

**GOVERNO DE GOIÁS**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA – SEINFRA**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE TRINDADE**

**Projeto Executivo de Engenharia para Geometria, Terraplenagem,  
Pavimentação, Drenagem, Sinalização e Obras Complementares**  
**Duplicação Rua 09 e Implantação Estrada do Bugre**

**VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO**

**Trecho:** Rua 09 / Estrada do Bugre (Chácara Santa Luzia, Trindade-GO)

SETEMBRO/2025

**GOVERNO DE GOIÁS**  
**SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA – SEINFRA**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE TRINDADE**

**Projeto Executivo de Engenharia para Geometria, Terraplenagem,  
Pavimentação, Drenagem, Sinalização e Obras Complementares**  
**Duplicação Rua 09 e Implantação Estrada do Bugre**

**VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO**

**COORDENAÇÃO:**  
**ELABORAÇÃO:**

Secretaria de Infraestrutura  
Basitec Projetos e Construções Ltda

# Índice

1	Apresentação .....	4
1.1	Mapa de Localização .....	4
1.2	Anotação de responsabilidade Técnica (ART) .....	5
2	Descrição do Projeto .....	6
3	Estudos .....	8
3.1	Estudos Topográficos.....	8
3.1.1	Introdução .....	8
3.1.2	Coleta de Dados em Campo e Processamento de Dados .....	8
3.1.3	Levantamentos.....	9
3.1.4	Monografia dos Marcos de Referência.....	9
3.1.5	Conclusão.....	9
3.1.6	Anexos .....	9
3.2	Estudos Geotécnicos .....	9
3.2.1	Metodologia.....	10
3.2.2	Estudos do Subleito .....	10
3.2.3	Estudo dos Empréstimos .....	15
3.2.4	ISC de Projeto.....	19
3.2.5	Jazida de Material Granular .....	19
3.2.6	Pedreira .....	23
3.2.7	Areais.....	25
3.3	Estudos Hidrológicos .....	27
3.4	Estudos de Tráfego.....	55
3.4.1	Metodologia.....	55
3.5	Zonas de Tráfego.....	55
3.6	Coleta de Dados .....	55
3.6.1	Pesquisa de Ocupação de Carga.....	58
3.6.2	Cálculo do Número N.....	58
4	Projetos.....	64
4.1	Projeto Geométrico .....	64
4.1.1	Descrição do Projeto .....	64
4.1.2	Notas de Serviço.....	65
4.2	Projeto de Terraplenagem .....	66
4.2.1	Elaboração do Projeto de Terraplenagem .....	66
4.2.2	Seção Transversal Tipo .....	66
4.2.3	Classificação dos Materiais da Terraplenagem .....	68

4.2.4	Empréstimos .....	68
4.2.5	Rebaixos de Subleito .....	69
4.2.6	Rebaixos de Corte.....	71
4.2.7	Compactação do Fundo de Aterros .....	71
4.2.8	Colchão Drenante.....	72
4.2.9	Remoção de Entulho .....	72
4.2.10	Bota-Foras.....	72
4.2.11	Cálculo dos Volumes e Diagrama de Massas .....	73
4.2.12	Determinação das Distâncias de Transporte.....	74
4.2.13	Orientações de Terraplenagem.....	75
4.2.14	Resumo Geral De Terraplenagem .....	75
4.2.15	Apresentação dos Resultados .....	77
4.3	Projeto de Pavimentação.....	77
4.3.1	Descrição do Projeto .....	77
4.3.2	Caracterização do Tráfego Atual .....	77
4.3.3	Capacidade de Suporte do Subleito .....	78
4.3.4	Materiais para Pavimentação .....	78
4.3.5	Dimensionamento da Estrutura do Pavimento Flexível.....	79
4.3.6	Materiais.....	80
4.3.7	Controle de Execução .....	80
4.3.8	Quadros Complementares.....	81
4.4	Projeto de Drenagem .....	85
4.4.1	Elaboração do Projeto de Drenagem.....	85
4.4.2	Drenagem Superficial .....	85
4.4.3	Drenagem Subterrânea .....	89
4.4.4	Galerias de Águas Pluviais.....	91
4.4.5	Considerações do Projeto de Drenagem .....	92
4.5	Projeto de Sinalização.....	93
4.5.1	Sinalização Vertical.....	94
4.5.2	Sinalização Horizontal.....	95
4.5.3	Sinalização de Obras.....	96
4.6	Projeto de Obras Complementares .....	98
4.6.1	Cadastro de Interferências.....	98
4.6.2	Calçada de Pedestre .....	98
4.6.3	Recuperação Vegetal .....	98
5	Orçamento .....	99
6	Diagrama de Localização das Fontes de Materiais para Pavimentação.....	103
7	Termo de Encerramento.....	105

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório denominado de Volume 01 – Relatório de Projeto é parte integrante do Projeto Executivo de Engenharia para a Duplicação da Rua 09 e Implantação da Estrada do Bugre, no município de Trindade/GO.

O trabalho é composto pelos seguintes volumes:

- Volume 01 – Relatório de Projeto;
- Volume 02 – Projeto de Execução;
- Volume 03A – Notas de Serviço e Cálculos de Volumes de Terraplenagem;
- Volume 3B – Estudos Geotécnicos;
- Volume 04 – Orçamento e Planejamento.

### 1.1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

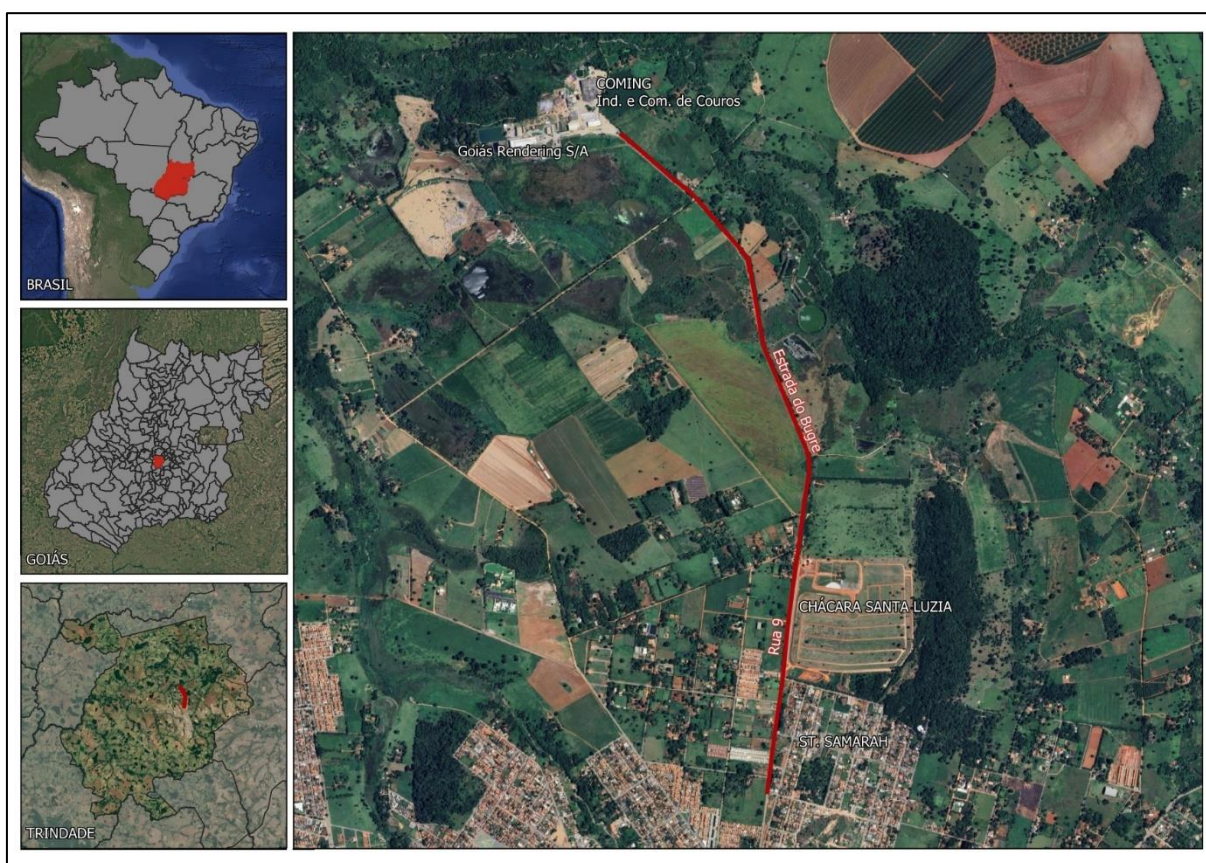


Figura 1: Mapa de localização regional

## 1.2 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

20/05/2025, 14:26

Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1025/2009



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-GO**

**ART Obra ou serviço**  
**1020250142937**

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

<b>1. Responsável Técnico(a)</b> <b>RAFAEL BASILIO</b> Título profissional: <b>Engenheiro Civil</b> , Empresa contratada: <b>BASITEC PROJETOS E CONSTRUCOES LTDA - Registro CREA-GO: 3552</b>		RNP: <b>1007749008</b> Registro: <b>8130/D-GO</b>																																							
<b>2. Dados do Contrato</b> Contratante: <b>COMING INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE COUROS LTDA</b> CPF/CNPJ: <b>00.129.569/0001-51</b> Área Rural, Nº - Bairro: <b>Área Rural de Trindade</b> CEP: <b>75393-899</b> Quadra: - Lote: - Complemento: <b>KM 5,2</b> Cidade: <b>Trindade-GO</b> E-Mail: Fone: (-)- Contrato: 0 Celebrado em: <b>04/02/2025</b> Valor Obra/Serviço R\$: <b>120.000,00</b> Tipo de contratante: <b>Pessoa Jurídica de Direito Privado</b> Ação institucional: <b>Nenhuma/Não Aplicável</b>																																									
<b>3. Dados da Obra/Serviço</b> Área R. 02, Nº - Bairro: <b>Chácara Santa Luzia</b> CEP: <b>75387-203</b> Quadra: - Lote: - Complemento: - Cidade: <b>Trindade-GO</b> Data de Início: <b>04/02/2025</b> Previsão término: <b>04/08/2025</b> Coordenadas Geográficas: <b>-16.624734720,-49.502034237</b> Finalidade: <b>Infra-estrutura</b> CPF/CNPJ: <b>01.217.538/0001-15</b> Proprietário(a): <b>Prefeitura de Trindade</b> Fone: (-) - Tipo de proprietário(a): <b>Pessoa Jurídica de Direito Público</b> E-Mail:																																									
<b>4. Atividade Técnica</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Atividade</th> <th>Quantidade</th> <th>Unidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ATUACAO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO TERRAPLENAGEM</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO SINALIZACAO</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TRANSPORTES</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO PAVIMENTACAO ASFALTICA</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO DRENAGEM</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO GALERIA</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TERRA E TERRAPLENAGEM</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>ORCAMENTO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> <tr> <td>SUPERVISAO OU COORDENACAO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO</td> <td>3,00</td> <td>QUILOMETROS</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do(a) Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.</i></p> <p><i>Após a conclusão das atividades técnicas o(a) profissional deverá proceder a baixa desta ART</i></p>			Atividade	Quantidade	Unidade	ATUACAO			PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	3,00	QUILOMETROS	PROJETO TERRAPLENAGEM	3,00	QUILOMETROS	PROJETO SINALIZACAO	3,00	QUILOMETROS	PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TRANSPORTES	3,00	QUILOMETROS	PROJETO PAVIMENTACAO ASFALTICA	3,00	QUILOMETROS	PROJETO DRENAGEM	3,00	QUILOMETROS	PROJETO GALERIA	3,00	QUILOMETROS	PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TERRA E TERRAPLENAGEM	3,00	QUILOMETROS	ORCAMENTO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	3,00	QUILOMETROS	SUPERVISAO OU COORDENACAO			PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	3,00	QUILOMETROS
Atividade	Quantidade	Unidade																																							
ATUACAO																																									
PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO TERRAPLENAGEM	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO SINALIZACAO	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TRANSPORTES	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO PAVIMENTACAO ASFALTICA	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO DRENAGEM	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO GALERIA	3,00	QUILOMETROS																																							
PROJETO SERVICOS AFINS E CORRELATOS EM TERRA E TERRAPLENAGEM	3,00	QUILOMETROS																																							
ORCAMENTO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	3,00	QUILOMETROS																																							
SUPERVISAO OU COORDENACAO																																									
PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO	3,00	QUILOMETROS																																							
<b>5. Observações</b> Coordenação e execução do projeto executivo de Engenharia para Acesso Viário de 3 km de Via Pavimentada no trecho com início na divisa do Setor Samarah e Chácara Santa Luzia até a Coming Indústria e Comércio de Couros Ltda, no município de Trindade. Neste trabalho serão desenvolvidos os seguintes estudos e projetos: Estudo Topográfico, Geotécnico, Hidrológico e Tráfego, Projetos Geométrico, Terraplenagem, Pavimentação, Sinalização, Drenagem e galeria de águas pluviais, obras complementares, e quantitativos e orçamento																																									
<b>6. Declarações</b> Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.																																									
<b>7. Entidade de Classe</b> <b>NENHUMA</b>		<b>9. Informações</b> - A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO. - A autenticidade deste documento pode ser verificada no site <a href="http://www.creago.org.br">www.creago.org.br</a> . - A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do(a) profissional e do(a) contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual. - Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.																																							
<b>8. Assinaturas</b> Declaro serem verdadeiras as informações acima Local _____ de _____ Data _____ de _____  RAFAEL BASILIO - CPF: 530.476.801-91  COMING INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE COUROS LTDA - CPF/CNPJ: 00.129.569/0001-51																																									
Valor da ART: <b>271,47</b> Registrada em: <b>19/05/2025</b> Valor Pago: <b>R\$ 271,47</b> Nosso Numero: <b>28320690125139332</b> Situação: <b>Registrada/OK</b> Não possui Livro de Ordem Não Possui CAT/CAO		 <a href="http://www.creago.org.br">www.creago.org.br</a> atendimento@creago.org.br Tel: (62) 3221-6200 																																							

[https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form\\_impressao.php?NUMERO\\_DA\\_ART=1020250142937](https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form_impressao.php?NUMERO_DA_ART=1020250142937)

1/1



O trecho de projeto é fortemente impactado pelo escoamento superficial recebido das regiões próximas. Por causa dessa realidade o projeto de drenagem contempla intervenções de melhoria na coleta de escoamento superficial e restauração da pista simples a partir da interseção com a Avenida Geralda Maria de Paula até a rotatória após a interseção com a Avenida Paraná, melhorando a coleta do escoamento superficial e direcionando o seu lançamento em local adequado.



Após a primeira rotatória no início do loteamento, a proposta do projeto segue com a duplicação da Rua 09 com adição de uma pista à esquerda da via existente, até a segunda rotatória no fim do loteamento. Proporcionando acesso seguro ao loteamento sem prejuízos ao intenso fluxo de veículos pesados gerado pelas indústrias existentes na região.

Volume 01 – Relatório de Projeto – Duplicação Rua 09 e Implantação Estrada do Bugre

Assim o projeto considerou a implantação de uma via de 8,5 m de largura com um passeio lateral no lado esquerdo do eixo de projeto com 2,0m de largura. A separação entre a nova pista e a existente será feita por meio de um canteiro central com largura de 8,0 m. A figura 5 ilustra esta solução.

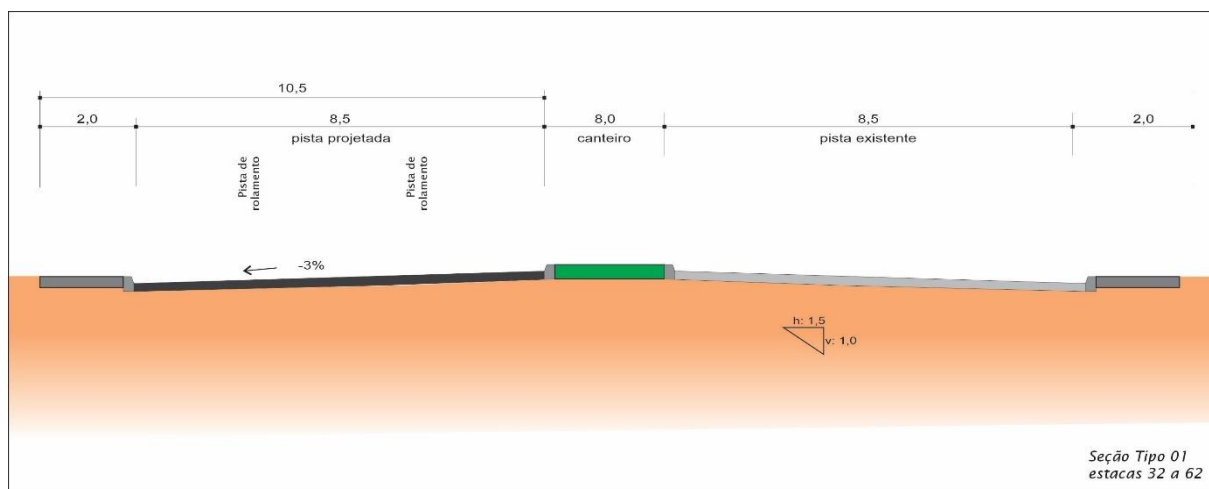


Figura 5: Seção transversal das estacas 32+0,000 a 62+0,000

A partir da segunda rotatória até o acesso as indústrias Coming e Goiás Rendering, o projeto prevê a implantação da via nomeada como Estrada do Bugre voltando a operação de tráfego com pista simples de 3,5 metros para cada pista de rolamento e acostamento de 2,0 metros em ambos os bordos.



Figura 6: Implantação da Estrada do Bugre

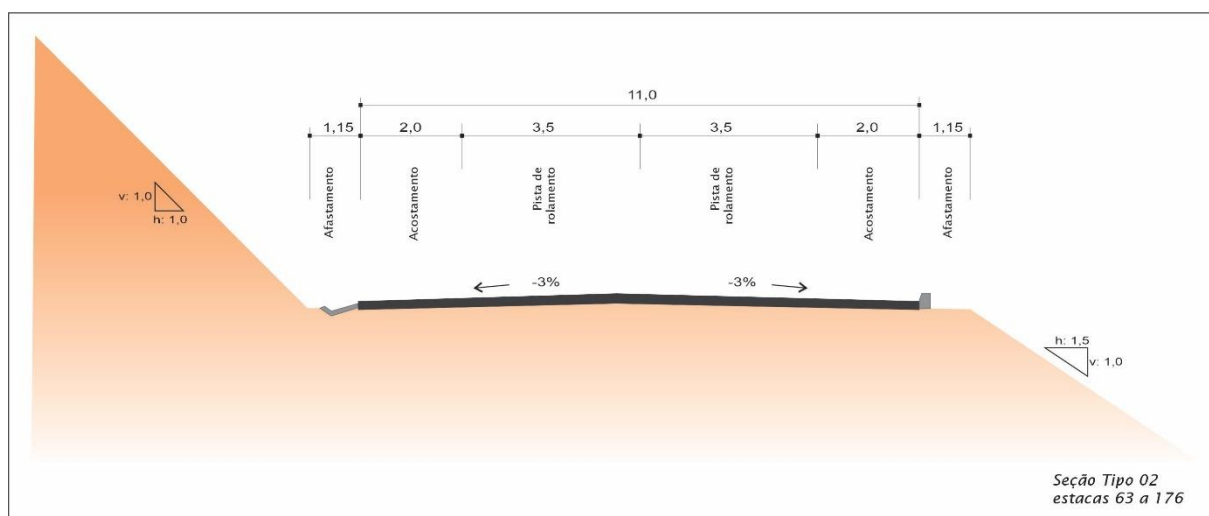


Figura 7: Seção transversal estacas 63+0,000 a 176+0,000



### **3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os estudos topográficos estão sendo desenvolvidos através de processos convencionais, efetuando-se as amarrações segundo às referências normativas:

- ABNT- NBR 13133-21 Execução de levantamento topográfico – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Recomendações Para Levantamentos Relativos Estáticos - GPS – IBGE – abril 2008
- Modelo para conversão de Altitudes - hgeoHNOR20250 IBGE
- Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte – GOINFRA – IP-02/IP20 Topografia;

#### **3.1.1 Introdução**

Este relatório apresenta as coordenadas dos marcos M-00 e M-01, referenciais de Controle para elaboração do Projeto Rodoviário na Via de Acesso (estrada do Bugre) trecho Trindade/Coming. O trabalho foi executado utilizando as estações RBMC MGUR em Uberlândia-MG, BRAZ em Brasília-DF no dia 15/02/2025, com tempo de Rastreio superior a 5 horas. O objetivo principal foi assegurar a conformidade geométrica e altimétrica dos marcos de referência em relação às especificações de projeto.

#### **3.1.2 Coleta de Dados em Campo e Processamento de Dados**

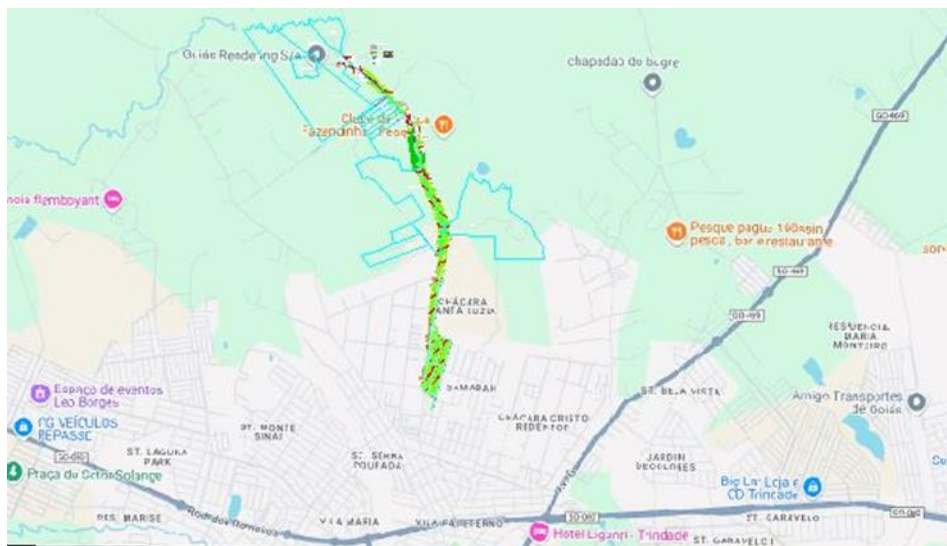
Equipamentos e Metodologia

Equipamentos utilizados:

- Receptor GNSS TRIMBLE E NETR9 (MGUB) – Antena ZEPHYR 3 GEODETIC (TRM115000.00)
- Receptor GNSS LEICA GR50 (BRAZ) – Antena LEICA AR10 (773758)
- Receptor GNSS STONEX S9II STNS92251004 – Antena S9I GNSS Internal
- Receptor GNSS STONEX S9II STNS92413009 – Antena S9I GNSS Internal

Metodologia aplicada:

- Técnica de Posicionamento Relativo Estático (PRE) com rastreio mínimo de 5 horas consecutivas para determinação dos pontos de controle.
- Levantamento cadastral utilizando o sistema RTK.
- Ajuste e processamento dos dados no sistema de referência SIRGAS2000, utilizando o método de redes de controle ajustadas.
- Localização.



### 3.1.3 Levantamentos

Os Rastreiros foram realizados no dia 15/02/2025 simultaneamente nos vértices M-00 das 10:28'42" / 16:08'32" e M-01 das 10:50'32" / 16:52'54" utilizando o GNSS Stonex STNS92251004 e STNS92413009, os dados obtidos foram processados utilizando o Software Survey Office da Trimble com os dados as Estações RBMC, MGUB de Uberlândia-MG e BRAZ de Brasília-DF, os arquivos de processamento encontram-se adiante anexos. Os vetores foram processados e ajustados para garantir a conformidade com as tolerâncias especificadas.

### 3.1.4 Monografia dos Marcos de Referência

Anexos

### 3.1.5 Conclusão

Com base nos dados processados e ajustados, os marcos referenciais atendem às exigências técnicas e normativas vigentes. Não foram identificadas não conformidades. Recomenda-se a continuidade dos trabalhos com base nos dados aferidos.

### 3.1.6 Anexos

Anexar a este relatório:

- Tabela de coordenadas planialtimétricas dos marcos de controle em formato xls
- Monografia dos marcos implantados
- Relatórios de ajustamento de rede,
- Relatórios de processamento de linhas de base
- Descritivos IBGE de estações da RBMC, RN'S ou relatórios PPP, casos eles forem utilizados;
- Documentações pertinentes;

## 3.2 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram elaborados de modo a subsidiar os projetos de pavimentação e de terraplenagem.

A pesquisa de materiais foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar o conhecimento dos materiais dos cortes, terrenos de fundação dos aterros e, ainda, encontrar a distâncias econômicas e materiais com

características aceitáveis para a execução da pavimentação e das demais estruturas necessárias à realização da obra.

Foram desenvolvidos em consonância com as orientações contidas nos seguintes documentos:

- *Instruções de Serviço 206- Estudos Geotécnicos*
- *Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Instruções para Apresentação de Relatórios - DNIT/IPR-727-2006*
- *Manual de Implantação Básica de Rodovia - DNIT/IPR-742-2010*
- *Instruções para Acompanhamento e Análise Estudos e Projetos Rodoviários - DNIT/IPR-739-2010*
- *IP-04- Estudos Geológicos GOINFRA*
- *IP-07- Estudos Geotécnicos GOINFRA*

Todos os serviços de pavimentação serão compostos e quantificados de acordo com a norma GOINFRA MED-PAV 001/2019, revisada em jan/2024, que apresenta os critérios de medição para os grupos de serviços de pavimentação correlacionando seus códigos de composições de preço unitário e especificações de serviços da Agência.

### 3.2.1 Metodologia

A pesquisa de materiais foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar o conhecimento dos materiais dos cortes, terrenos de fundação dos aterros e, ainda, encontrar a distâncias econômicas materiais com características aceitáveis para a execução da pavimentação e das demais estruturas necessárias à realização da obra.

A sequência metodológica dos Estudos Geotécnicos compreendeu as seguintes etapas:

- *Estudos do subleito, com identificação dos horizontes de solo de mesmas características macroscópicas e determinação de suas características físicas e mecânicas para fins de dimensionamento do pavimento e conhecimento dos materiais para o uso na terraplenagem;*
- *Estudos de cortes, com identificação e caracterização dos materiais a serem movimentados na operação de terraplenagem;*
- *Prospecção de ocorrências de materiais, com definição quantito-qualitativa para destinação às camadas do pavimento e do corpo dos aterros, contemplando jazidas de material granular, caixas de empréstimo, pedreiras e areais.*

### 3.2.2 Estudos do Subleito

Os estudos do subleito objetivaram basicamente caracterizar os materiais que servirão de suporte ao pavimento e foram efetivados à medida da definição do projeto geométrico. Com base no greide de pavimentação projetado, foi elaborado um plano de sondagem, no qual foram estabelecidos os furos de sondagem. Cada furo foi executado com uma profundidade mínima de 1,0 metro abaixo do greide de regularização do subleito nos trechos em aterro e 1,0 metro abaixo do greide acabado para os trechos em corte.

Nos trechos em corte foi executado no mínimo um furo para verificação da presença de material de 3ª categoria, presença e profundidade do lençol freático, profundidade e caracterização dos diversos horizontes.

Foram coletados materiais em furos espaçados ao longo do eixo de projeto, nunca distando mais que 200 metros um furo do outro.

Para todos os furos de sondagem foram elaborados boletins de sondagem, nos quais constam as classificações expeditas dos materiais quanto à textura, cor e posição do lençol freático, tendo sido coletadas amostras de cada horizonte atravessado, as quais foram submetidas aos seguintes ensaios:

- *Análise granulométrica de solos por peneiramento (DNER-ME 080/94);*
- *Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94);*
- *Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94).*

- *Determinação do Índice de Suporte Califórnia de solos utilizando amostras não trabalhadas (DNER-ME 049/94);*
- *Compactação, determinação de umidade ótima e densidade máxima (DNER-ME 129/94).*
- *Análise granulométrica por sedimentação*

Após a conclusão dos estudos de campo e de laboratório, os materiais foram classificados segundo a HRB, sendo ainda calculados os Índices de Grupo. Foi então definido o perfil geotécnico do trecho em projeto.

### 3.2.2.1 Análise Estatística e Índice de Suporte de Projeto

Os resultados dos ensaios foram submetidos a estudos estatísticos, objetivando obter conhecimento geotécnico do subleito e determinar o ISC a ser utilizado no dimensionamento do pavimento.

Para tanto, foi utilizado o plano de amostragem recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT para a análise estatística dos resultados dos ensaios. Essa metodologia é explicitada a seguir:

Chamando  $X_1, X_2, X_3 \dots, X_n$ , os valores individuais de qualquer uma das características estudadas do solo, tem-se que:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \qquad X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

onde:

$N$ : número de amostras

$X$ : valor individual

$\bar{X}$ : média aritmética

$\sigma$ : desvio padrão

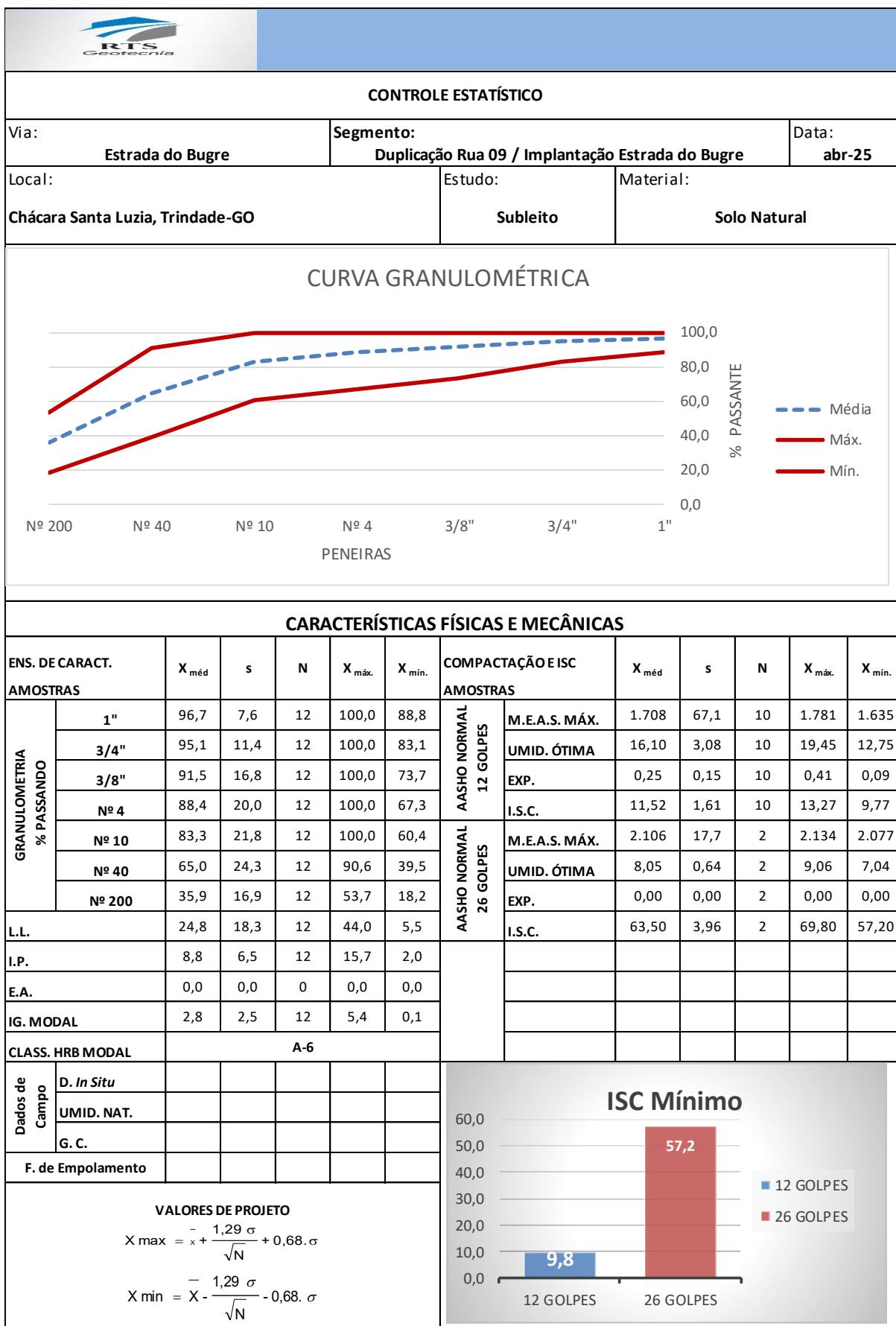
$X_{\min}$ : valor mínimo provável, estatisticamente

$X_{\max}$ : valor máximo provável, estatisticamente

$N > 9$ : número de determinações feitas

A tabela a seguir apresenta o controle estatístico realizado com todos os ensaios executados para o subleito.





Para o cálculo do ISC de projeto, foram consideradas as metodologias tanto do DNIT como da GOINFRA.

De acordo com o Manual de Implantação Básica de Rodovia - DNIT/IPR-742-2010 o ISC de projeto é calculado a partir da fórmula a seguir, que representa a estimativa da média do universo das amostras quando se objetiva estimar um valor mínimo, considerando que os valores de ISC já são medidos numa condição mínima de compactação.

$$\mu = \bar{X} - \frac{1,29.\sigma}{\sqrt{n}}$$

onde:

*N*: número de amostras

*X*: valor individual

$\bar{X}$ : média aritmética

$\sigma$ : desvio padrão

De acordo com a IP-10 GOINFRA – Projeto de Pavimentação – 2018/001, o cálculo do ISC do subleito é feito com base na seguinte fórmula:

$$ISC_p = \overline{ISC} - \frac{\sigma \times t_{0,90}}{\sqrt{n-1}}$$

Onde:

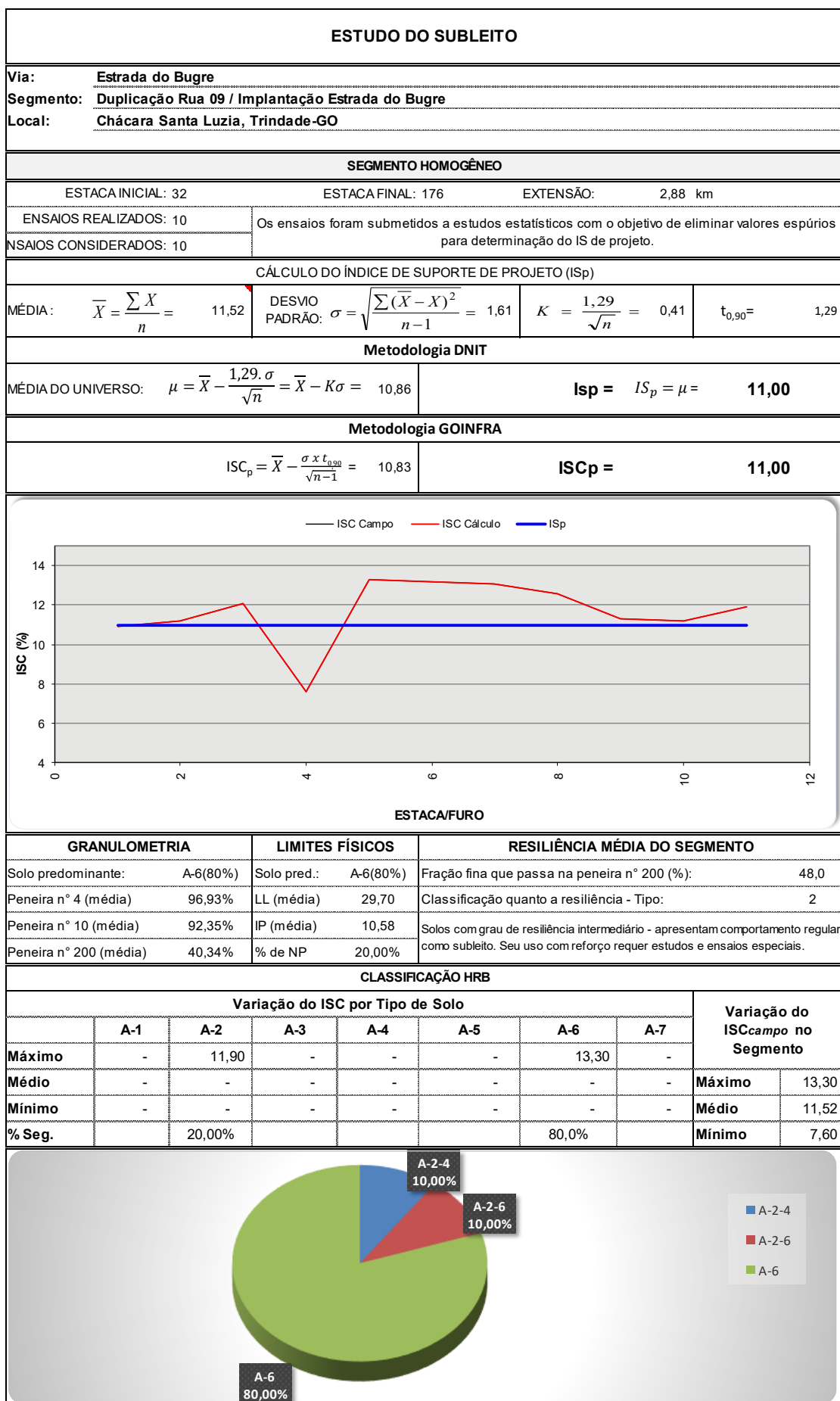
*ISC*: média aritmética dos valores de ISC das “n” amostras ensaiadas

*t<sub>0,90</sub>*: coeficiente de Student relativo ao intervalo de confiança de 90%

$\sigma$ : desvio padrão da população dos valores de ISC das “n” amostras ensaiadas

Para conferir maior segurança ao dimensionamento do pavimento, na determinação do ISC de projeto, foram rejeitados os valores espúrios, com desvios muito acima do desvio padrão.

Na tabela a seguir são apresentados os resultados numéricos e gráficos obtidos pela análise estatística do subleito, contendo a variação dos valores de ISC obtidos em laboratório e a variação dos valores considerados para a obtenção do ISC de projeto.



### **3.2.2.2 Estudo dos Cortes**

Embora o greide de projeto indique cortes mínimos no trecho, as sondagens realizadas no subleito também contemplaram a análise dos materiais dos cortes, tendo em vista a sua classificação e sua distinção quanto à natureza do material de escavação, de modo a permitir a avaliação e a escolha dos equipamentos apropriados para as atividades de terraplenagem.

Foi observada a presença de lençol freático (N. A.) próximo à estaca 118. Neste local existe uma área de brejo nos dois lados da pista. No boletim geológico também é possível observar a presença de uma mina d'água nessa região.

Os boletins de sondagem não indicaram a presença material impenetrável ou afloramentos de rocha, assim, considerou-se que o subleito do trecho em projeto é composto por material de 1ª categoria.

### **3.2.2.3 Ocorrências de Solo Mole**

Os resultados dos ensaios realizados com o material do subleito não indicaram a presença de solos moles ou compressíveis. Porém, foi observada a presença de lençol freático (N. A.) próximo à estaca 118. Neste local existe uma área de brejo nos dois lados da pista. Por isso, no projeto de terraplenagem será dada atenção especial a esse local.

## **3.2.3 Estudo dos Empréstimos**

Empréstimos são escavações efetuadas em locais previamente definidos para a obtenção de materiais destinados à complementação de volumes necessários para aterros, quando houver insuficiência de volume nos cortes, ou por razões de ordem qualitativa de materiais, ou de ordem econômica (elevadas distâncias de transporte).

Para o projeto em questão foi considerada uma área para empréstimo lateral. Seu material foi coletado e submetido aos seguintes ensaios:

- Análise granulométrica de solos por peneiramento (DNER-ME 080/94);
- Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94);
- Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94).
- Compactação (método B ou C) (DNER-ME 129/94)
- Determinação do Índice de Suporte Califórnia (DNER-ME 049/94); com corpos de-prova moldados com a energia do Proctor Normal (12 golpes por camada);
- Determinação da massa específica aparente "in situ" (DNER-ME 092/94).

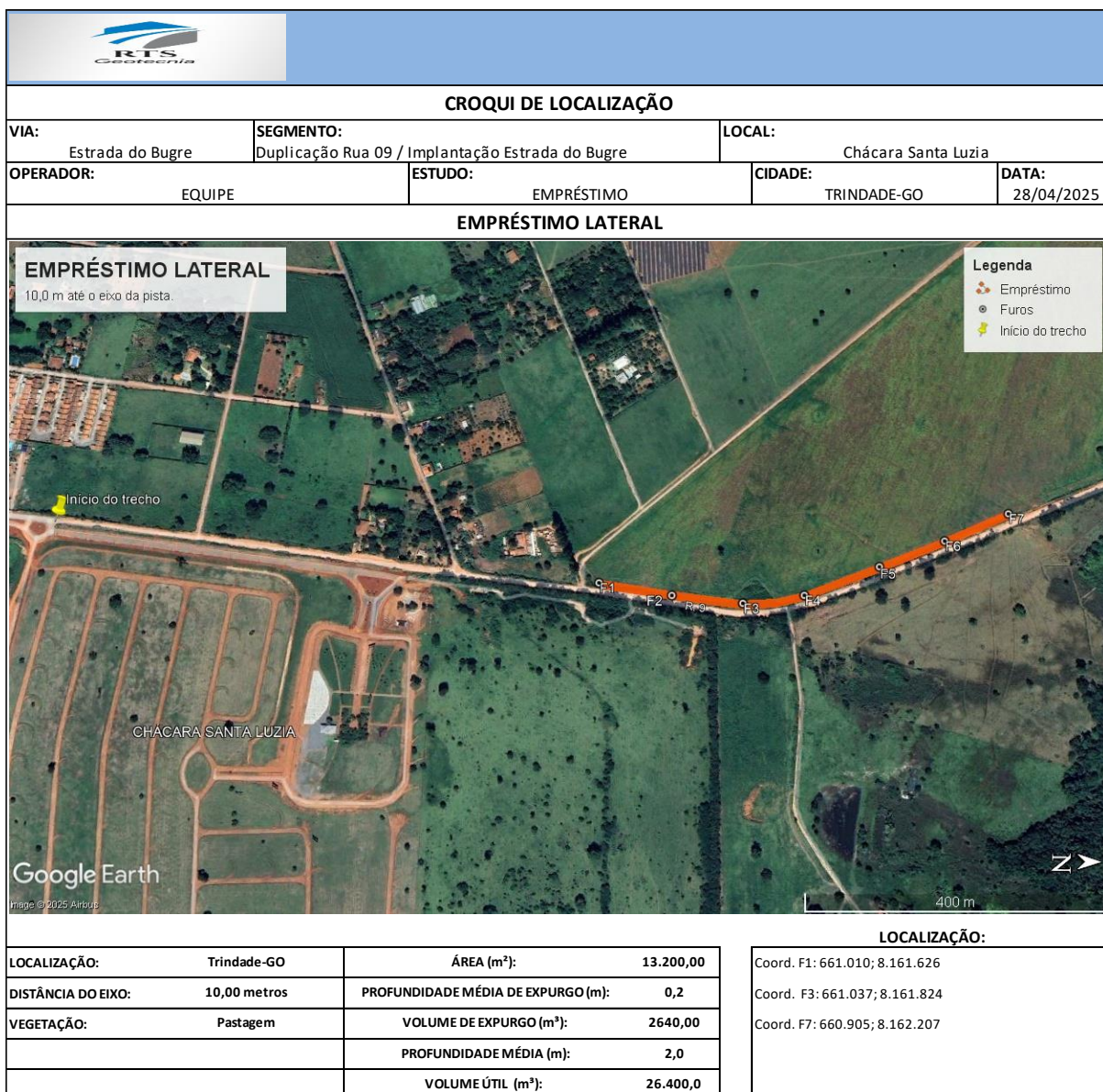
O fator de contração aterro/corte de cada uma das caixas estudados foi definido a partir do cálculo do fator de homogeneização, que é a relação entre o volume do material no corte de origem e o volume que este mesmo material ocupará no aterro, após ser compactado. Esse fator foi calculado por meio da divisão entre a densidade máxima obtida no ensaio de compactação e a densidade "in situ".

A tabela a seguir apresenta as características físicas de cada empréstimo estudado.

### **3.2.3.1 Croqui de localização**

A seguir é apresentado o croqui de localização do empréstimo lateral selecionado para uso no projeto de terraplenagem.





### 3.2.3.2 Condições para Licenciamento

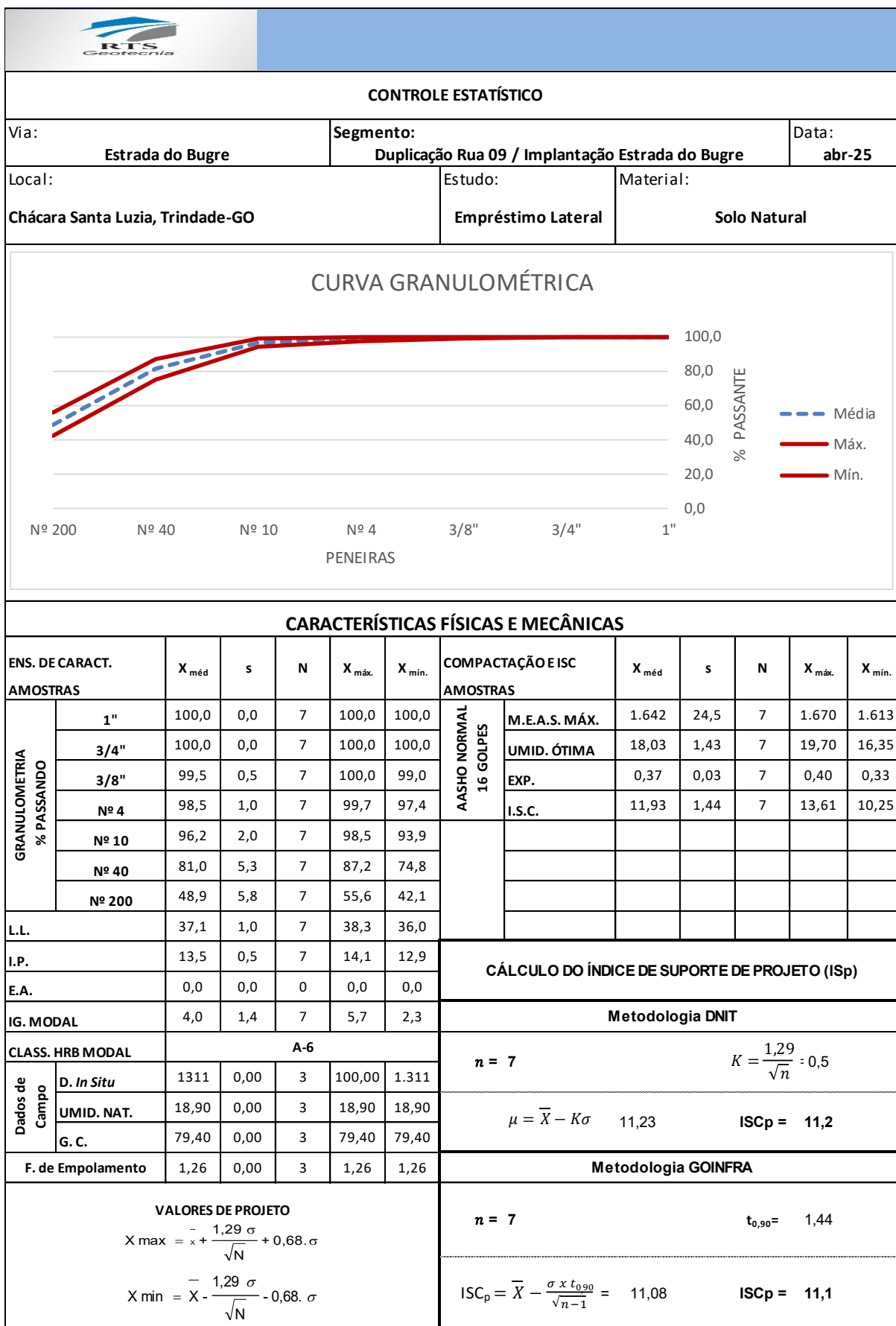
Em consulta ao Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), foi possível verificar que não existe nenhum processo minerário ativo ou em andamento na área do empréstimo selecionado, demonstrando que não há impedimento para sua exploração e futuro licenciamento.



Figura 8: Processo junto à ANM na área do empréstimo.

### 3.2.3.3 Análise Estatística dos Empréstimos Laterais

O controle estatístico apresentado para o empréstimo lateral foi realizado conforme metodologia apresentada no item referente ao subleito. A tabela a seguir apresenta o controle estatístico resultante dos ensaios laboratoriais realizados com o material dos empréstimos laterais.





### 3.2.4 ISC de Projeto

A definição do ISC de projeto a ser utilizado no dimensionamento do pavimento considerou tanto os resultados de ISC obtidos nos ensaios do subleito quanto os obtidos nos ensaios do empréstimo lateral.

Inicialmente, foram analisados os valores de ISC de projeto, calculados tanto pelo método do DNIT quanto pelo método da GOINFRA, tanto do subleito quanto dos empréstimos laterais. Eles apresentaram valores próximos e relativamente elevados para dimensionar o pavimento. Sendo assim, visando garantir maior segurança nesse dimensionamento, a definição do ISC de projeto considerou o valor médio encontrado entre os mínimos de todos os ensaios realizados, após exclusão dos valores espúrios, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 1: Valores de ISC de projeto.

LOCAL	ISCp (%) DNIT	ISCp (%) GOINFRA	ISC mínimo de campo (%)
Subleito e Cortes	11,0	11,0	7,6
Empréstimos Laterais	11,2	11,1	9,3
Valor médio	11,1	11,1	8,5
<b>ISCp adotado (%)</b>	<b>8,5</b>		

De acordo com a Instrução de Projetos Rodoviários IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos, os materiais do subleito deverão apresentar  $ISC \geq 6\%$  e  $Expansão \leq 2\%$ . Além disso, caso os materiais dos cortes e dos empréstimos apresentem  $ISC \leq 2\%$  e  $Expansão \geq 4\%$ , não devem ser utilizados nem mesmo para compor o corpo dos aterros. Em todas as amostras estudadas não foi verificado nenhum ponto de coleta com essas condições, sendo assim, tanto o material do subleito quanto o material dos empréstimos apresentam boas condições para suporte do pavimento.

### 3.2.5 Jazida de Material Granular

A Jazida selecionada está localizada a 8,22 km do início do trecho projetado. Em sua área foi lançado um reticulado com malha de 30 metros de lado, conforme exige a Instrução de Projetos Rodoviários IP-07 GOINFRA – Estudos Geotécnicos. Em cada nó dessa malha reduzida foram executados furos de sondagem e coletadas amostras que foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Solos – análise granulométrica por peneiramento (DNER/ME-080-1994)
- Determinação do limite de liquidez (DNER-ME 122/94)
- Determinação do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94)
- Equivalente de Areia (DNER-ME 054/97);
- Determinação da massa específica aparente “in situ” (DNER-ME 092/94);
- Determinação do Índice de Suporte Califórnia (DNER-ME 049/94);
- Compactação (método B ou C), determinação de umidade ótima e densidade máxima (DNER-ME 129/94).

O material desta jazida é constituído por um cascalho quartzo. Seu volume útil é de 19.870,00 m<sup>3</sup>.

O material foi estudado in natura nas energias intermediária (26 golpes) e modificada (55 golpes), e melhorado com 2% e 3% de cimento na energia intermediária.

A cascalheira atende aos quesitos técnicos e ambientais como material de construção e não foram observados empecilhos para o licenciamento ambiental da cascalheira.

Em função dos resultados obtidos nos ensaios, considerou-se que **a sub-base poderá ser executada com material dessa jazida in natura, estabilizado granulometricamente, e compactado na energia do Proctor Intermediário (26 golpes)**. Os ensaios realizados com o material da jazida nessas condições resultaram em um valor de **ISC mínimo de 44,85%** e um fator de **homogeneização médio de 1,26**.

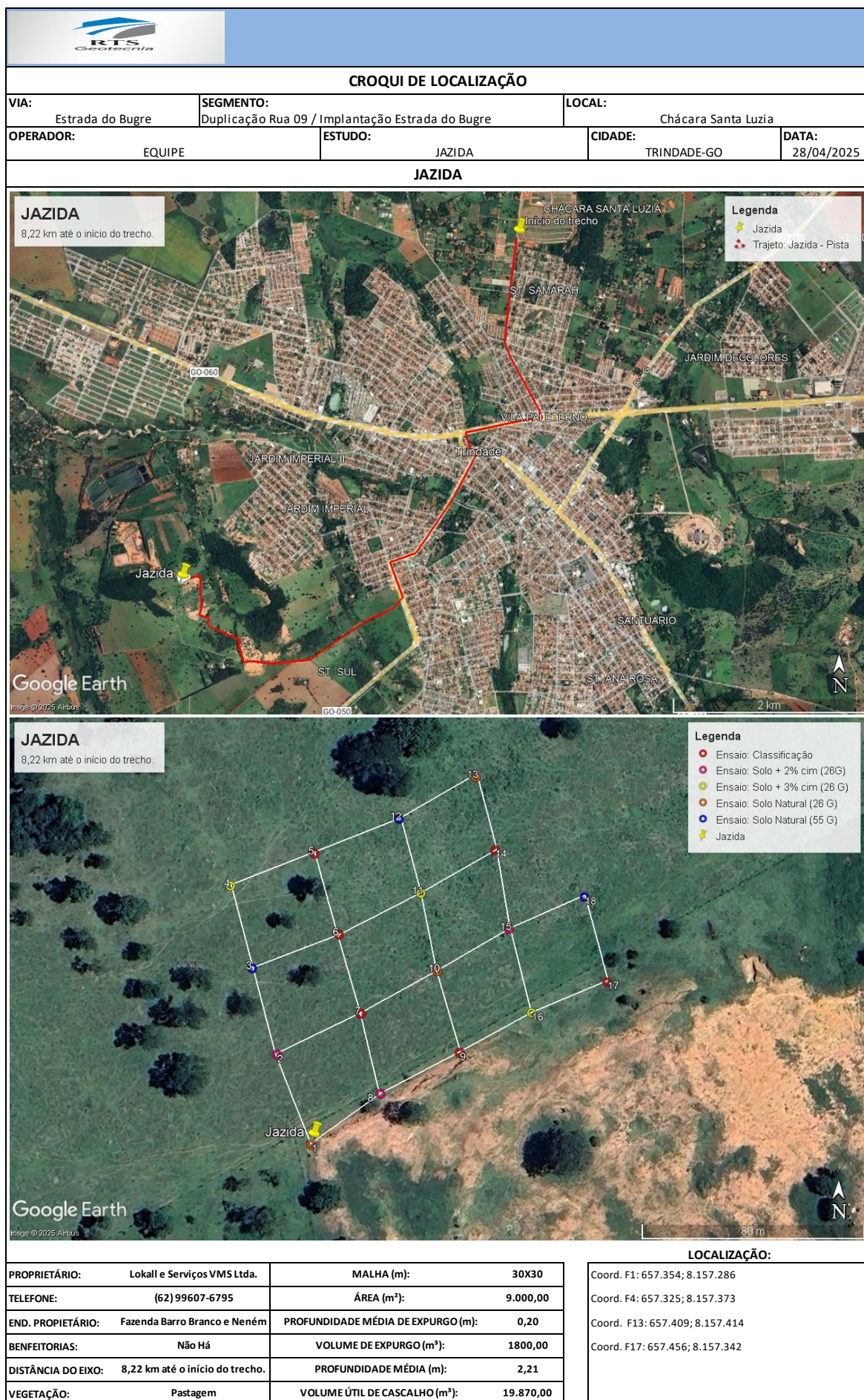


---

A base poderá ser executada com o material melhorado com 2% de cimento e compactado na energia do Proctor Intermediário (26 golpes). Os ensaios realizados com o material da jazida nessas condições resultaram em um valor de ISC mínimo de 114,12% e um fator de homogeneização médio de 1,24.

#### 3.2.5.1 Croqui de Localização

A seguir é apresentado o croqui de localização desta ocorrência.



### 3.2.5.2 Declaração de Interesse

A seguir é apresentado o documento de declaração de interesse do proprietário da área.



Goiânia, 15 de abril de 2025.


#### DECLARAÇÃO

A empresa RTS GEOTECNIA LTDA, inscrita no CNPJ 47.009.285/0001-95, situada à Rua Leo Lynce Q: 83 L:01, Conjunto Vera Cruz em Goiânia-GO, DECLARA que os colaboradores:

Sr. Leonardo Borges Lara de Ávila  
, CPF Nº 868.405.921-20

Vem por meio deste solicitar autorização e declara interesse de venda para a retirada de materiais que se adequa ao projeto tal como materiais granulares (cascalho), para implantação do acesso a Coming em Trindade-GO.

Nome do proprietário: Lokall e Serviços VMS Ltda  
Telefone: (62) 99607-6795  
Endereço: Zona Rural  
Nome da fazenda: Fazenda Barro Branco e Neném

  
Assinatura Proprietário

RTS GEOTECNIA LTDA.  
Rennan Taner  
Socio diretor – Representante Legal  
CPF:037.023.071-09



### 3.2.5.3 Condições para Licenciamento

Em consulta ao Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), foi possível verificar que não existe nenhum processo minerário ativo ou em andamento na área da jazida selecionada, demonstrando que não há impedimento para sua exploração e futuro licenciamento.

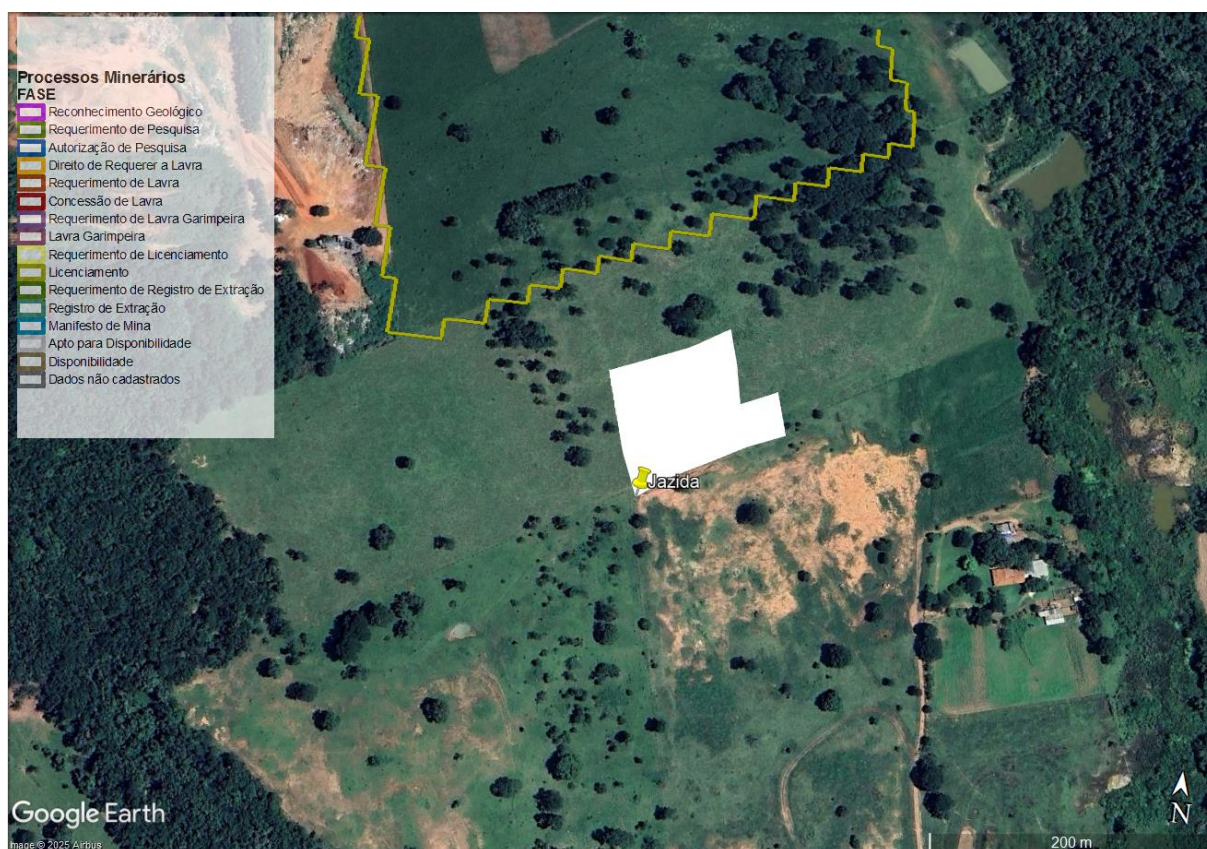


Figura 9: Processo junto à ANM na área da jazida

### 3.2.6 Pedreira

Foi selecionada para estudo a Pedreira Britago, que está localizada a 22,7 km do início do trecho projetado. O material pétreo é um diorito com características físico mecânicas adequadas para uso tanto nas camadas de revestimento betuminoso do pavimento quanto nas obras de drenagem.

A comprovação técnica da qualidade dos agregados foi comprovada mediante a realização dos seguintes ensaios:

- *Granulometria (DNER/ME-080-1994)*
- *Agregado – determinação do índice de forma (DNER/ME-086-1994)*
- *Agregados – determinação da abrasão Los Angeles (DNER/ME-035-1998)*
- *Agregado miúdo – adesividade a ligante betuminoso (DNER/ME-078-1994)*
- *Agregados – avaliação da durabilidade (DNER/ME-089-1994)*
- *Massa específica e Absorção.*

#### 3.2.6.1 Croqui de Localização

A seguir é apresentado o croqui de localização desta ocorrência.



			
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO			
VIA: Estrada do Bugre	SEGMENTO: Duplicação Rua 09 / Implantação Estrada do Bugre	LOCAL: Chácara Santa Luzia, Trindade-GO	
OPERADOR: EQUIPE	ESTUDO: PEDREIRA	CIDADE: SANTA BÁRBARA DE GOIÁS-GO	DATA: 16/04/2025
PEDREIRA BRITAGO			
			
			
<b>PEDREIRA BRITAGO</b>  <b>Endereço:</b> Rodovia GO 060, Km 34,9, zona rural - CEP: 75398-000  <b>Administrativo:</b> 62 99604-6636 <b>FONE:</b> (62) 9 9958-3612 / (62) 9 9990-0876		<b>LOCALIZAÇÃO:</b>  PEDREIRA BRITAGO : 22 K X: 645.998,00 Y: 8.165.281,00  ENTRADA GO-060 PARA PEDREIRA: 22 K X: 645.173,00 Y: 8.163.862,00  ESTACA INICIAL: X: 660.979,00 Y: 8.161.325,00	



### 3.2.6.2 Condições para Licenciamento

Esta pedra está regularizada junto a ANM de acordo com informações do SIGMINE.

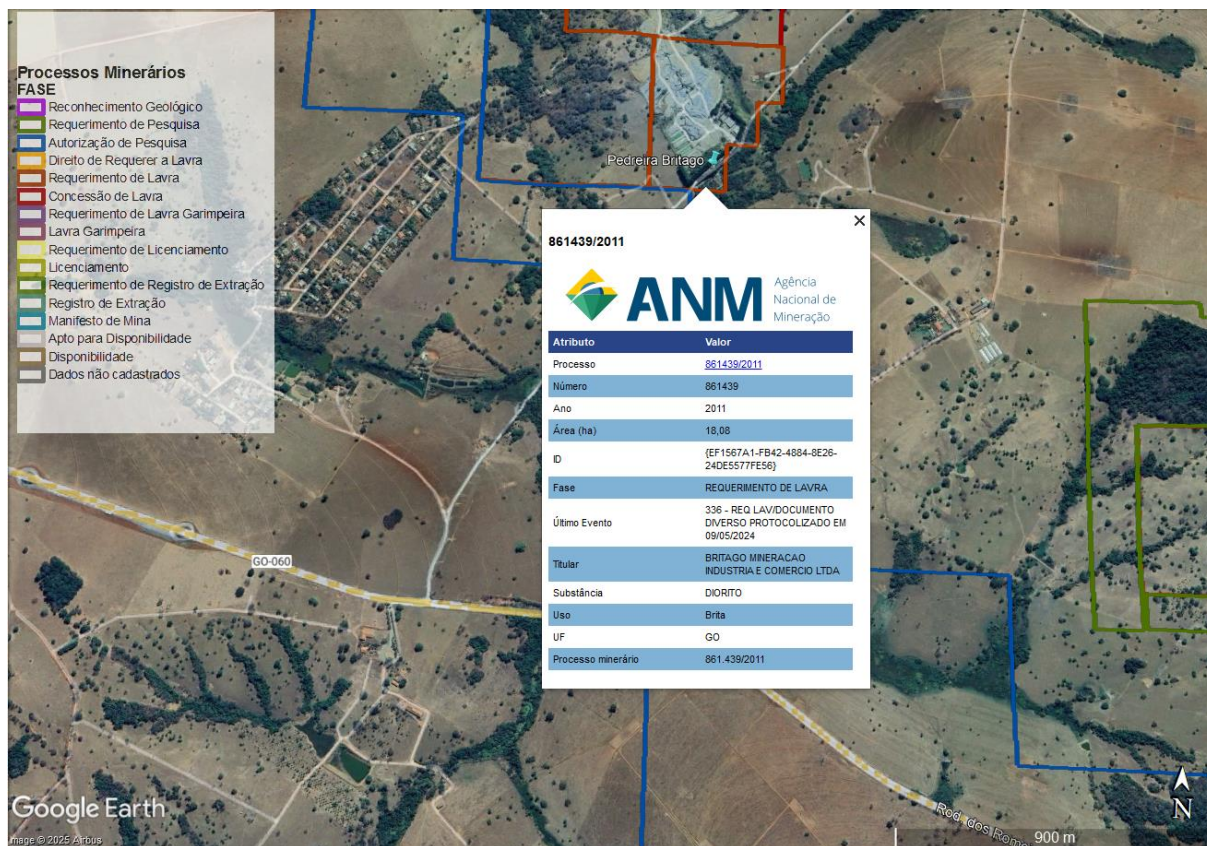


Figura 10: Dados do processo da Pedreira junto à ANM.

### 3.2.7 Areas

Foi selecionada para estudo um areal que está localizada a 31,4 km do início do trecho projetado. Seu material apresenta características físico mecânicas adequadas para uso tanto nas camadas de revestimento betuminoso do pavimento quanto nas obras de drenagem.

A comprovação técnica da qualidade deste agregado foi comprovada mediante a realização dos seguintes ensaios:

- *Equivalente de areia (DNER/ME-054-1997)*
- *Areia - determinação de impurezas orgânicas (DNER/ME-055-1995)*
- *Granulometria (DNER/ME-080-1994)*

#### 3.2.7.1 Croqui de Localização

A seguir é apresentado o croqui de localização desta ocorrência.

<b>VIA:</b> Estrada do Bugre	<b>SEGMENTO:</b> Duplicação Rua 09 / Implantação Estrada do Bugre	<b>LOCAL:</b> Chácara Santa Luzia		
<b>OPERADOR:</b> EQUIPE	<b>ESTUDO:</b> AREAL	<b>CIDADE:</b> TRINDADE-GO	<b>DATA:</b> 28/04/2025	

PROPRIETÁRIO:	DIVINO RAMOS DOS SANTOS	DISTANCIA GO-050 A DRAGA: 11 KM
TELEFONE:	(62) 99121-1928	
END. PROPRIETÁRIO:	Sede da Fazenda	
BENFEITORIAS:	Não Há	
DISTÂNCIA TOTAL:	31,4 km do início do trecho	

DRAGA - X: 642.007,00 Y: 8.156.127,00
TREVO SANTA MARIA - X: 648.310,00 Y: 8.148.903,00

Este areal está regularizado junto a ANM de acordo com informações do SIGMINE.



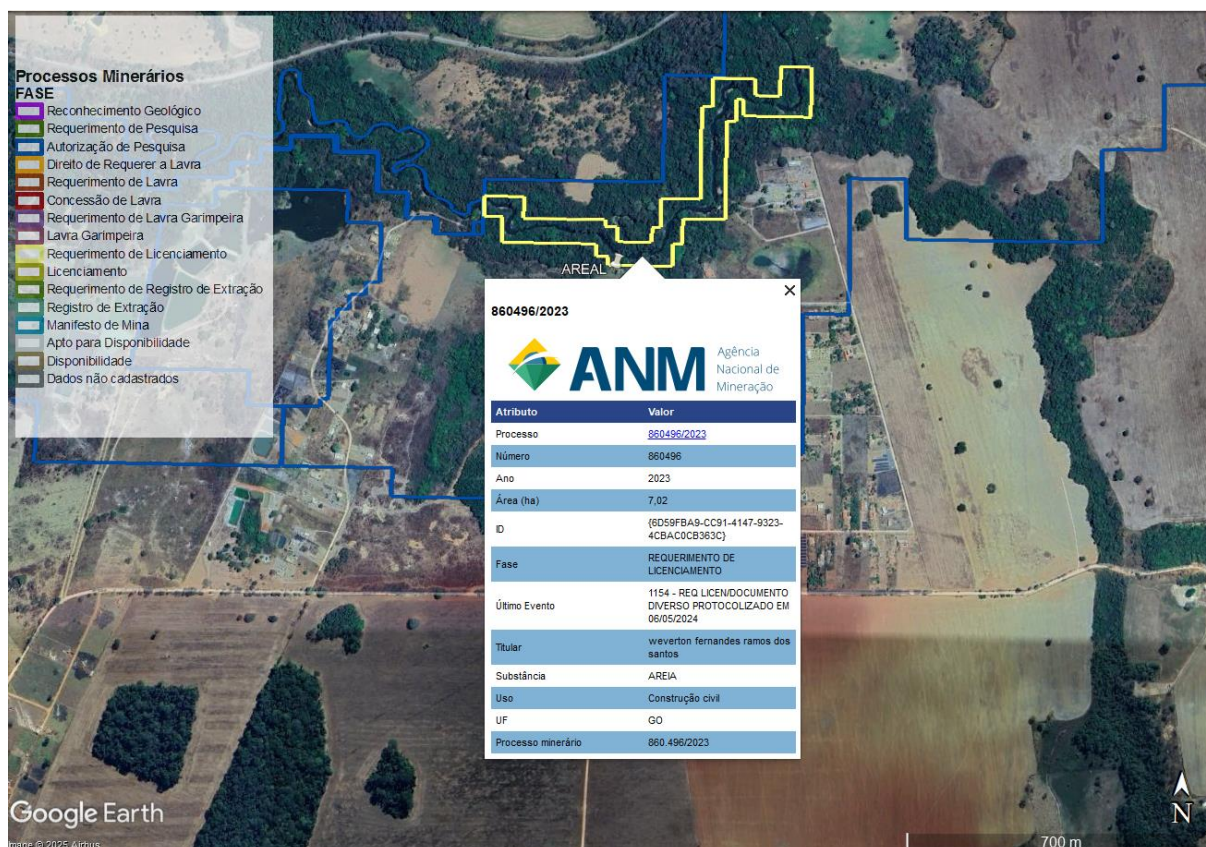


Figura 11: Dados do processo do Areal junto à ANM.

### 3.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os Estudos Hidrológicos, parte integrante dos Estudos Preliminares, visam caracterizar as condições de vazão máxima afluente às obras de arte e/ou drenagem superficial compreendidas na área de estudo do projeto, também devem ser previstas cheias excepcionais, capazes de ocasionar inundações perigosas, e suas consequências devem ser ponderadas no projeto das obras de arte.

Para o presente estudo visa-se conhecer a pluviometria e transformá-la em vazão, caracterizando as condições de máxima vazão afluente, para assim fundamentar as intervenções de engenharia necessárias para a análise do escoamento superficial e funcionamento da rede fluviométrica prevista na área de influência do projeto.

Em engenharia, não é interessante construir uma obra que seja adequada para escoar qualquer vazão possível de ocorrer, há a necessidade de avaliação quanto ao dimensionamento de forma a se ponderar os critérios econômicos, desde que sejam atendidas as vazões obtidas no estudo hidrológico.

Usualmente, pode-se correr o risco, assumido após considerações de ordem econômica, de que a estrutura venha a falhar durante a sua vida útil. Faz-se necessário, então, conhecer tal risco.

Para tanto, analisam-se estatisticamente as observações de pluviometria e fluviometria regional, verificando-se com que frequência estas assumiram dada magnitude, para em seguida, podermos avaliar as probabilidades teóricas de ocorrência dos fenômenos meteorológicos e hidrológicos.

Como referência para o desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos foram utilizados os seguintes documentos:

- IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos;
- IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005;
- IPR-724 – Manual de Drenagem de Rodovias, DNIT 2006;
- IPR-726 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, DNIT 2006;

- IS-203: Estudos Hidrológicos (ANEXO B3);
- IPR-727 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Instruções para Apresentação de Relatórios, DNIT 2006;
- IPR-739 – Instruções para Acompanhamento e Análise de Estudos e Projetos Rodoviários, DNIT 2010;
- IPR-742 – Manual de Implantação Básica de Rodovia, DNIT 2010.

### 3.3.1.1 Caracterização da Área de Projeto

O presente projeto contempla intervenções na bacia hidrográfica do Ribeirão Arrozal, compreendido no município de Trindade. A seguir são apresentadas as características na área de influência do projeto.

### 3.3.1.2 Geologia

O estado de Goiás, como um todo, é caracterizado por possuir poucas amplitudes altimétricas e um variado aspecto morfológico.

Seis conjuntos morfoestruturais, com suas subdivisões, formam a área do estado, são eles a Região do Planalto Central Goiano, Região dos Planaltos Setentrionais da Bacia Sedimentar do Paraná, Região do Divisor do São Francisco-Tocantins, Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores, Região das Superfícies Aplanadas e Região dos Planaltos e Chapadas Goiás-Minas.

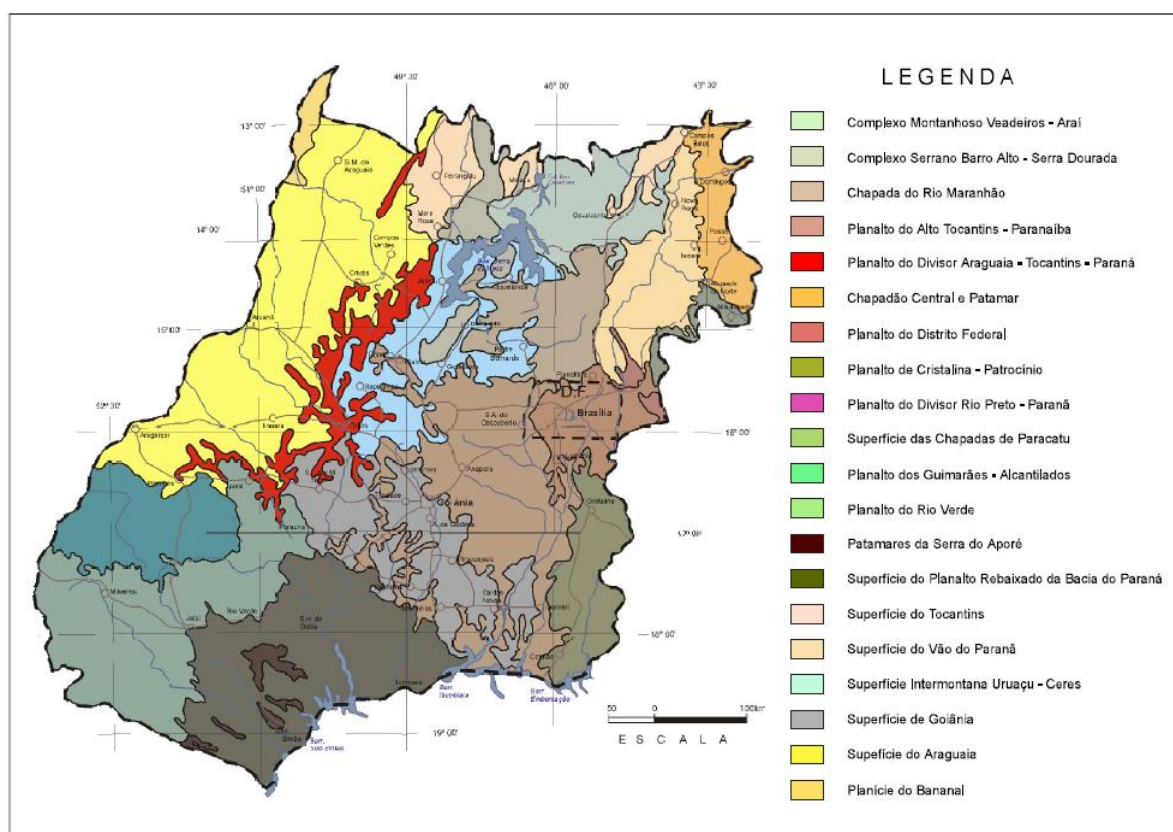


Figura 123 - Esboço Geomorfológico do estado de Goiás (Fonte: Serviço Geológico do Brasil – CPRM).

A área de abrangência dos estudos, município de Trindade, está englobada no Planalto Rebaixado de Goiânia, uma subdivisão do Planalto Central Goiano. É representada basicamente por rochas metamórficas, denominadas de Grupo Araxá (Lacerda Filho et al., 1999), rochas estas, formadas a cerca de 1 bilhão de anos, por complexos processos geológicos.

Na região em estudo, o Grupo Araxá é caracterizado por xistos e quartzitos (Marini, 1981; Fuck et al., 1993 e 2000; e Pimentel 1992 e 1995). Os xistos são rochas ricas em micas (muscovita, biotita e clorita), sendo

constituídas por quartzo, granada e mais raramente feldspatos e turmalina. Os quartzitos são rochas ricas em quartzo e podem conter concentrações variáveis de micas (muscovita). Os xistos e quartzitos são foliados em função da orientação dos minerais micáceos.

Por serem mais facilmente alterados pelos agentes do intemperismo (variação de calor, infiltração de água, ação do vento e erosão), os xistos ocupam as áreas rebaixadas do relevo e afloram, principalmente, na forma de lajedos nos principais córregos da área em estudo.

Nas demais áreas estas rochas encontram-se recobertas por mantos de solos. Os quartzitos, por serem mais resistentes ao intemperismo, ocorrem nas áreas topograficamente mais elevadas, representadas pela Serra da Areia. A deformação tectônica (plástica e rígida) que afetou o conjunto de rochas, além de causar a orientação dos minerais metamórficos, foi responsável pela formação de juntas, diaclases, fraturas e falhas. Este conjunto de estruturas corresponde a um fraturamento das rochas com a abertura de planos que se entrecortam. Tais estruturas são importantes para a circulação e retenção de água em profundidade e pelo controle e condicionamento das direções dos cursos de córregos e ribeirões. Estas estruturas podem ser facilmente identificadas nas áreas de exploração mineral (pedreiras e areais) e em afloramentos rochosos.

### **3.3.1.3 Hidrografia**

A hidrografia do município é formada pelo rio Paranaíba que o banha em pequena extensão, servindo de limite com outros municípios. O Ribeirão Arrozal, é o principais talvegue que banham a região de implantação do projeto.



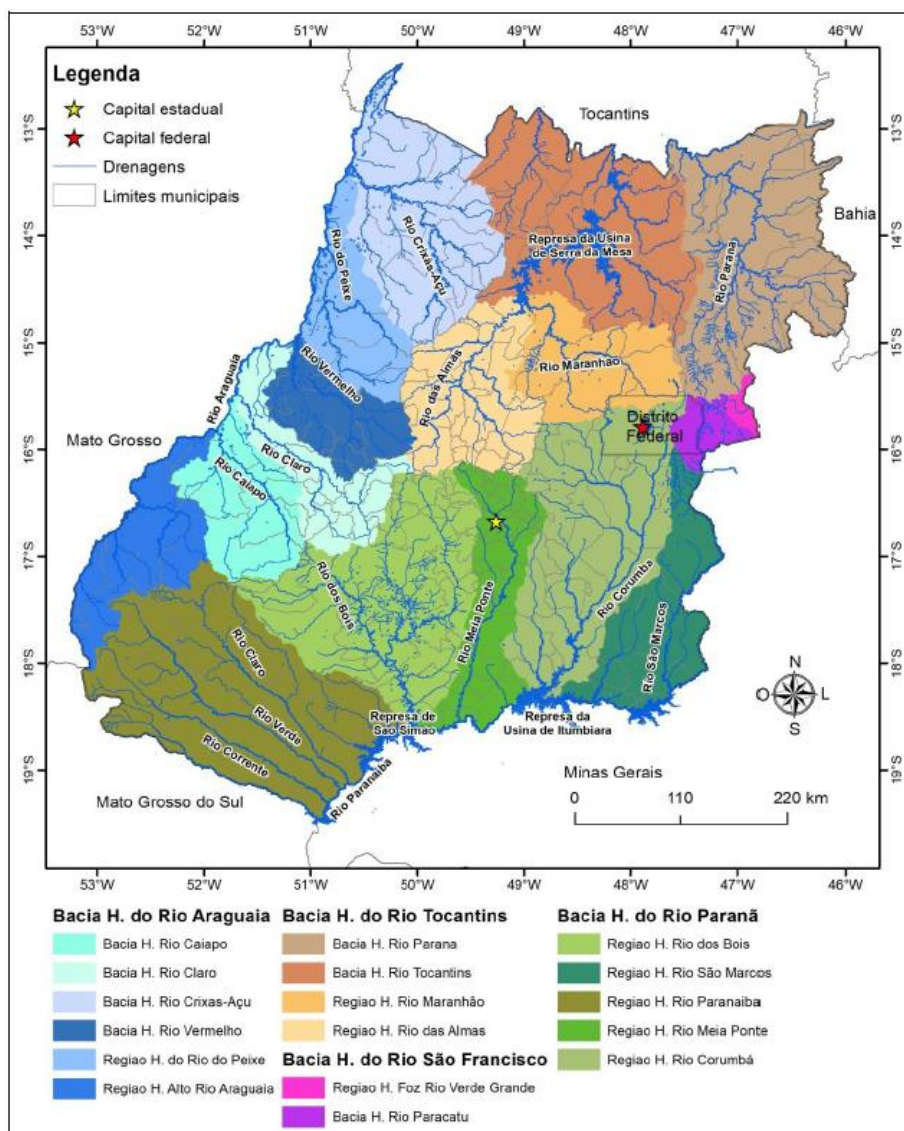


Figura 13 - Hidrografia do estado de Goiás (Fonte: Ferreira Nascimento, Diego T.).

A maior parte da rede hidrográfica do município de Trindade apresenta um sentido de drenagem de oeste para leste, representado pelo Ribeirão Arrozal, sendo o Rio Paranaíba o exutório de todo fluxo superficial.

### 3.3.1.4 Clima e condições meteorológicas

Uma região ou domínio climático se refere a certa área da superfície da Terra delimitada por um conjunto de condições climáticas aproximadamente homogêneas (VIANELLO, 1991). Os sistemas de classificações climáticas indicam as tipologias climáticas dos diferentes lugares, com base nas características dos parâmetros atmosféricos, transcorrendo em importantes insumos ao planejamento urbano, rural, regional e ambiental.

As classificações climáticas são baseadas na delimitação e descrição de diferentes parâmetros climáticos com o propósito de sistematizar, sintetizar, simplificar, condensar e comunicar as informações referentes às características climáticas de determinado local ou região.

A classificação climática de Köppen-Geiger, baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura, anual e mensal, é o sistema empregado nos Estudos Hidrológicos aqui apresentados.

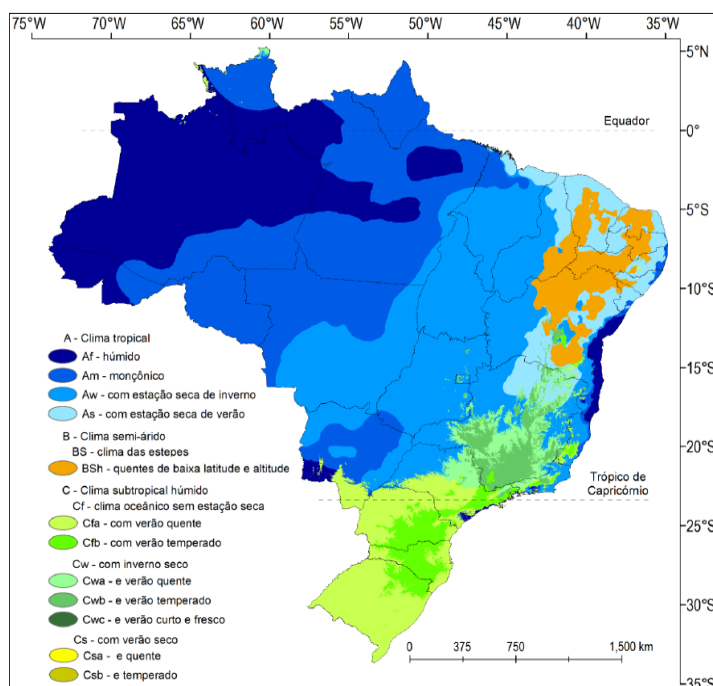


Figura 14 Classificação climática de Köppen-Geiger para o Brasil (Fonte: Geografando, 2014).

Na área de abrangência dos estudos, assim como de modo geral no Estado de Goiás, predominam-se temperaturas mais elevadas na primavera e verão. O outono e o inverno, embora sujeito a máximas diárias elevadas, são estações caracterizadas por estabilidade climática e reduzida precipitação, ocorrendo a inversão térmica por radiação na camada inferior da atmosfera, a qual é responsável pela ocorrência de bruma seca e pela acumulação de fumaça e particulados oriundos das atividades antrópicas, como, por exemplo, as queimadas e os desmatamentos. Essas estações apresentam menor umidade relativa do ar, com agosto sendo o mês mais seco do ano. Tem-se o mês de dezembro, no verão, como o mais úmido.

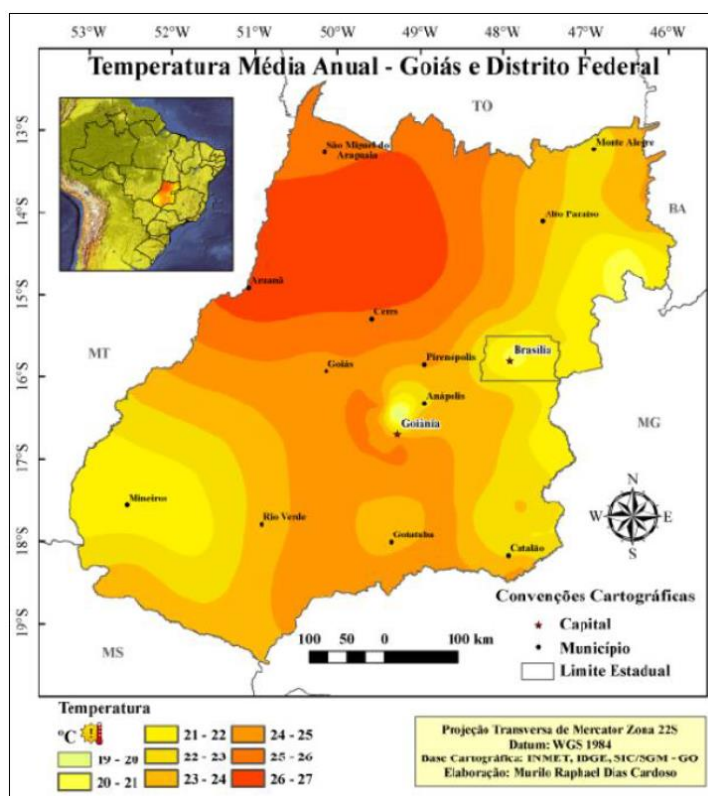


Figura 15 Temperatura média anual Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

As condições atmosféricas que prevalecem nesta região são de natureza tropical. Durante o inverno, verifica-se uma diminuição significativa dos níveis de precipitação em Trindade em comparação com os meses de verão. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. Em Trindade, a temperatura média anual é de 23.6 °C. 1320 mm é o valor da pluviosidade média anual.

### 3.3.1.5 Temperatura

As condições atmosféricas que prevalecem nesta região são de natureza tropical. Durante o inverno, verifica-se uma diminuição significativa dos níveis de precipitação em Trindade em comparação com os meses de verão. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. Em Trindade, a temperatura média anual é de 23.6 °C. 1320 mm é o valor da pluviosidade média anual.

### 3.3.1.6 Umidade Relativa do Ar

Segundo os dados apresentados no Plano Estadual de Recursos Hídricos (1995 - 1998) feito pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, foi considerado para Trindade os mesmos parâmetros do município de Goiânia, com umidade relativa do ar igual a 66% e a evaporação total de 1.576,6mm.

### 3.3.1.7 Insolação

Embora os dias sejam mais curtos, a insolação no inverno é igual ou superior a do verão, pois o céu se apresenta mais límpido, com poucas nuvens. As médias mensais de insolação estão em torno de 7 h/dia.

### 3.3.1.8 Ventos

Os ventos predominantes provêm do quadrante norte e atuam praticamente todo o ano, apesar do evidente predomínio nos meses de outubro a fevereiro, observa-se que os ventos do Leste predominam basicamente no inverno (junho e julho). Os ventos de nordeste e noroeste predominam basicamente nos meses de março, abril, maio, agosto e setembro.

Os ventos são de características moderadas durante todo o ano, com média de 1,0 m/s, e somente ocorre situações de ventanias em ocasiões esporádicas.

### 3.3.1.9 Pluviometria

A distribuição pluviométrica da região de Trindade apresenta um padrão típico do centro-oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos cerrados. O regime de chuvas caracteriza a forte sazonalidade e duas estações bem definidas, o verão chuvoso e o inverno seco.

O ano hidrológico para a Estação N° 01649012, referência para este estudo, se inicia em agosto, com o início do período chuvoso, e se finaliza em julho, coincidindo com o final do período seco.

Para o estudo das precipitações pluviométricas, utilizamos os dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) coletados na seguinte Estação (Postos):

Tabela 2 - Estações Pluviométricas para coleta de dados

DADOS - ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	
Código (Nº)	1649012
Nome	TRINDADE
Bacia	RIO PARANÁ
Sub-bacia	
Estado	GOIÁS
Município	TRINDADE
Responsável	ANA
Operadora	SGB-CPRM
Latitude	-16,66
Longitude	-49,49
Altitude (m)	777,00



A coleta de dados para medição da pluviometria na referida estação é realizada através da utilização de pluviômetros.

Com relação ao grau de consistência dos dados coletados, se trabalhou com o nível 2, dados consistidos pela ANA, uma vez que as informações de nível 1, dados brutos, não são pré-analisadas pela ANA quanto a consistência, aumentando o grau de incerteza das amostras. A figura apresentada a seguir, expõe a localização dos postos pluviométricos existentes na área de influência do estudo

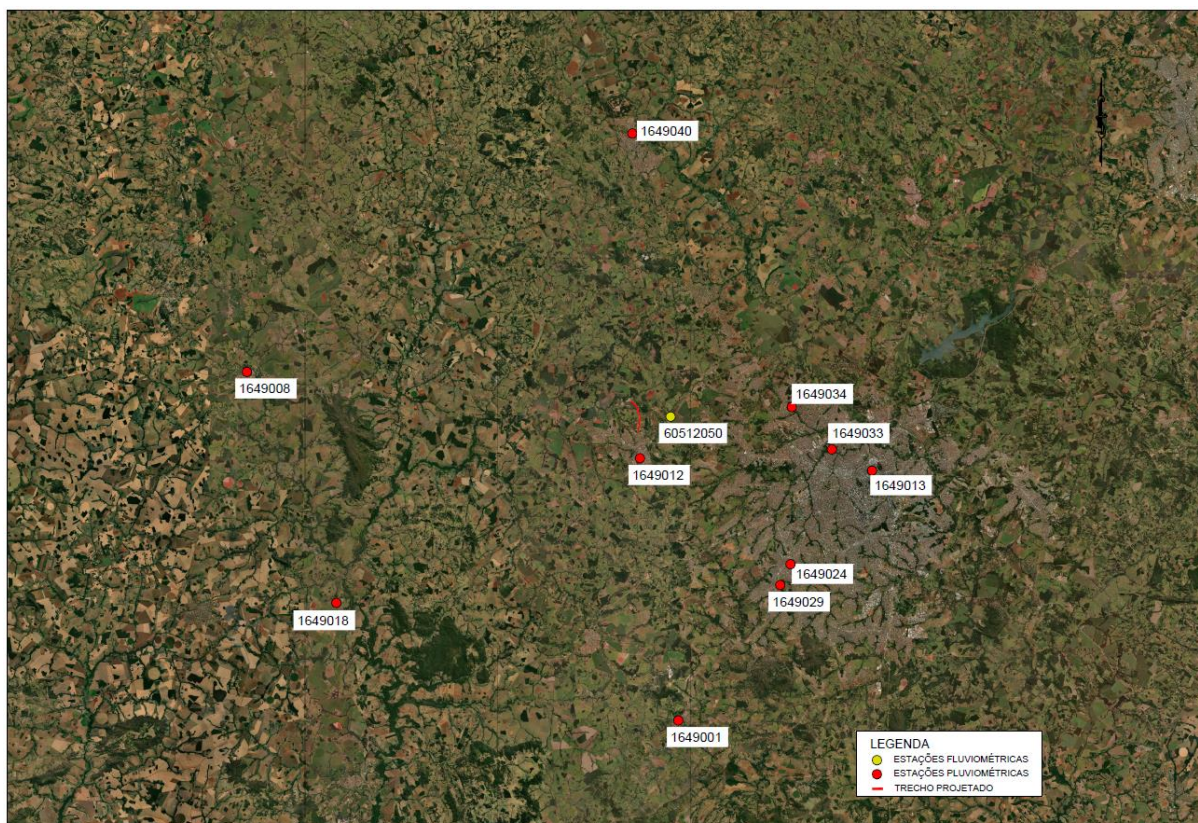


Figura 16- Localização das Estações de Coleta de Dados Pluviométricos

O mecanismo atmosférico nas regiões tropicais se caracteriza, sobretudo, por sua notável irregularidade, isto é, sua dinâmica costuma apresentar comportamentos bem distintos quando comparada de um ano para outro.

As precipitações em cada ano estão sujeitas a totais bem distintos, podendo afastar-se grandemente dos valores normais. Entretanto, não obstante sua posição tropical, a Região Centro-Oeste não apresenta desvios notáveis como acontece com as demais regiões tropicais do Brasil. A média do desvio pluviométrico anual, positivo ou negativo, em relação à normal é, na maior parte do território regional, inferior a 15%. Em outras palavras, os valores pluviométricos de um ano para o outro variam em média pouco abaixo de 15% a mais ou a menos do total médio, representado pela normal.

Contudo, por se tratar de desvios médios sua importância reside apenas no fato delas indicarem a tendência da irregularidade: as áreas de maiores desvios médios são aquelas mais sujeitas, em determinados anos, a maiores desvios efetivos, e estes, só raramente, atingem valores superiores a 50%. Isto significa que os desvios extremos na região Centro-Oeste são muito inferiores aos registrados nas outras regiões tropicais do Brasil.

Estes índices de desvios relativamente baixos decorrem do fato de que o principal sistema de correntes perturbadas da Região Centro-Oeste é justamente o menos irregular, ou seja, é aquele que apresenta a menor variação anual.

Tabela 3 - Pluviometria – Estação N° 01649012 Trindade

RESUMO - TRINDADE N° 1649012								
Mês	Precipitação mínima mensal (mm)	Precipitação média mensal (mm)	Precipitação máxima mensal (mm)	Precipitação máxima registrada em um dia no mês (mm)	Precipitação mínima registrada em um dia no mês (mm)	Dias de chuva (mínimo)	Dias de chuva (média)	Dias de chuva (máximo)
Janeiro	80,50	272,40	530,90	101,50	21,50	7	19	29
Fevereiro	82,80	228,76	460,50	96,60	21,00	5	16	26
Março	47,30	239,02	459,80	115,20	13,00	8	16	25
Abril	0,00	90,96	180,90	81,50	0,00	0	8	17
Maió	0,00	33,02	106,00	78,00	0,00	0	4	9
Junho	0,00	10,33	66,90	50,30	0,00	0	1	4
Julho	0,00	6,48	26,50	21,60	0,00	0	1	3
Agosto	0,00	16,63	76,20	60,00	0,00	0	2	11
Setembro	0,00	41,57	131,10	69,80	0,00	0	5	12
Outubro	24,20	123,99	234,30	92,00	12,00	4	10	17
Novembro	69,60	206,45	366,40	100,00	21,60	7	16	26
Dezembro	149,50	287,14	536,60	109,00	28,00	12	19	26
Total		1556,75		115,20 (06/03/1994)		0	117	29

As chuvas iniciam-se no mês de agosto e geralmente se intensificam em outubro, atingindo a maior pluviosidade nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, durante esses meses chove em média 75% do total anual.

Mais de 75% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso os meses de dezembro, janeiro e março.

Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nesta época do ano as chuvas são muito raras, havendo vários dias em que não são registradas. Além de serem muito reduzidas as ocorrências de chuvas durante o inverno, estas são pouco copiosas, razão pela qual os totais mensais de precipitações nesta época são pouco significativas. Assinalamos ainda que, não apenas o trimestre de inverno é seco, mas também o mês que o antecede (maio) e o mês que o sucede (setembro) são pouco chuvosos.

A seguir são apresentados os histogramas com os valores das precipitações totais mensais, para o ano hidrológico e para o ano civil, e o histograma com o número de dias de chuva para a respectiva estação pluviométrica utilizada no estudo.

#### Estação N° 01649012 – Trindade

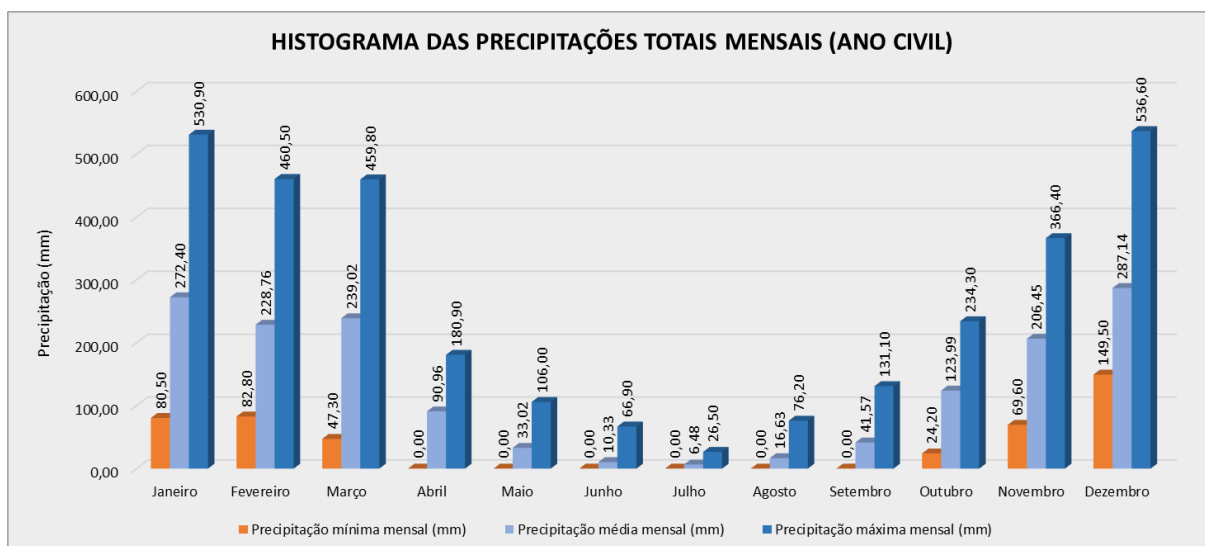


Figura 17 – Precipitações totais mensais (ano civil)



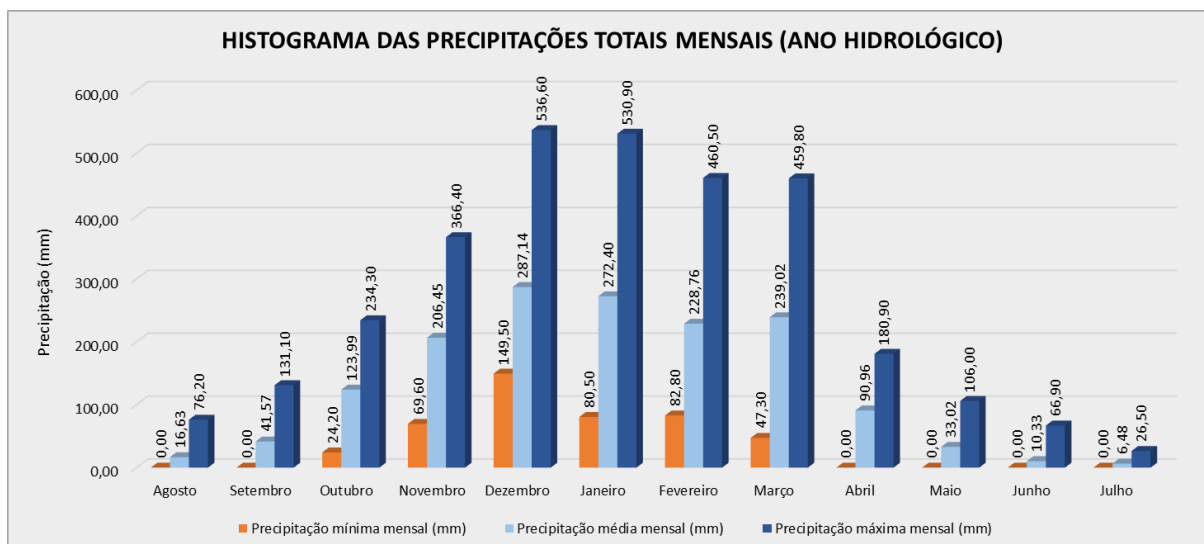


Figura 18 – Precipitações totais mensais (ano hidrológico)

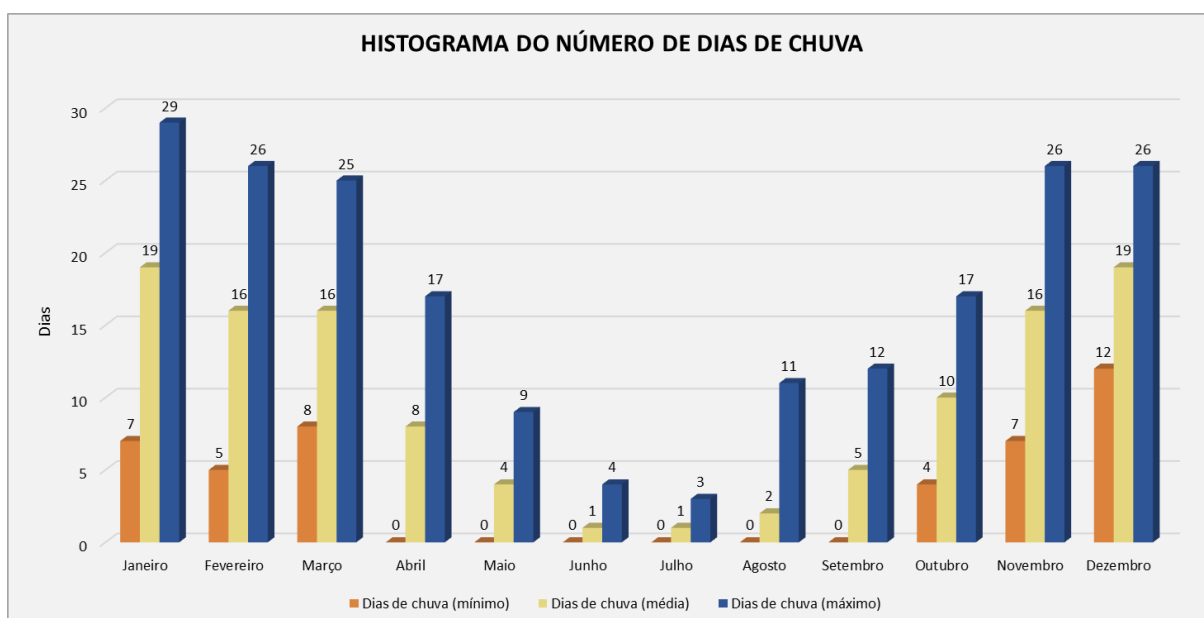


Figura 19 – Número de dias de chuva

Com base nos dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), temos:

- *Altura média de chuva do mês mais seco é de 6,48 mm (julho);*
- *Altura média de chuva do mês mais chuvoso é 287,14 mm (dezembro);*
- *Trimestre mais chuvoso: dezembro a fevereiro;*
- *Trimestre mais seco: junho a agosto;*
- *Média do nº de dias chuvosos por ano na região em estudo = 117 dias;*
- *Total pluviométrico anual = 1.556,75 mm;*

O regime de chuvas na região deve-se quase que exclusivamente ao sistema de circulação atmosférica com pouca influência do relevo sobre as tendências gerais determinadas pelos fatores dinâmicos.

### 3.3.1.10 Fluviométrica

Para a utilização de dados fluviométricos, determinados critérios devem ser atendidos, como normalmente o posto fluviométrico não se situa no próprio local da obra, há a necessidade de correção dos valores das descargas observadas para referi-las ao local da obra. Quanto maior a distância entre o posto e o local da obra mais imprecisa se torna essa correção, onde não se recomenda uma relação maior que dois nem menor que um meio entre as áreas controladas nesses dois pontos do curso d'água. Para o presente estudo a estação fluviométrica não possui dados suficientes e não há outros postos que atendam às recomendações para utilização.

### 3.3.1.11 Metodologia do Estudo Hidrológico

O desenvolvimento dos Estudos Hidrológicos elaborados foi concebido em duas fases, a Fase Preliminar, onde ocorreu a coleta dos dados hidrológicos e a definição das bacias hidrográficas, e a Fase Definitiva, em que foram consolidados os estudos realizados na fase anterior envolvendo a coleta e análise desses dados e a determinação das descargas das bacias, objetivado através da seguinte sistemática:

- *Definição do modelo hidrológico regional;*
- *Determinação das chuvas intensas;*
- *Determinação das cheias de projeto.*

Para a descarga de pico adotou-se a seguinte metodologia:

- *Para bacias com áreas < 4 km<sup>2</sup>, adota-se o Método Racional;*
- *Para bacias com áreas > 4 km<sup>2</sup> e < 10 km<sup>2</sup>, adota-se o Método Racional Corrigido;*
- *Para Bacias com áreas > 10 km<sup>2</sup> adota-se o Hidrograma Unitário Triangular.*

A metodologia adotada segue o procedimento para estudos hidrológicos de drenagem urbana ilustrado abaixo:

Aspectos Sociais e Econômicos	PASSO 1	Escolha do Período de Retorno
Metereologia	PASSO 2	Determinação da Tormenta de Projeto
Hidrologia Pedologia Uso do Solo	PASSO 3	Determinação de Escoamento Superficial Direto
Hidrologia	PASSO 4	Determinação da Vazão de Projeto
Hidráulica	PASSO 5	Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas

Figura 20 - (Porto, 1995) Livro: *Drenagem Urbana*

### 3.3.1.12 Período de Recorrência

Também denominado Período de Retorno, é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer. Ao se decidir que uma obra será projetada para uma vazão com período de recorrência  $T$  anos, automaticamente, decide-se o grau de proteção, trata-se, portanto, de escolher qual o “risco aceitável”.

As dificuldades em se estabelecer, objetivamente, o período de recorrência, fazem com que a escolha recaia sobre os valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelo meio técnico. Muitas entidades fixam os

períodos de retorno para diversos tipos de obra como critério de projeto. A fixação do tempo de recorrência necessita de atenção especial, tais como:

- Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações adjacentes e às propriedades;
- Interrupção de tráfego;
- Danos às obras de drenagem;
- Fatores econômicos.

O tempo de retorno adotado no presente estudo para a implantação das pontes é de 100 anos. Atendendo a determinação dos tempos de recorrência fixados na tabela apresentada a seguir.

Tabela 4 – Tempo de recorrência

Espécie	Período de recorrência (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Fonte: IS-203 – Estudos Hidrológicos (Adaptada).

### 3.3.1.13 Determinação da Intensidade de Chuva

Para a análise comparativa entre a equação de chuva consagrada para o município de Trindade e o posto pluviométrico de influência, realizou-se análises estatísticas do posto em questão para posteriormente analisar os dados com os da equação de chuva. Para a coleta de dados do posto pluviométrico, seguiu-se as orientações do Anexo B3 IS-203:Estudos Hidrológicos contidas na publicação *IPR-726 Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos básicos/Instruções de serviço do DNIT* e as orientações contidas no *Guia de Análise de Projetos Rodoviários*, também do DNIT, onde se recomenda que o período da série histórica seja o maior possível, de preferência superior a 20 anos, com poucas falhas e com medições consistidas.

A estação N° 01649012 – Trindade, com 25 anos de observações completas, porém não contínuas, apresenta boa confiabilidade de dados, tornando-a apta para o uso no Estudo. Como critério para seleção dos dados foram selecionados os 25 intervalos que apresentam maiores valores de pluviometria, em que não há falhas de dados no ano hidrológico ou em que possíveis falhas não interfiram nos valores de precipitação máxima necessários para definição da vazão máxima de projeto. Os meses de constatação de maior pluviometria em que se verificou inconsistências ou falhas nos dados foram descartados.

Os dados selecionados são apresentados a seguir:

Tabela 5 - Dados de precipitação média mensal – Trindade nº 1649012

DADOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 1 DIA (mm)													
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1974	35,20	43,00	32,40	42,20	58,20	0,00	20,50	12,40	18,80	16,60	24,80	37,00	58,20
1975	42,20	61,60	58,00	27,00	15,00	0,00	1,00	0,00	6,70	13,00	37,20	35,60	61,60
1977	76,00	67,60	24,60	43,40	14,80	2,80	19,00	8,80	17,00	71,00	40,80	28,60	76,00
1978	76,40	57,80	29,60	20,20	78,00	0,00	16,50	0,00	8,00	53,00	38,20	59,60	78,00
1979	79,40	50,00	13,00	42,00	1,00	23,00	0,00	19,40	19,00	35,40	97,60	30,00	97,60
1980	52,00	51,00	103,20	61,40	12,00	46,40	2,00	0,30	37,20	28,00	38,00	35,40	103,20
1981	56,00	21,00	60,00	75,80	72,00	0,00	10,00	0,00	7,40	47,00	71,60	52,20	75,80
1982	101,50	60,60	52,60	42,60	7,20	2,00	20,60	20,00	69,80	20,40	51,50	28,00	101,50
1983	60,00	34,40	36,40	70,00	9,00	0,00	0,00	0,00	19,80	92,00	49,20	37,40	92,00
1984	76,80	43,00	68,00	25,00	32,60	0,30	1,30	13,60	18,60	37,00	21,60	109,00	109,00
1985	66,00	36,00	79,00	16,80	13,80	0,20	7,60	3,00	45,00	52,00	55,00	77,00	79,00
1986	22,00	51,20	38,20	31,90	13,60	0,00	0,00	22,30	16,00	34,00	72,00	100,00	100,00
1987	30,20	62,00	64,20	30,00	13,20	50,30	0,00	0,40	28,60	57,00	55,20	57,40	64,20
1988	49,60	49,80	42,00	25,00	9,80	11,00	21,60	0,00	14,00	67,50	24,60	32,80	67,50
1989	45,20	89,00	39,20	21,00	34,20	0,00	4,00	10,20	6,80	30,60	59,00	56,20	89,00
1990	43,00	29,00	74,20	34,20	0,00	0,00	0,00	23,00	20,00	39,20	57,00	43,20	74,20
1992	23,00	27,20	35,60	15,00	22,00	6,00	0,00	0,00	33,00	37,20	44,20	46,00	46,00
1993	37,00	96,60	115,20	48,40	20,00	12,80	12,00	30,00	13,40	40,00	47,00	76,00	115,20
1994	36,80	36,30	52,10	15,40	20,30	3,00	0,00	0,00	5,40	69,00	65,60	47,00	69,00
1995	70,40	39,10	79,10	60,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,00	87,00	61,30	87,00
1996	85,60	64,30	56,90	33,30	38,00	36,20	0,00	60,00	17,40	44,10	100,00	64,20	100,00
1997	60,70	47,00	44,50	6,50	30,00	0,00	0,00	0,00	15,00	41,60	58,20	62,20	62,20
2003	52,70	45,00	64,80	21,50	7,20	0,00	1,60	5,60	9,10	48,00	52,20	58,30	64,80
2004	21,50	44,50	52,20	81,50	8,50	3,80	0,00	0,00	0,00	30,50	26,90	68,00	81,50
2005	76,00	38,00	27,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	4,70	12,00	37,00	50,50	76,00
<b>MÉDIA</b>	<b>55,01</b>	<b>49,80</b>	<b>53,68</b>	<b>35,60</b>	<b>21,34</b>	<b>7,91</b>	<b>5,51</b>	<b>9,20</b>	<b>18,03</b>	<b>43,40</b>	<b>52,46</b>	<b>54,12</b>	<b>81,14</b>

A partir desses dados, foi empregado o Método das Probabilidades Extremas de Gumbel para o cálculo da precipitação média ( $P_{\text{méd}}$ ) e do desvio padrão ( $d$ ) dentre o número ( $n$ ) de eventos analisados.

Com os valores da precipitação média e do desvio padrão calculado no estudo estatístico a seguir, juntamente com os valores apresentados na tabela de coeficiente de Weise e Reid ( $k$ ), foi utilizada a fórmula de Ven Te Chow para determinar a precipitação da chuva de 1 dia no tempo de recorrência previsto. Esta chuva de 1 dia foi convertida em chuva de 24 horas, multiplicando os valores de precipitação por 1,13 que é a relação 24 horas / 1 dia.

Determinou-se no mapa de Isozonas a Isozona E, que corresponde à região de projeto. Após a determinação da Isozona, foram fixadas para esta as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora. Desta forma, obteve-se valores de precipitação, em mm, para chuvas com 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração nos tempos de recorrência considerados.

Tabela 6 - Estudo Estatístico – Trindade nº 1649012

ESTUDO ESTATÍSTICO DA PLUVIOMETRIA - MÉTODO DE GUMBEL											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ANO	Pi (mm)	Nº ordem (M)	Pi (Decresc.) (mm)	P-Pméd (mm)	(P-Pméd) <sup>2</sup> (mm)	Frequência	Período	Variável reduzida (y)	y-yn	(y-yn) <sup>2</sup>	k
1974	58,20	1	115,20	34,06	1160,08	96,15	26,00	3,239	2,708	7,332	2,481
1975	61,60	2	109,00	27,86	776,18	92,31	13,00	2,525	1,994	3,977	1,827
1977	76,00	3	103,20	22,06	486,64	88,46	8,67	2,099	1,568	2,458	1,437
1978	78,00	4	101,50	20,36	414,53	84,62	6,50	1,789	1,259	1,584	1,153
1979	97,60	5	100,00	18,86	355,70	80,77	5,20	1,544	1,013	1,026	0,928
1980	103,20	6	100,00	18,86	355,70	76,92	4,33	1,338	0,807	0,652	0,740
1981	75,80	7	97,60	16,46	270,93	73,08	3,71	1,159	0,629	0,395	0,576
1982	101,50	8	92,00	10,86	117,94	69,23	3,25	1,000	0,470	0,220	0,430
1983	92,00	9	89,00	7,86	61,78	65,38	2,89	0,856	0,325	0,106	0,298
1984	109,00	10	87,00	5,86	34,34	61,54	2,60	0,723	0,192	0,037	0,176
1985	79,00	11	81,50	0,36	0,13	57,69	2,36	0,598	0,067	0,004	0,061
1986	100,00	12	79,00	-2,14	4,58	53,85	2,17	0,480	-0,051	0,003	-0,047
1987	64,20	13	78,00	-3,14	9,86	50,00	2,00	0,367	-0,164	0,027	-0,151
1988	67,50	14	76,00	-5,14	26,42	46,15	1,86	0,257	-0,274	0,075	-0,251
1989	89,00	15	76,00	-5,14	26,42	42,31	1,73	0,151	-0,380	0,145	-0,348
1990	74,20	16	75,80	-5,34	28,52	38,46	1,63	0,046	-0,485	0,236	-0,445
1992	46,00	17	74,20	-6,94	48,16	34,62	1,53	-0,059	-0,590	0,348	-0,541
1993	115,20	18	69,00	-12,14	147,38	30,77	1,44	-0,164	-0,695	0,483	-0,637
1994	69,00	19	67,50	-13,64	186,05	26,92	1,37	-0,272	-0,803	0,644	-0,735
1995	87,00	20	64,80	-16,34	267,00	23,08	1,30	-0,383	-0,914	0,835	-0,837
1996	100,00	21	64,20	-16,94	286,96	19,23	1,24	-0,500	-1,031	1,063	-0,944
1997	62,20	22	62,20	-18,94	358,72	15,38	1,18	-0,627	-1,158	1,340	-1,061
2003	64,80	23	61,60	-19,54	381,81	11,54	1,13	-0,770	-1,301	1,692	-1,192
2004	81,50	24	58,20	-22,94	526,24	7,69	1,08	-0,942	-1,473	2,169	-1,349
2005	76,00	25	46,00	-35,14	1234,82	3,85	1,04	-1,181	-1,712	2,931	-1,569
soma	-	-	2028,50	-	7.566,90	-	-	13,27	0,00	29,78	-

$$P_{méd} = \frac{\sum (\text{col 4})}{n} = 81,14$$

$$d = \frac{\sqrt{\sum (\text{col 6})}}{\sqrt{(n-1)}} = 17,76$$

$$n = 25 \text{ eventos}$$



Tabela 7 - Valores de K (Weise e Reid)

Valores de K (Weise e Reid)							
NÚMERO DE EVENTOS	TEMPO DE RECORRÊNCIA						
	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,5	3,157	3,81
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,595	1,98	2,259	2,47	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
<b>25</b>	<b>0,888</b>	<b>1,575</b>	<b>1,958</b>	<b>2,235</b>	<b>2,444</b>	<b>3,088</b>	<b>3,729</b>
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,56	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,87	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,912	2,188	2,393	3,026	3,653

Tabela 8 – Valores de Ven Te Chow – Trindade nº 1649012

Fórmula de Ven Te Chow - $PR = Pméd + d \cdot K$							
TEMPO DE RECORRÊNCIA	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
PRECIPITAÇÃO - PR (mm)	96,91	109,11	115,91	120,83	124,54	135,97	147,35

Tabela 9 - Valores de Precipitação – Trindade nº 1649012

Valores de Precipitação (mm)							
Duração da chuva	TEMPO DE RECORRÊNCIA						
	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos
24 h	109,51	123,29	130,97	136,53	140,73	153,65	166,51
1 h	50,37	56,10	59,33	61,58	63,19	68,37	73,43
6 min	15,22	17,14	18,21	18,98	19,56	21,36	20,65

As alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, foram marcadas no papel de probabilidades (Hersfield e Wilson) e, ligando-se os pontos marcados, obtém-se a altura de chuva para qualquer tempo de duração entre 6 minutos e 24 horas, conforme pode ser observado na figura a seguir.

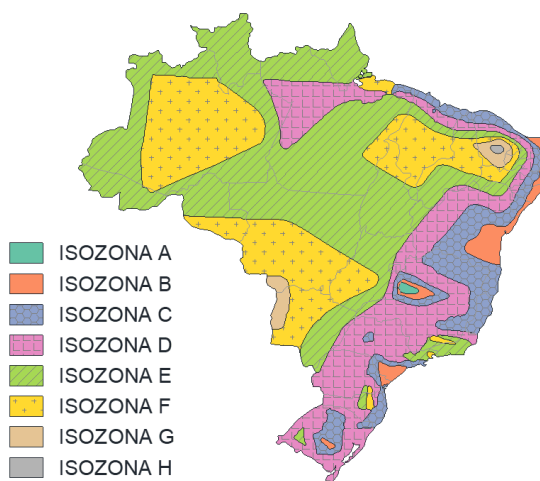


Figura 21 - Mapa de Isozonas

Tabela 10 – Precipitação por zonas

Zona		Tempo de Recorrência (anos)								
		1 Hora / 24 Horas							6 mm / 24 H	
		5	10	15	20	25	50	100	5 - 50	100
A		36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,0	34,7	7,0	6,3
B		38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	38,8	38,4	9,8	8,8
D		42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	40,7	40,3	11,2	10,0
E		44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,6	42,2	12,6	11,2
F		<u>46,0</u>	<u>45,5</u>	<u>45,3</u>	<u>45,1</u>	<u>44,9</u>	<u>44,5</u>	<u>44,1</u>	<u>13,9</u>	<u>12,4</u>
G		47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,4	45,9	15,4	13,7
H		49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	47,8	16,7	14,9

A seguir são apresentados os gráficos de precipitação x duração x frequência e de intensidade x duração x frequência para os postos pluviométricos da região em estudo, segundo o método das Isozonas.

Tabela 11 - Quadro (Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência)

Quadro - Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência														
Duração da chuva (minutos)	TEMPO DE RECORRÊNCIA													
	5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
5	14,57	174,84	16,42	196,99	17,44	209,33	18,19	218,27	18,75	225,04	20,49	245,84	19,67	236,04
10	17,83	106,95	20,02	120,14	21,25	127,51	22,13	132,80	22,79	136,75	24,84	149,04	24,56	147,34
15	21,08	84,32	23,63	94,52	25,06	100,24	26,08	104,31	26,83	107,33	29,19	116,77	29,44	117,78
20	24,33	73,00	27,24	81,71	28,87	86,60	30,02	90,07	30,87	92,61	33,55	100,64	34,33	103,00
25	27,59	66,21	30,85	74,03	32,68	78,42	33,97	81,52	34,91	83,79	37,90	90,96	39,22	94,13
30	30,84	61,69	34,45	68,91	36,48	72,97	37,91	75,82	38,95	77,90	42,25	84,51	44,11	88,21
35	34,10	58,46	38,06	65,25	40,29	69,07	41,85	71,75	42,99	73,70	46,61	79,90	48,99	83,99
40	37,35	56,03	41,67	62,50	44,10	66,15	45,80	68,70	47,03	70,54	50,96	76,44	53,88	80,82
45	40,61	54,14	45,27	60,37	47,91	63,88	49,74	66,32	51,07	68,09	55,31	73,75	58,77	78,36
50	43,86	52,64	48,88	58,66	51,72	62,06	53,69	64,43	55,11	66,13	59,67	71,60	63,66	76,39
55	47,12	51,40	52,49	57,26	55,52	60,57	57,63	62,87	59,15	64,52	64,02	69,84	68,54	74,77
60	50,37	50,37	56,10	56,10	59,33	59,33	61,58	61,58	63,19	63,19	68,37	68,37	73,43	73,43
65	50,59	46,70	56,34	52,01	59,59	55,01	61,85	57,09	63,47	58,58	68,68	63,40	73,77	68,09
66	50,63	46,03	56,39	51,26	59,64	54,22	61,90	56,27	63,52	57,75	68,74	62,49	73,84	67,12
67	50,67	45,38	56,44	50,54	59,69	53,46	61,96	55,48	63,58	56,94	68,81	61,62	73,90	66,18
68	50,72	44,75	56,49	49,84	59,75	52,72	62,01	54,72	63,64	56,15	68,87	60,77	73,97	65,27
69	50,76	44,14	56,54	49,16	59,80	52,00	62,07	53,97	63,69	55,38	68,93	59,94	74,04	64,38
70	50,80	43,54	56,58	48,50	59,85	51,30	62,12	53,25	63,75	54,64	68,99	59,14	74,11	63,52
71	50,84	42,97	56,63	47,86	59,90	50,62	62,17	52,54	63,80	53,92	69,05	58,35	74,17	62,68
72	50,89	42,41	56,68	47,23	59,95	49,96	62,23	51,86	63,86	53,22	69,11	57,60	74,24	61,87
73	50,93	41,86	56,73	46,63	60,01	49,32	62,28	51,19	63,92	52,53	69,18	56,86	74,31	61,07
74	50,97	41,33	56,78	46,04	60,06	48,70	62,34	50,54	63,97	51,87	69,24	56,14	74,37	60,30
75	51,02	40,81	56,83	45,46	60,11	48,09	62,39	49,91	64,03	51,22	69,30	55,44	74,44	59,55
76	51,06	40,31	56,88	44,90	60,16	47,50	62,45	49,30	64,09	50,59	69,36	54,76	74,51	58,82

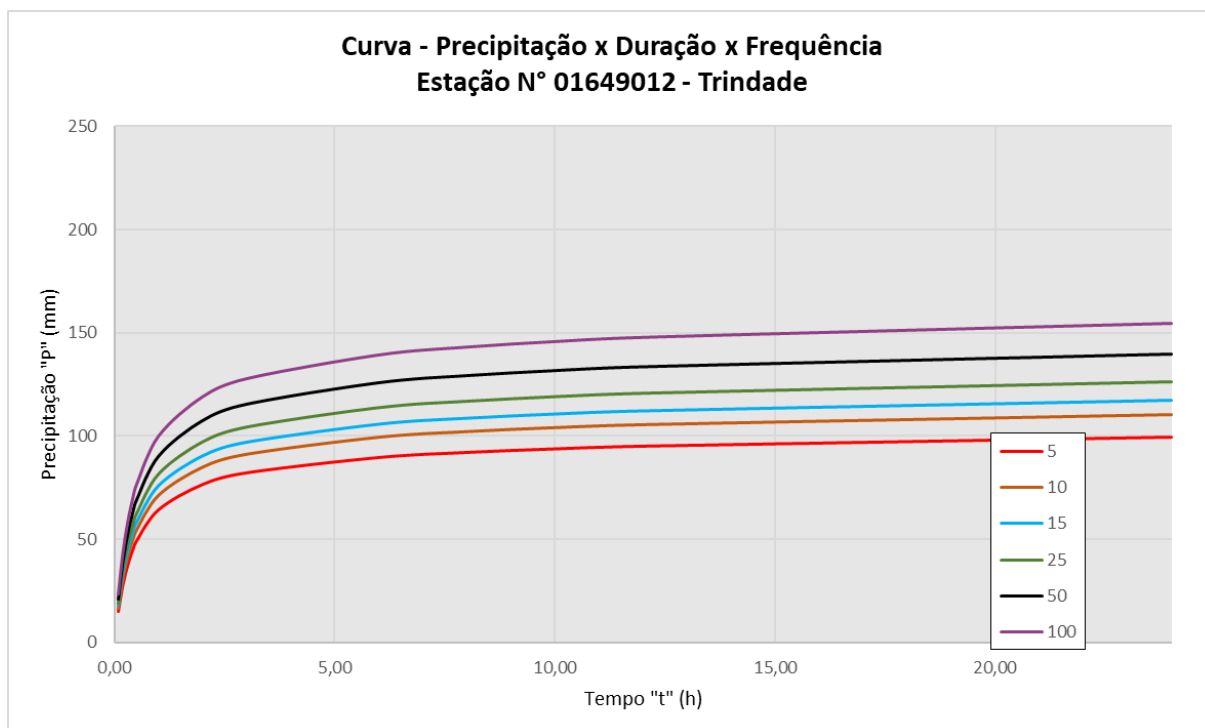


Figura 22 - Precipitação x Duração x Frequência

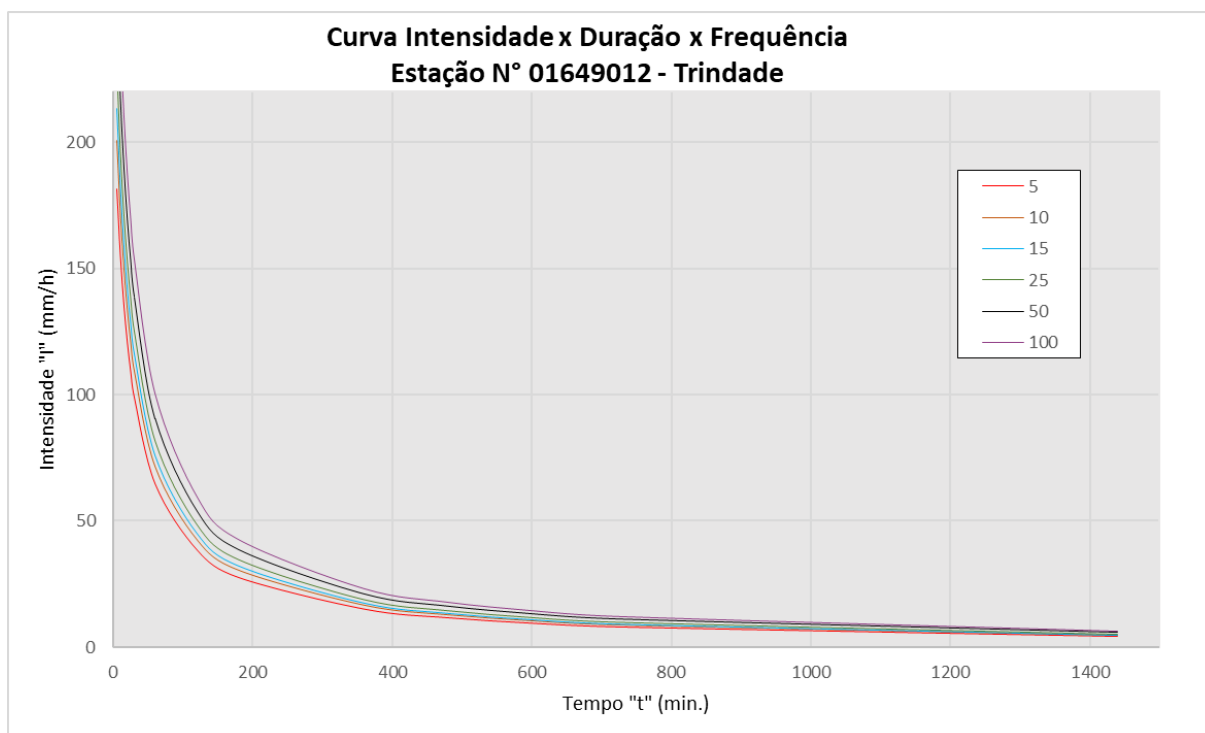


Figura 23 - Intensidade x Duração x Frequência

Vale salientar que a pluviometria do posto foi apresentada somente para verificação da viabilidade da utilização da equação de chuva e no final deste capítulo são apresentados os gráficos comparativos que atestam a confiabilidade da equação.

### 3.3.1.14 Equação de Chuva

Em localidades onde não se têm pluviógrafos ou dados pluviográficos, é comum determinar-se as precipitações intensas de forma aproximada, através de análise de frequência das precipitações máximas diárias, cujos dados provêm de pluviômetros, que são mais comuns e fáceis de se obter. Feita esta análise de frequência e obtida a equação de chuvas relativas as precipitações máximas diárias, podem-se determinar as precipitações máximas de 24 horas e outras durações, para os tempos de recorrência considerados.

Para determinação da precipitação utilizou-se o método da equação da curva IDF (Intensidade-Duração-Frequência) específica da região do município de Trindade. Essa equação foi obtida por revisão bibliográfica de estudos realizados pelo Professor Dr. Alfredo Ribeiro da Costa (Universidade Federal de Goiás), onde ele definiu equações de curvas IDF para 126 municípios de Goiás após análises de precipitações máximas locais, com parâmetros característicos de cada município.

A equação de chuva adotada foi escolhida por sua confiabilidade e pelas considerações específicas dos municípios. Esta considera parâmetros locais, como declividade e tipo de solo, que favorece a credibilidade do método para o dimensionamento.

Desta forma será apresentado o estudo do autor supracitado sobre *'Equação de chuva para um local isolado'* por Alfredo Ribeiro da Costa (Professor Doutor em Engenharia Hidráulica).

As equações de chuva são de grande importância para os projetos de drenagem em geral, como a drenagem urbana, drenagem de estradas, canalização de córregos, terraceamento de áreas agrícolas, dimensionamento de vertedores de barragens, estudos de erosão, dentre outros. Visa-se, aqui, detalhar a montagem de uma equação de chuva para o local das estações pluviográficas, situadas em Goiás. A relação intensidade-duração-período de retorno  $i^* t^* T$  cobre durações  $t$  de 5min até 24. Os ajustamentos: retilíneo e curvilíneo apresentaram excelentes coeficientes de correlação, superior a 99%, na determinação da equação de chuva contendo quatro parâmetros.

#### A) Seleção dos Maiores Eventos

Cada pluviograma do histórico de registros da estação pluviográfica foi examinado, procedendo-se a seleção dos maiores eventos e descartando a grande maioria onde o dia não havia sido chuvoso ou com chuva nitidamente de baixa intensidade. Havendo dúvida, foi adotada a orientação geral de selecionar o evento deixando para os cálculos o seu aproveitamento ou não. Definiram-se já aí os tempos de início e de fim de cada chuva intensa a ser analisada. A seleção dos maiores eventos é um procedimento habitual, mencionando-se o excelente trabalho do Engenheiro Otto Pfafstetter para todo o território brasileiro.

Nos pluviogramas analisados, as linhas de tempo eram espaçadas de 10 em 10 minutos, o que permitiu leituras em intervalos de até 5 minutos. Observa-se que para grandes intensidades de chuva os registros ascendentes e descendentes ficam muito próximos, de maneira que se trabalhou no limite da sensibilidade e muita atenção foi exigida do analista. Após as leituras, utilizou-se um programa computacional que determinava as intensidades em mm/min e que selecionava as 30 (trinta) maiores intensidades associadas a cada duração  $t$ . As durações  $t$  foram utilizadas desde 5 min até 1440 min, ou seja, com abrangência de 24 horas e compondo um conjunto de 108 durações. Essa faixa de durações atinge a maioria dos projetos de drenagem que dependem das intensidades ou alturas de chuva. O princípio das durações prolongadas foi incorporado ao programa computacional. Através dele uma chuva intensa para uma certa duração, por exemplo, uma intensidade medida de 1,2 mm/min de uma chuva com duração de 20 min corresponde a uma altura acumulada de 24,0 mm ao longo dos 20 min. Caso esse mesmo total precipitado de 24,0 mm tivesse ocorrido em uma chuva um pouco mais prolongada de 30 min, conduziria a uma intensidade ainda considerável de 0,8 mm/min. Essa noção de prolongar a duração da chuva foi introduzida por Sherman quando estudava as chuvas intensas de Boston.

#### B) Forma de relacionamento

Montou-se, então, um arquivo com as leituras efetuadas nos pluviogramas e, através de programas computacionais, obtiveram-se diversas listagens: a primeira continha as leituras dos pluviogramas, permitindo a conferência dos dados arquivados; uma segunda listagem fornecia, pela data de início da chuva selecionada, as alturas acumuladas no decorrer da chuva e, ainda, a maior altura e a maior intensidade para cada duração, sempre a intervalos de 5 em 5 min, até o final da chuva considerada; a terceira listagem reunia, para cada uma das 108 durações  $t$  ( $t = 5, 10, 15, \dots, 235, 240, 260, 1280, 1420, 1440$  min) as 30 maiores intensidades considerando o



conjunto de todas as chuvas selecionadas. As durações abrangiam intervalos de 5 em 5 min até 240min (4h) e de 20 em 20 min de 240 até 1440 min, o que perfaz 108 durações. Buscou-se um relacionamento do tipo:

Equação 1

$$i = B \times T^d / (t + c)^b$$

Onde i é a intensidade de chuva (mm/min), t é a duração (min), T é o período de retomo (ano), sendo b, c, d, B os parâmetros a determinar.

C) Determinação dos parâmetros b, c, B, d

Para determinar os quatro parâmetros da equação de chuva (B, d, b, c) foi utilizada metodologia a qual iniciou-se pelas determinações de b e c a partir da relação "i versus t" de quinta grandeza, isto é, a relação  $i * t$  associada ao período de retomo  $T = N/5$ , o que conduz a  $T = 13,94/5 = 2,788$  anos. Com isso, deixaram-se de empregar as relações  $i * t$  de primeira ( $T = N/1$ ), de segunda ( $T = N/2$ ), terceira ( $T = N/3$ ) e quarta grandeza ( $T = N/4$ ), evitando incluir chuvas com períodos de retomo T bem superiores a 13,94 anos que eventualmente pudessem participar do conjunto de pluviogramas selecionados, de tal modo que as estimativas de b e c refletissem melhor toda a família i versus t.

Aplicando transformada logarítmica à Equação A, chega-se à Equação B e posteriormente entrando com pares de valores  $i * t$  obtém-se um ajustamento curvilíneo. O parâmetro "c", em escala di-logarítmica, descreve exatamente o valor que se deve somar à duração t para mudar a forma do ajustamento curvilíneo em reta, por isso denominado de parâmetro de anamorfose.

Equação 2

$$\log i = \log A - b \times \log (t + c)$$

Onde

$$A = B \times T^d$$

Através do método dos mínimos quadrados pode-se determinar o parâmetro "b" que interessa e o valor de A, embora este não seja utilizado. O parâmetro "b" se refere à declividade da reta que se obtém após a anamorfose.

D) O Método da estação-ano

O Método da estação-ano, aplicado na década por, é uma técnica para ampliar a validade dos períodos de retorno T de um grupo de estações, situadas em uma região meteorologicamente homogênea. Parte-se da premissa de que o período de retorno da chamada estação-ano seja a soma dos períodos de retorno T de cada estação tomada isoladamente. Este método é mais indicado para regiões planas e onduladas, como é o caso do cerrado goiano e sul do Estado do Tocantins. Este método é particularmente interessante pela oportunidade de se trabalhar com dados da própria região, o que em Hidrologia deve ser buscado.

Comparado ao trabalho de Pfafstetter, limitou-se aqui em muito a extensão territorial em que se encontrava a rede de pluviógrafos, podendo-se assegurar um nível mais elevado de homogeneidade meteorológica. Se antes o espaço para coleta de dados pluviográficos envolveu todo o Brasil, aqui restringiu-se praticamente aos limites do Estado de Goiás e sul do Tocantins. Hoje, em relação à primeira metade do século XX, dispõe-se de uma densidade bem superior de equipamentos registradores de chuva, viabilizando este estudo, de tal maneira que dos 12 a 22 anos de registros isolados pôde-se atingir 253,399 anos com a aplicação do método da estação-ano.

E) Base de dados

A base de dados utilizada está calçada em registros pluviográficos interpretados a partir de 17 estações, sendo catorze selecionadas em função do histórico e da localização espacial. Os registros dessas 14 estações cobrem o período desde meados da década de 1970 até à primeira metade da década de 1990 e seguiram os

mesmos métodos descritos no item anterior. Os registros das outras três estações foram obtidos até à década de 1950 e extraídos do trabalho de Pfafstetter. Chegou-se a um total N = 253,399 anos de registros de chuva interpretados.

#### F) Forma do equacionamento

A Equação abaixo apresenta a forma geral do relacionamento, contendo sete parâmetros e envolvendo a intensidade  $i$ , a duração  $t$  e o período de retorno  $T$ :

Equação 3

$$i = B \times (T^{\alpha + \beta/T})^{\gamma} / (t + c)^b$$

Onde,

- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  são parâmetros regionais constantes que dependem apenas do período de retorno;
- $B, b, c$  são parâmetros que descrevem características locais;
- $i$  é a intensidade máxima de chuva (mm/min);
- $t$  é a duração (min);
- $T$  é o período de retorno (ano).

Os parâmetros  $b$  e  $c$  são exatamente os mesmos já abordados e expressam a relação existente entre a intensidade  $i$  e a duração  $t$ , para um local específico. O parâmetro  $B$  possui também uma componente local. Já os demais parâmetros  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  são absolutamente constantes para a região onde se encontram as estações pluviográficas e descrevem a forma da curva que relaciona a intensidade  $i$  com o período de retorno  $T$ .

#### G) Intensidade relativa

Para a aplicação do método da estação-ano há a necessidade de homogeneizar os dados de chuva de todos os postos, retirando de cada intensidade as características meteorológicas locais. Aplica-se o conceito de PRECIPITAÇÃO RELATIVA que é o quociente entre uma precipitação qualquer e a de período de retorno  $T=1$  ano, de mesma duração e da mesma estação. Os quocientes, representam transformadas das intensidades observadas. Essas intensidades relativas podem, então, compor uma única série, livre dos fatores locais.

#### H) Matriz-base

Uma vez determinadas as intensidades relativas para cada estação, reúnem-se todos esses dados em uma única matriz. Este é exatamente o significado da estação-ano, a qual abriga dados de intensidades de chuva de um conjunto de estações, situadas em uma região meteorologicamente homogênea. Ao reunir as intensidades de 17 estações é natural que fossem esperados aleatoriamente eventos de todas as magnitudes, desde pequenas intensidades de chuva até valores de grandes intensidades. O método da estação-ano permite a reunião de dados como se fosse uma estação com um longo histórico de registros pluviográficos.

Para as determinações dos parâmetros, partiu-se da matriz-base e construiu-se para cada local a matriz específica, multiplicando cada termo da matriz-base pela intensidade correspondente ao período de retorno  $T = 1$  ano. Ou seja, fez-se o processo inverso da determinação das intensidades relativas, onde a intensidade correspondente a  $T = 1$  ano é o fator multiplicador para cada duração.

Com a utilização de coeficientes há um excelente ajustamento entre os parâmetros. Verifica-se que foram obtidas duas equações, uma para  $1 \text{ ano} < T < 8 \text{ anos}$ , correspondente ao ramo curvilíneo onde o período de retorno  $T$  possui baixos valores, e outra para  $8 \text{ anos} < T < 100 \text{ anos}$ , descrevendo o ramo linear em que  $T$  assume valores elevados. A solução não incluiu os valores de  $A$  associados aos quatro maiores períodos de retorno. Partiu-se do quinto maior valor. Até consolidar uma decisão, analisaram-se exaustivamente as alternativas de inclusão dos maiores valores de  $A$ , os quais sempre conduziam a uma quebra da tendência que se vinha obtendo, sinalizando para a existência de eventos com períodos de retorno até bem superiores a 253,399 anos. Interessante chamar a atenção para o fato que Pfafstetter havia identificado faixas com ajustamentos diferentes para  $T$  menor do que 10 anos e para  $T$  maior do que 10 anos. Aqui, pode-se precisar esse limite como sendo em torno de 8 anos. Desta maneira, a Equação de intensidade supracitada é desdobrada

em duas para atender o ramo curvilíneo onde o período de retorno T se situa na faixa 1 ano < T < 8 anos e para descrever o ramo retilíneo na faixa 8 anos < T < 100 anos.

Ao limitar em 100 anos a validade do período de retorno T, adotou-se o critério de praticamente duplicar o período de retorno correspondente à quinta grandeza  $N = 253,399 \text{ anos} / 5 = 50,68 \text{ anos}$  utilizado na fixação dos parâmetros b e c. Mais ainda, constatou-se que a relação  $A * T$ , perdia aderência à medida que se trabalhava com períodos de retorno correspondentes à quarta, terceira, segunda e primeira grandezas, correspondendo, respectivamente, aos períodos de retorno T = 63,35 anos, 84, 47 anos, 126,70 anos e 253,399 anos.

#### I) Períodos de retorno e durações empregadas

Acompanhando o mesmo exemplo do item anterior, a tabela abaixo apresenta três períodos de retorno T eleitos como referências em cada intervalo de validade das equações de chuva, considerando as faixas 1 ano ≤ T < 8 anos e para 8 anos < T < 100 anos. Pode-se verificar que aqueles períodos de retorno se encontram situados nos extremos e no meio do intervalo. A propósito, caso houvesse a convicção de acerto, sem qualquer equívoco no levantamento das intensidades interpoladas, bastava utilizar um único período de retorno T. Assim, a função de outros dois períodos de retorno foi meramente para serem confirmados os valores finais dos parâmetros. E essa confirmação foi fundamental do ponto de vista de consistência dos resultados, embora aumentasse o volume de trabalho.

Tabela 12 - Períodos de retorno T utilizados

PERÍODO DE RETORNO (T)	
1 ano ≤ T ≤ 8 anos	8 anos ≤ T ≤ 100 anos
7,91872	50,67980
4,52498	25,33990
1,00158	10,13596

#### J) Equações de chuva para Goiás

Na Tabela 12 encontram-se os locais, as coordenadas geográficas e os parâmetros b, c, B1, B2 referentes a 126 pontos de Goiás, sul do Tocantins, além de Alto Garças situada em Mato Grosso.

As Equações abaixo, aqui repetidas, mostram a forma do relacionamento entre a intensidade i, a duração t e o período de retorno T, acompanhados de suas respectivas unidades. Na escolha da equação, deve-se ter claro o período de retorno T que se adotará, em função das características do projeto. Os parâmetros α, β, γ, δ são constantes determinadas para toda a região.

As 126 equações de chuva constantes dos resultados, representam um recurso totalmente apoiado em registros pluviográficos, para estimar intensidades e, por conseguinte, alturas de chuva a partir de dados da duração t da chuva, na faixa de 5min a 1440min, e do período de retorno T, na faixa de 1 ano a 100 anos, visando às aplicações práticas em projetos de drenagem em geral nos locais estudados do cerrado goiano e sul do Estado do Tocantins.

#### Equação 4

$$i = \frac{B1 * (T^{\alpha + \beta/T^{\gamma}})^{\delta}}{(t + c)^b} \quad \text{válida para } 1 \text{ ano} \leq T \leq 8 \text{ anos}$$

#### Equação 5

$$i = \frac{B2 * T^{\alpha}}{(t + c)^b} \quad \text{válida para } 8 \text{ anos} < T \leq 100 \text{ anos}$$

Onde,

- α, β, γ, δ são parâmetros regionais constantes e que dependem apenas do período de retorno;

- $B, b, c$  são parâmetros regionais que descrevem características locais;
- $i$  é a intensidade máxima de chuva (mm/min)
- $t$  é a duração (min);
- $T$  é o período de retorno (ano)
- $\alpha = 0,14710$
- $\theta = 0,22$
- $\gamma = 0,09$
- $\delta = 0,62740$

A montagem das equações para um local de interesse é feita de forma direta a partir da tabela abaixo. Sendo possível determinar a equação IDF para todos os municípios listados com a utilização dos parâmetros supracitados.



Tabela 13 – Tabela com locais e parâmetros

Tabela com locais e parâmetros								
Nº	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
1	ABADIÂNIA	GO	16° 12'	48° 42'	0,89751	18,86100	37,72600	41,58340
2	ACREÚNA	GO	17° 24'	50° 23'	0,88687	19,30800	35,90940	40,65770
3	ÁGUA LIMPA	GO	18° 04'	48° 46'	0,87513	18,30600	33,47380	37,90110
4	ALEXÂNIA	GO	16° 05'	48° 30'	0,88559	17,79900	34,16440	38,68300
5	ALMAS	TO	11° 34'	47° 10'	0,88634	22,62400	38,34110	43,41210
6	ALTO GARÇAS	MT	16° 56'	53° 32'	0,88496	15,90000	33,98600	38,48110
7	ALTO PARAISO DE GOIAS	GO	14° 07'	47° 30'	0,90360	20,61100	39,88150	45,15610
8	ALVORADA	TO	12° 28'	49° 07'	0,89545	21,24800	39,00760	44,16650
9	ALVORADA DO NORTE	GO	14° 24'	46° 36'	0,97194	29,70000	62,50670	70,77400
10	AMERICA DO BRASIL	GO	16° 15'	49° 59'	0,89590	20,25500	37,63810	42,61540
11	ANÁPOLIS	GO	16° 19'	48° 57'	0,92278	20,91000	42,49640	48,11670
12	ANICUNS	GO	16° 27'	49° 57'	0,90333	20,47500	39,00370	44,16650
13	APARECIDA DE GOIÂNIA	GO	16° 50'	49° 15'	0,96253	23,90800	53,11780	60,14330
14	APORÉ	GO	18° 59'	52° 00'	0,89575	18,40000	33,94330	38,43270
15	ARAGARÇAS	GO	15° 53'	52° 15'	0,89089	20,28600	37,71460	42,70010
16	ARAGOIÂNIA	GO	16° 55'	49° 27'	0,94217	22,57500	47,68430	53,99100
17	ARAGUAÇU	TO	12° 55'	49° 49'	0,89960	21,44100	39,73500	44,97870
18	ARRAIAS	TO	12° 55'	46° 56'	0,90130	21,67000	40,09740	45,39720
19	ARUANÃ	GO	14° 49'	51° 10'	0,96745	37,40000	67,74690	76,70730
20	BELA VISTA DE GOIÁS	GO	16° 58'	48° 57'	0,90146	18,86900	37,54180	42,50700
21	BOM JESUS	GO	18° 13'	49° 44'	0,88816	19,65000	36,45020	41,27080
22	BRITÂNIA	GO	15° 14'	51° 10'	0,94535	32,52300	57,34920	64,93370
23	BURITI ALEGRE	GO	18° 09'	49° 03'	0,88927	20,31600	37,37050	42,31300
24	CACHOEIRA DE GOIÁS	GO	16° 40'	50° 39'	0,85274	17,34700	29,81810	33,76120
25	CACHOEIRA DOURADA	GO	18° 29'	49° 28'	0,88317	19,06000	35,16270	39,81280
26	CAIAPÔNIA	GO	16° 57'	51° 50'	0,90521	20,70000	42,38140	47,98690
27	CALDAS NOVAS	GO	17° 44'	48° 37'	0,85440	15,20900	28,67210	32,46440
28	CAMPO ALEGRE DE GOIÁS	GO	17° 40'	47° 37'	0,80396	8,70000	19,94840	22,58680
29	CAMPOS BELOS	GO	13° 02'	46° 46'	0,90470	21,84600	41,13130	46,16580
30	CATALÃO	GO	18° 11'	47° 57'	0,84572	16,30000	25,94350	29,37490
31	CAVALCANTE	GO	13° 48'	47° 27'	0,90516	21,07700	40,48190	45,83600
32	CERES	GO	15° 16'	49° 34'	0,92919	24,60000	46,02040	52,10720
33	CEZARINA	GO	16° 58'	49° 47'	0,91163	20,76500	40,72060	46,10580
34	CHAPADÃO DO CÉU	GO	18° 24'	52° 33'	0,89072	18,52500	35,07380	39,71140
35	COCALZINHO DE GOIÁS	GO	15° 48'	48° 47'	0,89748	19,50900	37,24870	42,17570
36	COLINAS DO SUL	GO	14° 09'	48° 05'	0,90077	19,67200	39,83130	45,09940
37	CONCEIÇÃO DO TOCANTINS	TO	12° 13'	47° 17'	0,88828	22,33000	38,43700	43,52070
38	CORUMBÁ DE GOIÁS	GO	15° 55'	48° 49'	0,90079	19,66600	37,86210	42,86960
39	CRISTALINA	GO	16° 46'	47° 36'	0,84012	12,87200	25,38080	28,73770
40	CRISTIANÓPOLIS	GO	17° 12'	48° 42'	0,84512	13,16300	26,40560	29,89820
41	DAMOLÂNDIA	GO	16° 15'	49° 22'	0,93197	22,00200	45,10720	51,07280
42	DAVINÓPOLIS	GO	18° 09'	47° 34'	0,83622	13,75700	24,60180	27,85560
43	DIORAMA	GO	16° 14'	51° 15'	0,84629	17,12700	28,94860	32,77660
44	DOVERLÂNDIA	GO	16° 43'	52° 19'	0,89456	19,63900	38,64740	43,75310
45	EDÉIA	GO	17° 20'	49° 56'	0,89662	20,05900	37,97660	42,99870
46	ESTRELA DO NORTE	GO	13° 52'	49° 04'	0,90137	20,49800	39,91160	45,19020
47	FÁTIMA	TO	10° 45'	48° 54'	0,89915	21,45500	40,74480	46,19020
48	FLORES DE GOIÁS	GO	14° 27'	47° 03'	0,92747	23,77000	46,23800	52,35350
49	FORMOSA	GO	15° 32'	47° 20'	0,82128	11,40000	21,29830	24,11530
50	GOIANÁPOLIS	GO	16° 31'	49° 01'	0,94454	22,47000	47,93820	54,27960

Tabela com locais e parâmetros								
N°	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
51	GOIANÉSIA	GO	15° 19'	49° 07'	0,91257	22,11900	41,64080	47,14580
52	GOIÂNIA	GO	16° 40'	49° 16'	0,97471	24,80000	56,79280	64,30440
53	GOIANIRA	GO	16° 30'	49° 26'	0,95699	23,57900	51,57500	58,39650
54	GOIÁS (CIDADE)	GO	15° 56'	50° 08'	0,89152	20,56900	37,13870	42,05040
55	GOIATUBA	GO	18° 00'	49° 21'	0,89912	21,72800	40,31840	45,65090
56	GURUPI	TO	11° 43'	49° 04'	0,89326	21,59000	39,00930	44,16860
57	HIDROLÂNDIA	GO	16° 58'	49° 14'	0,93956	22,22300	46,86010	53,05790
58	INHUMAS	GO	16° 21'	49° 29'	0,93930	22,47600	46,94010	43,14830
59	IPAMERI	GO	17° 43'	48° 09'	0,82313	11,34500	22,68220	25,68220
60	IPORÁ	GO	16° 26'	51° 07'	0,83526	16,23400	27,07020	30,65010
61	ISRAELÂNDIA	GO	16° 22'	50° 54'	0,82205	15,30000	25,02490	28,33480
62	ITABERAÍ	GO	16° 01'	49° 48'	0,90595	21,22800	39,87600	45,14970
63	ITUMBIARA	GO	18° 25'	49° 13'	0,88034	18,80300	34,53310	39,10040
64	IVOLÂNDIA	GO	16° 36'	50° 48'	0,84187	16,64400	28,06220	31,77320
65	JARAGUÁ	GO	15° 45'	49° 20'	0,91353	22,02000	41,61010	47,11340
66	JATAÍ	GO	17° 52'	51° 42'	0,89094	19,15400	36,50400	41,32890
67	JOVIÂNIA	GO	17° 48'	49° 36'	0,89709	21,07100	39,27660	44,47110
68	JUSSARA	GO	15° 51'	50° 52'	0,86226	18,96600	31,96060	36,18720
69	LEOPOUDO DE BULHÕES	GO	16° 37'	48° 45'	0,90393	18,86000	37,75310	42,74640
70	LUZIÂNIA	GO	16° 15'	47° 57'	0,85926	15,10300	25,65630	32,45990
71	MINAÇU	GO	13° 31'	48° 13'	0,89914	20,30500	39,34320	44,54670
72	MINEIROS	GO	17° 34'	52° 33'	0,89099	18,79900	36,75600	41,58020
73	MIRACEMA DO TOCANTINS	TO	09° 34'	48° 23'	0,91438	21,20000	45,22190	51,20300
74	MONTIVÍDIU	GO	17° 27'	51° 10'	0,88703	19,28200	36,40360	41,21820
75	MONTIVÍDIU DO NORTE	GO	13° 07'	48° 36'	0,89857	20,53200	39,29180	44,48830
76	MORRINHOS	GO	17° 46'	49° 08'	0,91634	24,90000	46,75080	52,93420
77	MOSSÂMEDES	GO	16° 08'	50° 13'	0,88210	19,62100	35,11260	39,75600
78	MOZARLÂNDIA	GO	14° 45'	50° 34'	0,93274	28,99600	51,39050	58,18720
79	MUNDO NOVO	GO	13° 47'	50° 17'	0,90862	23,23100	42,36090	47,96300
80	NATIVIDADE	TO	11° 37'	47° 44'	0,88267	23,30000	38,06090	43,09500
81	NIQUELÂNDIA	GO	14° 28'	48° 27'	0,90488	19,50000	41,60620	47,10910
82	NOVA CRIXÁS	GO	14° 06'	50° 20'	0,91264	24,06400	43,63260	49,40290
83	NOVO BRASIL	GO	16° 02'	50° 43'	0,84468	17,13500	28,60760	32,39100
84	NOVO PLANALTO	GO	13° 15'	49° 30'	0,89995	21,18700	39,68490	44,93340
85	ORIZONA	GO	17° 02'	48° 18'	0,81524	9,75080	21,50380	24,34790
86	OUVIDOR	GO	18° 14'	47° 50'	0,84445	15,92300	25,76980	29,17820
87	PADRE BERNARDO	GO	15° 09'	48° 17'	0,88744	18,38600	35,50630	40,20240
88	PALMAS	TO	10° 10'	48° 19'	0,90921	21,26100	43,64520	49,41780
89	PALMEIRAS DE GOIÁS	GO	16° 48'	49° 55'	0,90533	20,42000	39,37910	44,58690
90	PALMEIRÓPOLIS	TO	12° 59'	48° 24'	0,89603	20,42000	39,37910	44,58690
91	PALMINÓPOLIS	GO	16° 48'	50° 10'	0,88714	19,41500	35,84000	40,57970
92	PARAÍSO DO TOCANTINS	TO	10° 10'	48° 52'	0,90752	21,23500	43,04630	48,75140
93	PARANÃ	TO	12° 36'	47° 52'	0,89178	21,68900	38,63790	43,74800
94	PEIXE	TO	12° 03'	48° 32'	0,88984	21,99000	38,57130	43,67250
95	PETROLINA DE GOIÁS	GO	16° 06'	49° 20'	0,91764	21,36900	41,96540	47,51570
96	PILAR DE GOIÁS	GO	14° 46'	49° 35'	0,91402	22,72500	42,50600	48,12790
97	PINDORAMA	TO	11° 08'	47° 34'	0,88623	22,70700	38,45310	43,53880
98	PIRACANJUBA	GO	17° 18'	49° 01'	0,88895	19,23300	36,46700	41,26680
99	PIRANHAS	GO	16° 26'	51° 49'	0,88952	19,81100	37,83470	43,83330
100	PIRENÓPOLIS	GO	15° 51'	48° 58'	0,90482	20,29000	38,97510	44,12990

Tabela com locais e parâmetros								
Nº	ESTAÇÃO	UF	COORDENADAS		PARÂMETROS LOCAIS			
			LATITUDE	LONGITUDE	b	c	B1	B2
101	PIRES DO RIO	GO	17° 20'	48° 15'	0,79943	8,00000	19,32640	21,88260
102	PLANALTINA	GO	15° 27'	47° 36'	0,83414	12,71300	23,50890	26,61820
103	PONTALINA	GO	17° 32'	49° 27'	0,90315	21,86800	41,08440	46,51820
104	PORANGATU	GO	13° 26'	49° 08'	0,89972	20,80300	39,55100	44,78170
105	PORTO NACIONAL	TO	10° 42'	48° 25'	0,89760	21,65500	40,57140	45,93730
106	QUIRINÓPOLIS	GO	18° 26'	50° 27'	0,88535	18,78000	34,39880	39,56440
107	RIO QUENTE	GO	17° 46'	48° 46'	0,87358	17,96900	33,21130	37,60380
108	RIO VERDE	GO	17° 47'	50° 55'	0,88655	19,08100	35,73300	40,45700
109	SANCERLÂNDIA	GO	16° 12'	50° 19'	0,86946	18,71200	32,74470	37,07510
110	SANTA HELENA DE GOIÁS	GO	17° 48'	50° 35'	0,88671	19,13400	35,67470	40,46730
111	SANTA RITA DO ARAGUAIA	GO	17° 20'	53° 12'	0,88638	16,85800	34,74850	39,34350
112	SANTA TEREZINHA DE GOIÁS	GO	14° 26'	49° 42'	0,90935	22,39100	41,75520	47,27770
113	SÃO DOMINGOS	GO	13° 23'	46° 19'	0,91740	22,95900	43,80380	49,59730
114	SÃO LUIZ DOS MONTES BELOS	GO	16° 31'	50° 22'	0,86556	18,21400	31,95400	36,17970
115	SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA	GO	13° 16'	50° 09'	0,90313	22,10900	40,69150	46,07300
116	SÃO MIGUEL DO PASSA QUATRO	GO	17° 04'	48° 40'	0,85401	13,97500	27,84260	31,52510
117	SÃO SIMÃO	GO	18° 59'	50° 32'	0,88455	18,47800	34,32320	38,86240
118	SENADOR CANEDO	GO	16° 42'	49° 06'	0,96005	23,65500	52,30520	59,22320
119	SERRANÓPOLIS	GO	18° 18'	51° 58'	0,89197	18,65600	34,91530	39,53010
120	SILVÂNIA	GO	16° 40'	48° 36'	0,88139	16,70200	32,91420	37,26820
<b>121</b>	<b>TRINDADE</b>	<b>GO</b>	<b>16° 38'</b>	<b>49° 29'</b>	<b>0,95714</b>	<b>23,29100</b>	<b>51,63290</b>	<b>58,46190</b>
122	URUAÇU	GO	14° 31'	49° 08'	0,90429	20,66200	40,46040	45,81170
123	URUANA	GO	15° 30'	49° 41'	0,92365	23,88800	44,57000	50,46480
124	VARJÃO	GO	17° 03'	49° 38'	0,91659	21,05500	41,80000	47,35250
125	VIANÓPOLIS	GO	16° 44'	48° 30'	0,86138	14,69400	29,04390	32,88530
126	VILA BOA	GO	15° 02'	47° 04'	0,87195	16,94300	31,00910	35,11060

Desta forma, com os dados das estações apresentadas na tabela acima, considerou-se a equação para o tempo de retorno entre 8 anos e 100 anos:

A equação de chuva supracitada é utilizada para a obtenção de vazão em todos os cálculos hidrológicos e hidráulicos presentes neste projeto.

### 3.3.1.15 Justificativa para Adoção da Equação de Chuva para Região de Trindade

Conforme apresentado, a equação de chuva da região do autor Costa está embasada tecnicamente e apresentada excelentes resultados no dimensionamento de obras de arte para transposição de talvegue. Os gráficos a seguir apresentam as precipitações em milímetros (P mm) utilizando a equação de chuva do município de Trindade e os dados do posto pluviométrico de Trindade nº1649012.

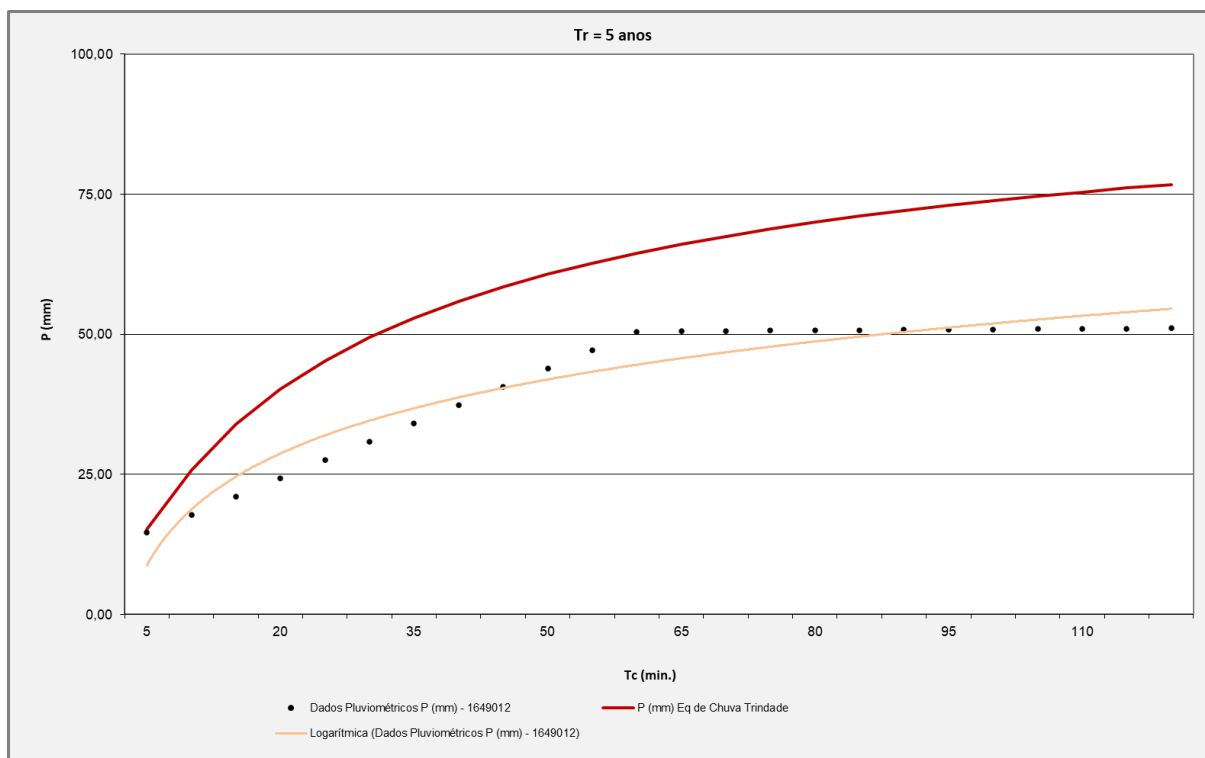


Figura 24 - PDF 5 anos

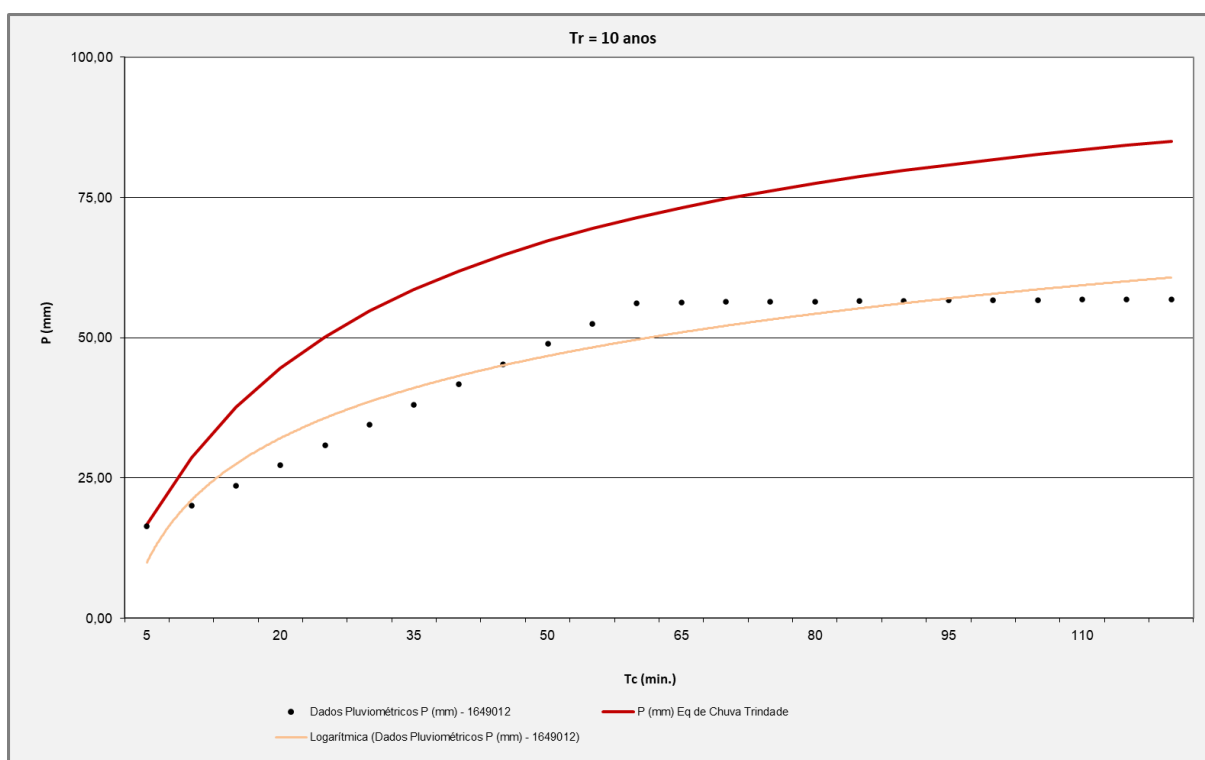


Figura 25 - PDF 10 anos



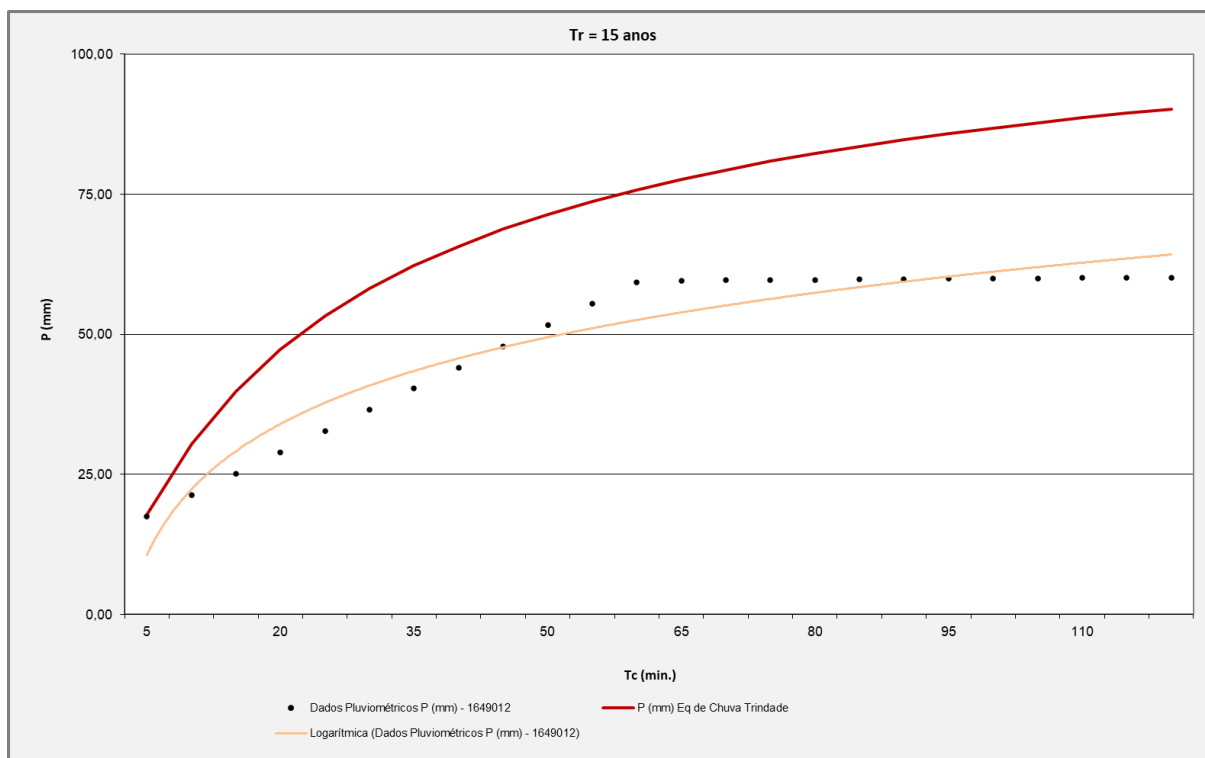


Figura 26 - PDF 15 anos

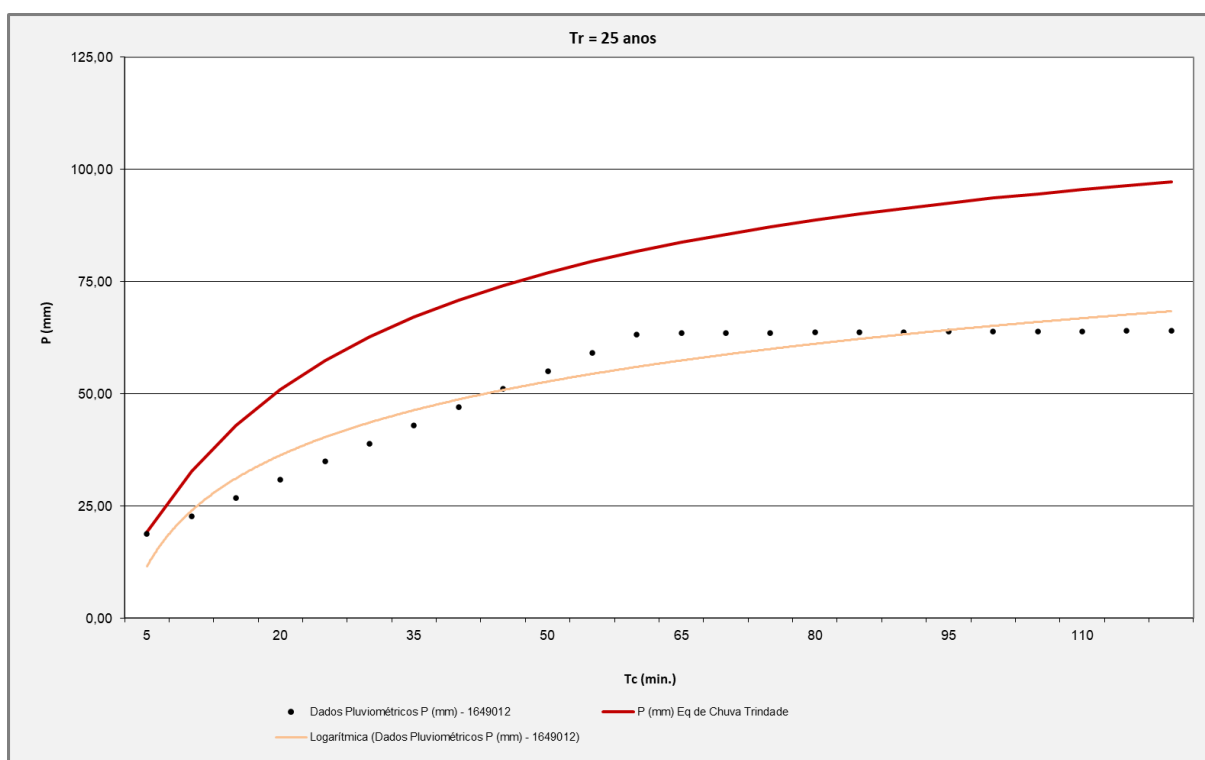


Figura 27 - PDF 25 anos

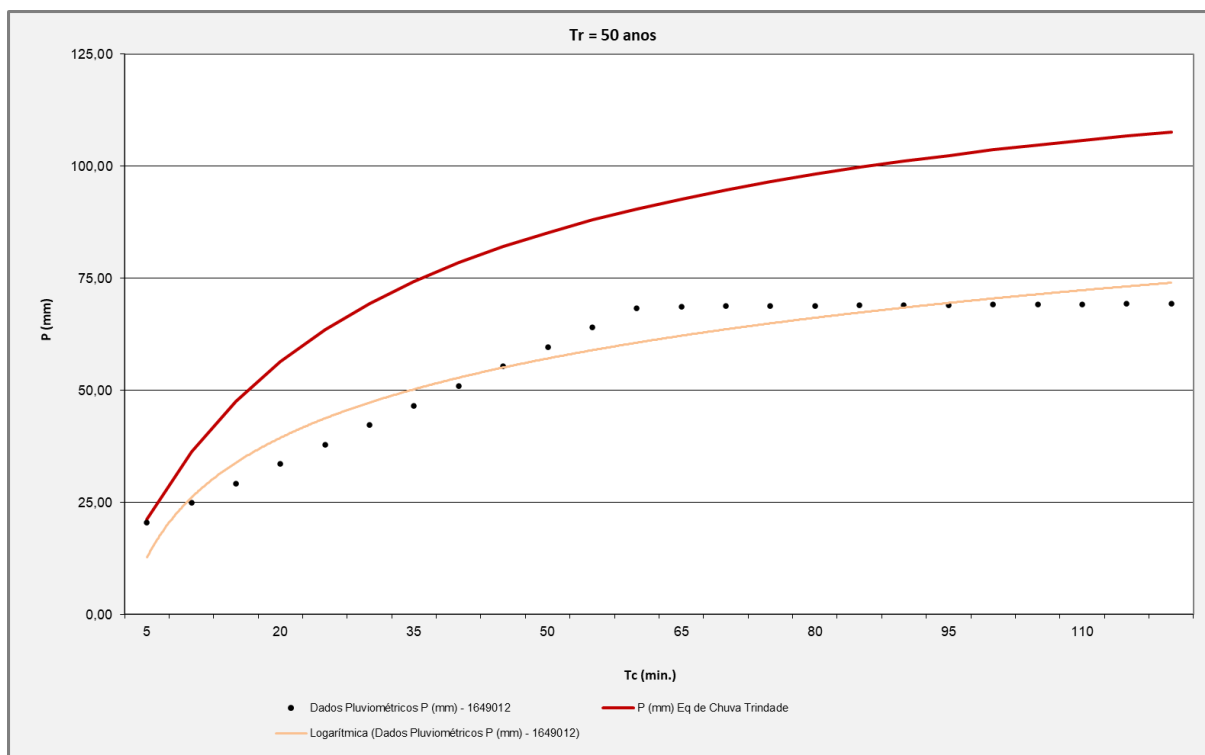


Figura 28 - PDF 50 anos

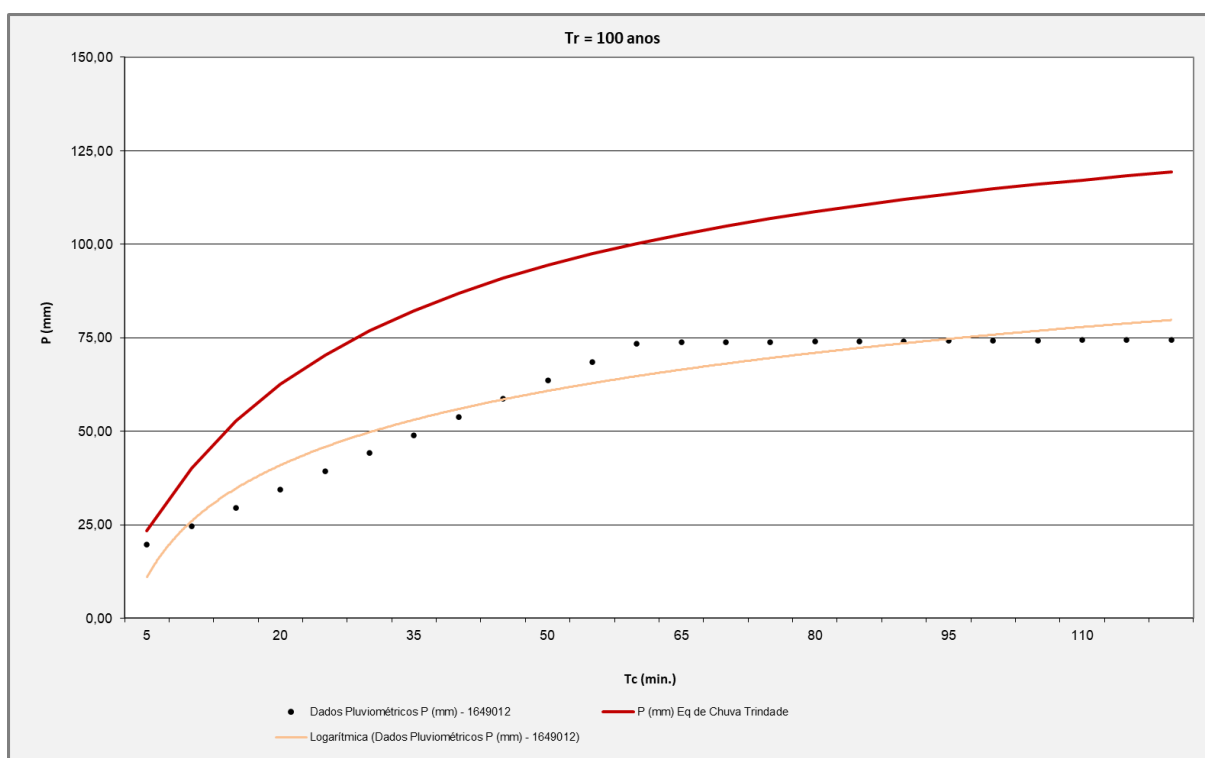


Figura 29 - PDF 100 anos

Como interpretação dos gráficos apresentados, podemos concluir que a equação de chuva para o município de Trindade apresenta precipitações maiores em todos os tempos de retorno e durações de chuva

que as precipitações médias registradas da região, com comportamento similar em todos os intervalos. Pode-se notar também, nos gráficos apresentados e estudos de precipitações, que a equação de chuva favorece o dimensionamento com tempos de concentração menores, o que acarreta maior segurança no cálculo de vazão para o presente projeto.

Concluiu-se assim que a equação de chuva utilizada atende às precipitações da região do projeto, validando a equação em questão, para utilização neste projeto.

### 3.3.1.16 Justificativa Para Adoção das Estações Pluviométricas

Foram analisadas as Estações próximas a região de projeto e que dispunham de dados passíveis de serem utilizados, definindo-se como escolha a Estação N° 1649012, esta possui melhor localização e quantidade satisfatória de dados úteis com medições aptas para o estudo da pluviometria local.

A figura apresentada a seguir, demonstra o polígono de Thiessen que embasou a organização dos dados e a área de influência para definição das estações pluviométricas adotadas para o presente estudo.

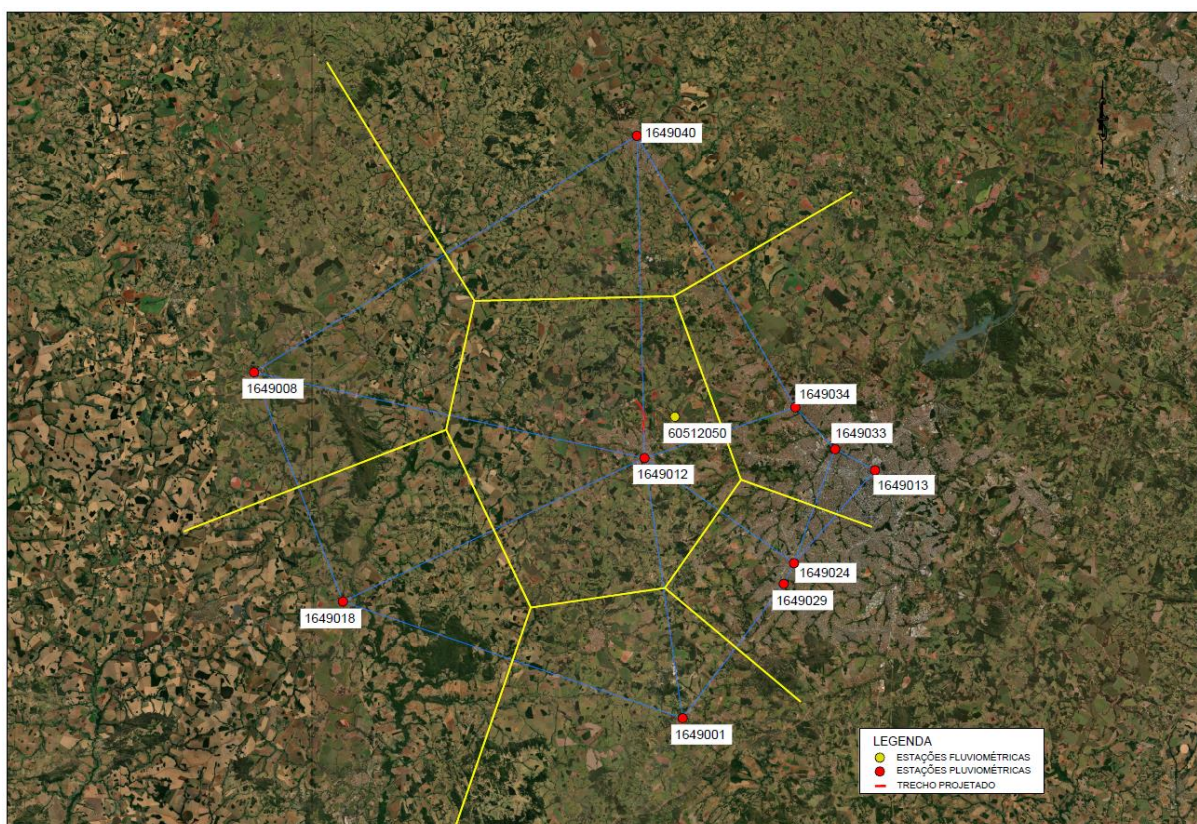


Figura 30– Localização dos pontos de coleta de dados pluviométricos – Método de Thiessen

A metodologia do polígono de Thiessen é empregada no projeto para determinação das áreas de influência de cada estação. O método consiste em conectar as estações por trechos retilíneos, traçando linhas perpendiculares a esses trechos, passando pelo meio uma linha que liga as duas estações. Essas linhas perpendiculares são então prolongadas até se encontrarem umas com as outras formando um polígono na intersecção das linhas, esses polígonos correspondem às áreas de influência de cada estação.

## 3.4 ESTUDOS DE TRÁFEGO

### 3.4.1 Metodologia

Os estudos de tráfego têm como objetivo obter através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos aos elementos fundamentais do tráfego que auxiliem na determinação quantitativa de capacidade da via e, em consequência, o estabelecimento de intervenções necessárias à melhoria do fluxo de veículos.

Através de pesquisas pode-se conhecer as zonas de onde se originam os veículos e para onde se destinam. Em conjunto com essas pesquisas, que fornecem os dados sobre o tráfego atual, e através do conhecimento da forma de geração e distribuição, obtém-se o prognóstico da circulação de uma via no futuro.

A metodologia de pesquisas e análise de resultados foi desenvolvida seguindo as seguintes fontes:

- Manual de Estudos de Tráfego (DNIT) - IPR 723;
- IP-05 GOINFRA – Estudos de Tráfego
- IS-230 constante no Manual de Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (DNIT) - IPR 726;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários / Instruções para Acompanhamento e Análise (DNIT) - IPR 739.

## 3.5 ZONAS DE TRÁFEGO

O segmento viário em projeto interliga diretamente o tráfego da cidade de Trindade a uma região conhecida como Chácara Santa Luzia, ocupada por condomínios residenciais fechados e chácaras com potencial para implantação de loteamentos residenciais e/ou industriais, além de duas empresas de grande porte que demandam expressivo volume diário de tráfego pesado, sendo estas as empresas Coming Indústria e Comércio de Couros Ltda e a Goiás Rendering S/A.

## 3.6 COLETA DE DADOS

Para a elaboração dos Estudos de Tráfego foram utilizados dados diários obtidos junto as empresas Coming Indústria e Comércio de Couros Ltda e a Goiás Rendering S/A. As duas empresas mantêm controle diário de entrada e saída de veículos pesados. De posse dos dados diários de 2024, foi feito determinado o volume médio diário de cada uma das empresas. Ou seja, são dados que caracterizam todos os dias do ano, denotando com muita confiabilidade a sazonalidade do tráfego que acessa a área das duas empresas.

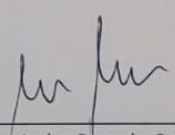
Os dois relatórios de tráfego apresentados a seguir indicam a quantidade de veículos que entram e saem carregados, ou seja, os veículos vazios não estão apresentados nestes cadastros. A conclusão que se tem é que o volume diário indicado nestas planilhas é o dobro, sendo que metade está carregado e metade vazio.





## Controle Diário de Entradas e Saídas de Veículos

COMING INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE COUROS LTDA			
Categoria	Tipo de Veículo	Quantidade Diária	Observações
ENTRADA	Trucks / Bi-trucks	15/dia	
ENTRADA	Carretas (32 t)	8/dia	
ENTRADA	Ônibus (35 pessoas)	5/dia	Transporte de pessoal
ENTRADA	Truks / Tocos	2/dia	Entregas Fracionadas
SAÍDA	Carretas (35 t)	10/dia	
SAÍDA	Ônibus (35 pessoas)	5/dia	Transporte de pessoal
SAÍDA	Truck (10t)	1/dia	Diversos

  
 \_\_\_\_\_  
 Coming Ind e Com de Couros Ltda



📍 Estrada do Bugre, Km 5,2, Faz. Fazendinha,  
 Zona Rural, Caixa Postal 100,  
 Zip Code: 75.388-971,  
 Trindade-Goiás, Brazil.

☎ Telephone:  
 55 (62) 3506-9100

🌐 www.coming.com.br  
 ✉ coming@coming.com.br



## Controle Diário de Entradas e Saídas de Veículos – Unidade Operacional

### TRINDADE-GO

Categoria	Tipo de Veículo	Quantidade Diária	Observações
ENTRADA	Carretas LS	5/dia	
ENTRADA	Trucks / Bi-trucks	27/dia	
ENTRADA	Caminhões Toco	5/dia	
ENTRADA	Carretas de Cavaco (35 ton)	3/dia	Transporte de cavaco
ENTRADA	Carretas Frigorificadas (35 ton)	2/semana	
ENTRADA	Carretas Tanque Térmicas (29 ton)	2/semana	
ENTRADA	Ônibus (25 a 35 pessoas)	3/dia	Transporte de pessoal
SAÍDA	Carretas Tanque Térmicas	5/dia	
SAÍDA	Carretas SIDER	4 a 5/dia	Transporte com carga paletizada
SAÍDA	Carretas Graneleiras	2/dia	Transporte de carga a granel



GOIÁS RENDERING S/A  
19.357.388/0001-00

Fazenda Fazendinha - Estrada do Bugre, s/n - C. Postal 145 - Zona Rural, Trindade - GO, 75393-899 - Telefone: (62) 3110-8300

A tabela seguinte ilustra o resumo dos volumes médios diários de veículos de carga que utilizam o trecho.

Dados de Pesquisa de Tráfego									
Ano	Empresa	Situação	Ônibus	Caminhões					VMD comercial
			2C	2C	3C	3S3	3D4	3T6	
2024	Coming	Carregado	10	2	15	10	8		45
		Vazio	10	2	15	10	8	0	45
2024	Goiás Rendering	Carregado	6	5	27	12	7	5	62
		Vazio	6	5	27	12	7	5	62
2024	TOTAL	Carregado	16	7	42	22	15	5	107
		Vazio	16	7	42	22	15	5	107
		GERAL	32	14	84	44	30	10	214

### 3.6.1 Pesquisa de Ocupação de Carga

De acordo com as informações colhidas junto as duas empresas, os caminhões chegam carregados e saem vazios, ou chegam vazios e saem carregados. São poucas as operações em que um veículo chega carregado com um produto e sai carregado com outro.

Assim sendo, admitiu-se que o tráfego total obtido nos relatórios das duas empresas tem 50% do volume com carga máxima e 50% sem carga.

### 3.6.2 Cálculo do Número N

A partir dos resultados obtidos com as contagens realizadas no ano de 2024 foi calculado o número N para fins de dimensionamento de pavimento.

#### 3.6.2.1 Quadro de Cargas por Eixo

A figura seguinte apresenta o quadro de cargas por eixo, considerando as situações: vazio e carregado (carga máxima), utilizadas para o estudo de cálculo de fatores de veículos da frota.

Quadro de Cargas Por eixo		
Tipos de Eixo	Situação	Peso (tf)
Eixo Simples Rodagem Simples - ESRS	vazio	2,10
	carregado	6,00
Eixo Tandem Duplo - ETD	vazio	8,20
	carregado	17,00
Eixo Simples Rodagem Dupla - ESRD	vazio	4,00
	carregado	10,00
Eixo Tandem Triplo - ETT	vazio	11,00
	carregado	25,50

Figura 31- Quadro de cargas por eixo.

#### 3.6.2.2 Fatores de Equivalência de Cargas

As figuras seguintes apresentam os quadros com os fatores de equivalência de carga para os diversos eixos obtidos pelas metodologias USACE e AASHTO. As equações utilizadas constam das tabelas 41 e 42 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT.

FEC USACE			
Tipos de Exo	Situação	Peso (tf)	FEC
Exo Simples Rodagem Simples - ESRS	vazio	2,10	0,004
	carregado	6,00	0,278
Exo Tandem Duplo - ETD	vazio	8,20	0,237
	carregado	17,00	8,549
Exo Simples Rodagem Dupla - ESRD	vazio	4,00	0,055
	carregado	10,00	3,289
Exo Tandem Triplo - ETT	vazio	11,00	0,250
	carregado	25,50	9,300

Figura 32- Fatores de equivalência de carga – metodologia USACE.

FEC AASTHO			
Tipos de Exo	Situação	Peso (tf)	FEC
Exo Simples Rodagem Simples - ESRS	vazio	2,10	0,004
	carregado	6,00	0,327
Exo Tandem Duplo - ETD	vazio	8,20	0,080
	carregado	17,00	1,642
Exo Simples Rodagem Dupla - ESRD	vazio	4,00	0,046
	carregado	10,00	2,394
Exo Tandem Triplo - ETT	vazio	11,00	0,045
	carregado	25,50	1,560

Figura 33– Fatores de equivalência de carga – metodologia AASHTO.

### 3.6.2.3 Fator de Veículos Individuais

A partir dos valores dos Fatores de Equivalência de Cargas apresentados anteriormente, foram calculados os fatores de veículos individuais, tanto pela metodologia USACE quanto pela AASHTO, conforme mostram os quadros das Figura 34 e Figura 35, resumidos na

Fatores de Veículos Individuais					
Tipo	Veículo	Composição		FV USACE	FV AASHTO
2C	Caminhão Médio / ônibus	ESRS-6 + ESRD-10	vazio	0,06	0,05
			carga máxima	3,57	2,72
3C	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + ETD-17	vazio	0,26	0,08
			carga máxima	8,83	1,97
2S3	Caminhão Trator + Semi-Reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + ETT-25,5	vazio	0,28	0,11
			carga máxima	12,87	4,28
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque	ESRS-6 + ETD-17 + ETT-25,5	vazio	0,49	0,13
			carga máxima	18,13	3,53
3D4	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + 3ETD-17	vazio	0,67	0,31
			carga máxima	25,92	6,90
3C3	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + 2ETD-17	vazio	1,27	1,47
			carga máxima	20,66	6,01
3T6	Caminhão Trucado + 2 Semi-Reboque	ESRS-6 + 4ETD-17	vazio	0,89	1,10
			carga máxima	34,47	6,90

Figura

36.



FV vazio - USACE																																			
2C				3C				2S3						3S3						3T6						3C3						3D4			
ESRS-6		ESRD-10		ESRS-6		ETD-17		ESRS-6		ESRD-10		ETT-25,5		ESRS-6		ETD-17		ETT-25,5		ESRS-6		ESRD-10 (2)		ETD-17 (4)		ESRS-6		ESRD-10		ETD-17 (2)		ESRS-6		ETD-17 (3)	
P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE
2.1	0.0041	4.0	0.055	3	0.0196	8	0.237	3	0.02	4	0.011	11	0.250	3	0.02	8	0.218	11	0.250	3	0.02	8		8	0.218	3	0.02	8	0.815	8	0.218	3	0.02	8	0.218
FV		0,059		FV		0,257		FV		0,281				FV		0,485				FV		0,887				FV		1,267				FV		0,670	

FV cargas máxima - USACE																																			
2C				3C				2S3						3S3						3T6						3C3						3D4			
ESRS-6		ESRD-10		ESRS-6		ETD-17		ESRS-6		ESRD-10		ETT-25,5		ESRS-6		ETD-17		ETT-25,5		ESRS-6		ESRD-10 (2)		ETD-17 (4)		ESRS-6		ESRD-10		ETD-17 (2)		ESRS-6		ETD-17 (3)	
P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE
6	0,28	10	3,289	6	0,28	17	8,55	6	0,28	10	3,289	25,5	9,3	6	0,28	17	8,55	25,5	9,3	6	0,28	10		17	8,55	6	0,28	10	3,289	17	8,55	6	0,28	17	8,55
FV		3,567		FV		8,827		FV		12,867				FV		18,127				FV		34,473				FV		20,665				FV		25,924	

Figura 34 – Fatores de veículos individuais calculados pela metodologia USACE.

FV vazio - AASHTO																																			
2C				3C				2S3						3S3						3T6						3C3						3D4			
ESRS-6		ESRD-10		ESRS-6		ETD-17		ESRS-6		ESRD-10		ETT-25,5		ESRS-6		ETD-17		ETT-22		ESRS-6		ESRD-10 (2)		ETD-17 (4)		ESRS-6		ESRD-10		ETD-17 (2)		ESRS-6		ETD-17 (3)	
P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE
2,10	0,004	4,00	0,046	2,00	0,003	8,00	0,072	3,00	0,016	4,00	0,046	11,00	0,045	3,00	0,016	8,00	0,072	11,00	0,045	3,00	0,016	8,00		11,00	0,271	3,00	0,016	8,00	0,913	11,00	0,271	3,00	0,016	8,00	0,072
FV		0,049		FV		0,075		FV		0,107				FV		0,134				FV		1,100				FV		1,471				FV		0,306	

FV cargas máxima - AASHTO																																			
2C				3C				2S3						3S3						3T6						3C3						3D4			
ESRS-6		ESRD-10		ESRS-6		ETD-17		ESRS-6		ESRD-10		ETT-25,5		ESRS-6		ETD-17		ETT-22		ESRS-6		ESRD-10 (2)		ETD-17 (4)		ESRS-6		ESRD-10		ETD-17 (2)		ESRS-6		ETD-17 (3)	
P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE	P	FE
6	0,327	10	2,394	6	0,327	17	1,642	6	0,327	10	2,394	26	1,560	6	0,327	17	1,642	26	1,560	6	0,327	10		17	1,642	6	0,327	10	2,394	17	1,642	6	0,327	17	1,642
FV		2,722		FV		1,970		FV		4,282				FV		3,530				FV		6,897				FV		6,007				FV		6,897	

Figura 35 – Fatores de veículos individuais calculados pela metodologia AASHTO.

Fatores de Veículos Individuais					
Tipo	Veículo	Composição		FV USACE	FV AASHTO
2C	Caminhão Médio / ônibus	ESRS-6 + ESRD-10	vazio	0,06	0,05
			carga máxima	3,57	2,72
3C	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + ETD-17	vazio	0,26	0,08
			carga máxima	8,83	1,97
2S3	Caminhão Trator + Semi-Reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + ETT-25,5	vazio	0,28	0,11
			carga máxima	12,87	4,28
3S3	Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque	ESRS-6 + ETD-17 + ETT-25,5	vazio	0,49	0,13
			carga máxima	18,13	3,53
3D4	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + 3ETD-17	vazio	0,67	0,31
			carga máxima	25,92	6,90
3C3	Caminhão Trucado + Reboque	ESRS-6 + ESRD-10 + 2ETD-17	vazio	1,27	1,47
			carga máxima	20,66	6,01
3T6	Caminhão Trucado + 2 Semi-Reboque	ESRS-6 + 4ETD-17	vazio	0,89	1,10
			carga máxima	34,47	6,90

Figura

36 – Fatores de veículos individuais ajustados para o carregamento adotado.

### 3.6.2.4 Fatores de Veículos da Frota

Conforme explanado anteriormente, definiu-se que os fatores de veículos da frota comercial seriam calculados a partir de valores individuais indicados no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006)

considerando que a 50% de veículos comerciais está trafegando carregado e dentro dos limites de carga máxima tolerada e 50% vazio. Essa foi a proporção considerada para o cálculo do Fator de Veículo Individual (FVi). A partir dos Fatores de Veículos Individuais (FVi) e com base na composição da frota e na ocupação de carga considerada, foram calculados os Fatores de Veículos da Frota de Projeto, seguindo o método descrito a seguir.

Primeiro se calcula o Fator de Veículo individual de cada categoria por meio da seguinte expressão:

$$FVi = (FVi \text{ vazio} \times \% \text{ ocupação} \times \% \text{ frota}) + (FVi \text{ carga máx} \times \% \text{ ocupação} \times \% \text{ frota})$$

Como exemplo, para caminhão 2C, o FVi de acordo com a AASHTO é assim calculado:

$$FVi \text{ 2C} = (0,05 \times 21\% \times 50\%) + (2,72 \times 21\% \times 50\%) = 0,30$$

E pela metodologia USACE:

$$FVi \text{ 2C} = (0,06 \times 21\% \times 50\%) + (3,57 \times 21\% \times 50\%) = 0,39$$

Este cálculo é feito para todas as categorias de caminhões considerada no estudo. Ao final, o Fator de Veículo da Frota é obtido pelo somatório de cada fator de Veículo Individual. A Figura 37 ilustra os resultados obtidos.

Cálculo dos Fatores de Veículo da Frota									
Categoria	2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6	Fatores de Veículos da Frota	
participação (%)	21%	39%	0%	21%	14%	0%	5%		
FVi (AASHTO)      vazio	0,05	0,08	0,11	0,13	0,31	1,47	1,10		
carga máxima	2,72	1,97	4,28	3,53	6,90	6,01	6,90		
pi x FVi (AASHTO)	0,30	0,40	0,00	0,38	0,50	0,00	0,19	AASHTO	1,77
FVi (USACE)      vazio	0,06	0,26	0,28	0,49	0,67	1,27	0,89		
carga máxima	3,57	8,83	12,87	18,13	25,92	20,66	34,47		
pi x FVi (USACE)	0,39	1,78	0,00	1,91	1,86	0,00	0,83	USACE	6,78
Parâmetros Adotados									
% caminhões vazios					50%				
% caminhões carregados					50%				

Figura 37 – Cálculo dos fatores de veículo da frota

### 3.6.2.5 Fator de Pista

A Tabela 43 do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) fornece indicações quanto às percentagens de veículos comerciais na faixa de trânsito selecionada para o projeto. Para o presente estudo foi adotado o valor de 50%.

### 3.6.2.6 Fator Climático Regional

Para levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano (o que se traduz em variações de capacidade de suporte dos materiais) o número equivalente de operações do eixo-padrão ou parâmetro de tráfego, N, deve ser multiplicado por um coeficiente (F.R.) que, na pista experimental da AASHTO, variou de 0,2 (ocasião em que prevalecem baixos teores de umidade) a 5,0 (ocasiões em que os materiais estão praticamente saturados).

É possível que, estes coeficientes sejam diferentes, em função da diferença de sensibilidade à variação do número N; é possível, ainda, pensar-se num fator climático que afetaria a espessura do pavimento (em vez do número N), e que seria, ao mesmo tempo, função desta espessura.

O coeficiente final a adotar é uma média ponderada dos diferentes coeficientes sazonais, levando-se em conta o espaço de tempo em que ocorrem.

Parece mais apropriado a adoção de um coeficiente, quando se toma, para projeto, um valor C.B.R compreendido entre o que se obtém antes e o que se obtém depois da embebição, isto é, um valor correspondente à umidade de equilíbrio.

Tem-se adotado um FR = 1,0 face aos resultados de pesquisas desenvolvidas no IPR/DNER.

### 3.6.2.7 Taxa de Crescimento

A taxa de crescimento adotada para a frota comercial e para veículos de passeio é de 3,0%.

### 3.6.2.8 Resultados Obtidos

Diante dos dados coletados e das condições adotadas para cálculo, foi definido o número N da via em projeto.

A sistemática de cálculo foi a seguinte:

1. Determinação do VMDi comercial para o ano da contagem;
2. Projeção do VMD comercial para os anos seguintes com base na taxa de crescimento adotada;
3. Definição do tráfego no ano de abertura da rodovia ao tráfego acrescido da parcela de tráfego atraído e gerado;
4. Determinação dos fatores de veículos da frota (FV);
5. Determinação do fator de pista (FP);
6. Determinação do fator climático regional (FR)

Com os dados acima foram calculados o número N ano a ano, assim como o número N acumulado, que é o que interessa para fins de dimensionamento de pavimento.

O cálculo do número N por ano é feito com a seguinte fórmula de cálculo:

$$N_i = 365 \times VMD_i \times FV \times FP \times FR$$

Para o ano zero (2027), temos os seguintes resultados:

Metodologia AASTHO:  $N_{2027} = 365 \times 227 \text{ (VMDi)} \times 1,77 \text{ (FV)} \times 0,5 \text{ (FP)} \times 1,0 \text{ (FR)} = 7,33 \times 10^4$

Metodologia USACE:  $N_{2027} = 365 \times 227 \text{ (VMDi)} \times 6,78 \text{ (FV)} \times 0,5 \text{ (FP)} \times 1,0 \text{ (FR)} = 2,81 \times 10^5$

A seguinte ilustra resumidamente os valores obtidos.

RESUMO CÁLCULO DO NÚMERO N							
Rodovia	Ano		VMD <sub>leve</sub>	VMD <sub>com</sub>	VMD <sub>total</sub>	N AASHTO	N USACE
Acesso	pesquisa	2024	0	214	214		
	N <sub>0</sub>	2026	0	227	227	7,33E+04	2,81E+05
	N <sub>10</sub>	2036	0	305	305	9,39E+05	3,60E+06

Figura 38– Resumo de cálculo do número N.

A figura seguinte apresenta a planilha de cálculo dos números N da via em projeto.

DEFINIÇÃO DO NÚMERO N														
Dados de Pesquisa de Tráfego														
Ano		Leves	Ônibus	Caminhões							VMD total	VMD comercial		
			2C	2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6				
2024			32	14	84		44	30		10	214	214		
%			15,0%	6,5%	39,3%	0,0%	20,6%	14,0%	0,0%	4,7%	100%	100,0%		
Fatores de Veículo da Frota														
Categoria				2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6	Fatores de Veículos da Frota			
p i (%)				21,5%	39,3%	0,0%	20,6%	14,0%	0,0%	4,7%				
pi x FVi (AASHTO)				0,30	0,40	0,00	0,38	0,50	0,00	0,19	AASHTO		1,77	
pi x FVi (USACE)				0,39	1,78	0,00	1,91	1,86	0,00	0,83	USACE		6,78	
Taxas de Crescimento de Tráfego														
		Leves	Ônibus	Caminhões										
			2C	2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6				
		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0		3,0		
Projeção do Tráfego e Definição do Número N de Projeto														
Ano		Leves	Veículos Comerciais							VMD comercial	NP - AASHTO		NP - USACE	
			2C	3C	2S3	3S3	3D4	3C3	3T6		No ano	Acum.	No ano	Acum.
2024		0	46	84	0	44	30	0	10	214				
2025		0	47	87	0	45	31	0	10	220				
2026	0	0	49	89	0	47	32	0	11	227	7,33E+04	7,33E+04	2,81E+05	2,81E+05
2027	1º	0	50	92	0	48	33	0	11	234	7,56E+04	1,49E+05	2,90E+05	5,70E+05
2028	2º	0	52	95	0	50	34	0	11	241	7,78E+04	2,27E+05	2,98E+05	8,69E+05
2029	3º	0	53	97	0	51	35	0	12	248	8,01E+04	3,07E+05	3,07E+05	1,18E+06
2030	4º	0	55	100	0	53	36	0	12	256	8,27E+04	3,90E+05	3,17E+05	1,49E+06
2031	5º	0	57	103	0	54	37	0	12	263	8,50E+04	4,75E+05	3,25E+05	1,82E+06
2032	6º	0	58	106	0	56	38	0	13	271	8,75E+04	5,62E+05	3,35E+05	2,15E+06
2033	7º	0	60	110	0	57	39	0	13	279	9,01E+04	6,52E+05	3,45E+05	2,50E+06
2034	8º	0	62	113	0	59	40	0	13	288	9,30E+04	7,45E+05	3,56E+05	2,85E+06
2035	9º	0	64	116	0	61	42	0	14	296	9,56E+04	8,41E+05	3,66E+05	3,22E+06
2036	10º	0	66	120	0	63	43	0	14	305	9,85E+04	9,39E+05	3,77E+05	3,60E+06
2037	11º	0	68	123	0	65	44	0	15	314	1,01E+05	1,04E+06	3,89E+05	3,99E+06
2038	12º	0	70	127	0	67	45	0	15	324	1,05E+05	1,15E+06	4,01E+05	4,39E+06
2039	13º	0	72	131	0	69	47	0	16	333	1,08E+05	1,25E+06	4,12E+05	4,80E+06
2040	14º	0	74	135	0	71	48	0	16	343	1,11E+05	1,36E+06	4,24E+05	5,22E+06
15º														

Figura 39- Cálculo do número N



### 4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

Para a elaboração do Projeto Geométrico foram tomados como elementos básicos os resultados dos Estudos Hidrológicos, Topográficos e Geotécnicos, sendo aplicadas as orientações contidas nas seguintes publicações do DNIT:

- *Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - DNER/IPR-706-1999*
- *IP\_08\_2018\_001\_GOINFRA\_Projeto Geométrico*
- *Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Instruções para Apresentação de Relatórios - DNIT/IPR-727-2006*
- *Manual de Projetos de Interseções do DNIT*
- *Termos de Referência Contrato 175/2021 – GOINFRA*

#### 4.1.1 Descrição do Projeto

O projeto contempla o recapeamento asfáltico de 640 metros da Rua 09, no segmento implantado em pista simples, a duplicação de parte da Rua 09 e a implantação de uma via de pista simples no segmento denominado Estrada do Bugre. A imagem seguinte ilustra o segmento em projeto.



Figura 40: Localização Geral do Projeto

Para o projeto geométrico foi definido um eixo de locação, que contempla a pista a ser recapeada, o segmento em duplicação e o trecho de implantação da Estrada do Bugre e outro para a segunda rotatória projetada.

A Rua 09 encontra-se implantada em pista simples desde o seu início na interseção com a Avenida D, até o trevo de acesso ao Loteamento (Santíssimo Condomínio Horizontal) na Chácara Santa Luzia.

O projeto de duplicação da Rua 09 terá seu início a partir da rotatória existente no local (estaca 32) e segue por cerca de 600 metros, até uma segunda rotatória também contemplada em projeto.

Conforme apresentado na figura abaixo, a seção tipo no trecho duplicado será formada pela pista existente e pela pista projetada, ambas com 8,50 metros, separadas por canteiro central com largura de 8 metros e limitada ao bordo externo por passeio com 2,0 metros de largura.

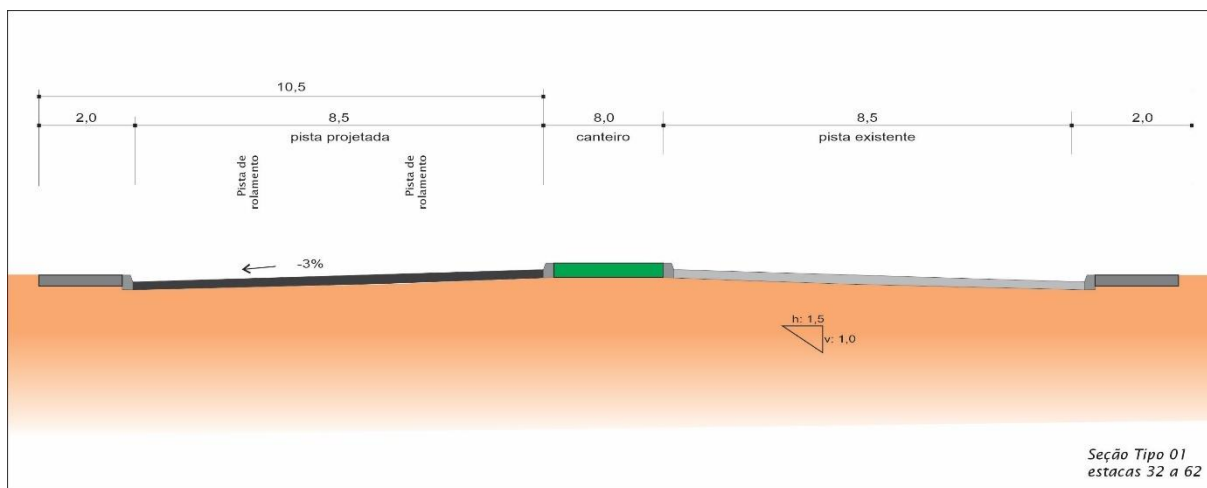


Figura 41: Seção transversal estacas 32+0,000 a 63+0,000

Após a segunda rotatória, que fora projetada de modo a permitir o retorno do tráfego oriundo do loteamento residencial existente no lado direito, a via projetada segue em pista simples na diretriz da Estrada do Bugre. Esta via terá seção de 11,00 metros, sendo composta por duas faixas de rolamento de 3,50 metros e acostamentos de 2,0 metros em cada bordo.

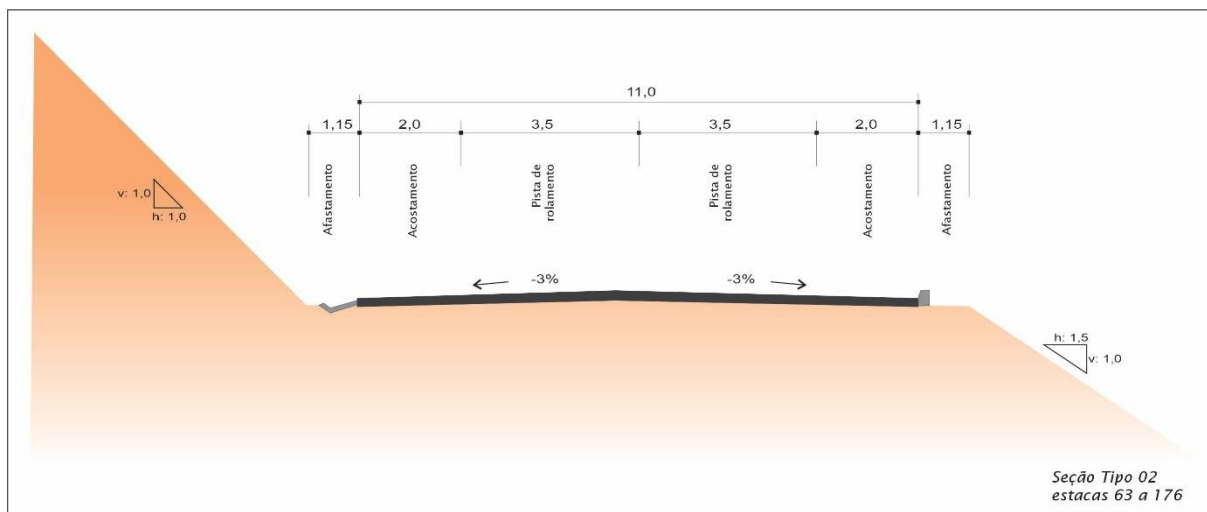


Figura 42: Seção transversal estacas 63+0,000 a 176+0,000

Além da implantação da Estrada do Bugre e duplicação de parte da Rua 09, foram indicados serviços de recapeamento asfáltico no seguimento da pista existente tendo em vista as interferências necessárias para implantação de ramais de coleta de drenagem no local, uma vez que foi prevista a implantação de uma galeria de águas pluviais na Rua 09 a partir da interseção com a Avenida Geralda Maria de Paula até a rotatória após a interseção com a Avenida Paraná.

#### 4.1.2 Notas de Serviço

Para a via projetada foram elaboradas notas de serviço de terraplenagem e de pavimentação. Este material é apresentado em anexo.

São apresentadas para cada estaca de projeto as suas coordenadas geométricas, as cotas de projeto e de terreno natural do eixo de locação. Para os bordos, além das cotas altimétricas de projeto, também são apresentadas as respectivas distâncias em relação ao eixo de projeto. Da mesma forma são representadas as cotas e distâncias em relação ao eixo dos offsets de cada estaca de projeto.

## 4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Para a elaboração do Projeto de Terraplenagem foram tomados como elementos básicos os resultados dos Estudos Geotécnicos e do Projeto Geométrico, sendo aplicadas as orientações contidas nas seguintes normas técnicas para obras rodoviárias:

- GOINFRA – ES-T 001/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Serviços Preliminares;
- GOINFRA – ES-T 002/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Caminhos de Serviço;
- GOINFRA – ES-T 003/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Cortes;
- GOINFRA – ES-T 004/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Empréstimos;
- GOINFRA – ES-T 005/2019: Terraplenagem – Especificação de Serviço – Aterros.

### 4.2.1 Elaboração do Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem compreendeu as seguintes etapas principais:

1. Cálculo das áreas de desmatamento, destocamento e limpeza;
2. Definição da seção transversal tipo de terraplenagem;
3. Análise do perfil geotécnico longitudinal;
4. Definição dos taludes de corte e de aterro;
5. Elaboração das notas de serviço de terraplenagem;
6. Cálculo dos volumes de terraplenagem;
7. Análise da terraplenagem e estudo da distribuição econômica das massas;
8. Determinação das distâncias de transporte;
9. Elaboração do quadro de orientações de terraplenagem.

### 4.2.2 Seção Transversal Tipo

A seção tipo no trecho duplicado será formada pela pista existente e pela pista projetada, ambas com 8,50 metros. Separadas por canteiro central com largura variável, e limitada ao bordo externo por passeio com 2,0 metros de largura. Além desta seção de pavimentação foi deixada um afastamento de 1,15 metros no bordo interno dessa pista destinada a implantação de dispositivos de drenagem, resultando em uma seção de terraplenagem de 11,62 m.

Após a segunda rotatória, a concepção da pista volta a ser simples para a Estrada do Bugre, agora com uma seção de 11,00 metros de pista, sendo uma faixa de 3,50 metros para cada sentido, e acostamentos de 2,0 metros em cada bordo. Para a implantação dos dispositivos de drenagem foi deixada um afastamento de 1,15 metros em cada bordo, resultando em uma seção de terraplenagem de 13,3m.

A figura a seguir apresenta as seções transversais tipo de terraplenagem.





### 4.2.3 Classificação dos Materiais da Terraplenagem

A especificação de serviço DNIT 106/2009-ES: Terraplenagem – Cortes define três categorias de materiais com relação à dificuldade extrativa, a saber:

Materiais de 1ª Categoria: são constituídos por solos em geral, de origem residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, independentemente do teor de umidade apresentado;

Materiais de 2ª Categoria: compreendem aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha sã, cuja extração se torne possível somente com a combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento escarificador pesado. A extração poderá envolver, eventualmente, o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Consideram-se como inclusos nesta categoria os blocos de rocha de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou blocos de diâmetro médio compreendido entre 15 cm e 1 m;

Materiais de 3ª Categoria: correspondem a aqueles materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha sã e blocos de rocha que apresentem diâmetro médio superior a 1 m ou volume superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

Evidentemente, o custo da extração de um material de 3ª categoria supera em muito ao de um material de 2ª categoria. Este, por sua vez, apresenta extração mais cara do que a de material classificado em 1ª categoria. Tarefa das mais importantes e bastante complexa diz respeito à avaliação da dificuldade extrativa dos materiais a serem terraplenados, na fase de projeto, quando não se dispõe dos cortes abertos e expostos a uma análise mais profícua.

Já na fase de execução das obras de terraplenagem, a avaliação e a classificação dos materiais escavados são processadas pela fiscalização dos serviços, com base em análise visual dos produtos extraídos, e dos equipamentos e técnicas efetivamente utilizados na operação.

Os boletins de sondagem não indicaram a presença material impenetrável ou afloramentos de rocha, assim, considerou-se que o subleito do trecho em projeto é composto por material de 1ª categoria.

### 4.2.4 Empréstimos

Os materiais utilizados para a complementação da plataforma de terraplenagem serão provenientes de um empréstimo lateral, localizado entre as estacas 70 e 103. Seu croqui de localização está apresentado na seção 3.2.3.1 do presente relatório.

O quadro abaixo apresenta as dimensões e os volumes do empréstimo selecionado.

EMPRÉSTIMOS LATERAIS												
EMPRÉSTIMOS	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	PROFUNDIDADE (m)	VOLUME DISPONÍVEL (m³)	VOLUME UTILIZADO (m³)
	INICIAL			FINAL								
ELE-1	70	+	0,00	103	+	0,00	660,00	22,00	14.520,00	2,00	29.040,00	28.675,84
TOTAL									14.520,00	2,00	29.040,00	28.675,84

#### 4.2.4.1 Plano de recuperação das áreas de empréstimo

Os empréstimos explorados para os serviços de terraplenagem deverão ser recompostos com os materiais provenientes de desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de domínio, bem como os materiais inservíveis provenientes dos rebaixos e substituição de subleito, em conformidade com a sistemática abaixo:

### 1. ESTOCAGEM DA CAMADA FÉRTIL (EXPURGO) E AMENIZAÇÃO TALUDES



### 2. ENCAMINHAMENTO DA DRENAGEM ESCARIFICAÇÃO ESPALHAMENTO DA CAMADA FÉRTIL (EXPURGO)



### 3. REVEGETAÇÃO



#### 4.2.5 Rebaixos de Subleito

Deverá ser executado o rebaixamento do subleito nos locais onde forem necessários aterros com altura inferior a 60 cm, de modo a garantir que sejam executadas pelo menos 3 camadas de 20 cm cada, devidamente compactadas na energia 100% Proctor Normal, abaixo do greide de terraplenagem, em conformidade com a instrução IP-09 da GOINFRA para Projeto de Terraplenagem.

A título de exemplo, consideremos um aterro com altura de 40 cm. Antes da execução deste aterro, deverá ser feito um rebaixo de 20 cm no subleito existente, obtendo-se assim a altura mínima de 60 cm para a devida compactação do aterro em 3 camadas de 20 cm, na energia 100% Proctor Normal.

A seguir são apresentados os locais e as características dos rebaixos de subleito a serem executados.

REBAIXOS EM ATERROS COM ALTURA MENOR QUE 60 CM										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
REB-1	32	+	0,00	47	+	0,00	300,00	variável	variável	800,80
REB-2	67	+	0,00	71	+	0,00	80,00	variável	variável	303,89
REB-3	73	+	0,00	75	+	0,00	40,00	variável	variável	117,88
REB-4	86	+	0,00	87	+	0,00	20,00	variável	variável	121,27
REB-5	90	+	0,00	97	+	0,00	140,00	variável	variável	212,13
REB-6	99	+	0,00	100	+	0,00	20,00	variável	variável	68,51
REB-7	102	+	0,00	109	+	0,00	140,00	variável	variável	232,62
REB-8	122	+	0,00	138	+	0,00	320,00	variável	variável	1.011,06
REB-9	140	+	0,00	145	+	0,00	100,00	variável	variável	125,70
REB-10	152	+	0,00	153	+	0,00	20,00	variável	variável	54,57
REB-11	155	+	0,00	172	+	0,00	340,00	variável	variável	1.145,72
TOTAL										4.194,15

Nos locais que apresentarem ISC inferior ao ISC de projeto o material dos rebaixos deverá ser destinado aos corpos de aterros mais próximos e ser substituído por solos com ISC superior ao de projeto. A tabela a seguir apresenta os rebaixos de subleito com substituição de material.

REBAIXOS EM ATERROS COM ALTURA MENOR QUE 60 CM COM SUBSTITUIÇÃO										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
REBS-1	76	+	0,00	76	+	0,00	0,00	variável	variável	47,60
REBS-2	78	+	0,00	79	+	0,00	20,00	variável	variável	147,49
REBS-3	83	+	0,00	85	+	0,00	40,00	variável	variável	191,00
TOTAL										386,09

Além disso, deve ser executada a compactação do terreno onde será levantado o aterro, denominada de fundação de aterro, que consistirá na escarificação do terreno em 20 cm e sua posterior compactação a 100% da energia Proctor Normal (PN). As tabelas a seguir apresentam os volumes de compactação a ser executada como fundação dos aterros com altura inferior a 60 cm.

FUNDAÇÃO DE ATERRO - 20 cm										
FA	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
FA-1	32	+	0,00	47	+	0,00	300,00	variável	0,20	633,22
FA-2	67	+	0,00	71	+	0,00	80,00	variável	0,20	170,15
FA-3	73	+	0,00	76	+	0,00	60,00	variável	0,20	84,98
FA-4	78	+	0,00	79	+	0,00	20,00	variável	0,20	27,33
FA-5	83	+	0,00	87	+	0,00	80,00	variável	0,20	146,16
FA-6	90	+	0,00	97	+	0,00	140,00	variável	0,20	169,34
FA-7	99	+	0,00	100	+	0,00	20,00	variável	0,20	26,98
FA-8	102	+	0,00	109	+	0,00	140,00	variável	0,20	196,32
FA-9	122	+	0,00	138	+	0,00	320,00	variável	0,20	532,67
FA-10	140	+	0,00	145	+	0,00	100,00	variável	0,20	113,87
FA-11	152	+	0,00	153	+	0,00	20,00	variável	0,20	29,56
FA-12	155	+	0,00	172	+	0,00	340,00	variável	0,20	572,92
TOTAL										2.703,51

#### 4.2.6 Rebaixos de Corte

Deverá ser executado o rebaixamento de 40 cm nos trechos em cortes, de modo a garantir que sejam executadas pelo menos 2 camadas de 20 cm cada, devidamente compactadas na energia 100% Proctor Normal, abaixo do greide de terraplenagem, em conformidade com a instrução IP-09 da GOINFRA para Projeto de Terraplenagem.

A seguir são apresentados os locais onde deverão ser executados os rebaixos de cortes:

REBAIXOS EM CORTES - 40 cm										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
REC-1	32	+	0,00	32	+	0,00	20,00	variável	0,40	50,44
REC-2	71	+	0,00	73	+	0,00	40,00	variável	0,40	169,06
REC-3	138	+	0,00	140	+	0,00	40,00	variável	0,40	108,62
REC-4	142	+	0,00	143	+	0,00	20,00	variável	0,40	54,49
REC-5	172	+	0,00	176	+	0,00	80,00	variável	0,40	325,82
TOTAL										708,43

Além disso, para os rebaixos de 40cm, deve ser executada a compactação do terreno onde será executado o rebaixo, denominada de fundação de corte, que consistirá na escarificação do terreno em 20 cm e sua posterior compactação a 100% da energia Proctor Normal (PN). A tabela a seguir apresenta os volumes de compactação a ser executada como fundação dos cortes.

FUNDAÇÃO DE CORTE - 20 cm										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
FC-1	32	+	0,00	32	+	0,00	20,00	variável	0,20	25,22
FC-2	71	+	0,00	73	+	0,00	40,00	variável	0,20	84,53
FC-3	138	+	0,00	140	+	0,00	40,00	variável	0,20	54,31
FC-4	142	+	0,00	143	+	0,00	20,00	variável	0,20	27,24
FC-5	172	+	0,00	176	+	0,00	80,00	variável	0,20	162,91
TOTAL										354,22

#### 4.2.7 Compactação do Fundo de Aterros

Nos aterros com altura entre 60 cm e 3,0 m, deverá ser executada a compactação do fundo (terreno natural) onde será apoiada a primeira camada do aterro. A compactação consistirá na escarificação do terreno em 20 cm e sua posterior compactação a 95% da energia Proctor Normal (PN), em conformidade com a instrução IP-09 da GOINFRA para Projeto de Terraplenagem.

A seguir são apresentados os locais onde deverá ser executada a compactação do fundo de aterros:



FUNDAÇÃO DE ATERRO - 0,6 à 3 m										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
CFA-1	42	+	0,00	43	+	0,00	20,00	variável	0,20	28,42
CFA-2	45	+	0,00	47	+	0,00	40,00	variável	0,20	57,46
CFA-3	68	+	0,00	69	+	0,00	20,00	variável	0,20	30,91
CFA-4	76	+	0,00	90	+	0,00	280,00	variável	0,20	556,78
CFA-5	97	+	0,00	102	+	0,00	100,00	variável	0,20	160,62
CFA-6	105	+	0,00	106	+	0,00	20,00	variável	0,20	31,44
CFA-7	125	+	0,00	133	+	0,00	160,00	variável	0,20	257,87
CFA-8	153	+	0,00	161	+	0,00	160,00	variável	0,20	250,05
CFA-9	166	+	0,00	169	+	0,00	60,00	variável	0,20	96,04
TOTAL										1.469,58

#### 4.2.8 Colchão Drenante

Nas sondagens realizadas para investigação do subleito foi identificada a presença de lençol freático (N. A.) próximo à estaca 118. Neste local existe uma área de brejo nos dois lados da pista. Por isso, foi prevista a implantação de um colchão drenante entre as estacas 111 e 122 para reforçar o aterro projetado no local. O material que será substituído pela camada drenante foi destinado ao empréstimo lateral como bota-fora. O quadro a seguir apresenta as dimensões do dispositivo projetado.

Substituição de Subleito (Colchão Drenante: 1,00m)										
SS	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
SS-2	111	+	0,00	122	+	0,00	220,00	13,30	1,00	3.192,00
TOTAL										3.192,00

#### 4.2.9 Remoção de Entulho

Nas sondagens realizadas para investigação do subleito foi identificada a presença de entulho entre as estacas 49 e 67. Por isso, no projeto de terraplenagem foi prevista a substituição desse material, tanto no eixo principal (Eixo 01), com substituição denominada de SS-1, quanto no eixo definido para a segunda rotatório (Eixo 02), com substituição denominada de SS-3, por um solo de melhor qualidade oriundo do empréstimo selecionado. O material que será substituído foi destinado ao empréstimo lateral como bota-fora. O quadro a seguir as características das remoções de entulho prevista.

Substituição de Subleito (Remoção de Entulho)										
SS	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
SS-1	49	+	0,00	67	+	0,00	360,00	variável	0,60	2.592,00
SS-3	57	+	0,00	62	+	0,00	100,00	9,65	0,60	694,80
TOTAL										3.286,80

#### 4.2.10 Bota-Foras

Bota-foras são os volumes de materiais que, por excesso ou por condições geotécnicas insatisfatórias, são escavados e destinados a depósitos em áreas externas à construção rodoviária. São materiais escavados e não utilizáveis na terraplenagem. O local de depósito desses materiais foi criteriosamente definido a fim de não causar efeitos danosos às outras obras de construção e ao próprio meio-ambiente.

Os materiais considerados como bota-fora no presente projeto foram o escavado na região de brejo para substituição por colchão drenante e os escavados para remoção de entulho. O destino adotado para os bota-foras foi a recomposição do empréstimo lateral explorado no projeto.

#### 4.2.11 Cálculo dos Volumes e Diagrama de Massas

Para a obtenção dos volumes de terraplenagem, foi calculada a área de cada uma das seções situadas de 20 em 20 metros, fazendo-se a cubação, que é o cálculo do movimento da terra. Desse modo, calculou-se as áreas de corte e aterro em cada seção transversal relativa a uma estaca da rodovia projetada, determinando-se consequentemente os respectivos volumes de corte e aterro, bem como os volumes acumulados.

Os volumes foram calculados pelo método da semissoma das áreas de corte e aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto, correspondendo ao volume geométrico do interperfil, de acordo a fórmula abaixo:

$$V_i = d \times (S_{i-1} + S_i) / 2$$

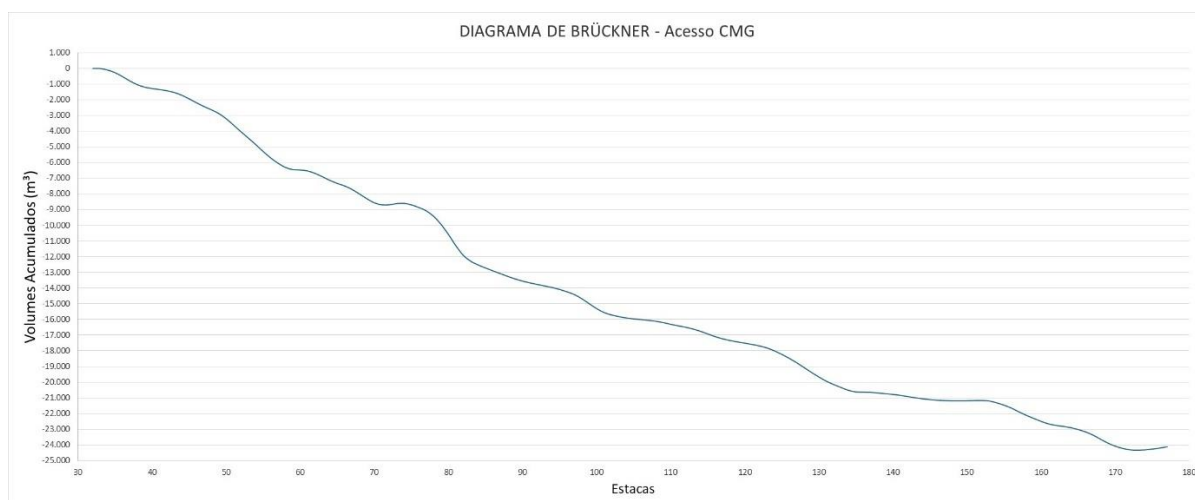
Onde:  $V_i$  = Volume do interperfil;

$d$  = Distância entre as seções;

$(S_{i-1} + S_i)$  = Soma das áreas do par de seções consecutivas.

A ficha de cubação fornece os volumes dos interperfis e o volume acumulado em determinado segmento, bem como possibilita a análise dos movimentos de terraplenagem.

A análise da terraplenagem foi realizada com auxílio do diagrama de massas (diagrama de Brückner), apresentado a seguir:



De posse da ficha de cubação e do diagrama de Brückner, foram estudadas através de processamento eletrônico diversas possibilidades de compensação entre volumes, de modo a se alcançar a distribuição de massas mais econômica possível.

Utilizando dados obtidos dos estudos topográficos, desenhou-se as seções transversais do terreno natural em cada estaca do eixo. Com as cotas do projeto, obtidas do cálculo do greide de terraplenagem, desenhou-se as seções transversais em cada estaca. Uma vez desenhadas estas seções, procedeu-se o cálculo de suas áreas pelo processo geométrico.

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi realizado pelo software AutoCAD Civil 3D, considerando o conceito de modelagem da rodovia projetada, que efetuou o cálculo das áreas de corte e aterro em cada seção transversal relativa a uma estaca da rodovia, determinando-se, subsequentemente, os volumes excedentes, bem como os volumes acumulados.

De posse do relatório de volumes, foram estudadas através de processamento eletrônico diversas possibilidades de compensação entre volumes de cortes e de aterros, buscando obter a distribuição de massas mais econômica possível.

Para otimizar a distribuição de massas e obter maior precisão nos volumes de solo a serem movimentados, no presente anteprojeto de terraplenagem foi feita a distinção entre os volumes de corpo do aterro e camada final do aterro. Assim, toda a distribuição de massa foi realizada considerando os volumes de material necessários para preencher o corpo dos aterros e as camadas finais dos aterros separadamente.

As compensações laterais entre os volumes de corte e aterro também foram feitas considerando a separação entre as camadas de corpo do aterro e camada final.

#### 4.2.11.1 Ajuste de volumes

A escavação de um dado volume geométrico de solo, medido em seu estado natural, resultará num volume maior de material, no estado solto. A este aumento do volume geométrico, que resulta da ruptura da estrutura interna original do solo, em decorrência da escavação, se denomina genericamente empolamento do solo.

Os estudos geotécnicos permitem a definição do fator de empolamento a considerar para a correta compensação entre volumes de cortes, empréstimos e aterros, sendo esse fator dado pela relação entre a densidade do solo in situ e a densidade do solo obtida em laboratório.

É recomendado que nos estudos de compensação de volumes de terraplenagem seja efetuada a correção dos volumes de aterros, visando a obtenção do denominado volume empolado de aterro, que representa o volume de escavação necessário à obtenção de dado volume de aterro compactado (DNER, 1974, v.3, cap. 11, p.16).

O volume empolado do aterro pode ser obtido multiplicando-se o volume geométrico de aterro compactado pelo fator de empolamento.

Alguns aspectos adicionais de ordem prática devem ser levados em consideração na compensação dos volumes de terraplenagem para minimizar o cometimento de erros na quantificação dos volumes envolvidos, entre os quais citam-se:

- ✓ As perdas de materiais devidas ao processo de execução dos serviços mecanizados de escavação, carga, transporte e descarga;
- ✓ Os acréscimos de volumes que decorrem das imperfeições naturais na configuração dos cortes e/ou dos aterros em relação às seções teóricas de projeto, mesmo quando observadas as tolerâncias especificadas;
- ✓ Os volumes adicionais necessários para compensar as quantidades de materiais superficiais que acabam sendo retiradas por ocasião da realização de serviços de limpeza.

Considerando todos os aspectos acima, bem como o empolamento do solo, foi determinado o fator de homogeneização a ser utilizado com base em estudos de amostras de solo do empréstimo lateral selecionado. O fator de homogeneização foi calculado a partir dos valores médios de densidade in natura e densidade compactada. Desse modo, obteve-se o valor de 1,26, conforme tabela a seguir, para o fator de homogeneização a ser utilizado no projeto de terraplenagem.

EMPOLAMENTO									
LOCAL	ESTACA						EMPOLAMENTO		
	INICIAL			FINAL					
Empréstimos Laterais	-	+	-	-	+	-	1,26		
TOTAL							1,26		

Os resultados obtidos permitiram referir os volumes de terraplenagem a uma unidade comum, ou seja, a unidade de volume do material escavado para os quantitativos de terraplenagem. Resumindo, o fator de homogeneização obtido permitirá ajustar os volumes a serem escavados e transportados na terraplenagem.

#### 4.2.12 Determinação das Distâncias de Transporte

A distância de transporte será calculada em projeção horizontal ao longo do eixo, entre os centros de gravidade das massas, tanto para cortes, como para empréstimos e bota-foras.

Na compensação dos volumes será considerado, sempre que possível, o transporte dos materiais no sentido descendente.

#### 4.2.13 Orientações de Terraplenagem

O quadro de orientações de terraplenagem contempla as seguintes informações:

- Listagem dos segmentos de terraplenagem, delimitados pelas suas estacas iniciais e finais;
- Procedência do material escavado, com indicação das estacas inicial e final, bem como o volume escavado (classificado em 1ª, 2ª ou 3ª categoria ou em solo mole), distância de transporte e o momento de transporte da operação de terraplenagem;
- Destino do material escavado, com indicação das estacas inicial e final, identificando a finalidade do material transportado na operação de terraplenagem.

#### Instruções para confecção dos aterros

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes dos cortes e dos empréstimos laterais, bem como os materiais escavados nos rebaixos de subleito. Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas segundo as orientações abaixo:

- Para o corpo dos aterros (abaixo de 1,0 m), deverão ser utilizados materiais de 1ª categoria que apresentem  $ISC \geq 2\%$  e expansão  $\leq 4\%$ , compactados na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se a energia 95% Proctor Normal do ensaio DNIT-ME 162/2013;
- Para as camadas finais dos aterros (abaixo de 20 cm e acima de 1,0 m), deverão ser utilizados materiais de 1ª categoria que apresentem  $ISC \geq 2\%$  e expansão  $< 2\%$ , na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se a energia 100% Proctor Normal do ensaio DNIT-ME 162/2013;
- Para a camada de regularização do subleito (20 cm superiores), deverão ser utilizados materiais de 1ª categoria que apresentem  $ISC \geq ISC$  de projeto e expansão  $< 2\%$ , na umidade ótima, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca, obtida utilizando-se a energia 100% Proctor Intermediário do ensaio DNIT-ME 162/2013.

#### 4.2.14 Resumo Geral De Terraplenagem

Os quadros abaixo apresentam o resumo geral das atividades de terraplenagem.





#### **4.2.15 Apresentação dos Resultados**

O Projeto de Terraplenagem é constituído dos seguintes elementos:

- Seções transversais tipo de terraplenagem;
- Resumo dos empréstimos laterais;
- Quadro de orientações de terraplenagem;
- Resumo geral de terraplenagem.

##### **4.2.15.1 Planilhas de Cálculos de Volumes**

As planilhas de cálculos de volumes de terraplenagem estão apresentadas no Volume 3A – Nota de Serviço e Volume de Terraplenagem.

Nestas planilhas são apresentadas as áreas de corte e aterro e os respectivos volumes geométricos para cada estaca de projeto. Também são apresentados os volumes acumulados de corte e aterro.

##### **4.2.15.2 Notas de Serviço**

As notas de serviço de terraplenagem e de pavimentação estão apresentadas no Volume 3A – Nota de Serviço e Volume de Terraplenagem.

São apresentadas para cada estaca de projeto as suas coordenadas geométricas, as cotas de projeto e de terreno natural do eixo de locação. Para os bordos, além das cotas altimétricas de projeto, também são apresentadas as respectivas distâncias em relação ao eixo de projeto. Da mesma forma são representadas as cotas e distâncias em relação ao eixo dos offsets de cada estaca de projeto.

### **4.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento foram utilizadas metodologias oficiais e de conhecimento público, sendo estes os seguintes métodos:

- Método do DNER/79 (Engº Murilo Lopes de Souza)
- Método da Resiliência – TECNAPAV/94 (Engº Ernesto S. Preussler e Salomão Pinto)

#### **4.3.1 Descrição do Projeto**

O projeto de pavimentação contempla a reconstrução de um segmento da Rua 09 (estacas 0 a 32), a duplicação desta via entre as estacas 32 e 62 e a implantação da Estrada do Bugre entre as estacas 62 e 176. Também será implantada uma rotatória entre as estacas 56 e 62.

Além destes segmentos de implantação, o projeto também considera o recapeamento do trecho existente da Rua 09 entre as estacas 32 a 56 devido à implantação de ramais de galerias de águas pluviais.

#### **4.3.2 Caracterização do Tráfego Atual**

A ação do tráfego sobre o pavimento é expressa pelo número de repetições do eixo-padrão de 8,2 toneladas, de acordo com as metodologias do Corpo de Engenheiros (USACE, 1962) e da AASHTO (1993). Para fins de dimensionamento de pavimento será adotado o número N para 10 anos de projeto.

Foram calculados dois números N, sendo um para o ano zero e outro para o décimo ano de operação da rodovia.

A tabela abaixo ilustra os valores obtidos pelas duas metodologias.

RESUMO CÁLCULO DO NÚMERO N							
Rodovia	Ano		VMD <sub>leve</sub>	VMD <sub>com</sub>	VMD <sub>total</sub>	N AASHTO	N USACE
Acesso	pesquisa	2024	0	214	214		
	N <sub>0</sub>	2026	0	227	227	7,33E+04	2,81E+05
	N <sub>10</sub>	2036	0	305	305	9,39E+05	3,60E+06

### 4.3.3 Capacidade de Suporte do Subleito

O estudo do subleito foi apresentado no capítulo referente à Estudos Geotécnicos. De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT os materiais de subleito não podem apresentar expansão superior a 2% e o ISC deve ser maior ou igual a 2%. Em toda a amostra estudada não foi verificado em nenhum ponto de coleta tais condições, de forma que o subleito foi caracterizado como de boa condição para suporte do pavimento, não necessitando nem de substituição nem reforço.

Com base na análise estatística efetuada com os resultados obtidos para as sondagens, definiu-se como ISC de projeto o valor de 8,5%.

### 4.3.4 Materiais para Pavimentação

#### 4.3.4.1 Material Granular

Conforme apresentado nos Estudos Geotécnicos foi selecionada uma jazida de material granular, localizada a 8,2 km da estaca inicial do segmento em projeto, a qual é apta para uso in natura na camada de sub-base estabilizada granulometricamente, e na camada de base misturada com cimento.

O material da camada de sub-base será composto por material de jazida estabilizado granulometricamente na energia de compactação do Proctor intermediário, devendo o mesmo apresentar ISC > 20%.

O material da camada de base será composto por material de jazida melhorado com 2% de cimento devendo o mesmo apresentar ISC >= 80%.

#### 4.3.4.2 Materiais Pétreos

A Pedreira indicada nos Estudos Geotécnicos é denominada Pedreira Britago. Esta é uma instalação comercial, devidamente licenciada, na qual os estudos realizados asseguram a disponibilidade de material para atendimento à obra, dentro das especificações necessárias.

As britas serão usadas como agregados para o seguinte serviço de pavimentação:

- *Concreto asfáltico*
- *Tratamento Superficial Duplo*

#### 4.3.4.3 Massa Asfáltica

A pedreira indicada conta com usina de asfalto, de modo que para a confecção da massa asfáltica o CAP 50/70 será direcionado da distribuidora de material betuminoso para a usina. A massa pronta será levada diretamente para aplicação na pista.

#### 4.3.4.4 Materiais Betuminosos

Para a execução da imprimação será utilizada Emulsão Asfáltica para Imprimação (EAI) numa taxa de 1,3 l/m<sup>2</sup>.

Para a pintura de ligação será utilizada a emulsão asfáltica tipo RR-1C numa taxa de 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Para o tratamento superficial duplo será utilizada a emulsão asfáltica tipo RR-2C numa taxa de 2,8 kg/m<sup>2</sup>

Para a massa asfáltica será utilizado cimento asfáltico CAP 50/70 numa taxa de 132 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.3.5 Dimensionamento da Estrutura do Pavimento Flexível

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento foram utilizadas metodologias oficiais e de conhecimento público, sendo estes os seguintes métodos:

- Método do DNER/79 (Engº Murilo Lopes de Souza)
- Método da Resiliência – TECNAPAV/94 (Engº Ernesto S. Preussler e Salomão Pinto)

Os resultados obtidos são apresentados abaixo:

Dimensionamento do Pavimento								
Materiais das Camadas e Coeficientes Estruturais								
Camada	Tipo			Origem		ISC (%)	Coef.	
Revestimento	CBUQ						2,00	
Base	Solo melhorado 2% cimento			Jazida		>80	1,00	
Sub-base	Solo estab. granulometricamente			Jazida		>20	1,00	
Sub-leito						8,5	0,71	
DNER/79								
Número N10 (USACE)	Espessura do Revestimento			H <sub>20</sub>	H <sub>n</sub>	Período de Projeto		
3,60E+06	R=	5,00	cm de CBUQ	27	45	10 anos		
Base R x K <sub>R</sub> + B x K <sub>B</sub> > H <sub>20</sub>					espessura calculada B =	espessura adotada 17		
Sub-Base R x K <sub>R</sub> + B x K <sub>B</sub> + SB x K <sub>S</sub>					espessura calculada SB =	18		
TECNAPAV								
Tipo do Solo do Subleito		1		I <sub>1</sub> = 0		I <sub>2</sub> = 0		
Deflexão Admissível		log D <sub>adm</sub> = 3,148 - 0,188 log N					D <sub>adm</sub> =	82,30
Espessura Mínima do Revestimento		H <sub>CB</sub> = -5,737 + (807,961/D)+0,972 I <sub>1</sub> +4,101 I <sub>2</sub>					H <sub>CB</sub> =	4,1
Espessura Total do Pavimento		H <sub>T</sub> = 77,67 xN <sup>0,0482 x CBR<sup>-0,598</sup></sup>					H <sub>T</sub> =	45
Espes. Total da Camada Granular		H <sub>CB</sub> x V <sub>E</sub> + H <sub>CG</sub> = H <sub>T</sub>					H <sub>CG</sub> =	37
Valor Estrut. da Camada Betuminosa							V <sub>E</sub> =	2,0
RESUMO								
Método	CBR SL %	Espessuras (cm)						
		Revest.		Base	Sub-base	Reforço	Total	
		CBUQ	TSD					
DNER / 79	8,5	5,0		17,0	18,0		40,0	
TECNAPAV	8,5	4,0		18,0	19,0		41,0	
ADOTADO	8,5	5,0		17,0	17,0		39,0	

A estrutura de pavimento adotada para a via de acesso é a seguinte:

- **Revestimento:** terá espessura total de 5,0 cm, sendo esta composta por uma camada de CBUQ (faixa "C"). A camada de CBUQ será executada nas faixas de rolamento e acostamento. Entre a camada de base e o revestimento betuminoso foi projetada uma camada de Tratamento Superficial Duplo (TSD) a qual não tem função estrutural. A sua adoção provém da necessidade de absorver eventuais trincas provenientes da camada de base, que será estabilizada com cimento, evitando que estas sejam refletidas no CBUQ. O TSD será implantado na largura das pistas de rolamento e acostamentos;
- **Base:** terá espessura de 17,0 cm, sendo a mesma composta por material granular de jazida melhorado com 2% de cimento (CBR > 80%);

- **Sub-base:** terá espessura de 17,0 cm, sendo composta por material granular de jazida estabilizado granulometricamente com CBR  $\geq$  20%.

A camada de TSD neste caso é recomendada pela IP-10 do GOINFRA, no item 4.5, que reproduzimos:

*“Recomenda-se, ainda, a execução de tratamento superficial duplo com polímero sobre a camada de base de solo-cimento, como ponte de aderência entre a camada de rolamento de concreto asfáltico e a camada de base cimentada, como também camada antireflexão de trincas da camada cimentada para a camada asfáltica”. Esta camada não entrou no cálculo estrutural do dimensionamento do pavimento.*

A estrutura de pavimentação projetada para a via é apresentada na figura seguinte:

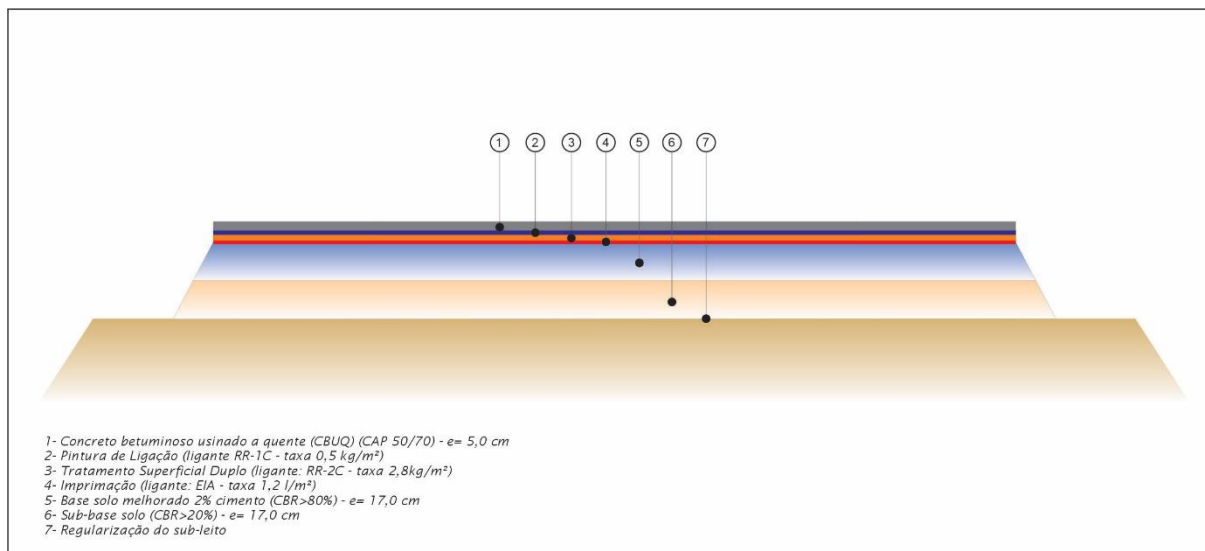


Figura 44: Estrutura de pavimentação

### 4.3.6 Materiais

O subleito deverá ser regularizado considerando a compactação na energia de 100% do Proctor Normal.

O material da camada de sub-base é composto por material de jazida estabilizado granulometricamente, devendo o mesmo apresentar ISC > 20%.

O material da camada de base é composto por material de jazida melhorado com 2% de cimento, e deverá apresentar ISC > 80%.

A emulsão asfáltica a ser utilizada no TSD é do tipo RR-2C.

Para a pintura de ligação a emulsão asfáltica é do tipo RR-1C.

Para a imprimação será utilizada emulsão asfáltica do tipo EIA.

O CBUQ será confeccionado com CAP 50/70 convencional.

### 4.3.7 Controle de Execução

Foram determinadas as deflexões admissíveis por camada da estrutura de pavimento calculadas utilizando a metodologia contida no método DNER-PRO 11-79.

A deflexão admissível foi calculada pelo método contido na norma de avaliação estrutural de pavimentos flexíveis DNER-PRO 11-79, sendo sua fórmula a seguinte:

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,176 \log N_{proj}$$

onde:

$D_{adm}$ : deflexão total admissível da estrutura para o  $N_{proj}$ ;

$N_{proj}$ : número de solicitações previstas para o projeto, calculado com os coeficientes do USACE.

Para o número de solicitações previsto para o projeto de  $N=3,60 \times 10^6$ , temos:

$$D_{adm} = 71,80 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

A partir deste valor, e dos coeficientes estruturais e espessuras das demais camadas da estrutura de pavimento foram definidas as deflexões admissíveis a serem adotadas como controle tecnológico.

A metodologia adotada, e constante da IP-09, foi a seguinte:

- Deflexão Capa:  $\log(D_{adm}) = 3,01 - 0,176 \log(N_{10})$
- Deflexão Base:  $\log(D_{adm}) = 3,01 - 0,176 \log(N_{10}) + \{[h(\text{capa}) \times k(\text{capa}) / 2,0]\} / 40$
- Deflexão Subbase:  $\log(D_{adm}) = 3,01 - 0,176 \log(N_{10}) + \{[h(\text{capa}) \times k(\text{capa}) / 2,0] + [h(\text{base}) \times k(\text{base}) / 2,0]\} / 40$
- Deflexão Sub-leito:  $\log(D_{adm}) = 3,01 - 0,176 \log(N_{10}) + \{[h(\text{capa}) \times k(\text{capa}) / 2,0] + [h(\text{base}) \times k(\text{base}) / 2,0] + [h(\text{subbase}) \times k(\text{subbase}) / 2,0]\} / 40$

Com base nesta metodologia, os valores de deflexão máxima por camada a serem controlados na implantação da estrutura do pavimento são os seguintes:

Deflexão Máxima por Camada ( $\times 10^{-2} \text{ mm}$ )				
Descrição		Espessura (cm)	Coeficiente de equivalência estrutural (K)	Deflexão Máxima ( $\times 10^{-2} \text{ mm}$ )
Revestimento	CBUQ	5	2	71,79
Base	Solo melhorado 2% cimento			147,43
Sub-base	solo estabilizado granulometricamente	17	1,0	95,74
Subleito				156,17

## 4.3.8 Quadros Complementares

### 4.3.8.1 Planilha Resumo de Quantitativos

A seguir é apresentada a planilha resumo de quantitativos de pavimentação necessários para a implantação da via de acesso.

Pista	Extensão (m)	Regularização de Subleito ( $\text{m}^2$ )	Sub-base ( $\text{m}^3$ )		Base ( $\text{m}^3$ )			Imprimação ( $\text{m}^2$ )	
			material	compactação	material	compactação	cimento (t)	área ( $\text{m}^2$ )	EIA (t)
Rua 09	1.420,00	15.364,40	3.000,58	11.661,78	2.744,28	2.185,88	110,33	12.070,00	15,69
Estrada do Bugre	2.280,00	30.369,60	6.038,77	4.676,39	5.583,84	4.478,72	224,49	25.080,00	32,60
Recapeamento Rua 09	480,00								
<b>Total</b>	<b>4.180,00</b>	<b>45.734,00</b>	<b>9.039,35</b>	<b>16.338,17</b>	<b>8.328,12</b>	<b>6.664,60</b>	<b>334,82</b>	<b>37.150,00</b>	<b>48,30</b>



Quadro Resumo de Serviços de Pavimentação - Construção								
Pista	Tratamento Superficial Duplo (m²)			Pintura de Ligação (m²)		CBUQ Capa (m³)		
	área (m²)	Agregado (m³)	RR-2C (t)	área (m²)	RR-1C (t)	volume (m³)	massa (t)	CAP 50/70 (t)
Rua 09	12.070,00	277,61	33,80	12.070,00	6,04	603,50	1.448,40	79,66
Estrada do Bugre	25.080,00	576,84	70,22	25.080,00	12,54	1.254,00	3.009,60	165,53
Recapeamento Rua 09				4.080,00	0,09	204,00	489,60	26,93
<b>Total</b>	<b>37.150,00</b>	<b>854,45</b>	<b>104,02</b>	<b>41.230,00</b>	<b>18,67</b>	<b>2.061,50</b>	<b>4.947,60</b>	<b>272,12</b>

#### 4.3.8.2 Cálculo de Distância de Transporte de Material Granular

CÁLCULO DE DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR - SUB-BASE										
Fonte	Distribuição do Material		Distribuição do Material		Volume material	DMT fixo	m³ x km (fixo)	DMT variável	m³ x km (variável)	DMT Total
	EST Inicial	EST Final	KM Inicial	Km Final						
Jazida 01	0,00	176,00	0,00	3,52	9.039,35	8,22	74.303,43	1,76	15.909,25	9,98
Total					9.039,35		74.303,43		15.909,25	
DMT Fixo (km) =>									8,22	
DMT Variável (km) =>									1,76	
DMT Total (km) =>									9,98	
CÁLCULO DE DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE DE MATERIAL BRITA GRADUADA SIMPLES - BASE										
Fonte	Distribuição do Material		Distribuição do Material		Volume material	DMT fixo	m³ x km (fixo)	DMT variável	m³ x km (variável)	DMT Total
	EST Inicial	EST Final	KM Inicial	Km Final						
Jazida 01	0,00	176,00	0,00	3,52	8.328,12	8,22	68.457,18	1,76	14.657,50	9,98
Total					8.328,12		68.457,18		14.657,50	
DMT Fixo (km) =>									8,20	
DMT Variável (km) =>									1,76	
DMT Total (km) =>									9,96	

### 4.3.8.3 Distância Média de Transporte

Quadro Resumo das Distâncias de Transporte										
Serviço	Material	Percurso		Transporte Local (DMT)			Transporte Comercial (DMT)			DMT total
		Origem	Destino	Fixo	Variável	Total	Fixo	Variável	Total	
Sub-base	Cascalho	Jazida	Pista	8,22	1,76	9,98				9,98
Base	Cascalho	Jazida	Pista	8,20	1,76	9,96				9,96
Imprimação	EIA	Distribuidora (GO)	Canteiro de Obras				47,10	0,00	47,10	47,10
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44				1,44
Pintura de Ligação	RR-1C	Distribuidora (GO)	Canteiro de Obras				47,10	0,00	47,10	47,10
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44				1,44
Tratamento Superficial Duplo	Agregado	Pedreira	Canteiro de Obras				22,50	0,00	22,50	22,50
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44				1,44
	Emulsão RR-2C	Distribuidora (GO)	Canteiro de Obras				47,10	0,00	47,10	47,10
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44				1,44
CBUQ	Brita/Pedrisco	Pedreira	Usina				0,00	0,00	0,00	0,00
	Areia	Areal	Usina				31,40	0,00	31,40	31,40
	Cimento Asfáltico	Distribuidora (GO)	Usina				63,80	0,00	63,80	63,80
	Cimento	Cimenteira	Usina/Canteiro				84,10	0,00	84,10	84,10
	Massa	Usina	Pista	22,50	1,44	23,94				23,94
Diversos	Areia	Areal	Canteiro de Obras				22,50	0,00	22,50	22,50
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44			0,00	1,44
	Brita / Pedra de Mão	Pedreira	Canteiro de Obras				22,50	0,00	22,50	22,50
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44			0,00	1,44
	Cimento	Cimenteira	Canteiro de Obras				84,10	0,00	84,10	84,10
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44			0,00	1,44
	Madeira, aço	Comércio	Canteiro de Obras				20,00	0,00	20,00	20,00
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	1,44	1,44			0,00	1,44

### 4.3.8.1 Quadro de Consumo de Materiais Betuminosos

CONSUMO DE MATERIAIS PARA ORÇAMENTO			
SERVIÇO	MATERIAL	TAXA	
IMPRIMAÇÃO	EIA	1,30	kg/m <sup>2</sup>
PINTURA DE LIGAÇÃO	EMULSÃO – RR 1C	0,50	kg/m <sup>2</sup>
TSD	BRITA	0,0230	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
	EMULSÃO - RR 2C	2,8000	kg/m <sup>2</sup>
CBUQ - FAIXA C - GOINFRA	AREIA	0,7506	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	BRITA	0,2998	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	PEDRISCO	0,3297	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	FILLER - CIMENTO	0,1349	t/m <sup>3</sup>
	CAP 50/70	0,1320	t/m <sup>3</sup>

#### 4.3.8.2 Linear de Distribuição de Material para Pavimentação

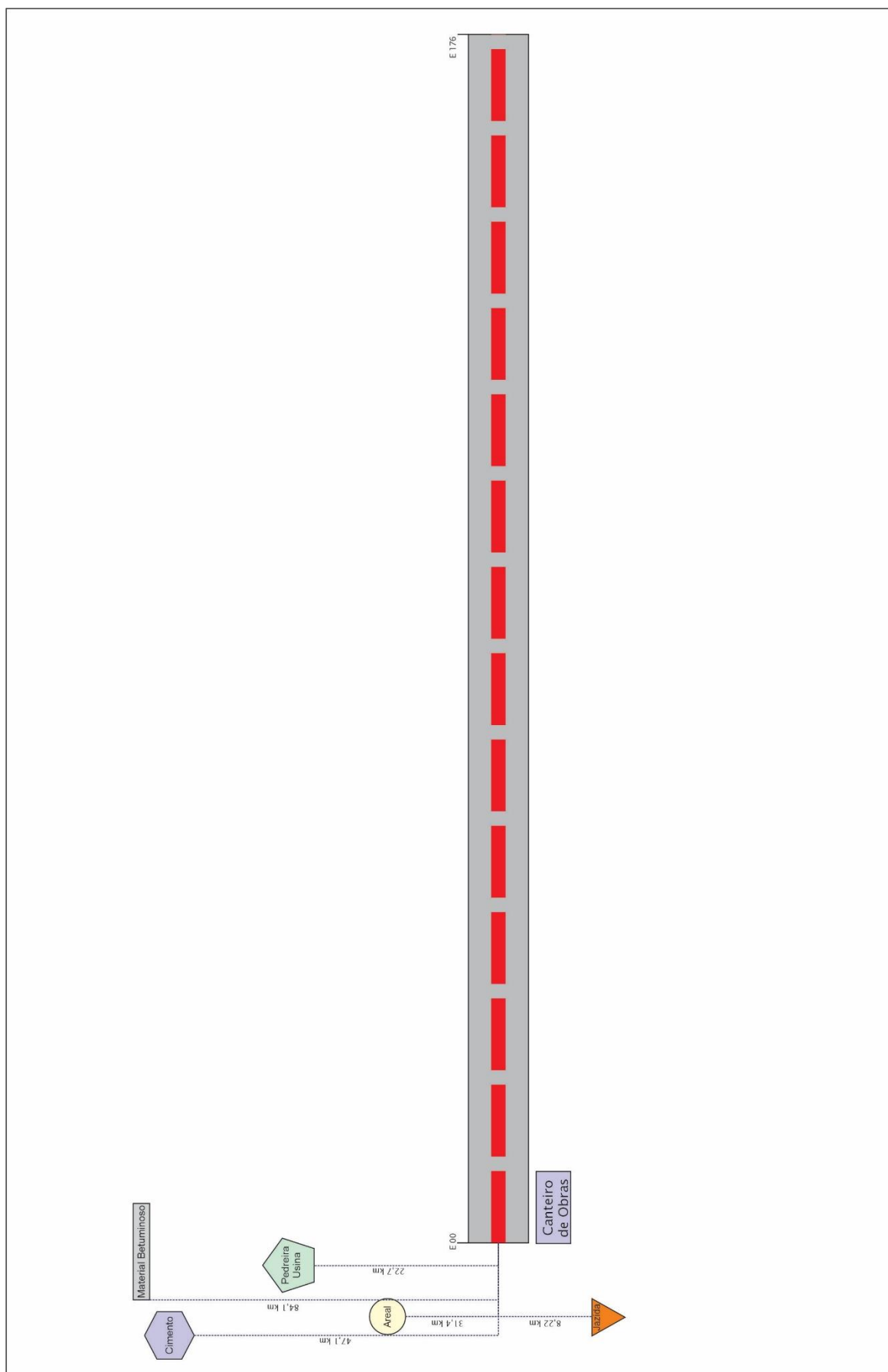


Figura 45: Linear de fontes de materiais de pavimentação

## 4.4 PROJETO DE DRENAGEM

Para a elaboração do Projeto de Drenagem foram tomados como elementos básicos os resultados dos Estudos Hidrológicos e Estudos Topográficos, sendo aplicadas as orientações contidas nas seguintes publicações do DNIT:

- *Instrução de Serviço IS-210 (DNIT IPR-726/2006);*
- *Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT IPR-724/2006);*
- *Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem- 5ª Edição (DNIT IPR-736/2018)*
- *DNIT 020/2006-ES: Drenagem - Meios-fios e guias;*
- *DNIT 021/2006-ES: Drenagem - Entradas e descidas d'água;*
- *DNIT 018/2006-ES: Drenagem - Sarjeta e valetas de drenagem;*
- *DNIT 015/2006-ES: Drenagem – Drenos subterrâneos;*
- *DNIT 022/2006- ES - Drenagem - Dissipadores de energia*
- *DNIT 023/2006-ES: Drenagem – Bueiros tubulares de concreto*

O projeto de drenagem compreendeu as seguintes etapas principais:

1. Definição dos dispositivos utilizados pela análise das notas de serviço de pavimentação e terraplenagem;
2. Análise dos estudos hidrológicos para definição do cálculo hidráulico;
3. Cálculos dos comprimentos limites dos dispositivos;
4. Elaboração do desenho do projeto de drenagem;
5. Elaboração das notas de serviço de drenagem;

### 4.4.1 Elaboração do Projeto de Drenagem

O Projeto de drenagem foi desenvolvido com base nos estudos topográficos, hidrológicos e no projeto de melhorias viárias, visando o dimensionamento dos elementos de drenagem superficial, drenagem profunda e de galerias de águas pluviais.

O sistema de drenagem de águas pluviais projetado é composto por um conjunto de obras de engenharia que visam captar as águas que chegam à malha viária, por escoamento ou precipitação, conduzindo-as para local seguro de deságue, resguardando a estabilidade do maciço.

O projeto em questão contempla áreas com propensa urbanização, já existente ou futura, sendo necessária a implantação de dispositivos de drenagem superficial, drenagem profunda e galerias de águas pluviais em determinados trechos para garantir o escoamento d'água com risco de alagamento mínimo nas pistas de rolamento objetivando causar o mínimo impacto nas futuras construções lindeiras à pista, uma vez que garantir o escoamento da água é de suma importância para assegurar a trafegabilidade em momentos de tormenta.

Os dispositivos de drenagem existentes não foram aproveitados em sua totalidade, ou por condições precárias (cadastradas em campo) ou por insuficiência hidráulica, sendo demolidos e/ou substituídos por dispositivos que atendam às necessidades.

### 4.4.2 Drenagem Superficial

A seguir estão apresentados os dispositivos de drenagem utilizados no projeto.

#### 4.4.2.1 Meio-fio

Tem a função de captar e conduzir as águas precipitadas sobre a plataforma, evitando que ocorra erosão nos bordos das pistas, conduzindo-as para local seguro de deságue. Os meios-fios foram projetados em toda extensão das vias de acesso, possuem a função primordial de conduzir e disciplinar o escoamento na plataforma e permitir o encaixe com dispositivos de saída d'água com deságue controlado e seguro por aberturas no passeio ligadas as descidas d'água ou bocas de lobo ligadas às galerias de águas pluviais.

Os dispositivos em questão deverão ser posicionados na faixa da plataforma contígua à pista, e apesar da função principal ser de drenagem, serve como guia das possíveis trajetórias das vias de acesso para o motorista.

No presente projeto foram adotados meio-fio com sarjeta, denominado Meio-fio MFC 03, e meio-fio sem sarjeta, denominado Meio-fio MFC 05.

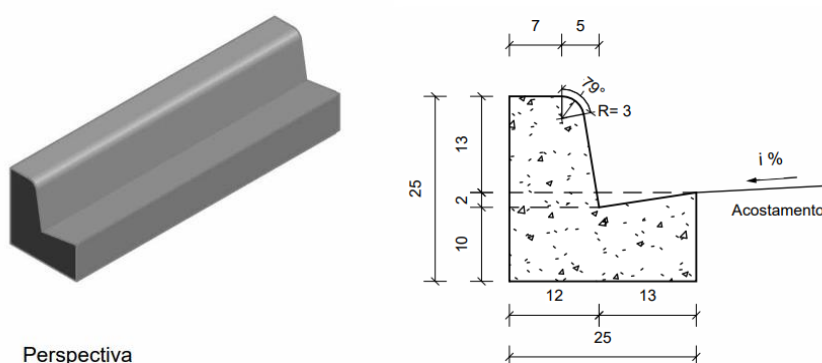


Figura 46: Meio-fio com sarjeta – MFC 03

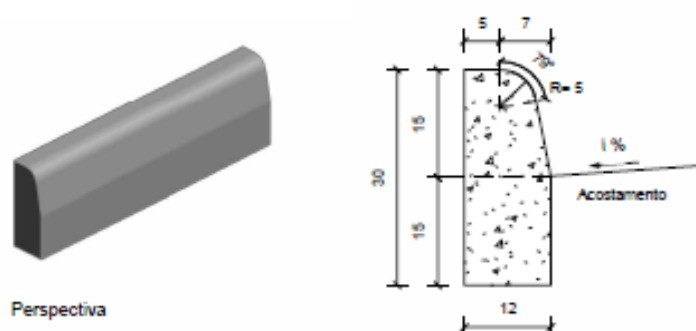


Figura 47: Meio-fio sem sarjeta – MFC 05

#### 4.4.2.2 Valetas de proteção

As valetas de proteção têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir os taludes de corte e/ou aterro.

As valetas de proteção serão construídas em trechos com corte e/ou aterro, onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo a estabilidade do corpo estradal.

Deverão ser localizadas proximamente paralelas às cristas dos cortes e/ou aos pés dos aterros, a uma distância entre 2,0 e 3,0 metros. O material resultante da escavação deve ser colocado entre a valeta e a crista do corte e/ou pé do aterro e apiloado manualmente, conforme apresentado nas figuras a seguir.

As valetas foram projetadas com revestimento em concreto, devido a considerável área de contribuição e recorrente necessidade de ligar dispositivos de saída d'água.

Conforme supracitado, tem-se o desenho tipo das valetas utilizadas, revestidas em concreto.



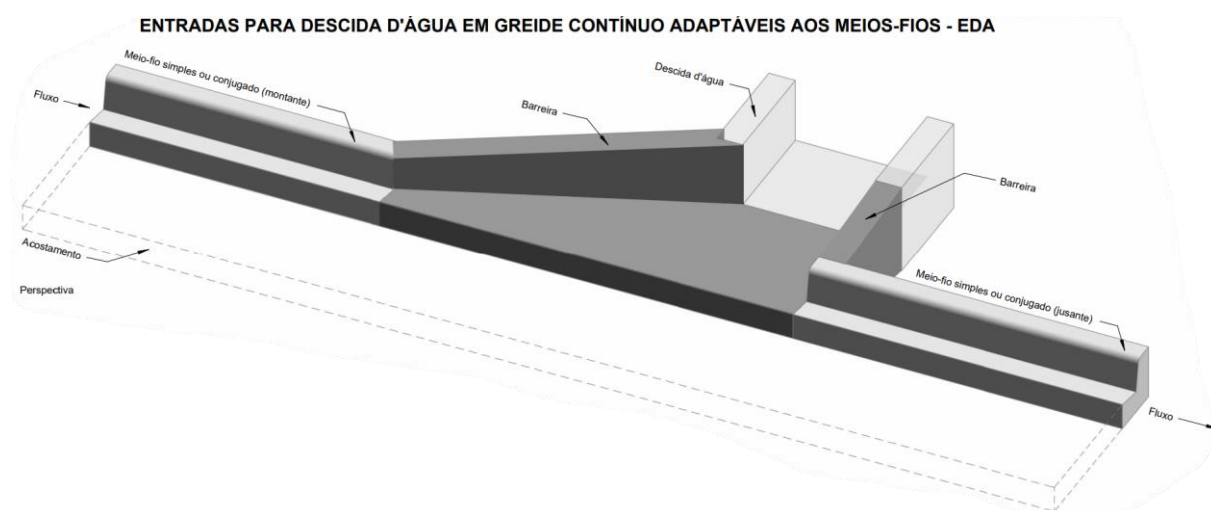
Diagrama de um sistema de drenagem em um aterro sanitário. O sistema consiste em um talude de aterro à esquerda, um solo compactado no centro e uma vala de drenagem à direita. O talude tem uma largura de 100m. O solo compactado tem uma largura de 120m, dividida em 30m, 60m e 30m. A vala de drenagem tem uma largura de 8m e uma profundidade de 30m. O nível do terreno é indicado por uma linha tracejada.

#### 4.4.2.3 Entradas e Descidas D'água

Nos aterros, as descidas d'água conduzem as águas provenientes das sarjetas de aterro quando é atingido o comprimento limite destas, e nos pontos baixos, através das saídas d'água, desaguando no terreno natural.

As descidas d'água adotadas neste projeto são do tipo lisa tendo em vista que os taludes tem alturas abaixo de 8 metros, sem risco de aceleração do escoamento e consequentes riscos estruturais.

Para o projeto em questão, as entradas d'água adotadas foram dos tipos greide contínuo, EDA 01, e de ponto baixo, EDA 02, apresentadas a seguir.



87

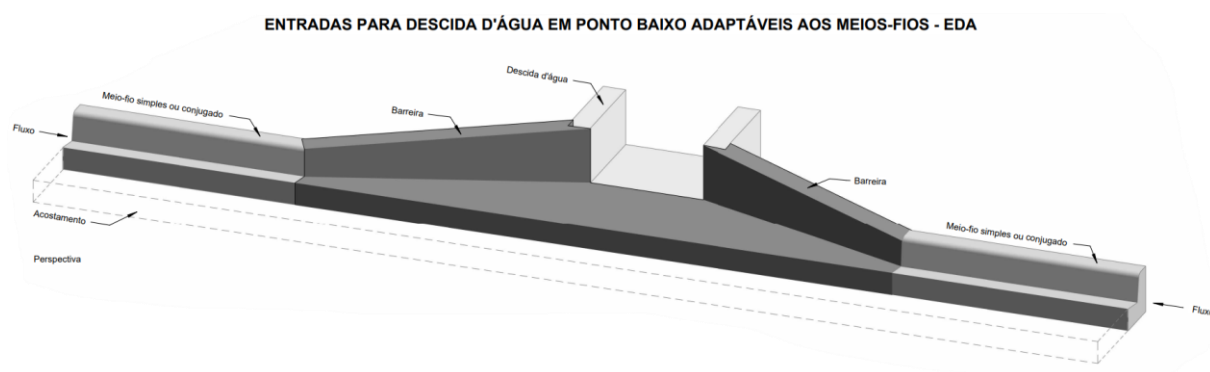


Figura 50 - Entrada d'água de ponto baixo - EDA02

Já as descidas d'água adotadas foram dos tipos rápida lisa, DAR 40-20, apresentada a seguir.

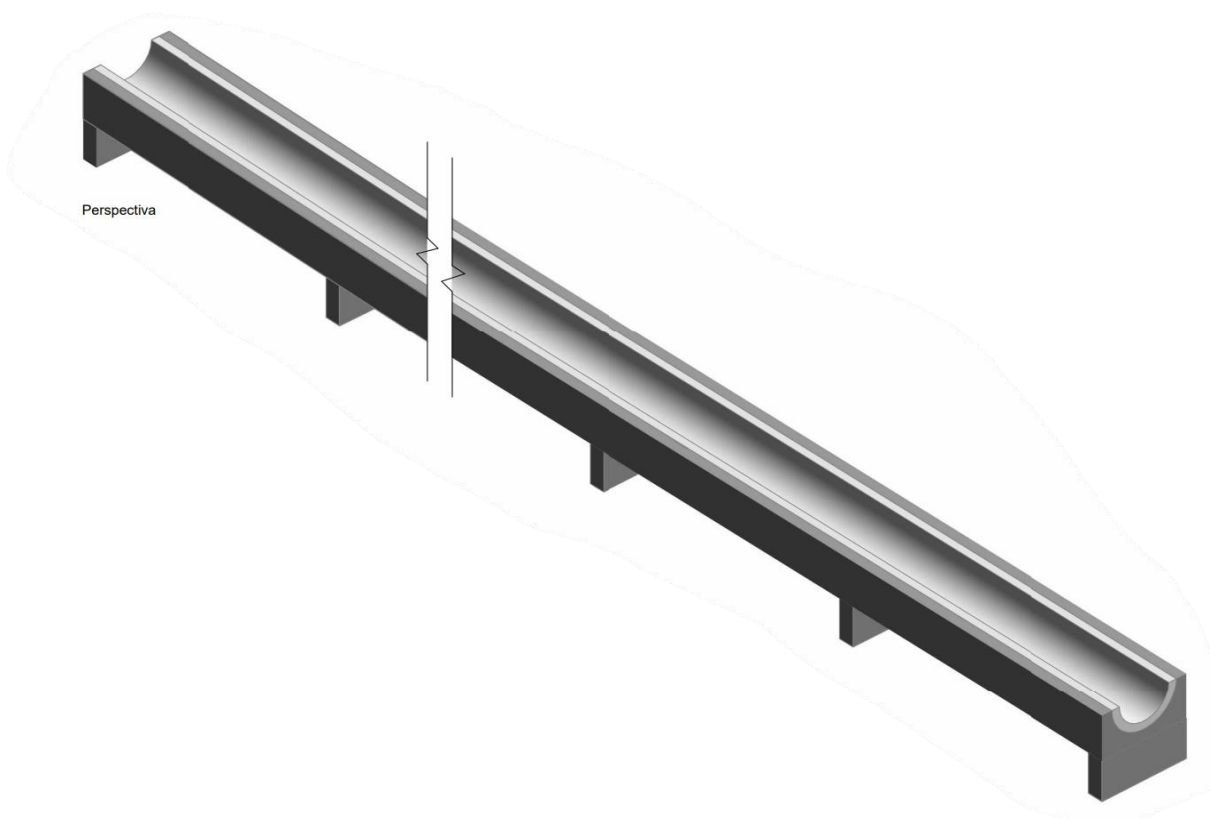
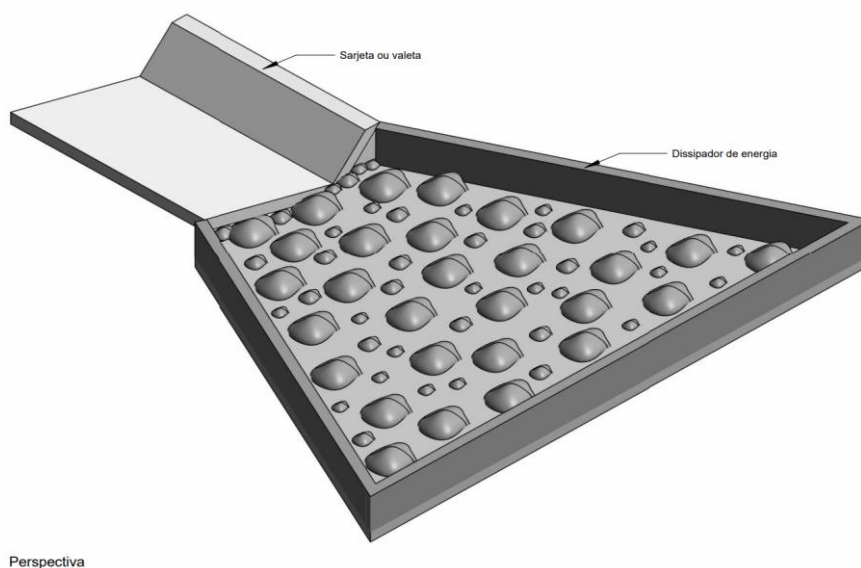


Figura 51 - Descida d'água de aterros tipo rápida – DAR 40-20

#### 4.4.2.4 Dissipadores de energia

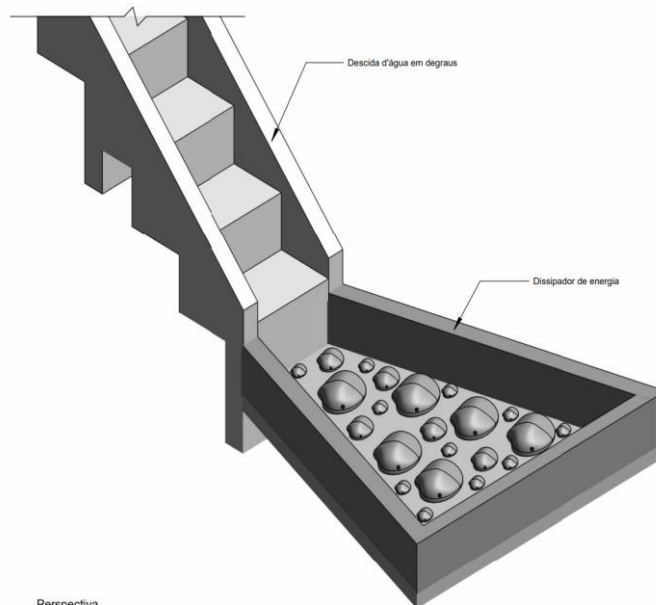
Dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo consequentemente sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

Foram utilizados dissipadores aplicáveis a saídas de valetas, tipo DES 120-360, aplicáveis a saídas de bueiros tubulares, tipos DEB 03, DEB 05 e aplicáveis a saídas de descidas d'água, tipo DED 02A.



Perspectiva

Figura 52 - Dissipadores de energia – DES 120-360



Perspectiva

Figura 53 - Dissipadores de energia – DED 2A

### 4.4.3 Drenagem Subterrânea

#### 4.4.3.1 Drenos Longitudinais Profundos

De acordo com Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT, os drenos profundos têm por objetivo principal interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito. Devem ser instalados nos trechos em corte, nos terrenos planos que apresentem lençol freático próximo do subleito, bem como nas áreas eventualmente saturadas próximas ao pé dos taludes.

Foram adotados o uso de drenos longitudinais em trechos que o lençol freático está próximo ao subleito. Desta forma, adotou-se o seguinte dispositivo: DPS07 (dreno profundo em solo 07). Os deságues das linhas de dreno foram realizados em bocas de saída em concreto, BSD02.

A seguir, são apresentados os projetos-tipo desses dispositivos, de acordo com o Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT.

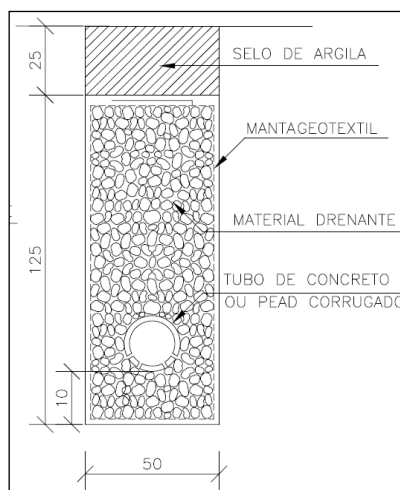


Figura 54 - Dreno DPS07

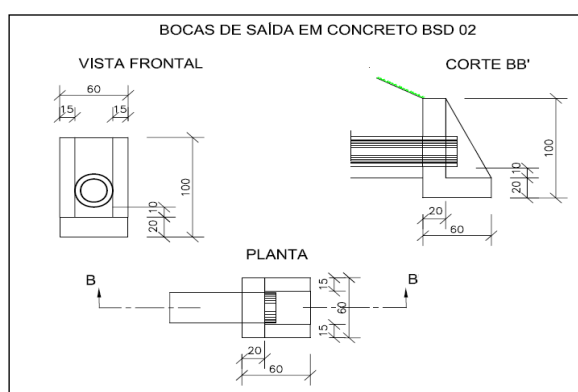


Figura 55 - Boca de dreno BSD02

No trecho foram observadas lagoas adjacentes à rodovia em projeto, situada entre as estacas 110+0,00 e 118+0,00. Neste local foi considerado o uso de colchões drenantes constituídos de brita, com espessura de 1,0 metro, para evitar que as águas atinjam as camadas do pavimento. De acordo com o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (IPR-724), é sempre importante manter o lençol freático a profundidades de 1,50 a 2,00 metros do subleito das rodovias, e os colchões drenantes são opções utilizadas na base dos aterros onde houver água livre próximo ao terreno natural.

Os volumes de escavação desses colchões drenantes são considerados no projeto de terraplanagem e, o solo removido para a implantação desses dispositivos foi considerado como bota-fora, sendo utilizado na recomposição dos empréstimos laterais mais próximos. No projeto de drenagem, será quantificado os materiais para execução do colchão e estão indicados na nota de serviço.

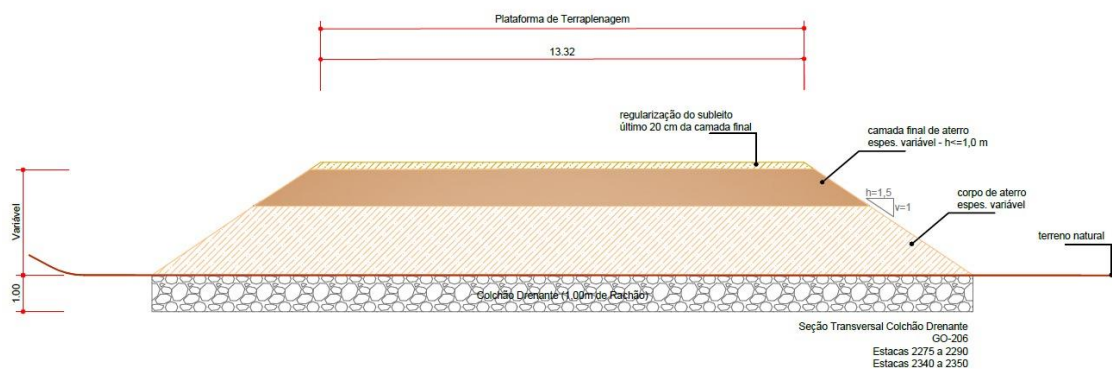


Figura 56 – Seção colchão drenante para fundação de aterro

#### 4.4.4 Galerias de Águas Pluviais

As galerias foram cuidadosamente projetadas para atender a carência local e seguem os padrões normatizados de projeto. Para todas as redes foram adotados ramais de bocas-de-lobo com diâmetros variados, e a tubulação das galerias estão de acordo com a vazão a ser drenada.

As redes foram projetadas para coleta de água superficial da pista.

##### 4.4.4.1 Bocas de lobo

As bocas coletoras, ditas como bocas de lobo, tem por função primordial coletar as águas das pistas de rolamento advindas das sarjetas dos meios-fios quando elas extrapolam o seu comprimento limite, ou seja, o enchimento máximo considerando a altura da lâmina d'água e a capacidade de engolimento desse dispositivo. As bocas de lobo adotadas têm o engolimento máximo de 38 l/s com certa variação, também considerada em cálculos, dependendo da inclinação longitudinal da pista.

Dentre as considerações de projeto para locação dos dispositivos em questão:

- *Espaçamento entre as bocas respeitam a capacidade de escoamento da sarjeta;*
- *Preferencialmente em pontos baixos das quadras;*
- *Devem ser instalados em pontos pouco a montante de cada faixa de cruzamento usada pelos pedestres, junto as esquinas;*
- *Por questão de salubridade de uso das calçadas e das travessias por pedestres não se utilizou de forma alguma as bocas de lobo em vértices de encontro de sarjetas e de ruas.*

##### 4.4.4.2 Poço de Visita

O poço de visita tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações para efeito de limpeza e inspeção, de modo que se possam mantê-las em bom estado de funcionamento.

Sua locação é sugerida em pontos de mudança de direção, cruzamentos de ruas (reunião de coletores), mudanças de declividade e mudanças de diâmetro.

O espaçamento máximo entre eles obedeceu a literatura técnica de no máximo 125m.

##### 4.4.4.3 Tubos de concreto

Os tubos têm função de transpor as águas de um dispositivo para o outro sob o terreno. Os mesmos sofrem com a carga imposta na superfície pelo tráfego de veículos, para tanto é necessário um recobrimento mínimo para assegurar a estabilidade e funcionamento do tubo. Este tem por objetivo proteger a galeria, evitando que a mesma seja submetida a esforços não recomendados para a sua estrutura, ou seja, uma camada de proteção. Recobrimento de uma galeria é a distância vertical entre o greide da via e a geratriz superior do coletor. Adotou-se no projeto o recobrimento mínimo de 1,0 da rede ou ramal.

##### 4.4.4.4 Dissipadores de Energia

Dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo consequentemente sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

Neste projeto serão utilizados dissipadores de energia de dois tipos, sendo eles:

- Dissipadores de Valetas e Descidas d'água

Os dissipadores devem ser implantados nas saídas das valetas e das descidas d'água, com o intuito de dissipar a energia das águas antes que elas cheguem ao curso d'água de forma a evitar processos erosivos no solo.

- Dissipadores lançamentos de Galerias



Nesse tipo de lançamento é utilizado um dissipador posicionado à 45° em relação ao eixo do córrego e a tubulação, sendo utilizados nos locais onde haverá lançamento por meio de galerias de águas pluviais, os quais demandam elementos mais robustos para a dissipação de energia.

#### 4.4.5 Considerações do Projeto de Drenagem

A seguir são apresentadas as considerações que serão adotadas para o desenvolvimento do projeto da microdrenagem.

##### 4.4.5.1 Período de Retorno

Período de Retorno é o inverso da probabilidade de um determinado evento hidrológico ser igualado ou excedido em um ano qualquer.

##### 4.4.5.2 Coeficiente de Run-Off

Do volume total precipitado sobre a bacia, apenas uma parte atinge a seção de vazão sob a forma de escoamento superficial. Uma outra parte está sujeita a infiltração e evaporação. O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina de Coeficiente de Run-Off. A parcela que se escoar superficialmente depende basicamente das características da área onde se dará o escoamento (declividade, natureza e utilização do solo, etc.)

A definição do coeficiente a ser adotado também se apoiou na tabela abaixo, que apresenta valores em função do tipo de ocupação da área.

Tabela 14 – Coeficiente de escoamento com base no uso do solo

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO
Zonas verdes não urbanizadas e de proteção ambiental	0,10
Zonas especiais (pasto, hipódromo, cemitério)	0,30
Zona residencial de lotes amplos e zona residencial rarefeita	0,50
Zona de apartamentos e edifícios comerciais	0,60
Zona pavimentada	0,90

##### 4.4.5.3 Tempo de Concentração

É o intervalo de tempo contado a partir do início da precipitação, para que toda a bacia hidrográfica correspondente passe a contribuir na seção em estudo. Corresponde a duração da trajetória da partícula de água que demora mais para atingir a seção considerada.

##### 4.4.5.4 Método de Cálculo

Para pequenas bacias de até 2 ha, que caracterizam as bacias da microdrenagem, será utilizado o Método Racional. A simplicidade de sua aplicação e a facilidade do conhecimento e controle dos fatores a serem considerados o torna de uso bastante difundido no estudo das cheias de pequenas bacias hidrográficas.

##### 4.4.5.5 Vazões de Projeto

O cálculo das vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem será feito através da aplicação do Método Racional, no qual a vazão é determinada em função da precipitação, da área e das características de recobrimento da bacia.

#### 4.4.5.6 Intensidade Pluviométrica

Para determinação da precipitação será utilizado o método da equação da curva IDF (Intensidade-Duração-Frequência) específica da região do Município de Trindade.

#### 4.4.5.7 Velocidade de Projeto

Foram determinados valores mínimos e máximos para a velocidade de escoamento da água nos dispositivos de drenagem de acordo com as normativas do DNIT.

Os critérios adotados para determinarmos a velocidade mínima e máxima permitível para escoamento da água, tem como base o tipo de revestimento e declividade do dispositivo de drenagem (valetas, sarjetas e meios-fios com sarjetas).

Tabela 15 – Velocidade de acordo com revestimento

Material de revestimento	Velocidade (m/s)
Areia muito fina	0,23 a 0,30
Areia solta - média	0,30 a 0,46
Areia grossa	0,46 a 0,61
Terreno arenoso comum	0,61 a 0,76
Terreno silte-argiloso	0,76 a 0,84
Terrenos de aluvião	0,84 a 0,91
Terreno argiloso compactado	0,91 a 1,14
Terreno argiloso, duro, solo compactado	1,22 a 1,52
Cascalho grosso, pedregulho, piçarra	1,52 a 1,83
Rochas sedimentares moles - xistos	1,83 a 2,44
Alvenaria	2,44 a 3,05
Rochas compactadas	3,05 a 4,00
Concreto	4,00 a 6,00

Fonte: (Silvestre, 1983)

Para se evitar que haja sedimentação de material sólido em suspensão na água e que as condições de autolimpeza sejam preservadas a velocidade mínima de projeto se restringiu ao valor de  $v = 0,75$  m/s. E a fim de se evitar danos, a velocidade máxima de projeto foi restringida ao valor de  $v = 5,5$  m/s.

## 4.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

Para a elaboração do Projeto de Sinalização foram tomados como elementos básicos os resultados dos Estudos de Tráfego e Projeto Geométrico. Para o desenvolvimento do projeto de sinalização foram aplicadas as orientações contidas nas seguintes publicações do DNIT:

- *Manual de Sinalização Rodoviária DNIT, 3ª edição 2010.*
- *Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Regulamentação Volume I- CONTRAN – 2022.*
- *Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Advertência Volume II- CONTRAN – 2022.*
- *Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Indicação, Volume III – CONTRAN – 2022.*

- *Manual Brasileiro de Sinalização Horizontal Volume IV- CONTRAN – 2022.*
- *Manual Brasileiro de Sinalização Vertical de Indicação, Volume III – CONTRAN – 2022.*
- *Manual Brasileiro de Sinalização Dispositivos Auxiliares, Volume VI – CONTRAN – 2022.*
- *Manual Brasileiro de Sinalização Temporária, Volume VII – CONTRAN – 2022.*
- *Guia Prático – Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL.*

A sinalização a ser implantada no trecho obedecerá aos requisitos de engenharia de trânsito de forma a regulamentar o uso da via, advertir sobre perigos potenciais e orientar os usuários através de informações necessárias durante seu deslocamento. Para ser eficiente, a concepção e a implantação da sinalização devem ter como princípio básico as condições de percepção dos usuários da via, devendo permitir fácil percepção do que realmente é importante com quantidade de sinalização compatível com a necessidade, seguir um padrão legalmente estabelecido, transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão, ser precisa e confiável, ser vista à distância necessária, ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão, estar limpa, conservada, fixada e visível. A sinalização deverá preencher estes requisitos básicos, adotando-se símbolos, sinais e legendas dimensionadas em função da velocidade diretriz da via.

A sinalização é dividida em dois tipos:

- *Vertical: composta por placas, sustentadas por colunas simples e duplas.*
- *Horizontal: inclui pinturas no pavimento e aplicação de dispositivos auxiliares.*

A eficiência da sinalização depende principalmente dos seguintes fatores:

- *Do seu posicionamento correto;*
- *Da transmissão da mensagem, a qual deverá ser clara e objetiva, a fim de evitar interpretações incorretas.*

#### **4.5.1 Sinalização Vertical**

A eficiência do projeto de sinalização vertical depende dos seguintes fatores:

- Colocação correta no campo visual;
- Propriedade e clareza da mensagem transmitida;
- Legibilidade;
- Entendimento por parte do condutor;
- Manutenção da mesma intensidade ao longo da via, a fim de dar condicionamento ao motorista;
- Antecipação da placa ao local da operação por esta indicada a fim de preparar o motorista para a sua próxima decisão.

Para que as placas promovam o efeito desejado é necessário que obedeçam a certos requisitos básicos sob o ponto de vista de projeto, localização, conservação e uniformidade.

A sinalização vertical é composta de placas e painéis, implantados nas margens da rodovia e/ou suspensos sobre ela.

##### **4.5.1.1 Sinais de Regulamentação**

São utilizadas com a finalidade de notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via. Utilizam predominantemente a forma circular com exceção dos sinais R-1 e R-2. Deve possuir cor branca em seu fundo, cor vermelha em sua borda e legendas na cor preta.

#### 4.5.1.2 Sinais de Advertência

Os sinais de advertência são utilizados sempre que se julgar necessário chamar a atenção dos usuários para situações permanentes ou eventuais de perigo na via ou em suas adjacências. Possuem a forma quadrada, com posicionamento definido por diagonal na vertical, trazem o fundo amarelo e o símbolo ou legenda na cor preta.

#### 4.5.1.3 Sinais de Indicação

São utilizadas com a finalidade de identificar as vias e locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestres quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares e atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário. São predominantemente retangulares, com posicionamento do lado maior na horizontal.

### 4.5.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal deve ser adequada de forma a atender critérios que garantam condições mínimas de segurança viária em relação a sua visualização com o veículo em movimento na velocidade praticada no trecho de forma a proporcionar tempo hábil para tomada de decisão do motorista.

Tem o objetivo de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego.

A sinalização horizontal da pista em destaque, consiste em:

#### 4.5.2.1 Marcas Longitudinais

Objetivam separar e ordenar as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada à circulação de veículos, estabelece as regras de ultrapassagem e transposição, divisão de fluxos opostos, divisão de fluxos de mesmo sentido, delimitação de faixas de uso exclusivo ou preferencial de espécie de veículo e faixas reversíveis. Divide-se neste projeto em;

- *Linha de Fluxo Oposto Simples Seccionada (LFO-2)*

É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a permissão de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação. Adotou-se espessura de 0,10 m com cadência de 1:2 (com 4,0 metros pintada para 8,0 livres) ou 1:1 (com 4,0 metros pintada para 4,0 livres).

- *Linha de Fluxo Oposto Dupla Contínua (LFO-3)*

É a linha dupla de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem, nos dois sentidos de circulação. Adotou-se espessura de 0,10 m com um espaçamento de 0,10 m entre as faixas.

- *Linha de Fluxo Oposto Dupla Seccionada/Contínua (LFO-4)*

É a linha dupla de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento com o objetivo de delimitar o espaço reservado para a circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a proibição de ultrapassagem para um dos sentidos e permissão para o outro. Uma das linhas deve ser contínua e a outra seccionada, adotou-se espessura de 0,10 m com um espaçamento de 0,10 m entre as faixas, com cadência de 1:1 (com 4,0 metros pintados para 4,0 metros livres nas linhas seccionadas).

- *Linha de Fluxo de Mesmo Sentido Contínua (LMS-1)*

É a linha de divisão de fluxos aplicadas sobre o limite entre as faixas de rolamento, com mesmo sentido de tráfego, com o objetivo de regulamentar as manobras de proibição de mudança de faixa e ultrapassagem. Conforme regulamentado possui largura de 0,10 m e cor branca.

- *Linha de Fluxo de Mesmo Sentido Seccionada (LMS-2)*

São as linhas demarcadoras de faixa de tráfego, ordenam fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de rolamento. Suas medidas foram definidas de acordo com velocidade regulamentada da via. São tracejadas na proporção de 1:3 (com 3,0 metros para 6,0 metros livres), possuem a cor branca e espessura de 0,10 m.

- *Linha de Bordo (LBO)*

As linhas de borda de pista delimitam a parte da pista destinada ao tráfego, separando-a dos acostamentos, das faixas de segurança ou do limite da superfície pavimentada, fornecendo aos usuários o trajeto a ser seguido. Estas linhas são contínuas e possuem cor branca, terão espessura conforme a velocidade regulamentada de 0,10 m. Quando não identificado nenhum dos critérios necessários para implantação das linhas de bordo, pode ser executada então a caiação dos meio fios garantindo ao condutor a boa visibilidade dos limites das pistas, em substituição à linha de bordo.

#### 4.5.2.2 Marcas Transversais e Inscrições no Pavimento

São utilizadas para ordenar os deslocamentos frontais, harmonizando com os deslocamentos de outros veículos e pedestre. Informam a necessidade de reduzir a velocidade, posição de parada, mudança de faixa e indicam a travessia de pedestres, de modo a propiciar maior segurança e melhor desempenho.

Constituem as Marcas Transversais e Inscrições no Pavimento;

- *Linha de Retenção (LRE)*

As linhas de Retenção indicam ao condutor o local limite em que deve parar o veículo, na cor branca e com largura de 0,40 m

- *Legenda “PARE”*

Legendas são marcações no pavimento, na cor branca, compostas de letras e algarismos, utilizadas complementarmente à sinalização vertical, com a finalidade de orientar, advertir e regulamentar condições particulares de operação adiante sem que seja necessário, para isso, que o usuário desvie sua atenção da pista de rolamento. No projeto em questão foram utilizadas legendas de “PARE” em interseções específicas.

#### 4.5.3 Sinalização de Obras

O projeto de sinalização para fase de obras consiste em um conjunto de sinais e dispositivos com características visuais próprias, foi desenvolvido com o objetivo principal de garantir a segurança dos trabalhadores da obra e orientar os motoristas usuários da rodovia sobre as obras em execução na mesma, indicando e regulamentando o tráfego para permitir fluidez enquanto a rodovia estiver em obra.

São objetivos da sinalização do trecho em obra:

- *Proteger os trabalhadores e usuários da via em geral;*
- *Advertir os usuários da via sobre a intervenção realizada, de forma a identificar seu caráter temporário;*
- *Canalizar o usuário da via, estabelecendo os limites destinados ao tráfego e à intervenção;*
- *Fornecer informações precisas, claras e padronizadas;*
- *Regulamentar a circulação e outros movimentos, para reduzir os riscos de acidentes e congestionamentos;*
- *Assegurar a continuidade dos caminhos e os acessos às edificações lindeiras;*
- *Orientar os usuários sobre caminhos alternativos e a obra;*
- *Diminuir o desconforto causado à população da área afetada pela intervenção.*

O projeto de sinalização em fase de obras direciona a circulação no trecho em obras para uma estrada lateral, possibilitando o tráfego ordenado, mesmo durante a execução da obra, com exceção do momento de execução das pontes onde foi previsto a interrupção completa do tráfego.



Para isso foi prevista a utilização de placas de regulamentação de limite de velocidade (R-19), placas de advertência em obras ou serviço (A-24), placas indicativas com informações de distâncias, desvio, fim do trecho em obras, e dispositivos auxiliares como cavaletes.

Como critério de implantação para fase de trabalho, devem ser levadas em conta os seguintes critérios básicos:

- *Toda a sinalização deve ser implantada antes do início da execução dos serviços;*
- *A implantação deve ser iniciada na área de retorno à situação normal;*
- *Os sinais só devem ter validade durante a efetiva realização dos serviços. Assim, devem ser cobertos enquanto a canalização não estiver implantada;*
- *Se a sinalização temporária entrar em conflito com a sinalização normal da rodovia, esta deve ser coberta ou removida até a desativação dos serviços;*
- *Para obras localizadas em zonas urbanas, devem ser tomadas algumas precauções como, divulgação em meio de comunicação, dos trechos em obras, sua duração, e outros problemas que irão interferir no tráfego normal.*

A sinalização deste período consiste em um conjunto de sinalizações verticais e dispositivos auxiliares, que indiquem as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o trecho anormal da rodovia, advertindo sobre mudanças das condições da pista que possam afetar a segurança, e indicando caminhos alternativos para transpor o trecho com interferências temporárias.

No projeto em questão é constituída por:

**Sinais de Regulamentação:** Tem como objetivo notificar o usuário sobre as restrições proibições e obrigações que governam o uso da via, cujo desrespeito constitui infração de trânsito. Não tem suas características alteradas.

**Sinais de Advertência Temporária:** Tem como objetivo advertir os usuários, com antecedência, sobre alterações ocorridas na via em decorrência de obra e/ou serviço, permitindo ao usuário identificar seu caráter temporário. Possuem características próprias de cor, com fundo e orla externa na cor laranja, orla interna, tarja, legendas e símbolos na cor preta.

**Sinais de Orientação de Destino:** Tem como objetivo indicar aos condutores os novos percursos a serem seguidos, em função de interferências por obra ou serviço. Possuem os mesmos critérios de diagramação e dimensionamento da sinalização de orientação definitiva e diferenciação nas características de cor onde devem ter fundo e orla externa na cor laranja, orla interna, tarja, legendas e símbolos na cor preta.

**Dispositivos Auxiliares:** Os dispositivos auxiliares são posicionados sobre a pista ou sobre o acostamento, delineando as áreas de trânsito restrito e chamando a atenção dos motoristas para as condições anormais do tráfego. Foram utilizados neste projeto:



- **Barreira Móvel com Cavalete Articulado:** Dispositivo móvel que tem a função de bloquear total ou parcialmente a passagem de veículos ou pedestres, por períodos curtos, em situações de emergência, obra, serviço ou operação de trânsito.

Figura 57: Barreira Móvel com Cavalete Articulado

## 4.6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

Para a elaboração do Projeto de Obras Complementares foram tomados como elementos básicos os resultados do Projeto Geométrico. Para o desenvolvimento do projeto de obras complementares foram aplicadas as orientações contidas nas seguintes publicações do DNIT:

- *Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e projetos Rodoviários – 2006;*
- *Defensa Metálica – DNER-ES 144/85;*
- *Defensas Metálicas – Projeto e Implantação NBR 6971/1999;*
- *Cerca de Arame Farpado – DNIT 099/2009-ES;*
- *Mourão de madeira para cercas de arame farpado – DNER-EM 033/94 e NBR 9480/1986;*
- *Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias – IPR 741/2010;*

O Projeto de Obras Complementares tem como objetivo fornecer maior conforto e segurança aos usuários de uma determinada via. O projeto de obras complementares para o trecho em questão consiste dos seguintes serviços:

- Aplicação de sementeira manual nos taludes e canteiros centrais;
- Construção de calçada promovendo segurança e conforto aos pedestres.

### 4.6.1 Cadastro de Interferências

No projeto em questão foi identificado apenas um ponto de conflito entre o projeto e a rede de energia existente, conforme apresentado nos quantitativos no Volume de Desenhos.

### 4.6.2 Calçada de Pedestre

A Calçada é a parte do logradouro público reservada para a circulação dos pedestres. Ela é mais alta em relação à pista de rolamento para veículos e, vai da quina do meio-fio até o início do terreno ou lote. Parte da calçada também pode ser utilizada para colocação de postes e equipamentos das concessionárias de energia e telecomunicações, árvores e elementos de sinalização oficial, lixeiras, dentre outros.

A inclinação no sentido longitudinal da calçada deve acompanhar o meio-fio, ou na falta desse, a inclinação da pista utilizada para circulação de veículos.

Deve ser garantida a continuidade (nível e caminho horizontal) entre os passeios vizinhos. Um eventual desnível entre os passeios deve ser solucionado com rampa, cuja inclinação máxima será de 12,5% quando a inclinação natural do terreno for inferior a 12,5%.

Não é permitida a calçada em mau estado de conservação, ou seja, onde existam buracos, ondulações, partes quebradas ou desagregadas, soltas ou fora do nivelamento do calçamento que, de qualquer forma, prejudiquem a perfeita trafegabilidade ou circulação segura das pessoas.

### 4.6.3 Recuperação Vegetal

O serviço de proteção de taludes e encostas deve visar a ação contra o efeito de agentes erosivos e processos de deslocamento de partículas finas de solo (assoreamento), que danificam ou reduzem a capacidade do sistema de drenagem superficial de proteção do corpo estradal ou favorecem a instabilidade geomecânica destes locais.

Além do processo citado, a preocupação com qualquer área exposta pertencente ao corpo estradal, fez com que para evitar processos erosivos nas áreas de talude adotasse a aplicação de revestimento vegetal por sementeira manual.

O plantio deve ainda, ser executado imediatamente após o uso da área ou a confecção do corpo estradal, para evitar degradação por processos erosivos através de exposição às intempéries.

---

## 5 ORÇAMENTO

---

O orçamento para a execução das obras foi obtido a partir dos quantitativos de serviço obtidos com as diversas disciplinas de projeto e com os preços unitários constantes das seguintes tabelas de referências de preços:

- TABELA DE TERRAPLENAGEM, PAVIMENTAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS - JUN/25 - SEM DESONERAÇÃO - T308, da GOINFRA;
- ADMINISTRAÇÃO\_CANTEIRO\_MOBILIZAÇÃO - JUN/2025 – SEM DESONERAÇÃO (T308), da GOINFRA;
- SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO – Goiás – JULHO/2025, do DNIT.

A seguir está apresentada a planilha orçamentária para execução das obras, sendo o memorial de quantidades apresentado no Volume 4.

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA								
ESTRADA DO BUGRE								
Quantitativos / Orçamento								
DATA BASE: GOINFRA: JUNHO/2025 (sem desoneração)   SICRO: JULHO/2025   Materiais Asfálticos - ANP: junho/2025								
Código	Referência	Especificação de Serviço	Descrição	unid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total
1	TERRAPLENAGEM							R\$ 683.812,59
40001	Goinfra OR	ES-T 001/2019	DESMATAMENTO E LIMPEZA - INCLUSO DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	M2	0,68	47.338,38		32.190,10
40003	Goinfra OR	ES-T 001/2019	DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETRO DE 15 A 30 CM	UN	51,63	23,00		1.187,49
40010	Goinfra OR	ES-T 003/2019	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	M3	3,76	6.092,90		22.909,30
40015	Goinfra OR	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	M3	9,28	1.490,11		13.828,22
40016	Goinfra OR	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	M3	10,71	18.680,56		200.068,80
40017	Goinfra OR	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	M3	11,32	13.069,74		147.949,46
40018	Goinfra OR	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	M3	12,67	4,03		51,06
40021	Goinfra OR	ES-T 003/2019	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.201 A 1.400M)	M3	15,17	3.010,07		45.662,76
40100	Goinfra OR	ES-T 005/2019	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	M3	6,19	3.055,98		18.916,52
40101	Goinfra OR	ES-T 005/2019	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	M3	6,88	28.117,70		193.449,78
40120	Goinfra OR	ES-T 001/2019	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTIMO	M2	0,53	14.337,92		7.599,10
TOTAL - TERRAPLENAGEM								R\$ 683.812,59
2	PAVIMENTAÇÃO							R\$ 5.388.170,61
SERVIÇOS PRELIMINARES								
40001	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	DESMATAMENTO E LIMPEZA - INCLUSO DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM (JAZIDA)	M2	0,68	9.000,00		6.120,00
40003	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETRO DE 15 A 30 CM (JAZIDA)	UN	51,63	3,00		154,89
40305	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDA	M2	0,52	9.000,00		4.680,00
40425	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	REMOÇÃO E CARGA DE PAV. ASFÁLTICA ( EXCETO TRANSPORTE)	M3	11,81	2.470,40		29.175,42
40430	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	TRANSPORTE DE PAVIMENTO REMOVIDO	M3KM	3,57	3.483,26	1,41	12.435,24
REGULARIZAÇÃO								
40310	Goinfra OR	ES-PAV 001/2019	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	M2	3,54	45.734,00		161.898,36
SUB-BASE								
40316	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA - COM INDENIZAÇÃO	M3	12,03	9.039,35		108.743,38
40320	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCALHO)	M3KM	3,16	90.212,68	9,98	285.072,07
40335	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF.PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.I.)	M3	23,54	16.338,17		384.600,52
BASE								
40316	Goinfra OR	ES-PAV 004/2019	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MATERIAL DE JAZIDA - COM INDENIZAÇÃO	M3	12,03	8.328,12		100.187,28
40320	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCALHO)	M3KM	3,16	82.948,12	9,96	262.116,06
40350	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	ESTABILIZAÇÃO SOLO-CIMENTO 2% PESO - PISTA	M3	62,04	6.664,60		413.471,78
40450	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	0,91	28.158,75	84,10	25.624,46
40449	Goinfra OR	ES-PAV 002/2019	TRANSPORTE LOCAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	1,78	482,15	1,44	858,23
REVESTIMENTO								
40380	Goinfra OR	ES-PAV 007/2019	IMPRIMAÇÃO	M2	0,57	334,82		190,85
44202	Goinfra OR	ES- PAV 009/2019	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD (BC) (PAV.URB.)	M2	9,89	37.150,00		367.413,50
40385	Goinfra OR	ES- PAV 008/2019	PINTURA DE LIGAÇÃO	M2	0,47	41.230,00		19.378,10
40602	Goinfra OR	ES- PAV 012/2019	CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - CBUQ - FAIXA C	M3	454,87	2.061,50		937.714,51
-	(ANP/UF)	ES-PAV 007/2019	EMULSÃO ASFÁLTICA PARA SERVIÇO DE IMPRIMAÇÃO	T	2.924,29	48,30		141.243,21
-	(ANP/UF)	ES-PAV 009/2019	EMULSÕES ASFÁLTICAS RR-2C	T	3.849,08	104,02		400.381,30
-	(ANP/UF)	ES-PAV 009/2019	EMULSÕES ASFÁLTICAS RR-1C	T	3.689,15	18,67		68.876,43
-	(ANP/UF)	ES-PAV 012/2020	CIMENTOS ASFÁLTICOS CAP-50-70	T	5.042,41	272,12		1.372.140,61
40530	Goinfra OR	ES-PAV 007/2019	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO (CANTEIRO)	TKM	2,34	8.053,34	47,10	18.844,82
40530	Goinfra OR	ES-PAV 007/2019	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO (USINA)	TKM	2,34	17.361,13	63,80	40.625,04
40435	Goinfra OR	ES-PAV 007/2019	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO	TKM	3,52	246,22	1,44	866,69
40455	Goinfra OR	ES-PAV 009/2019	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS (AREIA)	M3KM	1,53	14.223,79	31,40	21.762,40
40455	Goinfra OR	ES-PAV 009/2019	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS (BRITA)	M3KM	1,53	29.867,60	22,70	45.697,43
40450	Goinfra OR	ES-PAV 009/2019	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	0,91	6.845,75	84,10	6.229,63
40440	Goinfra OR	ES-PAV 012/2020	TRANSPORTE LOCAL DE MASSA ASFÁLTICA	TKM	1,71	119.435,06	24,14	204.233,95
TOTAL - PAVIMENTAÇÃO								R\$ 5.388.170,61
3	DRENAGEM							R\$ 7.985.742,17
			DRENAGEM SUPERFICIAL					
41332	Goinfra OR	ES-DRE 006/2019	MEIO FIO COM SARJETA - MFC03	M	30,11	5.280,00		158.980,80
41334	Goinfra OR	ES-DRE 006/2019	MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05	M	23,43	580,00		13.589,40
41341	Goinfra OR	ES-DRE 007/2020	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPAC 120-30	M	127,14	770,00		97.897,80
41339	Goinfra OR	ES-DRE 007/2020	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPCC 120-30	M	127,14	710,00		90.269,40
2003103	SICRO	ES-DRE 008/2020	ENTRADA PARA DESCIDA D'ÁGUA - EDA 01 A - AREIA E BRITA COMERCIAIS	UN	250,71	76,00		19.053,96
2003389	SICRO	ES-DRE 008/2020	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 40-20 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	M	307,50	152,00		46.740,00
2003233	SICRO	ES-DRE 002/2020	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 120-360 - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃO COMERCIAIS	UN	1.359,95	5,00		6.799,75
2003177	SICRO	ES-DRE 002/2020	DISSIPADOR DE ENERGIA - DED 02 A - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃO COMERCIAIS	UN	535,82	46,00		24.647,72
			DRENAGEM PROFUNDA					
41309	Goinfra OR	ES-DRE 003/2020	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS13 (ANTIGO DPS07) (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	M	178,94	360,00		64.418,40
41455	Goinfra OR	ES-DRE 003/2020	BOCA P/ DRENO PROFUNDO - BSD 02 (AC/BC)	UN	329,55	2,00		659,10
47023	Goinfra OR	ES-DRE 003/2020	ESCAVAÇÃO MEC. DE VALAS DE MAT. 1ª CAT. (INCL. TRANSPORTE)	M3	23,77	270,00		6.417,90
45575	Goinfra OR	ES-DRE 003/2020	GEOTEXTIL - BIDIM RT-16 OU EQUIVALENTE	M2	11,76	1.760,00		20.697,60
41302	Goinfra OR	ES-DRE 003/2020	COLCHÃO DRENANTE COM BRITA	M3	144,56	1.280,00		185.036,80
2003868	SICRO	ES-DRE 003/2020	LASTRO DE PEDRA DE MÃO OU RACHÃO - ESPALHAMENTO MANUAL	M³	195,87	320,00		62.678,40
			GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS					
			SERVIÇOS EM TERRA					
45410	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM TERRA	M3	15,95	16.420,93		261.913,83
4915608	SICRO	ES-DRE 001/2020	REGULARIZAÇÃO DE TALUDES E VALAS COM SOQUETE VIBRATÓRIO	M²	3,70	5.709,73		21.126,00
45430	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	REATERRO APILOADO DE VALAS	M3	89,69	4.536,66		406.893,04
45435	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	REATERRO DE VALAS C/ COMPACTAÇÃO VIBRATÓRIA	M3	21,43	6.804,99		145.830,94
40098	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	TRANSPORTE LOCAL MAT. 1ª CATEG. C/ BASCULANTE 10M³ - DMT>10,0KM	M3KM	3,19	5.079,28	0,20	16.202,90
			GALERIAS					
45445	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO D=0,60 M	M	461,12	686,74		316.669,55
45450	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO D=0,80 M	M	722,28	939,00		678.220,92
45455	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO D=1,00 M	M	1.013,07	290,00		293.790,30
45460	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO D=1,20 M	M	1.341,55	836,00		1.121.535,80
45465	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO D=1,50 M	M	2.299,70	430,00		988.871,00
45490	Goinfra OR	ES-DRE 001/2020	POÇO DE VISITA PARA REDE D=0,80 M, PARTE FIXA C/ 1,00M DE ALTURA (AC/BC)	UN	6.309,84	18,00		113.577,12









## PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA

## ESTRADA DO BUGRE

## Quantitativos / Orçamento

DATA BASE: GOINFRA: JUNHO/2025 (sem desoneração) | SICRO: JULHO/2025 | Materiais Asfálticos - ANP: junho/2025

Código	Referência	Especificação de Serviço	Descrição	unid.	Pç. Unit.	Quant.	DT	Pç. Total
Item		Descrição					%	Valor Total
1		TERRAPLENAGEM					4,36%	R\$ 683.812,59
2		PAVIMENTAÇÃO					34,39%	R\$ 5.388.170,61
3		DRENAGEM					50,97%	R\$ 7.985.742,17
4		SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES					0,67%	R\$ 104.581,38
SUBTOTAL CONSTRUÇÃO								R\$ 14.162.306,75
5		ADMINISTRAÇÃO LOCAL					6,25%	R\$ 979.874,23
6		INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS					3,33%	R\$ 521.918,95
7		MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS					0,02%	R\$ 2.536,39
TOTAL GERAL DO ORÇAMENTO								R\$ 15.666.636,32

---

## **6 DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO**

---

A seguir é apresentado o diagrama linear das fontes de materiais para pavimentação e do canteiro de obras que foi considerado junto a estaca 32+0,000 do trecho em projeto.

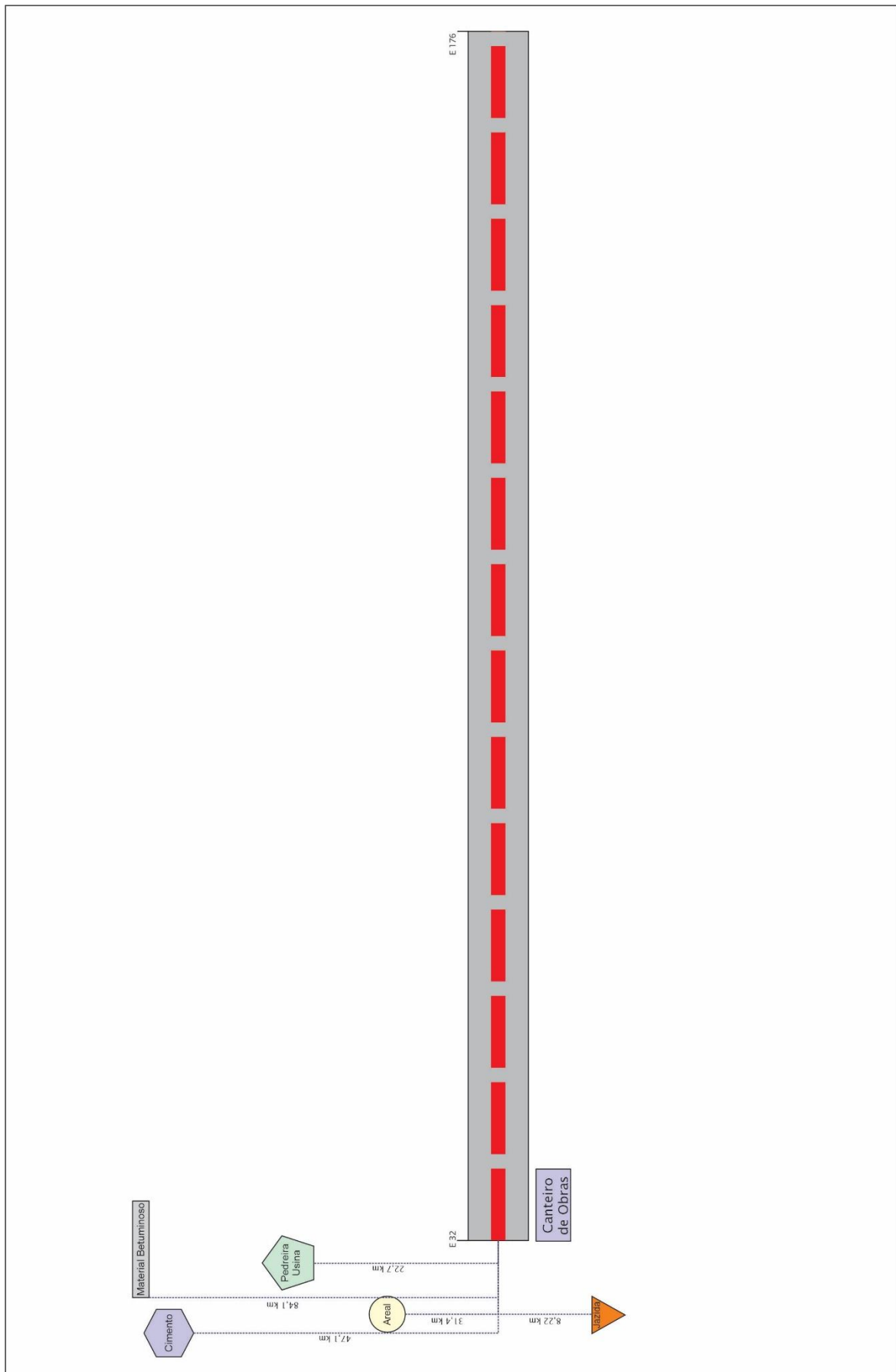


Figura 58: Diagrama de localização das fontes de materiais para pavimentação e instalações industriais

---

## **7 TERMO DE ENCERRAMENTO**

---

O presente volume denominado Volume 01 - Relatório de Projeto de Duplicação da Rua 09 e Implantação da Estrada do Bugre, contém 105 páginas numeradas.