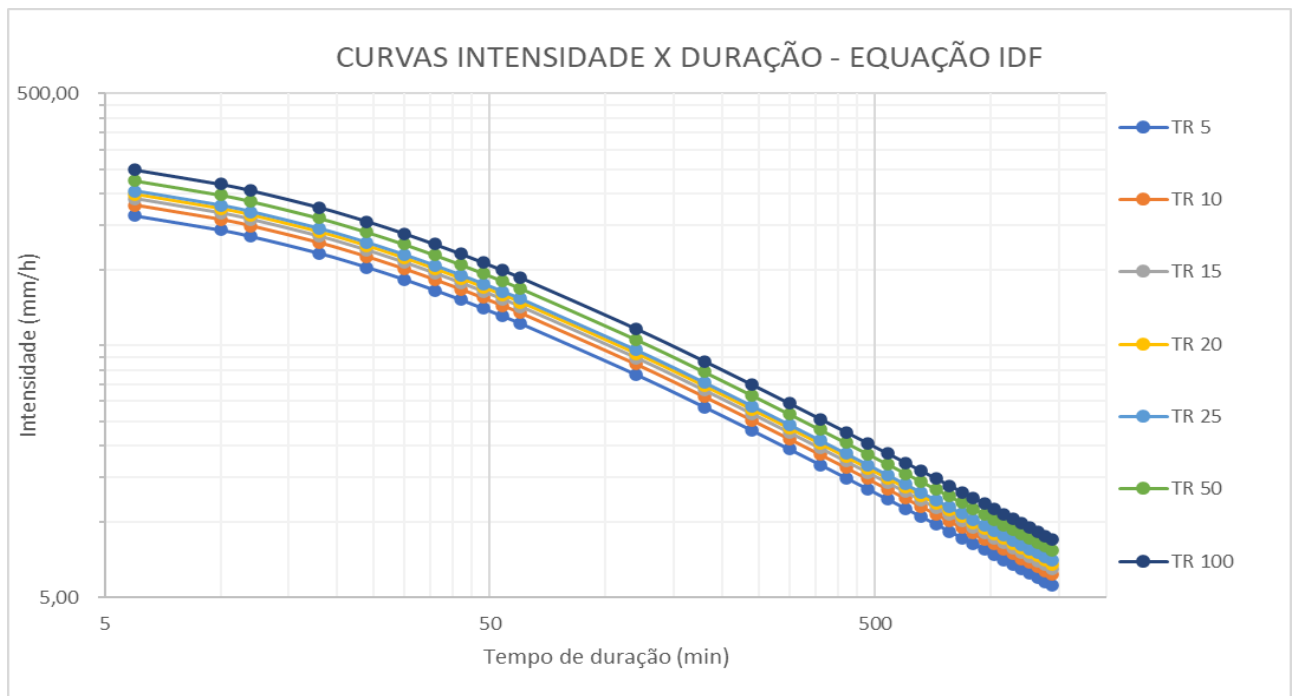


Figura 38 – Curva intensidade-duração-frequência – Equação IDF

4.7 Período de retorno (T)

De acordo com a IS 06 – DEINFRA, devemos adotar os seguintes períodos de retorno:

- Obras de drenagem superficial: 10 anos;
- Bueiros: 25 anos;
- Pontes: 100 anos;

4.8 Tempo de concentração

O tempo de concentração das bacias deverá ser avaliado por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e que considerem:

- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Área da bacia;
- Recobrimento vegetal;
- Uso da terra;
- Outros.



Para o dimensionamento das redes consideradas como urbanas (superficiais) será utilizado tempo de concentração de 10 minutos, seguindo os conceitos presentes na literatura técnica, isto para primeiro bueiro da rede. Para os demais bueiros subsequentes deve ser acrescentado o tempo de percurso dentro da tubulação. No caso de estrutura que receba mais de uma tubulação, dever ser utilizado o maior valor dentre estes.

Para os bueiros de fundo de vale, foi utilizada a fórmula apresentada abaixo, apresentada na IS 06.

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

Onde:

- t_c = tempo de concentração, em minutos;
- L = comprimento do talvegue principal, em metros;
- H = desnível do talvegue principal, em metros;

4.9 Cálculo de vazão pelo método racional

Como as áreas das bacias de contribuição são inferiores a 10Km² o cálculo da vazão será realizado pelo método racional, que se baseia nas seguintes hipóteses:

A chuva utilizada para o cálculo é uniforme em toda bacia;

A relação entre a intensidade da chuva e o coeficiente de escoamento é constante para uma determinada bacia;

A vazão máxima é produzida no tempo de concentração;

O tempo de concentração é o tempo de escoamento do ponto mais distante da bacia;

As áreas das bacias foram determinadas através da restituição topográfica combinada com imagens de satélite e o modelo digital de terreno fornecido pelo Google Earth® nas áreas localizadas além da restituição.

O cálculo das vazões de contribuição é realizado através da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

onde:

- A = Área da bacia contribuinte (em ha);
- i = intensidade da chuva crítica (em mm/h);
- C = Coeficiente de escoamento superficial;



- Q_{max} = Vazão da bacia contribuinte (em m^3 / s).

4.9.1 Coeficiente de escoamento

Na determinação do coeficiente de escoamento superficial deve-se levar em consideração todos os fatores que influenciam na ocupação do solo, procurando caracterizar de forma adequada a real ocupação do mesmo de modo a que o projeto reflita a realidade da ocupação e as características do terreno local.

O coeficiente de escoamento superficial deve seguir o prescrito na Tabela 12, adaptado da tabela 2.2 da IS 06 do DEINFRA/SC.

Características	C (%)
Prados gramados	10 a 40
Áreas florestais	10 a 30
Campos cultivados	20 a 40
Áreas comerciais, zonas de centro de cidade	70 a 95
Zonas em inclinação moderadas com aproximadamente 50% de área impermeável	60 a 70
Zonas planas com aproximadamente 60% de área impermeável	50 a 60
Zonas planas com aproximadamente 30% de área impermeável	35 a 45

Tabela 12 – Coeficiente de escoamento superficial

Para o projeto, no trecho da travessia urbana, foi determinado o coeficiente de escoamento 60%, relativo a Zonas em inclinação moderadas com aproximadamente 50% de área impermeável.

Para o trecho rural foi determinado o coeficiente de escoamento 40%, relativo campos cultivados.

4.9.2 Bacias de contribuição

As bacias de contribuição foram obtidas em função do posicionamento dos dispositivos de coleta e da topografia do local, onde foram identificados os espigões e os locais de escoamento superficial natural.

4.10 Cálculo das Vazões

Para o cálculo das vazões será utilizado o método racional, o qual é amplamente utilizado na determinação das vazões máximas para bacias pequenas, sendo a expressão a seguir especificada, a utilizada para a obtenção das vazões de dimensionamento para cada canal.

$$QD = \frac{C \times i \times A}{3,6}$$

onde:



-
- A = Área da bacia contribuinte (em ha);
 - i = intensidade da chuva crítica (em litros / s / ha);
 - C = Coeficiente de escoamento superficial;
 - QD = Vazão da bacia contribuinte (em litros / s).

O tempo de duração da chuva crítica deve ser tomado como sendo igual ao tempo de concentração na seção para o qual está sendo calculada a vazão (ou deflúvio).

O cálculo das vazões está apresentado no capítulo relativo ao projeto de drenagem e OAC, item 9.



5 ESTUDO DE TRÁFEGO

5.1 *Considerações gerais*

O estudo de tráfego tem por finalidade caracterizar a área, determinar o volume de tráfego atual e futuro e a composição do tráfego, determinados a partir dos dados das pesquisas de campo e dados secundários.

5.2 *Tráfego estimado*

O tráfego estimado para o trecho em estudo está apresentado a seguir, totalizando 458 veículos por dia.



ACESSO SALTO SAUDADES

ORIGEM	DESTINO	Passeio + utilitário	Moto	Onibus			Caminhão			Semi-reboque					Reboque				Total		
				2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3S2C4	3S2S2	3C2	3C3		3C4	
SC 482	Salto Saudades	180	30	4	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229
Salto Saudades	SC 482	180	30	4	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229
Total		360	60	8	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458
Percentual		78,60%	13,10%	1,75%	0,00%	0,00%	2,18%	2,18%	2,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
		91,70%		1,75%			6,55%														



5.3 Tráfego futuro

5.3.1 Taxas de crescimento de tráfego

Para determinação do tráfego futuro é necessária a aplicação das taxas de crescimento de tráfego sobre o tráfego atual corrigido, apresentado no item 5.2.

Foi adotada taxa de crescimento de 3% ao ano, recomendada pelo DNIT quando da ausência de dados.

5.3.2 Tráfego futuro

O tráfego futuro está apresentado em sequência, onde foram aplicadas as taxas de crescimento apresentadas no item 5.3.1 sobre os volumes apresentados no item 5.3.1.

Como ano de abertura foi considerado 2024, resultando em 553 veículos para o 10º ano (2034) e 660 veículos para o 20º ano (2044).



ACESSO SALTO SAUDADES

Ano		Passeio + utilitário	Moto	Onibus			Caminhão			Semi-reboque					Reboque				Total	
				2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3S2C4	3S2S2	3C2	3C3		3C4
				Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa	Taxa		Taxa
2023	Atual	360	60	8	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458
2024	Abertura	365	61	8	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	466
2025	1	371	62	8	0	0	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	474
2026	2	376	63	8	0	0	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	482
2027	3	382	64	9	0	0	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	490
2028	4	388	65	9	0	0	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	498
2029	5	394	66	9	0	0	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	507
2030	6	400	67	9	0	0	14	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	516
2031	7	406	68	9	0	0	14	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	525
2032	8	412	69	9	0	0	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	534
2033	9	418	70	10	0	0	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	543
2034	10	424	71	10	0	0	16	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	553
2035	11	430	72	10	0	0	17	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	562
2036	12	437	73	10	0	0	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	572
2037	13	443	74	10	0	0	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	582
2038	14	450	75	10	0	0	19	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	593
2039	15	457	76	11	0	0	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	603
2040	16	464	77	11	0	0	21	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	614
2041	17	471	78	11	0	0	22	22	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	625
2042	18	478	80	11	0	0	23	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	637
2043	19	485	81	11	0	0	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	648
2044	20	492	82	12	0	0	25	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	660
Percentual		75%	12%	1,76%	0,00%	0,00%	3,74%	3,74%	3,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%



5.3.3 Cálculo do número N para dimensionamento do pavimento

O cálculo do número N é baseado no tráfego obtido anteriormente e o carregamentos dos veículos que trafegam pela via.

O número N representa a repetição do eixo padrão de 8,2t ao longo da vida útil determinada para o pavimento.

A determinação do número N é obtida a partir da expressão:

$$N = 365 \cdot Fr \cdot Fp \cdot \sum (Fi \cdot Vi)$$

Onde:

- Fr: Fator Climático Regional;
- Fp: Fator de Pista;
- Vi: Número de Veículos da Categoria "i";
- Fvi: Fator de equivalência de veículo da categoria "i".

Assim temos:

- Fr: 01 (sugerido pelo manual do DNIT);
- Fp: 0,5 (pista simples);

5.3.4 Carregamento

O percentual de veículos carregados que circulam pelo segmento foi determinado através dos dados disponíveis na pesquisa de origem – destino do PNCT, que apresentou os resultados presentes na Figura 39. O percentual de veículos carregados é de 58,17%.

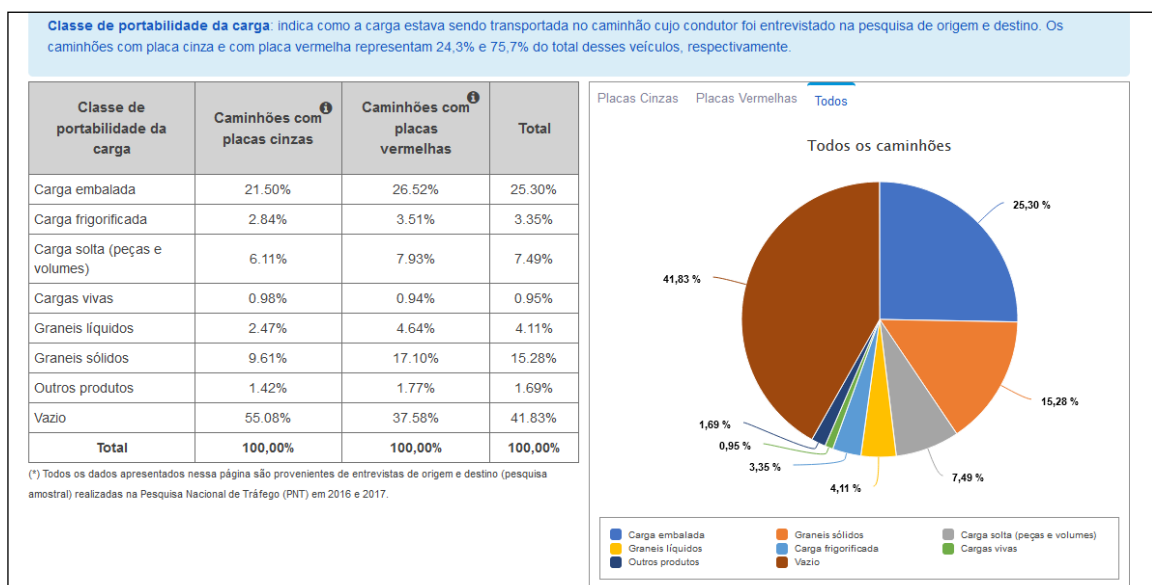


Figura 39 – Carregamento dos veículos comerciais PNCT
 Fonte: <http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>



5.3.5 Fatores de Veículos

O cálculo dos fatores de equivalência de carga foi realizado conforme fórmulas apresentadas na Figura 40.

FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO USACE		
Tipo de Eixo	Faixa de Cargas (TON)	Equações (P* em TON)
Dianteiro Simples e Traseiro Simples	0 a 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,832 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem Duplo	0 a 11	$FC = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem Triplo	0 a 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$
FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO (DNER-PRO 159/85)		
Tipo de Eixo	Equações (P* em TON)	
Simples de Rodagem Simples	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$	
Simples de Rodagem Dupla	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$	
Tandem Duplo (Rodagem Dupla)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$	
Tandem Triplo (Rodagem Dupla)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$	

*P = Peso Bruto Total Sobre o Eixo

Figura 40 – Fatores de equivalência de carga por eixo – Fórmulas

Os Fatores de Veículos foram calculados utilizando as cargas máximas para cada eixo conforme Manual de Estudo de Tráfego, DNIT / 2006.

Os fatores de veículos seguem apresentados na sequência, sendo utilizados somente o Método USACE, compatível com o Método de Projeto de Pavimento Flexível do DNIT.



5.3.6 Número N

Com as informações relativas ao tráfego, ao carregamento e os fatores de equivalência de veículos foi determinado o número N, conforme a equação apresentada no item 5.3.3.

Para o 10º ano (2034) N corresponde a **$2,50 \times 10^5$** repetições e para o 20º ano **$5,94 \times 10^5$** repetições, conforme a planilha apresentada a seguir.



ACESSO SALTO SAUDADES																		
		Onibus			Caminhão			Semi-reboque					Reboque					
		2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3S2C4	3S2S2	3C2	3C3	3C4	
Vazio	Fvi	0,0216	0,0599	0,0470	0,0216	0,0599	0,0470	0,0216	0,0216	0,0216	0,0599	0,0599	0,0599	0,0599	0,0599	0,0599	0,0599	
	%	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	41,83	
Carregado	Fvi	3,5674	2,6927	7,5816	3,5674	2,6927	7,5816	3,5674	3,5674	3,5674	2,6927	2,6927	2,6927	2,6927	2,6927	2,6927	2,6927	
	%	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	58,17	
Ponderado		2,0842	1,5914	4,4299	2,0842	1,5914	4,4299	2,0842	2,0842	2,0842	1,5914	1,5914	1,5914	1,5914	1,5914	1,5914	1,5914	

Ano	365*Fr*Fp	Onibus			Caminhão			Semi-reboque					Reboque						FVi*Vi	N	
		2C	3C	4C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3S2C4	3S2S2	3C2	3C3	3C4	Annual		Acumulado	
																			FVi*Vi		
2023	183	17	0	0	21	16	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	17.835,40		
2024	183	17	0	0	22	17	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	18.541,04	1,85E+04	
2025	183	17	0	0	23	17	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	19.276,31	3,78E+04	
2026	183	18	0	0	24	18	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	20.042,47	5,79E+04	
2027	183	18	0	0	25	19	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	20.840,88	7,87E+04	
2028	183	18	0	0	26	20	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	21.672,91	1,00E+05	
2029	183	19	0	0	27	21	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	22.540,02	1,23E+05	
2030	183	19	0	0	28	22	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	23.443,72	1,46E+05	
2031	183	19	0	0	29	22	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	24.385,61	1,71E+05	
2032	183	20	0	0	31	23	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	25.367,32	1,96E+05	
2033	183	20	0	0	32	24	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	26.390,59	2,23E+05	
2034	183	20	0	0	33	26	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	27.457,21	2,50E+05	
2035	183	21	0	0	35	27	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	28.569,06	2,79E+05	
2036	183	21	0	0	36	28	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	29.728,09	3,08E+05	
2037	183	21	0	0	38	29	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	30.936,36	3,39E+05	
2038	183	22	0	0	40	30	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	32.196,00	3,71E+05	
2039	183	22	0	0	42	32	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184	33.509,23	4,05E+05	
2040	183	23	0	0	43	33	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191	34.878,39	4,40E+05	
2041	183	23	0	0	45	35	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	36.305,89	4,76E+05	
2042	183	23	0	0	47	36	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207	37.794,27	5,14E+05	
2043	183	24	0	0	49	38	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	216	39.346,18	5,53E+05	
2044	183	24	0	0	51	39	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	40.964,38	5,94E+05	

Fp 0,5
Fr 1
$$N = 365 \cdot Fr \cdot Fp \cdot \sum (Fi \cdot Vi)$$

Ano	Resumo	Leves	Coletivos	Cargas	Total	Por sentido	N acumulado
2023	Atual	420	8	30	458	229	1,78E+04
2024	Abertura	426	8	31	466	233	1,85E+04
2034	10º ano	495	10	48	553	276	2,50E+05
2044	Final Pavimento	574	12	74	660	330	5,94E+05
	Composição	89,52%	1,76%	8,72%	100,00%		



6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

6.1 Considerações gerais

Os Estudos Geotécnicos foram desenvolvidos com a finalidade de proporcionar a identificação e o conhecimento das propriedades dos materiais do subleito, permitindo uma avaliação qualitativa e quantitativa dos materiais naturais ocorrentes na região para subsidiar os Projetos de Terraplenagem e Pavimentação. Os Estudos Geotécnicos enfocam, em especial, a qualificação dos materiais para o emprego na terraplenagem da via projetada, bem como nas camadas do pavimento.

6.2 Prospecção do Subleito

A prospecção do subleito, foi realizada através da execução de sondagens à trado, que tem a finalidade básica de fornecer condições de se verificar o índice de suporte das camadas (CBR) que comporão o subleito a fim de se dimensionar as camadas do pavimento através dos procedimentos convencionais.

A caracterização do subleito para a pavimentação foi realizada mediante a execução dos ensaios pertinentes aos serviços de terraplenagem e caracterização do solo.

As coletas foram realizadas com profundidade entre 0 e 80cm.

A localização aproximada das coletas está apresentada nas plantas do projeto geométrico e do projeto de pavimentação.

6.3 Instruções normativas

Os serviços foram realizados conforme especificado no Manual de Pavimentação do DNIT e na NORMA DNIT 137/2010- ES Pavimentação – Regularização do subleito - Especificação de serviço. As instruções normativas pertinentes a estes serviços são:

- Expansão – Norma DNIT 160/2012 – ME – Solos – Determinação da Expansibilidade – Método de Ensaio;
- Granulometria (% de pedregulho, areia grossa, areia fina e peneira #200) - DNER-ME 080: Solos - Análise granulométrica por peneiramento – Método de ensaio;
- Limite de liquidez - DNER-ME 122: Solos – Determinação do limite de liquidez – Método de referência e método expedito – Método de ensaio;
- Limite de plasticidade - DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio;
- Índice de Grupo - DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio;



-
- Índice de Plasticidade máximo - DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio;
 - Classificação AASHTO/TRB - Manual de Pavimentação do DNIT;
 - ISC (índice de Suporte Califórnia) – DNIT 160/2012 – ME – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de Ensaio;
 - Ensaio de Compactação– DNIT 164/2013 – ME – Solos – Compactação utilizando amostras trabalhadas – Método de Ensaio;

As coletas dos materiais são do tipo deformadas.

6.4 Resultados

Em sequência está apresentado o resumo dos resultados dos ensaios realizados.

Obra:
Trecho:
Data:

PM QUILOMBO/SC
EMQ- ACESSO SALTO SAUDADES
outubro-23



QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

Identificação				Classificação granulométrica (%)				Limites (%)				Classificação		Compactação			
Amostra	Km	Lado	Material	Pedregulho	Areia Grossa	Areia Fina	Pass. Nº 200	LL	LP	IP	IG	HRB	Material	Massa Esp. Ap. Seca (Kg/m³)	Umidade ótima (%)	Expansão (%)	ISC (%)
1	0+51,00	Direito	SILTE COM PEDREGULHOS	56,98	8,06	10,03	24,93	-	NP	-	-	A1b	Granular	1,576	25,7	1,26	10,2
2	0+320,00	Direito	ARGILA C/ PEDREGULHOS	39,27	5,18	7,87	47,67	41,80	19,93	21,87	6,53	A7 - 6	Siltoso	1,53	28	0,82	9,1
3	0+585,90	Direito	MATERIAL GRANULAR	60,90	7,37	7,04	24,69	-	NP	-	-	A1b	Granular	1,837	16,6	0,90	19,4
4	0+813,80	Direito	ARGILA MARROM C/ PEDREGULHOS	23,36	5,67	26,53	44,44	43,40	27,79	15,61	3,70	A7 - 6	Granular	1,545	29	0,54	12,1
5	1+019,90	Direito	ARGILA VERMELHO	1,59	0,70	1,55	96,16	49,70	32,72	16,98	12,73	A7 - 5	Argiloso	1,304	33,5	0,71	8,0
6	1+280,50	Esquerdo	ARGILA MARROM C/ PEDREGULHOS	19,02	7,08	14,37	59,52	55,20	33,36	21,84	11,50	A7 - 5	Siltoso	1,466	30,8	0,59	8,5
7	1+523,70	Direito	ARGILA C/ PEDREGULHOS	12,00	2,78	3,31	81,90	52,10	31,57	20,53	14,63	A7 - 5	Argiloso	1,453	27,8	0,78	11,9
8	1+765,80	Esquerdo	ARGILA MARROM	2,01	3,97	4,30	89,72	52,70	31,69	21,01	14,94	A7 - 5	Argiloso	1,488	33,5	0,89	7,1
9	1+996,60	Esquerdo	SILTE CINZA C/ PEDREGULHOS	48,00	3,92	4,61	43,48	50,10	31,62	18,48	4,54	A7 - 5	Siltoso	1,495	27,2	0,60	9,9
10	2+235,80	Direito	ARGILA MARROM GRANULAR	21,31	5,39	3,29	70,01	50,50	30,75	19,75	12,74	A7 - 5	Argiloso	1,496	30,7	0,61	10,1
11	2+456,00	Esquerdo	SILTE GRANULAR	44,35	6,83	7,31	41,52	48,40	28,91	19,49	4,09	A7 - 6	Granular	1,531	27	0,61	9,1
12	2+712,30	Direito	ARGILA C/ PEDREGULHO	30,92	1,23	4,92	62,93	54,00	28,61	25,39	13,70	A7 - 6	Argiloso	1,590	28,2	0,48	14,5
13	2+921,50	Esquerdo	SILTE GRANULAR	38,37	7,91	21,05	32,68	45,10	28,64	16,46	1,14	A2 - 7	Granular	1,540	26,5	0,34	10,7
14	3+172,80	Esquerdo	SILTE GRANULAR	65,15	4,31	6,20	24,34	38,70	26,71	11,99	0,19	A2 - 6	Granular	1,775	21,8	0,38	12,9
15	3+427,30	Direito	SILTE C/ ARGILA GRANULAR	20,13	12,29	15,24	52,34	51,20	27,49	23,71	9,56	A7 - 6	Siltoso	1,494	29,2	0,43	12,6
16	3+692,40	Esquerdo	ARGILA VERMELHO	1,78	10,06	14,47	73,69	48,50	30,43	18,07	12,61	A7 - 5	Argiloso	1,463	30,3	0,75	9,1
17	3+857,60	Direito	SILTE ARGILOSO GRANULAR	62,79	8,11	6,21	22,90	33,40	22,00	11,40	0,11	A2 - 6	Granular	1,705	22,5	0,43	10,16
18	4+109,20	Esquerdo	ARGILA MARROM	0,90	6,68	3,42	89,00	47,00	22,00	25,00	15,40	A7 - 6	Argiloso	1,477	32,4	0,11	13,1
19	4+317,30	Esquerdo	ARGILA VERMELHO C/ SILTE	16,86	9,90	12,71	60,53	50,70	30,51	20,19	10,55	A7 - 5	Siltoso	1,430	35	0,65	8,8
20	4+574,30	Direito	ARGILA MARROM	33,44	4,59	6,88	55,09	47,90	32,45	15,45	6,99	A7 - 5	Siltoso	1,384	31,7	0,45	11,9
21	4+766,40	Esquerdo	SILTE CINZA GRANULAR	23,12	7,01	8,80	61,07	38,70	26,55	12,15	6,07	A6	Siltoso	1,617	23,8	0,45	14,5
Médias														1,533	28,2	0,61	11,127



7 PROJETO GEOMÉTRICO

7.1 *Considerações Gerais*

O projeto segue as disposições apresentadas pelo contratante no que se refere a aos elementos constituintes da seção.

7.2 *Larguras*

A rodovia projetada prevê duas faixas de rolamento com 3,50m de largura cada.

7.3 *Inclinação transversal*

A inclinação transversal para a pista de rolamento em tangente é de 2,00% em caimento simples para o lado esquerdo.

7.4 *Velocidade de projeto*

A velocidade de projeto adotada foi de 40 km/h.

7.5 *Projeto horizontal*

Para o projeto horizontal foi forma definidas curvas circulares e tangentes buscando adequar o projeto com a estrada existente.

A premissa adotada foi de utilizar raios iguais ou superiores a 80m, entretanto em locais específicos não foi possível manter esta regra, sendo adotados raios de 40m (1x), 50m (3x), 60m (2x) e 70m (1x), em um total de 88 curvas.

7.6 *Projeto vertical*

A inclinação longitudinal máxima do trecho é 13% e a inclinação longitudinal mínima é de 0,07%, mantendo características semelhantes a rodovia.



8 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

8.1 Considerações Gerais

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido tendo como base nos resultados obtidos no estudo topográfico e no estudo geotécnico, bem como nos elementos fornecidos pelo projeto geométrico.

8.2 Seções transversais tipo de terraplenagem

As seções de terraplenagem seguem o prescrito no projeto geométrico.

8.3 Taludes

Os taludes de cortes e aterros adotados foram os seguintes:

- Aterros em solo: 1,0 (V): 1,5 (H)
- Aterros em rocha: 1,0 (V) : 1,5 (H)
- Cortes em solo (1ª e 2ª categoria): 1,5 (V) : 1,0 (H)
- Cortes em rocha (3ª categoria): 1,0 (V) : 1,0 (H)

8.3.1 Alturas máximas

Os taludes de aterro foram projetados com altura máxima de 8m, e os de corte com altura máxima de 10m. Nos casos em que este valor foi ultrapassado, foram projetadas banquetas com largura de 3m e inclinação de 2,00% para o lado do talude.

8.4 Remoção de solos com baixa capacidade de suporte

Nas áreas com cobertura vegetal ou solos cultivados, ricos em matéria orgânica, deverá ser providenciada remoção da camada vegetal (desmatamento e limpeza) da superfície sendo prevista uma espessura de 20cm.

Caso haja a ocorrência de materiais com baixa capacidade de suporte em outros locais estes deverão ser removidos. Nos estudos geotécnicos não foram identificadas amostras com CBR inferior a 5%.

Nos locais onde o CBR é inferior ao ISC característico na camada final de terraplenagem, deverá ser feita a remoção numa camada de no mínimo 1,00m, sendo utilizado para reaterro material com CBR igual ou superior ao ISC característico, devendo para tanto registrar e comunicar a fiscalização.



Na Tabela 13 estão apresentados os locais onde é necessária a remoção de materiais inservíveis, elaborada com base nos resultados dos ensaios de caracterização de solos e, no projeto geométrico e no projeto de terraplenagem.

Amostra	Km			Extensão (m)	Profundidade (m)	Largura média (m)	Volume (m ³)
	Amostra	Inicial	Final				
5	1+019,90	0+916,85	1+150,20	233,35	1,00	4,00	933,40
6	1+280,50	1+150,20	1+402,10	251,90	1,00	4,00	1.007,60
8	1+765,80	1+644,75	1+881,20	236,45	1,00	4,00	945,80
19	4+317,30	4+213,25	4+445,80	232,55	1,00	4,00	930,20
	Volume Total						3.817,00

Tabela 13 - Quadro de substituição de materiais inservíveis

8.5 Determinação dos volumes e distribuição dos materiais

Os volumes de terraplenagem foram determinados por cubação através do método da soma das áreas, em processo totalmente informatizado. A classificação dos materiais a escavar foi realizada de forma expedita por meio de análises preliminares realizadas a partir dos estudos geotécnicos.

Na distribuição de volumes um coeficiente "volume escavado" - "volume compactado" de 1,3 para solos e materiais de primeira e de segunda categoria.

8.6 Serviços preliminares de terraplenagem

Os serviços preliminares compreendem as operações de desmatamento, destocamento e limpeza, nas áreas destinadas à implantação do corpo estradal, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como camada vegetal, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matações soltos e de pequeno porte.

8.7 Cortes

Na execução dos cortes em material de 1^a categoria o terreno natural deverá ser escavado até o greide de terraplenagem, devendo ser escarificada até a profundidade de 0,20m e, após corrigida a umidade, ser compactada até atingir a massa específica seca correspondente a 100% da energia do Proctor Normal.

Os volumes de escavação para a execução da terraplenagem estão apresentados nas seções de terraplenagem. Já estão incluídos os materiais provenientes dos denteamentos e rebaixo de subleito.

Os materiais com capacidade de expansão maior que 2% deverão ser usados nas camadas inferiores dos aterros.



8.8 Aterros

Está prevista a execução de aterros em solo, os quais deverão atender as Especificações construtivas.

Os aterros em solo foram considerados como compactação a 100% P.N. em todos os aterros, os denteamentos e os volumes oriundos de rebaixamento de subleito.

8.9 Áreas para bota-fora

Foram consideradas as áreas de bota fora, localizadas dentro da faixa de domínio da rodovia.

A autorização para uso do bota-fora é de responsabilidade da construtora, devendo ser aceito o seu uso pela fiscalização.

O material para bota fora se resume, em sua grande maioria, a limpeza da camada vegetal e de baixa capacidade e suporte.

8.10 Áreas para jazida de empréstimo

Foram consideradas as áreas de jazida, localizadas dentro da faixa de domínio da rodovia.

A autorização para uso do da jazida e a sua indenização são de responsabilidade da construtora, devendo ser aceito o seu uso pela fiscalização.

Os materiais utilizados devem ser seu uso aprovado pela fiscalização.

8.11 Medidas mitigadoras

8.11.1 Considerações Preliminares

Como as atividades de terraplenagem são as que causam o maior impacto no local das obras, as medidas mitigadoras seguem como complementação destas atividades.

As medidas mitigadoras compreendem atividades relacionadas a mitigação dos impactos ambientais ocasionados pela obra, bem como a proteção dos elementos da obra das ações causadoras de impacto, tais como erosão e assoreamento dos cursos d'água. Também estão incluídas as atividades relacionadas como medidas compensatórias durante os estudos ambientais, bem como a equipe para realização do monitoramento ambiental para cumprimento das ações previstas no licenciamento ambiental.

8.11.2 Escavação de valas provisórias para proteção ambiental

São valas provisórias com o objetivo de desviar pequenos cursos d'água superficiais para evitar o assoreamento desses e de talvegues naturais, por materiais advindos da terraplenagem,



bem como das áreas transitáveis por veículos e pedestres e mesmo para reduzir os efeitos erosivos das áreas trabalhadas.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

8.11.3 Estocagem e Proteção de Camada Vegetal (solo orgânico)

Os materiais orgânicos oriundos dos serviços de limpeza do terreno para a execução dos cortes, aterros e de outras atividades que envolvam a retirada de solo orgânico, deverão ser estocados em locais convenientemente definidos, de maneira que não comprometam a execução de serviços posteriores e nem tampouco degradem o meio ambiente, para posterior reutilização na recuperação ambiental das áreas degradadas, bota-foras e, inclusive, na incorporação de estradas abandonadas ao meio ambiente. Caso não venha ser utilizado, a área de estocagem deve ser conformada, de maneira que a superfície não se torne uma intrusão no meio ambiente.

O entorno das áreas de estocagem, dependendo da topografia local, principalmente em função da declividade, poderá necessitar de proteção contra os efeitos do carreamento de materiais finos, em particular durante as chuvas. Assim sendo, deverá ser executada vala provisória de drenagem no entorno do depósito.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.

8.11.4 Reutilização e Espalhamento de Solo Orgânico

O material orgânico oriundo dos serviços anteriormente mencionados, estocados ou transportados diretamente, podem ser empregados na recuperação de áreas degradadas, cujo espalhamento deve ser feito com equipamento adequado, dependendo da superfície em que está sendo efetuada a recuperação. Se em área plana, efetuar o descarregamento do caminhão e o espalhamento por motoniveladora ou pá carregadeira. Se em área de talude, efetuar o transporte até o lado da área a ser espalhado o solo orgânico. Com a pá carregadeira recolhe-se e efetua-se o espalhamento, dando toques com a face externa da concha para fixá-lo no talude, como se fosse uma compactação. Após o espalhamento, efetuar o revestimento vegetal previsto e demais obras de drenagem e complementar.

Estas atividades são necessárias a manutenção do canteiro de obras, estando incluídas nos custos indiretos dos serviços.



8.11.5 Espalhamento e Compactação de Material de Cobertura de Bota-foras

O excedente de materiais originados dos cortes ou de remoção de solos moles, quando não empregados na recuperação ambiental, deverão ser transportados para locais também previamente definidos, cujo material será espalhado e compactado, para após receber material de cobertura, preferencialmente solo orgânico estocado, originado da limpeza do terreno, ou de solo selecionado para permitir o revestimento vegetal por hidrossemeadura.

8.11.6 Recuperação dos Bota Foras e das Jazidas de Empréstimo

Para a destinação do bota fora, primeiramente é feito o carregamento da carga e transporte do material, que é depositado no local indicado. Para a recuperação deste devesse seguir as recomendações:

- Reconformar os taludes do bota fora atendendo as inclinações de acordo com o material, segundo o projeto de terraplenagem.
- Sempre que necessário, construir diques de contenção, com material compactado ou ensacado, ao redor do bota-fora;
- Implantar sistema de drenagem superficial no bota-fora, como nas áreas de entorno;
- Implantar cobertura vegetal em toda a superfície do bota-fora.

8.11.7 Barreira de siltagem

A barreira de siltagem para proteção ambiental consiste num dispositivo que tem a finalidade de reter materiais finos do solo que possam ser carreados para os rios, para a drenagem da obra, talvegues, mananciais, açudes, propriedades lindeiras.

Essa barreira deverá ser executada através da fixação de estacas de madeira (guia de madeira de 2,5cmx7,0cm) e sobre estas a colocação de manta de geotêxtil não tecido agulhado, 100% poliéster, com 1,8 mm de espessura, numa altura de 1,00m e mais 0,50m disposto sobre o terreno natural, distanciado em 0,60m do pé do talude, fixadas com pontaletes de madeira com D= 10cm. O aproveitamento mínimo da barreira de siltagem é de pelo menos duas vezes, conforme o detalhamento apresentado.

8.12 Proteção vegetal

8.12.1 Bota-fora e jazidas

Após a finalização das obras deverá ser feito o reafeiçoamento das áreas de bota fora, com a colocação e camada de solo orgânico e cobertura vegetal por hidrossemeadura, realizada com espécies típicas da região das obras.



8.12.2 Taludes

Os taludes deverão ser revestidos com cobertura vegetal por hidrossemeadura, realizada com espécies típicas da região das obras.



9 PROJETO DE DRENAGEM

9.1 Considerações gerais

O projeto de drenagem tem como objetivo verificar a capacidade da rede de drenagem existente e projetar novas estruturas quando forem necessárias.

9.2 Cálculo das vazões

O cálculo das vazões de contribuição segue o disposto no item 4.

Para as OAC's os tempos de concentração são função das características da cobertura do solo, do uso do solo e da topografia.

9.3 Verificação hidráulica da seção dos bueiros – OAC's

Os cálculos de dimensionamento dos componentes do sistema foram realizados através das fórmulas da hidráulica, balizados por diversos parâmetros conforme apresentado abaixo.

O dimensionamento hidráulico das galerias de drenagem será efetuado com o emprego da fórmula de Manning, levando-se em consideração o efeito de remanso, determinado por qualquer método de cálculo.

$$Q = \frac{1}{3} R^{2/3} \cdot \sqrt{i} \cdot A$$

Onde:

- Q = Vazão afluyente em m³/s;
- R = Raio hidráulico, em m;
- i = Declividade longitudinal, em m/m;
- A = Área da seção molhada, em m²;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional (0,017)

A planilha de dimensionamento, que inclui ainda o cálculo das vazões de cada bacia está apresentada em sequência.

A comprovação da capacidade da galeria projetada/existente se dá pelo percentual ocupado da galeria, onde é feita a comparação da vazão da bacia (deflúvio QD) com a capacidade de cada galeria obtida do dimensionamento hidráulico (Q).

9.3.1 Diâmetro Mínimo

O diâmetro mínimo adotado das galerias será de 0,60m.



9.3.2 *Altura máxima da lâmina de água*

Foi considerado no dimensionamento das tubulações para condutos circulares a 70% seção plena com a vazão de projeto conforme previsto no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

9.3.3 *Declividade mínima*

Adotou-se a declividade mínima de 0,75%.

9.3.4 *Recobrimento:*

O recobrimento será no mínimo 1,00 conforme previsto no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

9.3.5 *Limites de velocidade*

- Limite inferior $v=1,0\text{m/s}$;
- Limite superior $v=6,0\text{m/s}$;

9.3.6 *Dimensionamento hidráulico*

Para verificação foi feita a comparação das vazões contribuintes (QD) obtidas nos estudos hidrológicos e das vazões máximas das galerias (QGmax), sendo determinada a relação entre estas para determinação do percentual ocupado.

Os dados utilizados e os resultados estão apresentados no item 9.3.7.

Nos locais onde houve coincidência entre as OAC's e os passadores de gado, as primeiras foram substituídas por BSCC com seção 2x2m, isto após a verificação hidráulica.

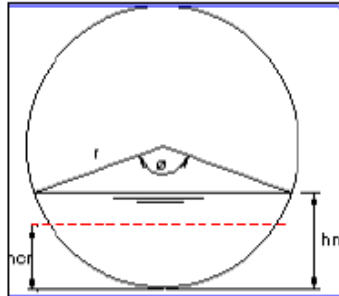
9.3.6.1 Canais com seção circular

Para o cálculo das vazões de canais com seção circular foi utilizada a Fórmula de Manning e a Equação da Continuidade, de conforme apresentado abaixo.



Cálculo das vazões para canais com seções tubulares segundo Manning

Fórmula de Manning e equação da Continuidade :



$$Q = v * A$$

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * i^{1/2}$$

$$A = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2}{2} * \left(\frac{\pi}{180} * (\Phi(h) - \sin(\Phi(h)))\right)$$

$$\alpha(h) = \arcsin\left(\frac{\left(\frac{D}{2}\right) - h}{\left(\frac{D}{2}\right)}\right)$$

$$\gamma(h) = \frac{\pi}{2} - \alpha(h) \quad \Phi(h) = 2 * \gamma(h)$$

$$\omega(h) = \frac{180}{\pi} * \Phi(h)$$

$$P(h) = \Phi(h) * \left(\frac{D}{2}\right) \quad R = \frac{A}{P}$$

Q	[m ³ /s]	= vazão
A	[m ²]	= área molhada
v	[m/s]	= velocidade média
R	[m]	= raio hidráulico
D	[m]	= diâmetro do tubo
i	[m/m]	= declividade
h _n	[m]	= altura normal do fluxo
P	[m]	= perímetro molhado
n	[s/m ^{1/3}]	= coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler (0,017 para concreto)
g	[m/s ²]	= aceleração da gravidade = 9,81 [m/s ²]
h _c	[m]	= altura crítica do fluxo

A altura crítica de fluxo h_c num canal com uma seção tubular é obtida através do cálculo da altura mínima da energia, h_e = h + v²/ 2*g = min (5).

Figura 41 - Cálculo de vazões para seções circulares

9.3.6.2 Canais com seção trapezoidal

Para o cálculo das vazões de canais com seção trapezoidal foi utilizada a Fórmula de Manning e a Equação da Continuidade, de conforme apresentado na Figura 42.



Cálculo das vazões para canais com seções trapezoidais ou retangulares segundo Manning

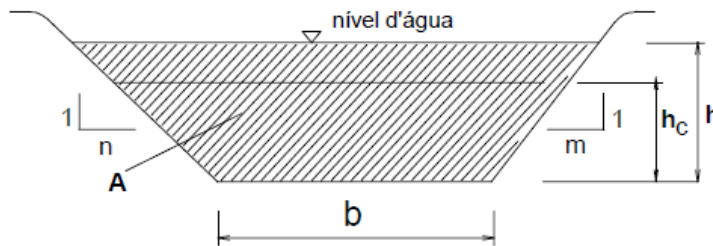
Fórmula de Manning e equação da Continuidade :

$$Q = v * A \qquad v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * i^{1/2}$$

$$A = h * [b + (0,5 * h * (m + n))] \qquad P = b + h * [(1 + m^2)^{1/2} + (1 + n^2)^{1/2}]$$

$$R = \frac{A}{P}$$

- Q [m³/s] = vazão
- A [m²] = área molhada
- v [m/s] = velocidade média
- R [m] = raio hidráulico
- i [m/ m] = declividade
- h_n [m] = altura normal do fluxo
- b [m] = largura do leito
- n, m [-] = declividade do talude
- P [m] = perímetro molhado
- n [s/m^{1/3}] = coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler
- h_c [m] = altura crítica do fluxo
- g [m/s²] = aceleração da gravidade = 9,81 [m/s²]



n (s/m ^{1/3})	Revestimento
0,017	concreto
0,020	solo
0,035	grama

Figura 42 - Cálculo de vazões para seções trapezoidais ou retangulares

9.3.7 Planilhas de Dimensionamento Hidráulico – OAC's



DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS OBRAS E ARTE CORRENTES (BUEIROS DE GREIDE)

Trecho											Bacia de Contribuição											Galerias											Observação												
Pontos		Trecho	Km	Escondida	Situação	Trecho	Extensão (m)				C	Ac			Extensão - L		Elevações			Tempo de concentração	Período de retorno	Precipitação	Vazão de escoamento		% Ocupado	Tipo	nº de linhas	Dimensões (m)			I	V		A	QG _{max}		Cotas Terreno		Cotas Galeria		Profundidades		Especificação		
Início	Fim						Etapas atual	Etapas futura	Total	Esquerda		Direita	(m²)	(hect.)	(km²)	(m)	(Km)	Inicial	Final				Varição - h	tc				T	i	m³/s					litros/s	B	H	Ø	(m/m)	(m/s)	(m²)	m³/s		litros/s	Montante
DIMENSIONAMENTO BUEIROS NOVOS																																													
BC35	-	BC02	ACESSO SALTO SAUDADES	0+367,00	0º	Novo	OAC02	14,00	2,00	16,00	8,65	7,35	0,40	225.302,00	22,53	0,23	610,00	0,61	559,03	514,03	45,00	7,44	25,00	195,39	5,00	5.000,00	11%	Celular	1,00	2,00	2,00	0,063	14,04	3,20	44,93	44.930,00	514,03	512,78	511,00	510,00	3,03	2,78	BSCC 2x2m	Alterado de BSTC d=1,20 para Passa gado 01	
BC04	-	BC05	ACESSO SALTO SAUDADES	0+738,00	-15º	Novo	OAC03	18,00	3,00	21,00	10,95	10,05	0,40	519.968,00	52,00	0,52	857,00	0,86	589,27	484,27	105,00	7,98	25,00	191,94	11,10	11.100,00	60%	Circular	3,00			1,20	0,036	7,31	0,84	6,14	6.140,00	484,27	483,21	482,27	481,51	2,00	1,70	BTTCC d=1,2m	Vala: 10m
BC06	-	BC07	ACESSO SALTO SAUDADES	1+938,00	15º	Novo	OAC04	27,00		27,00	13,65	13,35	0,40	12.995.617,00	1.299,56	13,00	7.100,00	7,10	641,50	421,50	220,00	68,75	25,00	70,35	101,70	101.700,00	60%	Celular	2,00	3,00	3,00	0,026	11,73	7,20	84,46	84.460,00	421,50	420,80	417,70	417,00	3,80	3,80	BDDC 3x3m	Passa gado 03	
BC08	-	BC09	ACESSO SALTO SAUDADES	2+272,00	-15º	Novo	OAC05	17,00	2,00	19,00	10,65	8,35	0,40	2.777.118,00	277,71	2,78	2.229,00	2,23	547,20	427,20	120,00	22,79	25,00	131,39	40,62	40.620,00	54%	Celular	1,00	3,00	3,00	0,021	10,54	7,20	75,89	75.890,00	427,20	426,80	423,40	423,00	3,80	3,80	BSCC 3x3m	Passa gado 03	
CC02	-	BC10	ACESSO SALTO SAUDADES	2+637,00	0º	Novo	OAC06	10,00		10,00	7,25	2,75	0,40	53.829,00	5,38	0,05	375,00	0,38	512,61	457,61	55,00	6,00	25,00	205,29	1,14	1.140,00	53%	Circular	1,00			0,80	0,037	5,71	0,38	2,17	2.170,00	457,61	456,00	455,37	455,00	2,24	1,00	BSTCC d=0,8m	
BC11	-	BC12	ACESSO SALTO SAUDADES	3+234,00	0º	Novo	OAC07	15,00	2,00	17,00	8,90	8,10	0,40	383.147,00	38,31	0,38	787,00	0,79	589,62	484,62	105,00	7,24	25,00	196,70	8,31	8.310,00	27%	Celular	1,00	2,00	2,00	0,029	9,52	3,20	30,46	30.460,00	484,62	484,68	482,50	482,00	2,12	2,68	BSCC 2x2m	Alterado de BDTC d=1,20 para Passa gado 04	
BC13	-	BC14	ACESSO SALTO SAUDADES	3+816,00	0º	Novo	OAC08	13,00	2,00	15,00	8,10	6,90	0,40	184.318,00	18,43	0,18	650,00	0,65	619,31	524,31	95,00	6,00	25,00	205,29	4,11	4.110,00	49%	Circular	1,00			1,20	0,067	10,00	0,84	8,40	8.400,00	524,31	522,94	523,00	522,00	1,31	0,94	BSTCC d=1,2m	DAD10:5,5m
BC15	-	BC16	ACESSO SALTO SAUDADES	4+181,00	5º	Novo	OAC09	15,00	2,00	17,00	8,35	8,65	0,40	202.393,00	20,24	0,20	438,00	0,44	599,69	544,69	55,00	6,00	25,00	205,29	4,57	4.570,00	59%	Circular	2,00			1,00	0,035	6,58	0,59	3,88	3.880,00	544,69	543,85	543,40	542,80	1,29	1,05	BDTC d=1m	
BC36	-	BC25	ACESSO SALTO SAUDADES	1+488,00	5º	Novo	OAC16	13,00	3,00	16,00	7,10	8,90	0,40	282.203,00	28,22	0,28	836,00	0,84	551,92	436,92	115,00	7,50	25,00	195,00	6,07	6.070,00	15%	Celular	1,00	2,00	2,00	0,050	12,51	3,20	40,03	40.030,00	436,92	435,00	433,20	432,40	3,72	2,60	BSCC 2x2m	Alterado de BDTC d=1,00 para Passa gado 02	

Período de retorno= 25,00 anos
 $t_{c,bu}$ = 0,013

QD= Vazão da bacia contribuinte (litros/s)
 % Ocupado= Diferença das Vazões [(QGmax - QD)/QGmax]
 V= Velocidade do escoamento na galeria (m/s)
 A= Área molhada das galerias (m²)
 QG_{max}= Vazão máxima da galeria (litros/s)

Tubulações considerando seção 70% ocupada.

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

$$Q_{max} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$i = \frac{1672,40 \cdot T^{0,1398}}{(t + 16,955)^{0,8135}}$$

Cálculo das vazões para canais com seções trapezoidais ou retangulares segundo Manning

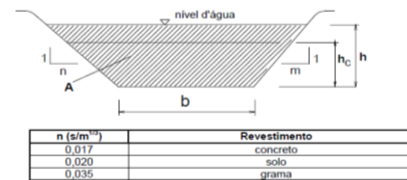
Fórmula de Manning e equação da Continuidade:

$$Q = v \cdot A \quad v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$A = h \cdot [b + (0,5 \cdot h \cdot (m + n))] \quad P = b + h \cdot [(1 + m^2)^{1/2} + (1 + n^2)^{1/2}]$$

$$R = \frac{A}{P}$$

- Q [m³/s] = vazão
- A [m²] = área molhada
- v [m/s] = velocidade média
- R [m] = raio hidráulico
- i [m/m] = declividade
- h_n [m] = altura normal do fluxo
- b [m] = largura do leito
- n, m [-] = declividade do talude
- P [m] = perímetro molhado
- n [s/m^{1/3}] = coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler
- h_c [m] = altura crítica do fluxo
- g [m/s²] = aceleração da gravidade = 9,81 [m/s²]

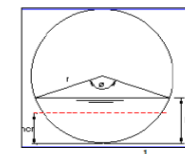


Cálculo das vazões para canais com seções tubulares segundo Manning

Fórmula de Manning e equação da Continuidade:

$$Q = v \cdot A \quad v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$A = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\pi}{180} \cdot (\Phi(h) - \sin(\Phi(h)))\right)$$



$$\alpha(h) = \arcsin\left(\frac{\left(\frac{D}{2}\right) - h}{\left(\frac{D}{2}\right)}\right) \quad \gamma(h) = \frac{\pi}{2} - \alpha(h) \quad \Phi(h) = 2 \cdot \gamma(h)$$

$$\alpha(h) = \frac{180}{\pi} \cdot \Phi(h) \quad P(h) = \Phi(h) \cdot \left(\frac{D}{2}\right) \quad R = \frac{A}{P}$$

- Q [m³/s] = vazão
- A [m²] = área molhada
- v [m/s] = velocidade média
- R [m] = raio hidráulico
- D [m] = diâmetro do tubo
- i [m/m] = declividade
- h_n [m] = altura normal do fluxo
- P [m] = perímetro molhado
- n [s/m^{1/3}] = coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler (0,017 para concreto)
- g [m/s²] = aceleração da gravidade = 9,81 [m/s²]
- h_c [m] = altura crítica do fluxo

A altura crítica de fluxo h_c num canal com uma seção tubular é obtida através do cálculo da altura mínima da energia, h_e = h + v²/2g = mn (5).



10 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

10.1 Considerações Gerais

O dimensionamento do pavimento prevê a utilização de Revestimento com Concreto Asfáltico Usinado à Quente. O dimensionamento foi previsto para a pista de rolamento da via.

Considerando-se a disponibilidade de material na região, propõe-se o emprego de pavimento flexível composto de CAUQ, base de brita graduada e sub-base de macadame seco sobre subleito regularizado e compactado na energia do Proctor Normal.

10.2 Parâmetros

10.2.1 CBR Projeto

- ISC Subleito: 8,82%
- ISC Sub-Base: 20%
- ISC Base: 80%

O ISC do subleito foi obtido seguindo a seguinte equação:

$$ISC_C = \bar{x} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$$

Onde:

- ISCC: Índice de suporte Califórnia característico da unidade geotécnica;
- X: Média aritmética dos valores obtidos;
- $\hat{\sigma}$: Desvio padrão dos valores individuais;
- N: número de amostras;

Para obtenção do ISC do subleito foram utilizados os dados obtidos dos estudos geotécnicos apresentados abaixo:

- X: 11,32%;
- σ : 2,60%;
- N: 21;

Foram considerados como removidos os solos abaixo do ISC_C 8,43%, resultante do cálculo com as amostras encontradas no local, e substituídos por solos com CBR 9,1% (mínimo das amostras remanescentes), conforme previsto no projeto de terraplenagem.



10.2.2 Número "N"

O valor de "N" (20º ano) obtido pelo método USACE, conforme apresentado nos estudos de tráfego para cada um dos segmentos é e $5,94 \times 10^5$.

10.3 Dimensionamento do pavimento

Método empírico proposto por Murillo Lopes de Souza adaptado do Método de dimensionamento de aeroportos do Corpo de Engenheiros dos Estados Unidos (USACE).

Baseado em critério de resistência / ruptura ao cisalhamento, visando a proteção do pavimento das deformações plásticas excessivas durante a vida útil do projeto.

Os pavimentos projetados através deste método apresentam grande resistência à ocorrência de deformações permanentes prematuras.

Considera diferentes coeficientes de equivalência estrutural das camadas (K) baseados nos seus materiais constituintes, bem como a caracterização dos solos do subleito pelo ensaio de CBR e pelo Índice de Grupo.

O dimensionamento de pavimentos flexíveis se dá em função da capacidade do subleito (CBR) e índice de grupo IG e do número equivalente de operações do eixo padrão (N) determinando a espessura total do pavimento durante um período de projeto, com as posteriores espessuras de cada camada em função dos coeficientes de equivalência estrutural das camadas.

As camadas do pavimento serão compostas de sub-base de Macadame Seco, base de Brita Graduada e Revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente.

10.3.1 Parâmetros adotados

10.3.1.1 Espessura total

A espessura do pavimento é obtida da equação apresentada abaixo.

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Onde:

- H_t : espessura da camada (cm);
- N: repetições do eixo padrão;
- CBR: índice de suporte Califórnia da camada adjacente;

10.3.1.2 Espessura total acima da camada de CBR 20

Para a espessura total acima da camada de CBR 20% (sub-base), deve ser utilizada a equação apresentada abaixo.



$$H_{20} = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR_{20}^{-0,598}$$

Onde:

- H_{20} : espessura da camada acima da camada de CBR 20 (cm);
- N : repetições do eixo padrão;
- CBR : índice de suporte Califórnia da camada de CBR 20;

10.3.1.3 Espessura da camada de revestimento

A espessura da camada de revestimento é obtida da Figura 43.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Figura 43 – Espessura mínima do revestimento betuminoso

10.3.1.4 Espessuras das camadas granulares

Para determinação das espessuras das camadas, devem ser adotadas as inequações dispostas adiante.

$$R \cdot K_r + B \cdot K_b \geq H_{20}$$

$$R \cdot K_r + B \cdot K_b + h_{20} \cdot K_n \geq H_t$$

Onde:

- R : espessura da camada de revestimento (cm);
- K_r : coeficiente estrutural do revestimento;
- B : espessura da camada de base (cm);
- K_b : coeficiente estrutural da base;
- H_{20} : espessura total do pavimento acima da camada com CBR 20%;
- h_{20} : espessura da camada de sub-base (cm);
- K_n : coeficiente estrutural da sub-base;
- H_t : espessura total pavimento acima do subleito;

As camadas de base e sub-base não devem ser inferiores as espessuras mínimas.

Os coeficientes estruturais adotados estão apresentados na Tabela 14.



Camada	Material	Coefficiente estrutural
Revestimento	Concreto Asfáltico Usinado à Quente - CAUQ	2
Base	Brita Graduada (camada granular)	1
Sub-base	Macadame Seco (camada granular)	1

Tabela 14 – Coeficientes estruturais do pavimento

10.3.2 Resultados

Com base nos parâmetros e equações apresentadas, foram obtidos os seguintes resultados:

10.3.2.1 Espessura total

$$H_t: 39,99 \text{ cm Arredondando } \Rightarrow H_t: 40,00 \text{ cm}$$

10.3.2.2 Espessura total acima da camada de CBR 20

$$H_{20}: 24,58 \text{ cm Arredondando } \Rightarrow H_{20}: 25,00 \text{ cm}$$

10.3.2.3 Espessura da camada de revestimento

$$R: 12,00 \text{ cm}$$

10.3.2.4 Espessuras das camadas granulares

$$B: 15,00 \text{ cm}$$

$$h_{20}: 15,00 \text{ cm}$$

A espessura construtiva das camadas de brita graduada é de no mínimo 15cm. A espessura construtiva das camadas de macadame seco é de no mínimo 15cm.

10.3.2.5 Estruturas finais

A estrutura final do pavimento ficou definida da seguinte maneira, conforme se apresenta na Tabela 15.

Camada	Material	Espessura (cm)
Revestimento	CAUQ	5,00
Base	Brita Graduada	15,00
Sub-Base	Macadame Seco	15,00
Subleito	Solo local	

Tabela 15– Estrutura do pavimento – Pista de rolamento



11 PROJETO DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA

11.1 Considerações Preliminares

O projeto de sinalização deverá orientar o motorista para adaptação à geometria via, procurando ordenar o tráfego através da implantação de pinturas e placas que contribuirão para a utilização. Estas medidas são as mais importantes para aumentar os níveis de segurança.

O projeto de sinalização seguiu as normas e especificações vigentes, em particular o Anexo II do Código Nacional de Trânsito, aprovado pela Resolução nº 160, de 22 de abril de 2004, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - CONTRAN – SENATRAN – MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA e a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 17/DNIT SEDE, DE 15 DE AGOSTO DE 2022, que estabelece critérios e procedimentos a serem utilizados na elaboração de projetos e na execução do novo Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária - BR-LEGAL 2.

Este Projeto está subdividido em sinalização horizontal e vertical.

A sinalização de obras deverá seguir o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VII – Sinalização Temporária, publicado pelo CONTRAN.

De acordo com o VMD a rodovia está enquadrada como Nível 2 (VMDa <7.500)

11.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal tem a finalidade de orientar o motorista dentro do critério preestabelecido, aumentando, com isto, a segurança do tráfego.

A Figura 44 indica o tipo de pintura a ser utilizada conforme o nível da rodovia.

Tabela 13: Tipo de solução por nível para pintura - 24 (vinte e quatro) meses

Níveis	Classificação	Tipo de solução
Nível 0	Marcas Longitudinais	Plástico a frio tipo I - espessura de 0,6 mm - aspersão
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm
Nível 1	Marcas Longitudinais	Termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm
Nível 2	Marcas Longitudinais	Tinta base acrílica emulsão em água - espessura de 0,5 mm
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm

(*) Marcas Transversais, marcas de Canalização, marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento e as inscrições no pavimento.

Figura 44 – Tipo de solução para pintura de faixas
(Fonte: BR-Legal 2)

Desta forma temos:

- Nível: 0;
- Marcas Longitudinais: Tinta acrílica emulsão em água – espessura de 0,50mm;



c. Demais marcas: Termoplástico por extrusão – espessura de 3,0mm;

Tinta à base de resina Acrílica nas cores Branca, Amarela, Preta, Vermelha e Azul, conforme norma da **ABNT NBR 11862:2012** e parâmetros especificados; em conjunto com a Microesfera de Vidro, Tipo II-A e Tipo I-B - Conforme **ABNT NBR 16184:2013** e parâmetros especificados a seguir. Solvente compatível para tinta base de resina acrílica. Devendo os elementos e projetos seguir as especificações do **CONTRAN, ABNT- NBR** e manual de sinalização vertical **volume IV**.

11.2.1 Linhas longitudinais – demarcadoras de faixa, de proibição de ultrapassagem e de bordo de pista

As de proibição de ultrapassagem estarão posicionadas no limite da faixa para a qual a proibição se aplica, lado a lado com a linha demarcadora, ou com a de proibição de ultrapassagem relativas à faixa de tráfego do sentido oposto. Sua pintura será contínua, na cor amarela, localizadas em todos os locais onde a visibilidade não permita a ultrapassagem com segurança, sendo para este caso toda a extensão da via.

As linhas de bordo de pista serão instaladas conforme apresentado no detalhamento, fazendo o limite da pista de rolamento.

11.2.2 Inscrições no pavimento – setas, símbolos e legendas

As setas, indicativas de movimento ou de mudança obrigatória de faixa, os símbolos, de dê a preferência e interseção com ferrovia (Cruz de Santo André), e as legendas, de regulamentação (PARE) ou de advertência, são marcações pintadas em cor branca e com as dimensões indicadas no projeto.

11.2.3 Dispositivos auxiliares - tachas

As tachas serão instaladas conforme o detalhamento apresentado no Volume 02. A solução por nível está apresentada na Figura 45.

Teremos o uso de tachas refletivas com corpo em plástico injetado com um pino.



Tabela 16: Tipo de tacha por nível

Níveis	Tipo de Solução
Nível 0	Tacha refletiva metálica com um pino - monodirecional/bidirecional - fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)
Nível 1	Tacha refletiva com corpo em plástico injetado com um pino - monodirecional/bidirecional - fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)
Nível 2	Tacha refletiva com corpo em plástico injetado com um pino - monodirecional/bidirecional - fornecimento e colocação. Tipo II ou III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material vítreo)

Figura 45 – Tipo de solução para tachas
(Fonte: BR-Legal 2)

11.3 Sinalização Vertical

O Projeto de Sinalização Vertical foi baseado nos seguintes princípios:

- Compreensão pelos motoristas;
- Mesma intensidade ao longo da rodovia, a fim de condicionar o motorista;
- Contínua, isto é, os sinais devem ser coerentes entre si;
- Antecipada, a fim de preparar o motorista para sua próxima decisão.

A sinalização horizontal deve seguir as normas da ABNT-NBR- 14.891; 14.644, e o manual de sinalização vertical I-II-III do CONTRAN, nas formas e dimensões recomendada.

Os postes e/ou suportes devem seguir as normas do CONTRAN, aço, alumínio, dentro dos padrões das ABNT-NBR 15.993; 11.904; 13.275.

11.3.1 Regulamentação

Os sinais de Regulamentação têm por finalidade informar ao usuário das proibições ou restrições disciplinando uso da via.

11.3.2 Advertência

Os sinais de Advertência informam ao usuário de situações potenciais de perigo.

11.3.3 Indicação/Informação

Os sinais de Indicação/Informação têm por finalidade informar ao usuário sobre situações pertinentes as vias.



12 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

12.1 Considerações Preliminares

O projeto de obras complementares inclui as obras relativas à relocação de serviços públicos, remoção e relocação de cercas, defensas, estruturas de contenção, remoção do pavimento existente e recuperação vegetal, revestimento de canteiros e passeios.

12.2 Relocação de postes

Os postes indicados em planta deverão ser relocados conforme as determinações da concessionária de energia.

O projeto de relocação dos postes será elaborado pela concessionária.

12.3 Cercas

Nos locais indicados deve ser realizada a remoção das cercas existentes sendo executadas novas cercas nos locais indicados.

12.4 Passa gados

Nos locais indicados devem ser executados passa gado em galeria pré-moldada de concreto com seção 2x2m, conforme o detalhamento.

12.5 Projeto de defensas

Conforme o previsto no Manual de Defensas Rodoviárias, foi prevista a instalação de defesa metálicas simples nos locais onde a altura de aterro, combinado com o talude existente é superior a 4,00m.

As defensas serão instaladas pelo município posteriormente.

12.6 Proteção vegetal

12.6.1 Taludes

Nos taludes foi projetada proteção por hidrossemeadura.



12.6.2 Áreas de apoio

Nas áreas de apoio, tais como os bota-foras, foi projetada proteção por hidrossemeadura nos taludes de terraplanagem. Também devem ser protegidas as áreas de trabalho onde foram realizados serviços de drenagem e complementares.



13 ESPECIFICAÇÕES

Todos os serviços a serem realizados, deverão seguir as Especificações de serviço do DNIT, normas ABNT e as Especificações Complementares indicadas neste projeto.

As Especificações do DNIT não estão transcritas neste projeto, por serem de domínio público, estando disponíveis em:

- DNIT: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es>

Além de seguir rigorosamente as especificações, a construtora deverá, no desenvolvimento dos serviços, atender o que preconiza o Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias, publicação IPR 730.

13.1 Especificações de Serviços do DNIT

A seguir estão relacionadas as “Especificações de Serviços” do DNIT, a serem observadas quando não couberem as da SIE/SC ou quando estas não forem suficientes para o completo entendimento da execução do serviço pertinente.

- Drenagem
 - DNIT 015/2004-ES - Drenos subterrâneos;
 - DNIT 016/2004-ES - Dreno subsuperficial;
 - DNIT 018/2004-ES - Sarjetas e valetas de drenagem;
 - DNIT 019/2004-ES - Transposição de sarjetas e valetas;
 - DNIT 020/2004-ES - Meios-fios e guias;
 - DNIT 021/2004-ES - Entradas e descidas d'água;
 - DNIT 026/2004-ES - Caixas coletoras;
 - DNIT 027/2004-ES - Demolição de dispositivos de concreto;
 - DNIT 030/2004-ES - Dispositivos de drenagem pluvial urbana;
 - DNIT 023/2004-ES - Bueiros tubulares de concreto;
 - DNIT 025/2006-ES – Bueiros celulares de concreto;
 - DNIT 020/2006 – Meio-fio e guias;
 - DNIT 022/2006-ES - Drenagem - Dissipadores de energia;
 - DNIT 025/2004-ES - Drenagem - Bueiros celulares de concreto;
 - DNIT 026/2004-ES - Drenagem – Caixas coletoras;
 - DNIT 027/2004-ES - Drenagem – Demolição de dispositivos de concreto;



- DNIT 028/2004-ES - Drenagem – Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem;
- DNIT 029/2004-ES - Drenagem - Restauração de dispositivos de drenagem danificados;
- DNIT 030/2004-ES - Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana;
- Terraplenagem
 - DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços Preliminares;
 - DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem – Cortes;
 - DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem – Empréstimos;
 - DNIT 108/2009-ES – Terraplenagem – Aterros;
- Pavimentação
 - DNIT 137/2010-ES – Regularização do subleito;
 - DNIT 138/2010-ES: Pavimentação - Reforço do subleito;
 - DNIT 141/2010-ES - base estabilizada granulometricamente;
 - DNIT 144/2012-ES – Imprimação com ligante asfáltico convencional;
 - DNIT 151/2010-ES: Pavimentação - Acostamentos
 - DNIT 031/2006 – Pavimentos flexíveis - Concreto Asfáltico;
 - DNIT 112/2009 – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico com asfalto borracha, via úmida, do tipo “Terminal Blending”;
- Sinalização
 - DNIT ES 101/2009 – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical;
 - DNIT 100/2018-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal;
- Obras complementares e sinalização
 - DNIT144/85-ES - Defensas metálicas;
 - DNIT 099/2009-ES - Cercas de Arame Farpado;
 - DNIT 110/2009-ES – Execução de Barreiras de Concreto;
 - DNIT 101/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical;
- Meio ambiente
 - DNIT 102/2009-ES – Proteção do Corpo Estradal – proteção vegetal;
 - DNIT 074/2006-ES – Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos;
 - DNIT 077/2006-ES - Cerca viva ou de tela para proteção da fauna;



13.2 Especificações Complementares

As especificações a seguir relacionadas, abrangem serviços a executar, não previstos nas Especificações de Serviço do DNIT.

Como critério de medição em relação ao CAP, será utilizado a média aritmética dos resultados dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica (ensaios realizados por empresa contratada pelo Município), até o limite do orçamento.

13.2.1 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal consiste na execução das faixas de separação de fluxo (amarelas) dispostas no eixo e das faixas limítrofes (brancas) dispostas nos bordos e vermelha para a travessia daciclofaixa.

Os elementos constituintes da sinalização estão indicados em projeto.

As cores devem possuir as tonalidades de acordo com o padrão Munsell, sendo Amarela 10 YR 7,5/14, Branca N 9,5 e Vermelha 7,5 R 4/14.

As microesferas a serem utilizadas serão microesferas de vidro refletivas tipo I-B e II-A, devendo atender à ABNT NBR 16.184:2013, bem como ABNT NBR 15.405:2016, assegurando a retrorrefletividade mínima, especificada na Figura 46.

Tabela 14: Retrorrefletividade mínima para pintura

Nível	Branca	Amarela
Retrorrefletividade inicial*	250 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	150 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²
Retrorrefletividade residual*	120 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²	100 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²

*Valores medidos de acordo com as normas ABNT NBR 16.307:2020, NBR 14.723:2020 e/ou NBR 16.410:2015.

Figura 46 – Retrorrefletividade mínima para pintura
(fonte BR-Legal 2)

Ressalta-se que dentro do prazo de garantia do serviço realizado pela empresa executora, de 24 (vinte e quatro) meses, os valores de retrorrefletividade residual não devem ser inferiores ao estabelecido na Figura 46, sob pena de refazimento do serviço sem ônus à Contratante e sem prejuízo das sanções cabíveis.

A Figura 47 indica o tipo de pintura a ser utilizada conforme o nível da rodovia.



Tabela 13: Tipo de solução por nível para pintura - 24 (vinte e quatro) meses

Níveis	Classificação	Tipo de solução
Nível 0	Marcas Longitudinais	Plástico a frio tipo I - espessura de 0,6 mm - aspersão
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm
Nível 1	Marcas Longitudinais	Termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm
Nível 2	Marcas Longitudinais	Tinta base acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm
	Demais marcas*	Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm

(*) Marcas Transversais, marcas de Canalização, marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento e as inscrições no pavimento.

Figura 47 – Tipo de solução para pintura de faixas
(Fonte: BR-Legal 2)

Desta forma temos:

- d. Nível: 0;
- e. Marcas Longitudinais: Tinta acrílica emulsionada em água – espessura de 0,50mm;
- f. Demais marcas: Termoplástico por extrusão – espessura de 3,0mm;

13.2.2 Sinalização vertical

As placas deverão ser do tipo totalmente-refletivas.

A sinalização vertical deverá ser confeccionada em material retrorrefletivo, em consonância com a ABNT NBR 14.644:2021 e ABNT NBR 14.891:2012, não sendo permitido, sob qualquer hipótese, o uso de placas pintadas ou semirrefletivas.

Os substratos a serem utilizados deverão de Chapa de aço Chapas planas de aço zincadas nº 16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904:2005. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140° C.

No verso de cada uma das placas implantadas deverá constar a seguinte inscrição: “Mês/Ano de fabricação – Nome do Fabricante”.

Os suportes serão do tipo Perfil Metálico “C” de aço carbono em conformidade com a ABNT NBR 14.890:2011. Todos os componentes dos postes de sustentação devem ser galvanizados por imersão a quente para proteção contra a erosão, de acordo com a ABNT NBR 6.323:2016

As placas deverão ter película tipo III + SI (Sinal Impresso) na cor amarela lima-limão fluorescente devido a ocorrência de neblina no local.

As películas das placas deverão apresentar os valores mínimos de coeficiente inicial e residual de retrorreflexão para cada tipo de película e cor constantes nas Tabelas 4, 5 e 6 abaixo, consoante com a ABNT NBR 14.644:2021, ou outra que a suceda.



Os valores da retrorrefletividade inicial deverão ser superiores aos preconizados na Figura 48. Os valores da retrorrefletividade residual deverão permanecer superiores ao preconizado na Figura 49, no tempo estabelecido, sob pena de substituição do produto sem ônus à Contratante, sem prejuízo das sanções cabíveis.

Tabela 4: Coeficiente inicial mínimo de retrorreflexão das películas e sinais - Tipo III (cd/lx/m²)

Ângulo de observação	Ângulo de entrada	Branca	Amarela	Laranja	Verde	Vermelha	Azul	Marrom	Amarela lima-limão fluorescente	Amarela fluorescente	Laranja fluorescente
0,2°	- 4°	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0,2°	+ 30°	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0,5°	- 4°	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0,5°	+ 30°	72	54	28	10	13	06	3.5	55	40	22

Figura 48 – Coeficiente inicial mínimo de retrorreflexão das películas e sinais - Tipo III (Fonte: BR-Legal 2)

Tabela 6: Retrorreflexão residual

Película	Retrorreflexão residual mínima	Tempo (anos)
Tipo III	80 % (retrorrefletividade da Tabela 4)	10
Tipo X	80 % (retrorrefletividade da Tabela 5)	12*

* 10 anos para as películas fluorescentes.

Figura 49 – Retrorreflexão residual (Fonte: BR-Legal 2)

13.2.3 EC-02 – Reaterro e compactação manual de bueiros

13.2.3.1 Generalidades

Esta especificação trata dos procedimentos a serem seguidos na execução de reaterro e compactação manual de bueiros tubulares e celulares. Complementa a especificação ES-D-04/92.

13.2.3.2 Materiais

Os solos para reaterro de bueiros provirão de locais selecionados e deverão estar isentos de matérias orgânicas, não sendo permitido utilizar solos com CBR < 2% (ou CBR do projeto caso seja a camada final) e expansão > 2%.

13.2.3.3 Equipamento

O equipamento a ser utilizado será o compactador manual tipo sapo.



13.2.3.4 Execução

O reaterro será executado em camadas de 20cm, compactados manualmente com energia equivalente a 95% PN (ou 100% PN se estiver na camada final) e na umidade ótima do material, mais ou menos 3%.

13.2.3.5 Medição e Pagamento

O serviço será medido e pago em metros cúbicos, e o preço proposto deverá remunerar todas as operações, equipamentos, ferramentas e mão de obra, com os respectivos custos diretos, indiretos e eventuais.



15 PLANO DE EXECUÇÃO

15.1 Considerações gerais

O plano de execução tem como objetivo apresentar orçamento para a execução das obras.

15.2 Análise da estrutura do projeto

15.2.1 Licenciamento ambiental da rodovia, jazidas e pedreiras

Devido ao porte do empreendimento os materiais pétreos (britados e massa asfáltica) deverão ser obtidos de instalações industriais devidamente licenciadas, assim como os areais.

No início das obras somente será após ser providenciada a obtenção da Licença Ambiental de Instalação e da autorização de corte de vegetação.

15.2.2 Limpeza do terreno

Deverá ser realizada a remoção do pavimento com pedras e asfáltico existente, bem como a limpeza da camada vegetal e o desmatamento nas áreas onde o traçado será retificado.

15.2.3 Obras provisórias

Não é necessária a execução de obras provisórias.

15.2.4 Caminhos de serviço

Os veículos deverão continuar transitando pela pista não bloqueada alternadamente, através de desvios provisórios, sendo priorizado o tráfego local.

15.2.5 Remanejamento de redes de energia elétrica

É necessário o remanejamento das redes energia elétrica, previstos no orçamento.

15.2.6 Remanejamento de redes de telefonia e lógica

É necessário o remanejamento das redes telefonia e lógica.

15.2.7 Remanejamento de cercas e edificações

É necessário o remanejamento de cercas, previstos no orçamento.



15.2.8 *Contenções*

Não são necessárias contenções..

15.2.9 *Obras de arte correntes*

Há a necessidade de execução devido a implantação das obras.

15.2.10 *Obras de proteção ambiental*

Deverão ser executados programas ambientais que minimizem o impacto sobre a população e os usuários da via.

15.2.11 *Terraplanagem*

Os serviços de terraplanagem previstos para o trecho consistem na remoção do pavimento existente (pista, estacionamentos e passeios), escavação e aterro para execução da pavimentação e dos passeios.

15.2.12 *Pavimentação*

O projeto de pavimentação prevê a execução de pavimento todo novo, incluindo pista de rolamento, acostamento, canteiro, ciclofaixa e passeios para as ruas laterais, e pista de rolamento, acostamento e canteiros centrais para a interseção.

Para a pista de rolamento e acostamentos será utilizado pavimento asfáltico e camadas granulares de brita graduada e macadame seco, amplamente utilizados na região.

Os passeios serão executados em concreto sobre lastro de brita e atendendo a NBR 9050:2020.

15.2.13 *Drenagem e OAC*

Há a necessidade de execução devido a implantação das obras.

15.2.14 *Obras complementares*

Há a necessidade de execução devido a implantação das obras.



15.3 Fatores condicionantes

15.3.1 Geomorfologia

Em termos geomorfológicos o segmento do acesso apresenta entre o início e o seu final segmentos com uma morfologia, por vezes, plano – ondulada, ondulada e ondulada a montanhosa acompanhada de vertentes pouco a relativamente inclinadas, resultantes dos diversos derrames basálticos que compõe todo o meio oeste catarinense.

15.3.2 Hidrografia

A hidrografia do segmento caracterizado é pouco comprometedor do ponto de vista de implicações estruturais.

15.3.3 Pedologia

Os basaltos que compõem os diversos derrames de lavas da região e emergem ao longo do traçado que compõe o acesso e suas proximidades, intempericamente apresentam solos, basicamente, argilosos ou siltico argilosos de pequena espessura com ou sem pedregulhos e blocos de rocha imersos na matriz que nos solos saprolíticos é siltico argilosa.

Submetidos ao intemperismo os basaltos do local originam solos maduros, superficiais, constituídos de uma argila, plástica, coesiva, impermeável, seca, marrom escura, com uma espessura variando entre 0,3m e 1,0m, que normalmente, se sobrepõe a um solo saprolítico siltico argiloso, medianamente plástico, medianamente coesivo, também, seco, também, pouco espesso, em horizontes de 1,0m a 2,5m e 3,0m, com ou sem pedregulhos, fragmentos de rocha ou blocos de rocha de diâmetro situados entre 0,3m e 1,0m, imersos na matriz silto argilosa, que gradam a saprolitos e/ou aos demais estágios de intemperização da rocha.

A passagem dos solos mais intemperizados para os horizontes de rocha, no perfil vertical, pode ser brusca ou eventualmente gradual, passando pelos estágios de intemperização intermediários entre o solo maduro e a rocha “sã”, constituídos de saprolitos SA-C1 e SA-C2 e rocha altamente, medianamente e levemente intemperizada-RAi, RMi e RLi.

Solos hidromórficos argilosos, argilo siltosos, argilo silto arenosos ou de miscigenação entre estes tipos, de pequenas espessuras, saturados, com nível d’água superficial ou pouco profundo, da ordem do centímetro, de cor cinza a cinza escuros, são esporádicos ao longo dos poucos alinhamentos de drenagem e dos alinhamentos inferiores de talvegues, que interceptam o traçado do acesso.

O segmento que constitui o local das obras apresenta solo maduro superficial.



15.3.4 Intemperismo

No que se refere ao intemperismo presente às rochas que afloram na região e no entorno das obras, mais especificamente, as rochas constituintes da Formação Serra Geral, presentes ou aflorando no entorno da diretriz investigada, o que ocorre é uma estreita interação, entre o Intemperismo Químico e o Físico, insipientes ações de erosões pluviais, leves a moderados movimentos de massa e ausência de ações eólicas.

Sob a ação do intemperismo os basaltos aflorantes, no local, se alteraram predominantemente em solos argilosos, homogêneos, plásticos, coesivos, impermeáveis, em solos silticos argilosos, com espessura da ordem de metros, marrom claro a marrom avermelhados, com ou sem pedregulhos, com ou sem fragmentos de rocha e com ou sem blocos de rocha imersos, que gradam a saprólitos, ou se alteram em forma de rocha altamente intemperizada-RAi, medianamente intemperizadas-RMi e levemente intemperizadas-RLi.

15.3.5 Vegetação

A vegetação que recobre a superfície do local das obras e suas laterais, variam de vegetação natural em seu estágio inicial a eventualmente médio de regeneração com a intercalação de espécimes de Araucária angustifolia, intercaladas a superfícies remanescentes de atividade agrícola e gramíneas e espaços segmentários ocupados por reflorestamento.

15.3.6 Geotecnia

Do ponto de vista geotécnico o traçado oferece, como nas demais diretrizes investigadas no seu entorno, boas condições de fundação de cortes e aterros.

Situam-se numa inclinação de talude de 1,5V:1H com altura aconselhável de bermas de 8,0m e não superior a 10,0m em solos maduros-SM e saprolíticos-SS mesmo nos casos em que o solo saprolítico vier acompanhado de fragmentos ou blocos de rocha e taludes de inclinação superiores a esse, nos demais estágios de intemperização que vierem ser observados nos terrenos atravessados.

A inclinação dos taludes de aterro adotada é a inclinação 1V:1,5H com alturas de bermas não superiores a 10,0m, com a aplicação e adoção de dispositivos de correção e/ou de contenção de pé onde as declividades dos terrenos mostrem inclinações incompatíveis com a estabilidade dos terraplenos.

O material, base, de fundação, encontrado nos cortes e aterros a serem edificados, são, normalmente, materiais de boas condições geomecânicas, derivados de rochas basálticas.



15.3.7 Hidrologia

15.3.7.1 Clima

Pela aplicação do Sistema Köppen, que preconiza a utilização de médias e índices numéricos dos elementos temperatura e precipitação, a região em estudo se enquadra em climas do Grupo C - Mesotérmico, sendo subtropical, uma vez que a média das temperaturas mínimas estão abaixo de 18°C e acima de 3°C. Dentro do Grupo C, o clima da região central do estado de Santa Catarina pertence ao tipo úmido (f), sem estação seca distinta, uma vez que não há índice pluviométrico mensal inferior a 60mm.

Ainda dentro deste tipo, é possível distinguir, em função do fator altitude, dois subtipos:

- Subtipo a - de verão quente: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22°C e,
- Subtipo b - de verão fresco: característico de zonas mais elevadas.

Em função da descrição anterior, pode-se concluir que o clima na região segundo a classificação de Wladimir Köppen, é subtropical mesotérmico úmido, pertencente ao Grupo C e tipo Cfa.

15.3.7.2 Pluviometria

A pluviometria tem um papel preponderante no plano de execução, a medida em que fornece os meses chuvosos do ano, devendo a empreiteira evitar de executar nesse período, por exemplo, serviços de terraplenagem.

A seguir é apresentado o histograma com a série histórica dos meses mais chuvosos do ano.

Observa-se que entre os meses de janeiro e março e entre os meses de outubro a dezembro, que são os meses mais chuvosos, a construtora deve montar o seu cronograma de ataque às obras, evitando serviços de terraplenagem nesses períodos.

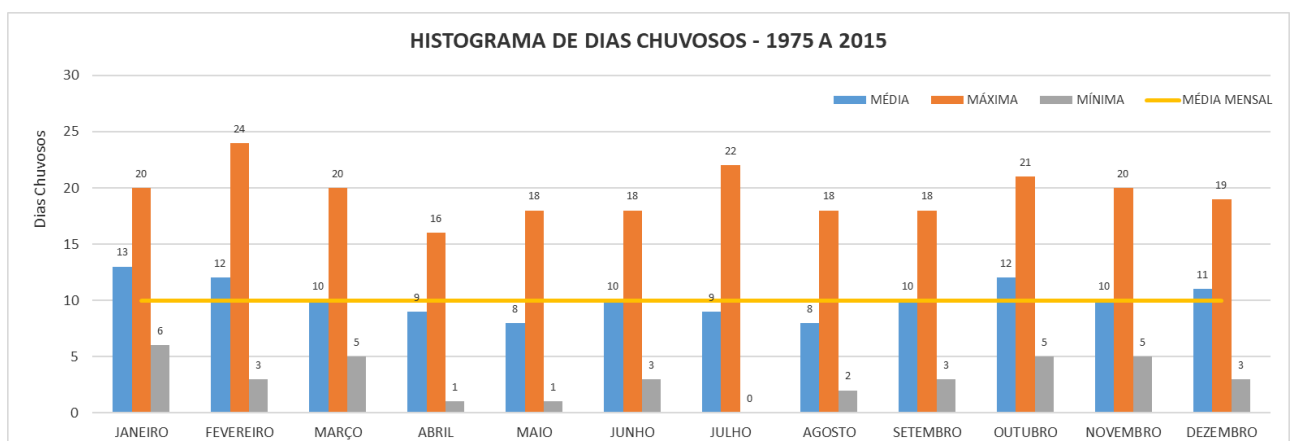


Figura 50 – Histograma de dias chuvosos



15.3.8 Meio-ambiente

A equipe de meio ambiente da empresa projetista percorreu o trecho, verificando os possíveis corredores de estudo, bem como as áreas de restrições e biótipos importantes atingidos pelas propostas de traçado e pelos taludes de corte e aterro.

As soluções propostas para o traçado foram amplamente discutidas entre as equipes do projeto para avaliar a sua exequibilidade, levando em consideração não apenas a questão ambiental, mas a técnica e econômica também.

A fim de delimitar a área de influência do projeto foi efetuado um levantamento detalhado da área de estudo, utilizando-se de diversos recursos, como relatos, descrição visual, carta geográfica, mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite, cujos dados colaboraram para o levantamento das condições da rodovia e seu entorno.

De acordo com esse cenário, foram definidos os objetivos ambientais do projeto, tendo por base, além do tipo de empreendimento, as características socioambientais da área possível de ser afetada e as condições ambientais do trecho rodoviário.

A conformidade legal do projeto foi analisada a fim de verificar a existência de restrições de uso ou outros impedimentos do ponto de vista legal, que possam se apresentar no desenvolvimento dos trabalhos. Foram então estruturadas orientações nesse sentido, principalmente aos assuntos relacionados à supressão de vegetação, à mata ciliar, às águas e ao uso e ocupação do solo.

15.4 Dificuldades e embaraços ao desenvolvimento dos serviços

Viajantes e cargas sofrem atrasos devido à conflitos com tráfego local e risco de acidentes que já acontecem, inclusive com perdas humanas e financeiras. Para os moradores representa ainda mais o ruído, poluição e a deterioração do pavimento urbano, fontes de estresse e incremento de custos operacionais.

15.4.1 Desenvolvimento dos serviços:

A fim de não se constituírem fatores prejudiciais ao desenvolvimento destes, assume-se relevante importância as seguintes circunstâncias:

- as obras deverão ser programadas, com tempos de conclusão, de modo a não embaraçar o andamento normal dos demais serviços seguintes;
- relocações de postes de energia da Rede Pública e postes padrão de entrada das residências;
- verificação e ação junto à operadora de telefonia celular, em caso de relocação de antenas e ou cabeamento conjunta a rede pública de energia;



- verificação e ação junto à empresa de abastecimento de água do município (se for o caso);
- do número de bueiros a construir. Essas obras deverão ser programadas, com tempos de conclusão, de modo a não embarçar o andamento normal dos demais serviços subsequentes;
- a execução do pavimento deverá ser em meia pista de cada vez, a fim de não interromper o tráfego;

15.5 Apoio Logístico

Como ponto de apoio no tocante ao fornecimento de materiais, peças de reposição e assistência aos equipamentos temos as cidades de Quilombo e Chapecó. Como maior cidade da região, Chapecó servirá como apoio para serviços mais especializados e fornecimento de materiais não encontrados nos comércios locais, além de dispor de aeroporto com conexões à capital catarinense e ao restante do país.

15.6 Fontes de materiais

Materiais para corpos de aterro, para camada final de aterro e para camada de coroamento podem ser obtidos dos horizontes de alteração dos próprios basaltos existentes no local na forma de caixas de empréstimos laterais e jazidas de solos.

A fonte de materiais pétreos é a Pedreira da empresa Construtora Oliveira, localizada na SC 157 - Km 89, no município de Cordilheira Alta, distante cerca de 60Km do local das obras.

15.7 Local para instalação do canteiro de obras

A escolha do local para a instalação do Canteiro de obras é tradicionalmente definida pela empreiteira segundo critério de disponibilidade de infraestrutura (comunicação, acessos, hospitais, disponibilidade de mão de obra etc.) e também em função da localização em relação ao trecho em construção.

15.8 Recomendações

15.8.1 Cuidados com a drenagem superficial durante a terraplenagem

Considerando que é frequente a presença de solos argilosos e siltosos ao longo do trecho e por serem estes muitos susceptíveis à erosão fácil, recomenda-se cuidados especiais durante a execução da terraplenagem, no que tange a drenagem superficial, de modo a minimizar os efeitos das águas de chuvas intensas, durante o período de obra.



15.8.2 Cuidados ambientais

15.8.2.1 Controle provisório de erosão

Para minimizar ou evitar a ação erosiva, foram incluídas no Projeto Ambiental e no Projeto de Drenagem, além das obras provisórias de proteção ambiental, os elementos de vegetação e dispositivos de captação e condução das águas superficiais.

Os dispositivos provisórios de contenção de sedimentos e mitigação de processos erosivos em taludes estão detalhados no Projeto Ambiental, com a indicação dos locais onde devem ser implantados e as especificações técnicas cabíveis.

Nos pontos de interseção da rodovia com cursos d'água onde serão implantadas as obras de arte especiais ou obras de arte correntes foram indicados e detalhados os dispositivos específicos para mitigação de processos erosivos em margens fluviais, evitando assim o assoreamento destes canais. Por se tratar de áreas de proteção permanente – APP, as obras nesses locais requerem procedimentos especiais de proteção.

15.8.2.2 Controle de assoreamento

As barreiras de controle de assoreamento consistem em cercas com filtro de mantas geotêxtil. (barreiras de siltagem).

Essas barreiras têm por objetivo reter material sendo fixadas em mourões de madeira, numa altura de 1,0 metro. Estes equipamentos deverão ser implantados na margem da rodovia ou no pé do aterro, com o objetivo de reter os sólidos finos carreados em períodos de chuvas e permitir a passagem da água. As barreiras de siltagem serão instaladas antes do início da terraplenagem, sofrendo manutenção permanente. Só poderá ser retirado este dispositivo de proteção após ocorrida a estabilidade do aterro, com a devida cobertura vegetal.

Foi prevista também a instalação deste tipo de dispositivo em segmentos onde existem a presença de mata ciliar ou açudes, em risco de danos durante a execução da obra.

As manutenções das Barreiras de controle de erosão e dispositivos de drenagens deverão ser realizadas durante a construção, permanecendo no local até que as providências para a revegetação permanente tenham sido efetivadas.

Devem ser inspecionadas durante a construção pelo menos uma vez por semana e, em caso de chuva, imediatamente após a estiagem.



15.9 Ataque aos serviços da obra

Relativamente ao plano de desenvolvimento e forma de ataque aos serviços concernentes à obra, deverá atender ao que segue.

15.9.1 Serviços preliminares

Logo após a instalação e, com base nas notas de serviço, deverão ser iniciados os serviços de desmatamento, destocamento de árvores de quaisquer diâmetros e a limpeza do terreno na faixa delimitada pelas poligonais dos “offsets”, iniciando-se tais serviços nos pontos de maior cota e prosseguindo em direção dos pontos mais baixos.

15.9.2 Obras de arte correntes

Numa sequência lógica e racional de desenvolvimento dos serviços de implantação, a execução das obras de arte correntes deverá ter início o mais breve possível, acompanhando par e passo o prosseguimento dos serviços preliminares e com pequena defasagem destes. Para tal desiderato, faz-se, portanto, necessário, o provimento imediato dos materiais a empregar: pedra britada, areia, cimento, ferro, tubos de concreto, madeira para formas etc.

Há ainda que se reportar àquelas obras (bueiros), nas quais, conforme projeto, as suas construções dependerão de execução parcial dos aterros em que se situem, em razão das acentuadas declividades verificadas nas linhas de fundo das ravinas a que servem. Estas principalmente, já porque demandarão maiores tempos de execução, devido a necessidade de cuidados especiais de preparo de fundação e de proteção e condução das águas às jusantes, deverão ser executadas com rapidez, sem interrupções demoradas, com especial esmero e de forma paulatina sequencial, do início para o fim do trecho.

Colimando o objetivo de conseguir-se um desenvolvimento de implantação da rodovia, o mais contíguo possível, assumem importância relevante, com início quase imediato ao início dos serviços preliminares, a execução dos bueiros.

15.9.3 Terraplenagem

A terraplenagem iniciará nos pontos de maior cota, desenvolvendo-se no sentido dos pontos de menor cota, de modo que o equipamento desça carregado e suba vazio.

Quando possível deverá ser observada, tanto a ordem sequencial horizontal de ataque aos cortes e aterros figurados no projeto geométrico, como deverá também, ser mantida uma sequência racional em sentido vertical, isto é, cortes e aterros, uma vez iniciados, terão o prosseguimento dos serviços de forma mais ou menos continuada até as suas conclusões.



Para que isso ocorra, poderá a Fiscalização estabelecer extensão máxima a admitir para subtrechos em atividades de terraplenagem, liberando para o ataque, extensões dos subtrechos subsequentes, não maiores do que aquelas com serviços concluídos no subtrecho imediatamente antecedente.

Essa orientação visa, além de um desenvolvimento racional, a liberação da pista para receber as demais fases de serviços e finalmente a liberação ao tráfego com desembaraço.

15.9.4 Drenagem superficial

Nesta fase são distinguidos três grupos a saber:

- *Valas de tomadas d'água aos bueiros, valas de condução de águas à jusante de bueiros, valas longitudinais de proteção de pés de aterros:*
 - Todas estas, deverão ser implantadas durante a construção dos respectivos bueiros aos quais se interligam, devendo ficar concluídas antes do início dos aterramentos de coberturas dos referidos bueiros. Outrossim, o zelo e a manutenção destas, deverá ser exercido durante todo o tempo.
- **Valetas de Proteção de Cristas de Cortes:**
 - Considerando os fatores condicionantes e no que concerne aos de natureza climática (chuvas abundantes), de geologia (solos facilmente erodíveis), de conformação orográfica (relevo movimentado com fortes inclinações), e finalmente, de cobertura vegetal (em processo avançado de modificações com sensível redução das florestas primárias), deverá a execução das valetas de proteção de crista serem programadas para:
 - início imediatamente após concluídos os serviços preliminares de desmatamento e limpeza do terreno nos locais de implantação;
 - término antes do início dos serviços de terraplenagem propriamente ditos, dos cortes aos quais as referidas valetas destinam-se a proteger;
 - manutenção e zelo de limpeza durante todo o tempo.
- **Sarjetas de Cortes**
 - A execução destas desenvolver-se-á em ritmo equivalente ao progresso da base, sendo que seu início deverá dar-se imediatamente após a conclusão de um segmento de base.



15.9.5 Regularização do subleito, sub-base, base e revestimento asfáltico

Como todas as demais fases até aqui envolvidas nesta descrição do Plano de Ataque, também esta deverá ter uma sequência racional, iniciando-se tão logo apresentem-se concluídos os primeiros segmentos com fases de serviços que a antecedem.

15.9.6 Serviços complementares de proteção contra erosões

Tais serviços serão desenvolvidos paralelamente com os demais serviços, em ritmo ajustados com estes e, iniciados sempre, tão logo haja condições, dado a conclusões de serviços que lhes antecedem.

15.9.7 Sinalização

Distinguem-se a sinalização provisória de segurança e preventiva, a qual será implantada sempre que julgado necessário, durante o desenrolar da obra, e a Sinalização Definitiva que ficará incorporada à obra. Esta será executada como última fase de serviços a realizar e tão logo o estágio das demais fases antecedentes permitam a sua implantação.

A sinalização de obra deverá ser necessariamente executada e mantida pela construtora, sem ônus ao contratante, não sendo dessa forma objeto de medição e pagamento.

15.9.8 Cercas delimitadoras da faixa de domínio

Estas serão iniciadas à medida que os serviços preliminares sejam desenvolvidos.

15.9.9 Meio ambiente

15.9.9.1 Canteiro de obras

O Canteiro de serviços e as atividades construtivas necessárias podem causar uma série de transtornos ou impactos aos meios físicos e bióticos, além de impactos sobre a comunidade local, que será mitigada com a implementação das diretrizes do Programa de Gestão Ambiental das obras provisórias de proteção ambiental.

Deve ser ressaltada a necessidade de emissão de regulamentação específica para a conduta dos trabalhadores das frentes de serviço em relação ao meio ambiente e ao relacionamento com as comunidades, pontos que deverão constar de um programa de educação ambiental a ser ministrado aos trabalhadores de todos os níveis pela empreiteira correspondente.



15.9.9.2 Controle de arraste de material ao corpo d'água

Foi prevista a instalação de dispositivos que consistem em cercas com filtro de manta geotêxtil (barreira de siltagem), onde existe a presença de corpo d'água, em risco de danos durante a execução da obra.

15.9.9.3 Sinalização da obra

A sinalização de obras deverá seguir o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VII – Sinalização Temporária, publicado pelo CONTRAN.

15.9.10 Remanejamento de redes de serviços públicos

Compreende a necessidade do remanejamento postes e redes de energia elétrica, redes de água, de telefonia etc., que estejam dentro do limite do offset e conseqüentemente causando embaraço ao desenvolvimento da obra.

O projeto apresenta uma indicação desses dispositivos, através do levantamento topográfico, quando estes são aéreos, e através de contato com representantes da prefeitura e escritórios locais das concessionárias, quando os dispositivos são subterrâneos.

A construtora deve inicialmente manter contato, com antecedência, com os representantes acima citados para elaborar um planejamento do remanejamento desses dispositivos, de tal sorte que a sua execução, não venha atropelar o andamento normal das obras, haja visto que este serviço deve ser um dos primeiros a serem realizados.

15.10 Especificações

Todos os serviços deverão ser executados em acordo com as Especificações do DNIT e Especificações Complementares específicas para o presente projeto.

15.11 Duração de obra

A previsão de duração da obra está sendo feita com base em padrões normais e coerentes com a magnitude de quantitativos e otimização de emprego de equipamentos.

15.12 Data para início

Esta deverá ser fixada pelo contratante e a sua conveniência, visto que se trata de uma medida de cunho administrativo, que envolve licitação, contratação e ordem de serviço para início.



15.13 Cronograma físico de execução

A seguir está sendo apresentado o cronograma físico de execução dos serviços, a título de sugestão, devendo a empresa Construtora elaborar o cronograma de acordo com sua organização operacional.



CRONOGRAMA FÍSICO

PROPRIETÁRIO: **MUNICÍPIO DE QUILOMBO**

OBRA: **ESTRADA DE ACESSO A SALTO SAUDADES - T01**

TRECHO: **SC 482 - Km 4+740m**

Item	Descrição	Percentual (%)	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06	Mês 07	Mês 08	Mês 09	Mês 10	Mês 11	Mês 12
1.0	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	6,35%	24%	24%	25%	27%								
2.0	DRENAGEM	19,12%	20%	20%	30%	30%								
3.0	TERRAPLENAGEM	11,86%	50%	50%										
4.0	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	56,75%	20%	20%	30%	30%								
5.0	SINALIZAÇÃO	1,73%				100%								
6.0	OBRAS COMPLEMENTARES	1,69%	25%	25%	25%	25%								
7.0	SINALIZAÇÃO DE OBRAS	0,52%	24%	24%	25%	27%								
8.0	CANTEIRO DE OBRAS	1,32%	40%	40%		20%								
9.0	MOBILIZAÇÃO	0,65%	33%		33%	34%								
TOTAL GERAL SIMPLES		100,00%	23,92%	23,70%	25,12%	27,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL GERAL ACUMULADO		100,00%	23,92%	47,62%	72,74%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%



15.14 Relação de Equipamento Mínimo

A seguir, apresenta-se a relação de equipamentos mínimos para a execução dos serviços no presente projeto.

Item	Discriminação	Características	Quantidade
1	Trator de esteira com lâmina angulável	140 hp	02
2	Escavadeira Hidráulica com caçamba de 1m ³	160 hp	02
3	Motoniveladora	120 hp	02
4	Retroescavadeira sobre pneus	93 hp	02
5	Trator de pneus agrícola	90 hp	02
6	Rolo de pneus de pressão variável	140/150 hp	01
7	Rolo corrugado vibratório autopropelido	125 hp	02
8	Rolo tandem	8 a 12 t	02
9	Rolo liso vibratório	47 hp / 5,2 t	02
10	Caminhão tanque com irrigadora horizontal	6.000 l	01
11	Grade de discos, rebocável, angulação e Regulável	24 discos	01
12	Distribuidor de agregados autopropelido	60 hp	01
13	Caminhão carroceria	140 hp/7,6 a 9t	02
14	Caminhão basculante	10 m ³	15
15	Vassoura Mecânica	VM-7	01
16	Vibro acabadora para concreto asfáltico	100 t/h	01
17	Caminhão tanque para asfalto com dispositivo de aquecimento e de aspersão	6.000 l	01
18	Betoneira	320 l	02
19	Caminhão Betoneira	5 m ³	01
20	Vibrador de concreto de imersão com motor elétrico	D = 45 a 80 mm	02
21	Grupo gerador sobre chassis semimóvel	36 hp/36 kva	02
22	Bombas d'água (diversas e diversos diâmetros)		03
23	Compactador mecânico ou ar comprimido (tipo sapo) para uso em áreas confinadas		02
24	Sonda rotativa para extração de corpos de prova de asfalto	100 mm	01
25	Viga Benkelmann		01
26	Laboratório de solos, betume e concreto, completos		01

15.15 Quantidades de serviços

Os serviços foram quantificados conforme as metodologias aplicáveis em cada um dos estudos e projetos desenvolvidos.

As quantidades relativas à remoção do pavimento existente (pista, estacionamentos e passeios) e dos meios-fios estão incluídas nos volumes de terraplenagem.

15.16 Origem dos materiais

As origens dos materiais expostas são meramente indicativas e serviram para a elaboração do orçamento da obra. O executor poderá optar por outras origens, desde que os materiais atendam as características exigidas pelas respectivas especificações.

A escolha das instalações da empresa Construtora Oliveira, localizada na SC 157 - Km 89, no município de Cordilheira Alta como fornecedora dos materiais britados e da massa asfáltica é



em função das melhores condições de logística, e também por possuir instalações industriais completas, com pedreira, central de britagem e usina de asfalto.



16 CONSIDERAÇÕES GERAIS

16.1 Obrigações da Construtora

- Fazer a locação e o nivelamento dos serviços com equipe de Topografia.
- Sinalização das ruas e proximidades onde estiverem sendo executadas as obras.
- Responsabiliza-se por quaisquer danos causados ao proprietário e a terceiros, bem como reparar tais danos a suas expensas.
- Executar os serviços com pessoal especializado e seguindo as normas de segurança do Ministério do Trabalho com relação ao serviço e também fornecendo todos os Equipamentos de Proteção Individual.
- Fornecer todos os equipamentos e ferramentas necessárias à execução dos serviços.
- Executar a limpeza do trecho ao final dos serviços, dando condições imediatas de tráfego.
- Informar a Fiscalização qualquer interferência ou impossibilidade técnica na execução dos serviços. Qualquer modificação no projeto somente será aceita se devidamente autorizada pela Fiscalização.
- Substituir ou refazer à suas expensas quaisquer materiais ou serviço que tenha sido rejeitado pela Fiscalização, mesmo que já tenha sido colocado ou executado.
- Fornecer a Anotação de Responsabilidade Técnica - ART referente à execução das obras, devidamente quitada.
- A empresa executora deverá comprovar através de laudo a qualidade do produto comercializado juntamente com a ART.

16.2 Obrigações do proprietário

- Fiscalizar a fiel observância ao projeto, a qualidade dos materiais empregados e a qualidade dos serviços executados, podendo a mesma em qualquer tempo, pôr a prova e até rejeitar os materiais e/ou serviços que estiverem em desacordo com o especificado ou combinado.
- Esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir na interpretação do projeto.
- Notificar por escrito toda e qualquer irregularidade constatada no decorrer dos serviços



16.3 Proteção da obra

Durante todo o período de construção do pavimento, e até seu recebimento definitivo, os trechos em construção ou concluídos deverão ser protegidos contra elementos que possam danificá-los. Tratando-se de ruas cujo tráfego não possa ser desviado, a obra será executada em meia pista, e, neste caso, o empreiteiro deverá construir e conservar barricadas para impedir o tráfego pela meia pista em obras, bem como ter um perfeito serviço de sinalização de modo a impedir acidentes à circulação do tráfego pela meia pista livre, sendo de sua inteira responsabilidade a devida sinalização preventiva durante o período de execução da obra.



17 ANEXO 01 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS MARCOS IMPLANTADOS

GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP

***CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro - Pinhalzinho SC.***

CLIENTE: PM QUILOMBO/SC

LOCAL: ACESSO SALTO SAUDADES

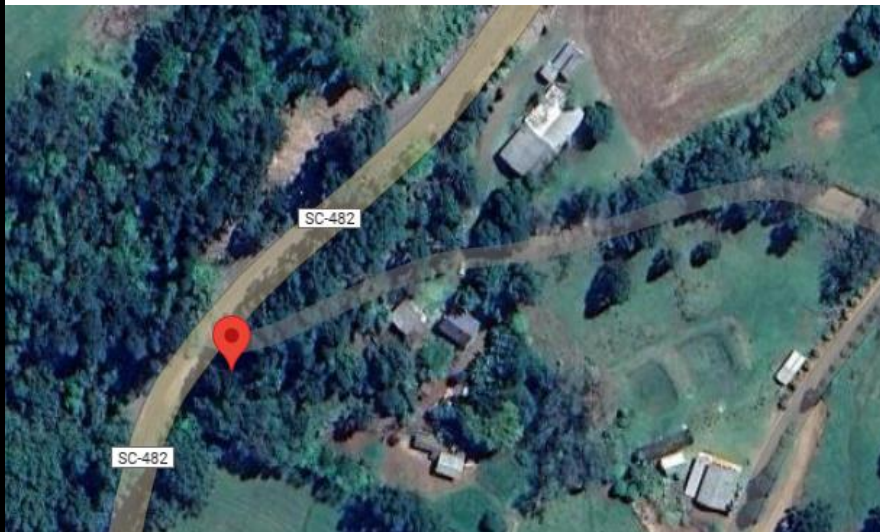
***SERVIÇOS: IMPLANTAÇÃO DE MARCOS
GEORREFERENCIADO***

DATA: dezembro-23

Este:	330.182,19
Norte:	7.044.641,07
Altitude:	548,90

Longitude:	W052° 42' 25,52"
Latitude	S026° 42' 32,94"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0135 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

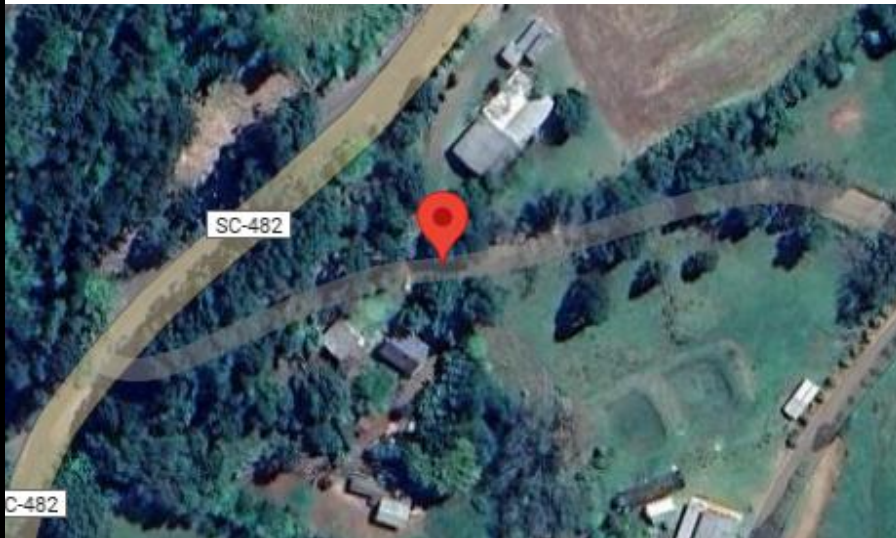


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	330.265,96
Longitude:	7.044.680,58
Altitude:	537,64

Longitude:	W052° 42' 22,47"
Latitude	S026° 42' 31,70"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0138 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

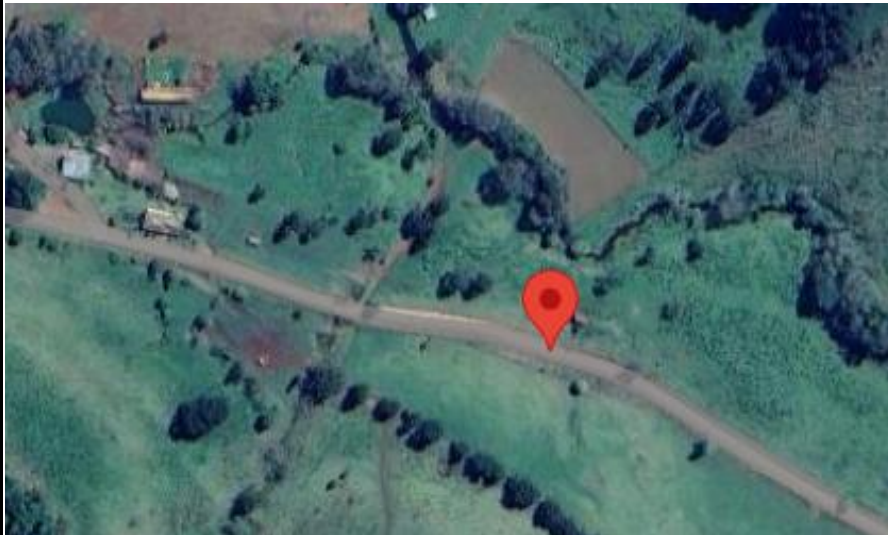


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	331.630,42
Longitude:	7.044.822,51
Altitude:	429,67

Longitude:	W052° 41' 33,04"
Latitude	S026° 42' 27,67"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0137 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC



GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	331.923,54
Longitude:	7.044.665,73
Altitude:	422,09

Longitude:	W052° 41' 22,51"
Latitude	S026° 42' 32,89"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0141 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

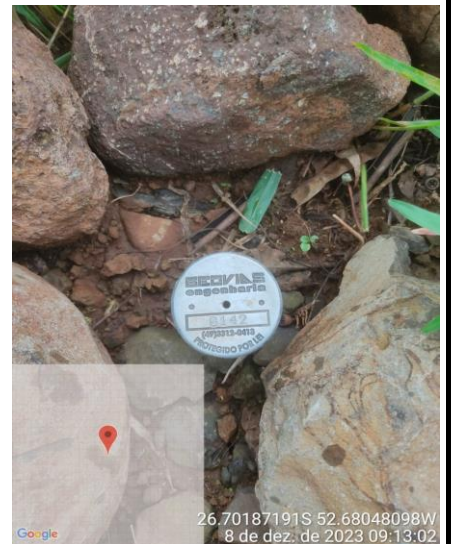


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	332.817,83
Longitude:	7.045.479,47
Altitude:	500,14

Longitude:	W052° 40' 49,77"
Latitude	S026° 42' 06,84"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0142 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC



GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	332.876,90
Longitude:	7.045.634,02
Altitude:	514,19

Longitude:	W052° 40' 47,56"
Latitude	S026° 42' 01,84"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0140 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

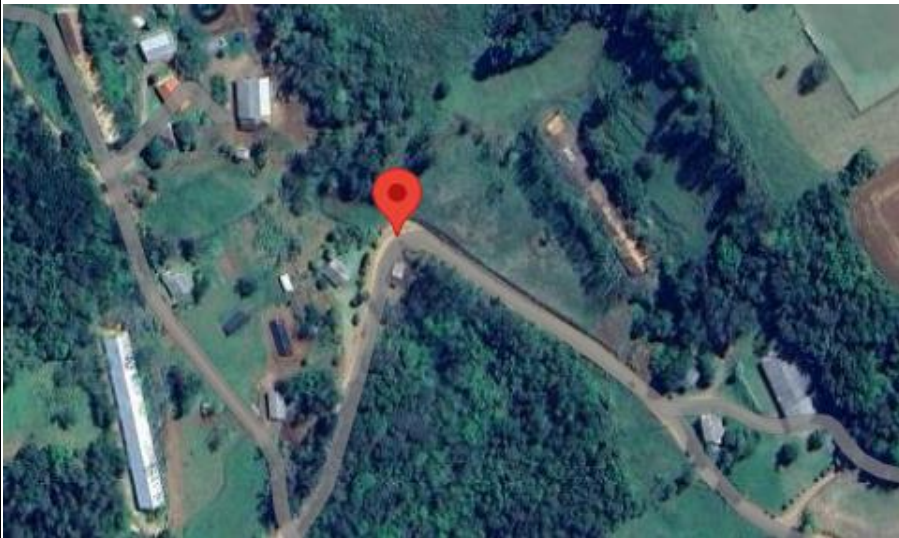


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	333.231,25
Longitude:	7.047.314,86
Altitude:	534,33

Longitude:	W052° 40' 33,95"
Latitude	S026° 41' 07,38"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0147 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC



GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	333.368,49
Longitude:	7.047.230,05
Altitude:	549,65

Longitude:	W052° 40' 29,02"
Latitude	S026° 41' 10,20"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0146 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

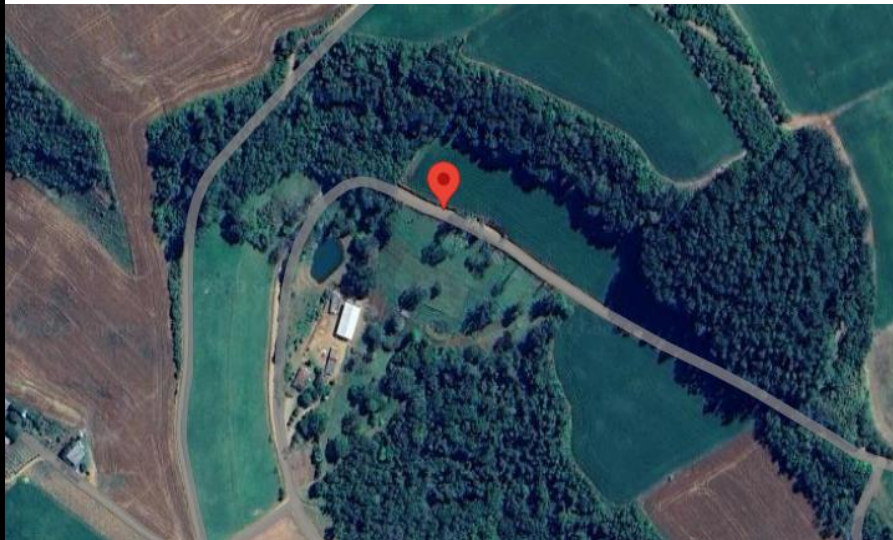


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	333.676,73
Longitude:	7.047.838,17
Altitude:	619,55

Longitude:	W052° 40' 17,58"
Latitude	S026° 40' 50,57"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0136 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

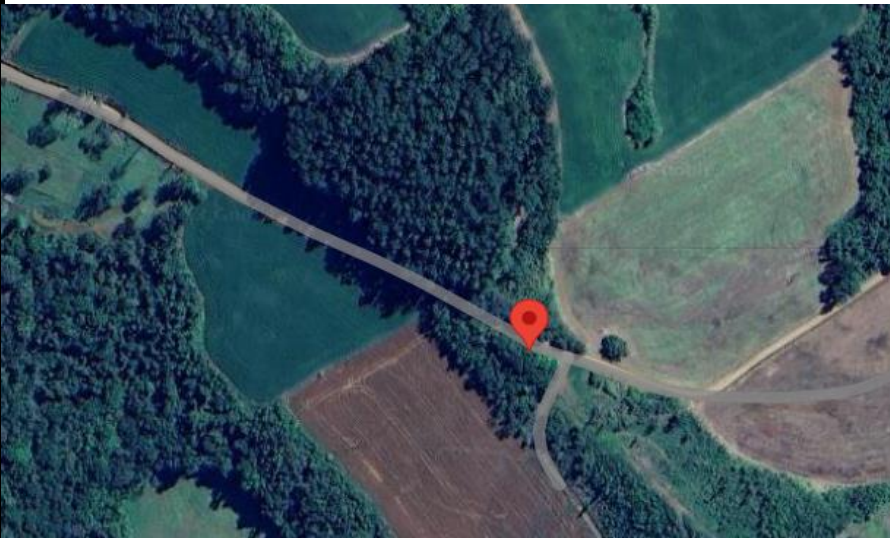


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	334.021,50
Longitude:	7.047.646,40
Altitude:	626,70

Longitude:	W052° 40' 05,21"
Latitude	S026° 40' 56,95"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0134 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

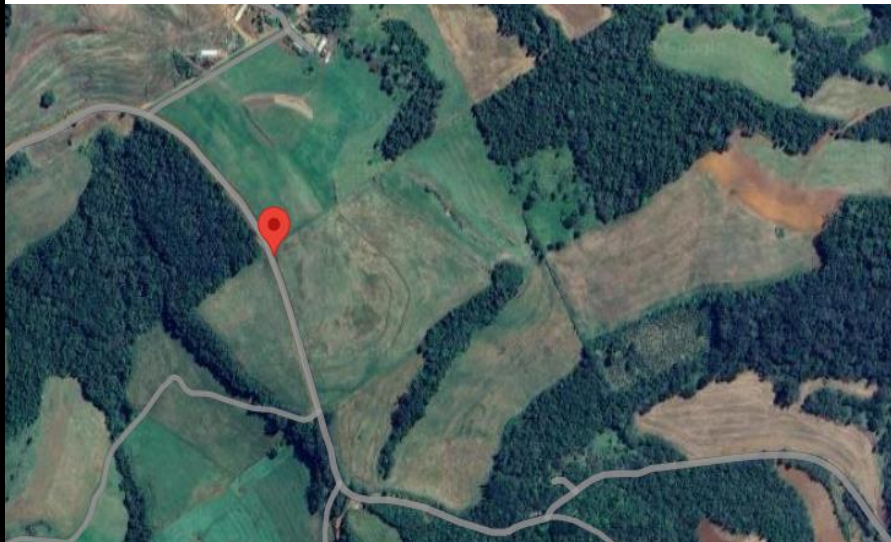


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	335.805,24
Longitude:	7.048.346,88
Altitude:	614,15

Longitude:	W052° 39' 00,36"
Latitude	S026° 40' 34,94"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0144 - SALTO SAUDADE - QUILOMBO/SC

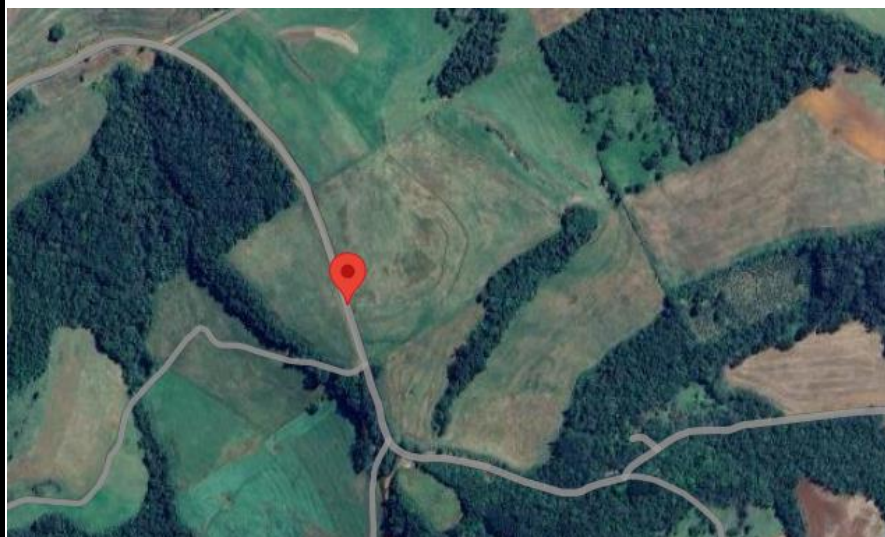


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	335.852,57
Longitude:	7.048.202,13
Altitude:	616,48

Longitude:	W052° 38' 58,72"
Latitude	S026° 40' 39,67"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0131 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

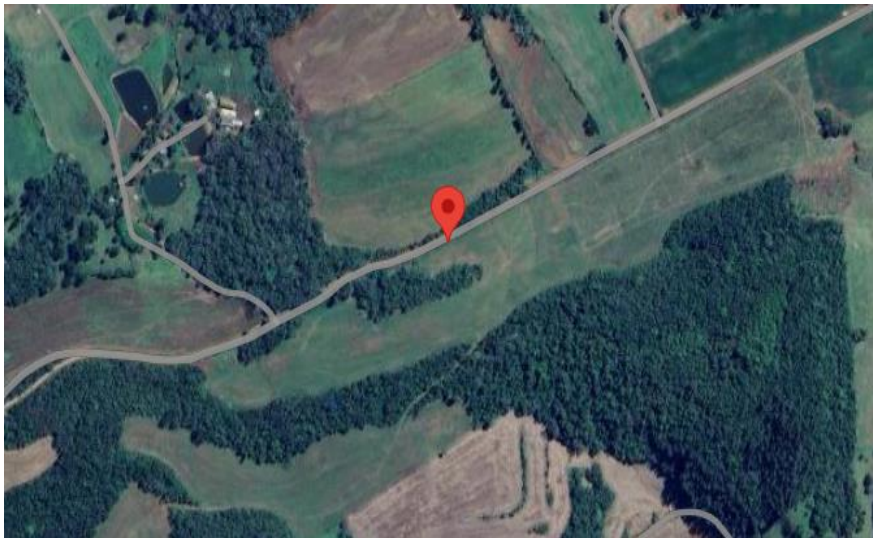


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	337.639,37
Longitude:	7.048.299,54
Altitude:	480,29

Longitude:	W052° 37' 54,05"
Latitude	S026° 40' 37,25"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0139 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC

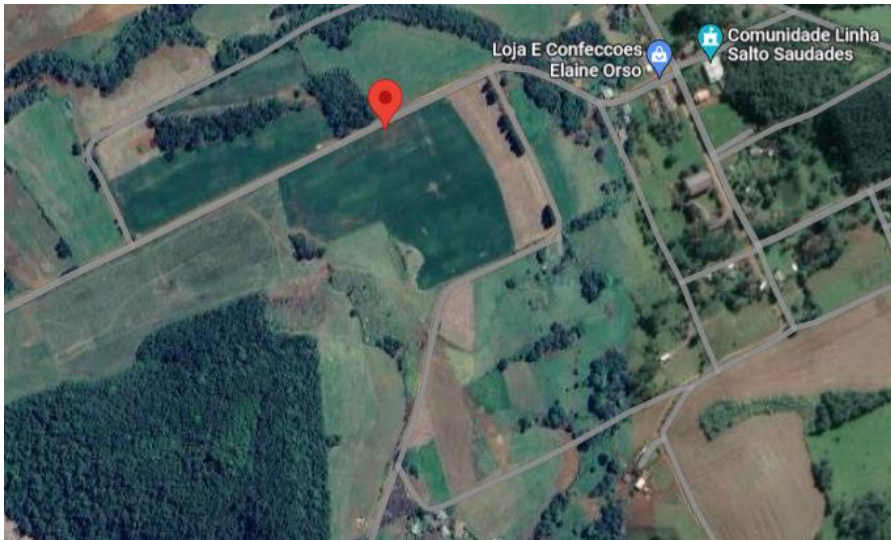


GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.

Latitude:	338.319,07
Longitude:	7.048.626,52
Altitude:	471,03

Longitude:	W052° 37' 29,32"
Latitude	S026° 40' 26,91"

REG. FOTOGRÁFICO IMPLANTAÇÃO MARCO 0133 - SALTO SAUDADES - QUILOMBO/SC



GEOVIAS - ENGENHARIA LTDA EPP
CNPJ-13.771.904/0001-36 - Avenida Brasília, 2400 - Sala 05
Centro de Pinhalzinho/SC.