

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS

**AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
GOINFRA**

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA DUPLICAÇÃO DA GO-215 (PERÍMETRO URBANO PONTALINA /ENTR. GO-040)

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO

AGOSTO/2025

ÍNDICE

1.	APRESENTAÇÃO	6
1.1.	Introdução	6
1.2.	Composição do volume	6
1.3.	Descrição da rodovia	6
1.4.	Mapa de situação	6
2.	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	8
2.1.	Metodologia de execução dos estudos	8
2.2.	Descrição dos equipamentos utilizados e suas respectivas especificações técnicas	10
2.3.	Implantação da rede marcos de apoio topográfico	11
2.3.1.	Metodologia de implantação	11
2.3.2.	Quadro resumo do processamento de linhas de base	15
2.3.3.	Ajustamento de rede	15
2.3.4.	Tabela de coordenadas planialtimétricas finais pós processadas dos marcos de controle	17
2.3.5.	Verificação de tolerância e erro linear relativo	17
2.3.6.	Mapa de localização da rede de marcos de controles implantados	19
2.3.7.	Monografia dos marcos geodésicos de apoio topográfico	20
2.3.8.	Levantamentos cadastrais planialtimétrico	23
2.3.9.	Levantamento cadastral dos pontos notáveis	24
3.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	37
3.1.	Caracterização da área de projeto	38
3.1.1.	Relevo	38
3.1.2.	Vegetação	39
3.1.3.	Hidrografia	40
3.1.4.	Clima	40
3.1.5.	Pluviometria	43
3.2.	Metodologia do estudo hidrológico	48
3.2.1.	Período de Retorno	49
3.2.2.	Determinação da Intensidade de Chuva	50
3.2.3.	Justificativa para Adoção das Estações Pluviométricas	56
3.2.4.	Determinação do coeficiente de escoamento	56
3.2.5.	Coeficiente de escoamento superficial - C	56
3.2.6.	Método do "Soil-Conservation Service (SCS)" - CN	58
3.2.7.	Definição dos dados físicos das bacias hidrográficas	60
3.2.8.	Tempo de concentração	61
3.2.9.	Método racional	62
3.2.10.	Método racional corrigido	63
3.2.11.	Hidrograma unitário	63
3.3.	Dimensionamento	63
3.3.1.	Bases Cartográficas e Dados Topográficos	69
3.3.2.	Bacia 01 - RIBEIRÃO BOA VISTA DO RANCHO - HUT	70

3.3.3.	Bacia 02 e Bacia 03 – Calculo Vazão (Canal e Orifício)	74
3.3.4.	Resumo das Obras de Arte Correntes e Especiais	76
3.3.5.	Mapa das Bacias Hidrográficas	78
4.	ESTUDOS GEOLÓGICOS	79
4.1.	Execução dos Estudos	79
4.2.	Aspectos Regionais	79
4.2.1.	Localização	79
4.2.2.	Caracterização Geológica	80
4.2.2.1.	Aspectos estratigráficos	80
4.2.2.2.	Aspectos tectônicos	81
4.2.2.3.	Geomorfologia.....	82
4.2.2.4.	Pedologia.....	83
4.2.2.5.	Aspectos litológicos	84
4.2.2.6.	Aspectos hidrogeológicos	85
4.2.2.7.	Hipsometria	90
4.2.3.	Ocorrências para o contorno em estudo	90
4.2.3.1.	Pedreiras	93
4.2.3.2.	Areias	95
4.2.3.3.	Material de Jazida para Base e Sub base	98
4.2.3.4.	Areal	98
4.2.3.5.	Pedreira	99
4.2.3.6.	Áreas de exploradas	100
5.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	101
5.1.	Estudo do Subleito	101
5.2.	Coleta de Amostras	101
5.3.	Ensaio	101
5.4.	Estudos de Empréstimos para Aterros	102
5.5.	Estudos de Ocorrências de Materiais para Pavimentação	102
5.6.	Ocorrência de Material Granular	102
6.	ESTUDO DE TRÁFEGO	105
6.1.	Posto de Contagem e Resultado da Contagem	105
6.2.	Classificação da Via	108
6.3.	Cálculo do Número N	108
6.4.	Apresentação do Resultado	109
7.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	110
7.1.	Cálculo dos Volumes de Terraplenagem	110
7.2.	Fator de Homogeneização (F):	112
7.3.	Rebaixos	106
7.4.	Resumo da distribuição de massas	116
7.5.	Critérios Adotados para Elaboração das Notas de Serviço	117
8.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	120
8.1.	Dimensionamento do Pavimento	120
8.2.	Memória de Cálculo	124
8.2.1.	Regularização do subleito	125
8.2.2.	Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura	125
8.2.3.	Base estabilizada granulometricamente	125
8.2.4.	Imprimação	125

8.2.5.	Pintura de Ligação	126
8.2.6.	C.B.U.Q	127
8.2.7.	Consumo	128
8.2.8.	Distâncias de Transporte	127
9.	PROJETO DE DRENAGEM	128
9.1.	Projeto de Drenagem Superficial	128
9.1.1.	Meio-fio	129
9.1.2.	Valetas de Proteção	130
9.1.3.	Sarjetas de corte	133
9.1.4.	Entradas e Decidas D'água	134
9.1.5.	Drenagem Subterrânea	137
9.1.6.	Dissipadores de energia	139
9.1.7.	Sarjeta de Canteiro Central	141
9.2.	APLICAÇÃO	141
9.2.1.	Período de Retorno	141
9.2.2.	Coeficiente de Run-Off	142
9.2.3.	Tempo de Concentração	143
9.2.4.	Vazões de Projeto	143
9.2.5.	Determinação da Intensidade de Chuva	144
9.3.	Velocidade de projeto	151
9.4.	Área de contribuição	152
9.5.	Comprimento limite dos dispositivos projetados	152
9.5.1.	Meio Fio com Sarjeta	152
9.5.2.	Valeta de Proteção de Corte e Aterro	154
9.5.3.	Sarjeta de Corte	157
9.5.4.	Dreno	160
9.5.5.	Meios-fios	161
9.5.6.	Entradas e descidas d'água	163
9.5.7.	Sarjetas e valetas	165
9.5.8.	Dreno longitudinal	167
9.5.9.	Dissipadores de energia	169
9.6.	Projeto de obras de arte correntes	171
9.6.1.	Bueiros tubulares	171
9.6.2.	Metodologia	171
9.6.3.	Dimensionamento dos bueiros	172
9.6.4.	Declividade de instalação	172
9.6.5.	Comprimento dos bueiros	173
9.6.6.	Estrutural	174
9.7.	Resultados obtidos	174
9.8.	Memória de cálculo drenagem	175
9.8.1.	Meio-fio	175
9.8.2.	Dreno longitudinal profundo	176
9.8.3.	Escavação de material para execução do dreno	176
9.8.4.	Boca de dreno (saída)	176
9.8.5.	Valeta de corte	176
9.8.6.	Sarjeta de corte	177
9.8.7.	Entrada D'água / Descida D'água	178
9.8.8.	Obra de arte corrente	179
9.9.	Apresentação do projeto de drenagem e oac	179
10.	PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	181
10.1.	Introdução	181

11.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	182
11.1.	Sinalização Horizontal	182
11.1.1.	Características técnicas	182
11.2.	Sinalização vertical	189
11.2.1.	Características Técnicas	189
11.3.	Sinalização de obras	194
12.	PROJETO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO	201
12.1.	Fatores de segurança rodoviária	201
12.2.	Resultados obtidos	205
12.3.	Apresentação do projeto	205
13.	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	206
13.1.	Cercas	206
13.1.1.	Execução de cerca	206
13.1.2.	Implantação de cerca	206
13.2.	DEFENSAS	207
13.3.	Resultados obtidos	209
14.	PROJETO PAISAGÍSTICO E MANEJO AMBIENTAL	210
14.1.	Identificação dos Impactos Ambientais Significativos	210
14.2.	Levantamentos ambientais	214
14.3.	Avaliação dos impactos ambientais	214
14.4.	Levantamento dos impactos e ações mitigadoras	214
14.5.	Quadro resumo de quantidades	217
15.	PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS	218
15.1.	Descrição das instalações	219
15.1.1.	Escritório de Obra	219
15.1.2.	Guarita	219
15.1.3.	Laboratório	219
15.1.4.	Almoxarifado	219
15.1.5.	Lavador	219
15.1.6.	Estacionamento de Veículos Leves	220
15.1.7.	Oficina de Manutenção	220
15.1.8.	Estacionamento de Máquinas	220
15.1.9.	Gerador	220
15.1.10.	Tanque de Combustível e Estocagem de Asfalto	220
15.1.11.	Pátio de Pré-moldados	220
15.1.12.	Central de Concreto	220
15.1.13.	Central de Armação	220
15.1.14.	Central de Carpintaria	221
15.1.15.	Refeitório e Cozinha	221
15.1.16.	Sanitários	221
15.1.17.	Área de Estacionamento e Pátio	221
16.	ESPECIFICAÇÕES	222
17.	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	223
18.	TERMO DE ENCERRAMENTO	224

1. APRESENTAÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO

O Volume 1 - RELATÓRIO DO PROJETO compõe a coleção de Volumes referentes ao Projeto Executivo de Engenharia da Duplicação da GO-215, trecho Perímetro Urbano de Pontalina/Entr. GO- 040, sentido acesso à BR-153, na região leste do município, com extensão total de 3,38 km.

O conjunto completo de Volumes que integram este Projeto é o seguinte:

- Volume 1 - Relatório do Projeto (Form. A-4);
- Volume 2 - Projeto de Execução (Form. A-3);
- Volume 2A – Projetos Executivos – OAE (Form. A-3);
- Volume 3A - Notas de Serviço e Cálculo de Volumes (Form. A-4).
- Volume 3B - Estudos Geotécnicos (Form. A-4).
- Volume 3E – Memorial de Cálculos Estruturais da Ponte (Form. A4).
- Volume 4 - Quantitativos (Form. A-4).

1.2. COMPOSIÇÃO DO VOLUME

O Volume em questão é composto de:

- 1 - Apresentação;
- 2 - Estudos;
- 3 - Projetos;

1.3. DESCRIÇÃO DA RODOVIA

O segmento da rodovia GO-215, a ser duplicado, tem sua estaca 0 no final da Avenida Bahia, já duplicada no perímetro urbano de Pontalina, se desenvolvendo no sentido leste, em direção à BR-153, finalizando no entroncamento com a GO-040, percorrendo uma extensão de 3,38 km.

O segmento em questão atravessa uma região ondulada, onde predominam os latossolos vermelhos. A diretriz da via, em estudo, apresenta um greide moderado, de acordo com a topografia local e proximidade do perímetro urbano, atendendo às especificações e normas da GOINFRA, devendo ser implantada com plataforma de terraplenagem de 11,60 m.

O sistema de drenagem ao longo da duplicação, de acordo com a concepção adotada, foi projetado para atender às necessidades do segmento em questão. Ao longo deste segmento, a diretriz atravessa o Ribeirão Boa Vista do Rancho, como o curso d'água a ser transposto.

1.4. MAPA DE SITUAÇÃO

A seguir apresentamos o Mapa da região com destaque para o segmento em estudo.

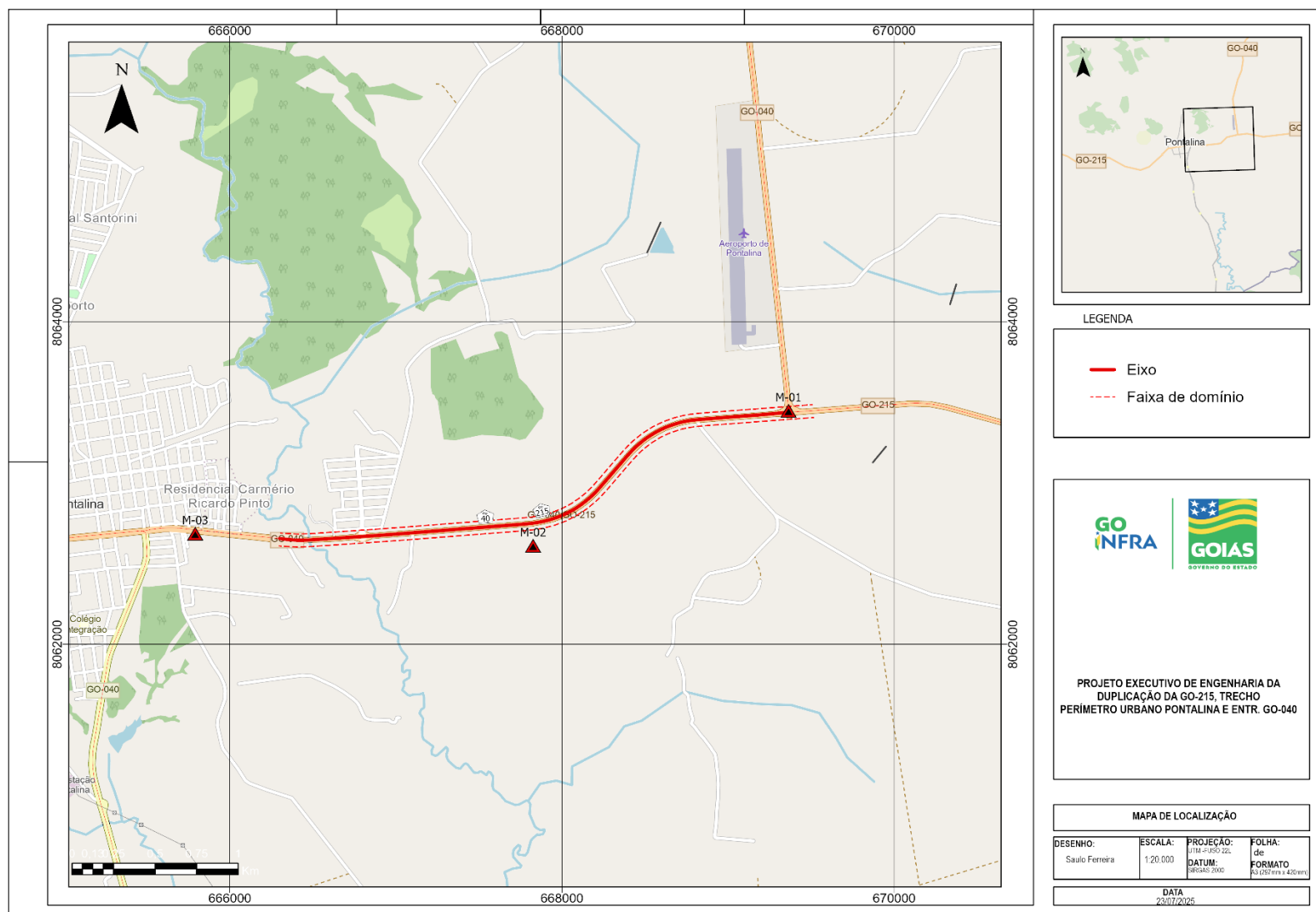


Figura 1: Mapa da região com destaque para o segmento em estudo.

2. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O presente estudo tem por objetivo apresentar os resultados e a metodologia adotada na execução dos estudos topográficos realizados no âmbito do Projeto executivo de engenharia da duplicação da GO-215, trecho perímetro urbano Pontalina e entr. GO-040, no município de Pontalina, Estado de Goiás.

A atividade integra o escopo de atendimento ao Processo SEI nº 202400012000560, relacionado à elaboração do projeto executivo para a implantação do referido anel viário. Os serviços de levantamento topográfico foram executados em conformidade com os critérios técnicos estabelecidos pela Instrução Normativa IP-02/2024, garantindo a padronização, qualidade e confiabilidade das informações coletadas em campo, necessárias para subsidiar as etapas subsequentes do projeto executivo.

Foram desenvolvidas atividades de campo e gabinete, contemplando a implantação da rede geodésica de controle, o levantamento planialtimétrico cadastral da faixa de domínio e área de influência direta, bem como a modelagem digital do terreno (MDT). Os produtos gerados subsidiarão o desenvolvimento das demais disciplinas do projeto executivo, tais como geometria, drenagem, pavimentação, meio ambiente e desapropriações.

2.1. METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS

A metodologia de execução dos serviços topográficos seguiu o seguinte escopo previsto:

a) Definição da Diretriz Definitiva de Projeto

A diretriz do projeto de duplicação corresponde a um trecho de 3,30 km da rodovia GO-215, com início no entroncamento com a GO-040 e término no início do perímetro urbano de Pontalina, conforme identificado pelo SRE 040EG00070. Esta diretriz serviu como base preliminar para a definição do traçado.

Com base nessa diretriz, foram realizados levantamentos em campo visando sua validação, verificação de coerência geométrica e correção de alinhamentos, considerando também as restrições físicas e ambientais observadas localmente.

A diretriz definitiva foi georreferenciada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SIRGAS 2000) e reprojetada para o sistema UTM (Universal Transversa de Mercator), com indicação do fuso correspondente, conforme diretrizes do da IP-02/2024.

b) Implantação da Rede Geodésica de Apoio Topográfico

Os marcos de controle foram implantados início, meio e fim da diretriz, garantindo o referenciamento planialtimétrico de todo o trecho. A metodologia adotada foi o Posicionamento Relativo Estático (PRE), com rastreamento simultâneo superior a 5 horas por ponto, utilizando receptores GNSS de dupla frequência (Trimble R8s e ComNav S6 Plus).

Os dados foram pós-processados utilizando o software Spectra Precision Survey Office (versão 5.10), com processamento de linhas de base empregando efemérides precisas fornecidas pelo serviço IGS (International GNSS Service), operado em

parceria com a NASA. O ajustamento da rede foi realizado pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), com nível de confiança de 95% (2σ). As estações da RBMC utilizadas foram GOJA (Goiânia/GO) e MGUB (Belo Horizonte/MG), planejadas para assegurar uma geometria triangular favorável ao ajustamento.

c) Levantamento Planialtimétrico Cadastral

A coleta de dados foi inicialmente executada com tecnologia GNSS/RTK, utilizando como base os marcos de controle implantados. O levantamento abrangeu a faixa de domínio e área de influência direta, com cadastro de todos os pontos notáveis do terreno.

Em sequência, foi realizado o aerolevantamento com perfilamento a laser (LIDAR), empregando o drone DJI Matrice 350 RTK com sensor Zenmuse L2, corrigido pela estação base D-RTK 2. O processamento da nuvem de pontos foi realizado no software DJI Terra Pro (versão 4.5), com aplicação da classificação automática dos pontos do terreno (ground points) para a geração precisa do Modelo Digital de Terreno (MDT).

d) Definição do Eixo Longitudinal

O eixo longitudinal da duplicação foi definido com base no levantamento planialtimétrico cadastral e na modelagem digital do terreno (MDT) gerada a partir dos dados obtidos por GNSS/RTK e perfilamento a laser (LIDAR). O traçado foi elaborado em ambiente CAD, sobre a superfície topográfica processada, respeitando as condicionantes físicas do trecho e a geometria existente da rodovia GO-215.

A concepção geométrica considerou a manutenção do eixo original como referência, sendo a nova pista de rolamento projetada à esquerda do eixo existente, no sentido crescente da quilometragem, conforme critérios funcionais e diretrizes de duplicação estabelecidas pela GOINFRA.

A partir do MDT finalizado, foram geradas seções transversais a intervalos regulares de 20 metros, ao longo da diretriz de projeto representando com fidelidade o relevo da faixa de domínio e subsidiando o dimensionamento das soluções de projeto, tais como terraplenagem, drenagem e plataforma.

e) Apresentação dos Produtos Finais

Os produtos gerados incluem:

- Relatório técnico com descrição detalhada das metodologias, equipamentos e procedimentos adotados;
- Tabelas de coordenadas georreferenciadas (em SIRGAS 2000 e projeção UTM);
- Modelos digitais de terreno (MDT) e curvas de nível;
- Plantas cadastrais com faixa de domínio e eixo projetado;
- Monografias dos marcos implantados;
- Relatórios de processamento e ajuste de rede.

2.2. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E SUAS RESPOECTIVAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para garantir a precisão e a rastreabilidade dos dados topográficos gerados, foram utilizados equipamentos e softwares compatíveis com as exigências da IP-02/2024, selecionados com base em suas capacidades de posicionamento, confiabilidade e compatibilidade com metodologias de levantamento GNSS e aerofotogrametria com LIDAR. A seguir, são descritos os principais recursos técnicos empregados:

a) Equipamentos GNSS

Receptores Trimble R8s: Utilizados nas operações de rastreamento estático para implantação da rede geodésica de apoio e nos levantamentos em RTK. Esses receptores GNSS multiconstelação operam com até 440 canais, possibilitando rastreamento simultâneo de sinais GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou. A precisão nominal declarada para o modo RTK é de ± 8 mm + 1 ppm (horizontal) e ± 15 mm + 1 ppm (vertical), com rastreamento configurado para coleta a 1 Hz e horizonte mínimo de 15°, em conformidade com os parâmetros da IP-02.

Receptores ComNav S6 Plus: Empregados tanto para rastreamento estático quanto para levantamentos RTK, estes receptores GNSS suportam inclinação de até 60° com compensação inercial integrada, mantendo precisão centimétrica. Em modo RTK, apresentam precisão nominal de ± 10 mm + 1 ppm (horizontal) e ± 15 mm + 1 ppm (vertical), sendo compatíveis com as principais constelações GNSS e utilizados como base ou rover conforme o planejamento da rede.

b) Aerolevantamento com Perfilamento a Laser

Drone DJI Matrice 350 RTK Empregado para a plataforma aérea de coleta de dados LIDAR, com posicionamento centimétrico por RTK. O equipamento possui precisão de ± 1 cm + 1 ppm (horizontal) e $\pm 1,5$ cm + 1 ppm (vertical) quando utilizado em conjunto com estação base, garantindo compatibilidade com a rede geodésica implantada em solo.

Sensor LIDAR Zenmuse L2 Acoplado ao Matrice 350 RTK, o sensor foi utilizado para coleta de nuvem de pontos densa da superfície, operando com alcance eficaz de até 250 m e precisão de medição de ± 2 cm a 150 m. O sensor oferece capacidade de captura de múltiplos retornos (até 5) por pulso, o que possibilita a penetração em vegetação e a identificação precisa do terreno natural.

Estação Base DJI D-RTK 2 Utilizada para correção diferencial em tempo real nas operações aéreas, fornecendo dados de referência para o sistema RTK do drone. Possui precisão de transmissão de correção de ± 1 cm + 1 ppm (horizontal) e ± 2 cm + 1 ppm (vertical), garantindo a integridade posicional da trajetória do sensor LIDAR.

c) Softwares Técnicos

Spectra Precision Survey Office – versão 5.10 Empregado no pós-processamento dos dados GNSS da rede geodésica. O software foi utilizado para o ajustamento da rede por

método dos mínimos quadrados (MMQ), bem como para o cálculo das coordenadas finais ajustadas dos marcos e o translado das observações dos levantamentos em RTK para o sistema SIRGAS 2000/UTM. Foram avaliados os resíduos e índices de precisão 2σ , conforme exigido pela IP-02/2024.

DJI Terra Pro – versão 4.5 Utilizado para o processamento da nuvem de pontos adquirida pelo sensor LIDAR. Durante o tratamento dos dados, foi realizada a classificação automática dos pontos do terreno (ground points), o que permitiu a extração precisa da superfície do terreno para geração do Modelo Digital de Terreno (MDT). O algoritmo de classificação foi validado por inspeção visual e verificação com pontos de controle obtidos em campo.

Autodesk Civil 3D – versão 2024 Empregado para a organização, modelagem e disponibilização dos produtos topográficos finais. O software foi utilizado para a construção do MDT, vetorização do eixo, delimitação da faixa de domínio, visualização da nuvem de pontos classificada e integração das camadas vetoriais (DXF, SHP) exigidas pela IP-02/2024.

2.3. IMPLANTAÇÃO DA REDE MARCOS DE APOIO TOPOGRÁFICO

2.3.1. METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO

A rede geodésica de apoio topográfico foi implantada conforme os critérios estabelecidos no Capítulo 5 da Instrução Normativa IP-02/2024 da GOINFRA, utilizando metodologia de Posicionamento Relativo Estático (PRE) com receptores GNSS de dupla frequência, garantindo a precisão planialtimétrica necessária para os serviços topográficos do projeto executivo. Foram implantados três marcos de controle de 1ª ordem, posicionados estrategicamente no início, meio e fim da diretriz de projeto, de modo a envolver a área de estudo e permitir posterior ajustamento da rede com geometria favorável.

Considerando-se a curta extensão do trecho (3,30 km), não houve necessidade de implantação de marcos de 2ª ordem, sendo que a poligonal principal do projeto foi constituída exclusivamente pelos próprios marcos de controle implantados. Esta estrutura atendeu plenamente aos critérios de fechamento e qualidade da rede, conforme tolerâncias estabelecidas na IP-02.

Os marcos foram implantados em locais com condições adequadas de visibilidade satelital, estabilidade física e afastamento de interferências eletromagnéticas. Os tempos de rastreamento registrados para cada ponto foram os seguintes:

Tabela 1 - Tempo de operação de rastreamento relativo estático.

Marco	Início	Fim	Duração	Método de Campo	Altura antena
M-01	30/01/25 10:44	30/01/25 16:01	05:17:40	Estático	1,539
M-AUX	04/02/25 12:03	04/02/25 18:12	06:08:25	Estático	1,528
M-02	29/01/25 10:42	22/01/25 20:39	10:42:05	Estático	1,685

As observações foram realizadas de forma simultânea, obedecendo aos parâmetros mínimos exigidos: PDOP inferior a 3, coleta com taxa de 1 Hz e horizonte de visada superior a 15°.



Figura 1 - Operações de rastreo

Para o pós-processamento dos dados GNSS e ajustamento da rede, foram utilizadas como referência as estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC):

IBGE		RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS	
		Relatório de Informação de Estação	
		GOJA - Jataí	
0. Formulário			
Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC			
Data: 09/06/2008			
Atualização: 15/08/2023 - Atualização de Firmware			
1. Identificação da estação GPS			
Nome da Estação:	JATAÍ		
Ident. da Estação:	GOJA		
Código SAT:	93959		
Código Internacional:	41654M001		
2. Informação sobre a localização			
Cidade: Jataí			
Estado: Goiás			
Informações Adicionais: Estrutura em concreto com dimensões aproximadas de 55 cm x 15 cm x 7 m de altura tendo no seu topo um pino de dispositivo de centragem forçada. Possui uma chapa de identificação estampada SAT 93959, cravada a 1,50 m do solo, na coluna do prédio onde o pino da antena está fixado. A estação está acima do Bloco "A" do Laboratório de Pedologia da Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Riachuelo. Rua Riachuelo nº 1530 - Setor Samuel Graham-Jataí/GO.			
3. Coordenadas oficiais			
3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)			
Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 17° 52' 59,80416"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 51° 43' 33,99202"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	755,309 m	Sigma:	0,005 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	3.761.502,4127 m	Sigma:	0,003 m
Y:	-4.767.352,9799 m	Sigma:	0,004 m
Z:	-1.946.325,9842 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	8 022 578,269 m		
UTM (E):	423 080,115 m		
MC:	-51		

GOJA (Jataí /GO) e MGUB (Uberlândia/MG).

Figura 3 – Estação RBMC GOJA

IBGE		RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS	
Relatório de Informação de Estação			
MGUB - Uberlândia			
0. Formulário			
Preparado por: Centro de Controle Eng. Kátia Duarte Pereira - RBMC			
Data: 09/01/2008			
Atualização: 26/05/2023 - Atualização de Firmware			
1. Identificação da estação GPS			
Nome da Estação:	UBERLÂNDIA/UFU		
Ident. da Estação:	MGUB		
Código SAT:	93930		
Código Internacional:	41652M001		
2. Informação sobre a localização			
Cidade:	Uberlândia		
Estado:	Minas Gerais		
Informações Adicionais:	Pilar de concreto engastado numa viga medindo 1,20 m de altura por 0,30 m de diâmetro, com dispositivo de centragem forçada padrão IBGE e chapa de metal estampada: SAT 93930. Na UFU (Universidade Federal de Uberlândia), Campus Santa Mônica - Bloco Y - Bairro Santa Mônica - Uberlândia - MG.		
3. Coordenadas oficiais			
3.1. SIRGAS2000 (Época 2000.4)			
Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	- 18° 55' 8,98803"	Sigma:	0,001 m
Longitude:	- 48° 15' 21,77767"	Sigma:	0,001 m
Alt. Elip.:	869,241 m	Sigma:	0,004 m
Coordenadas Cartesianas			
X:	4.019.130,6172 m	Sigma:	0,003 m
Y:	-4.504.012,5499 m	Sigma:	0,003 m
Z:	-2.055.168,8066 m	Sigma:	0,001 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.905.871,702 m		
UTM (E):	789.027,535 m		
MC:	-51		

Figura 4 – Estação RBMC MGUB

A seleção dessas estações levou em consideração a formação de uma geometria triangular eficiente, visando otimizar o posicionamento dos vetores e minimizar os erros relativos da rede. O processamento das linhas de base foi realizado no software Spectra Precision Survey Office (versão 5.10), utilizando efemérides rápidas e precisas fornecidas pelo serviço IGS (Internationale GNSS Service), operado em parceria com a NASA. Após validação dos vetores, foi executado o ajustamento da rede pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), adotando-se um nível de confiança de 95% (2σ), conforme exigido pela IP-02/2024.



2.3.2. QUADRO RESUMO DO PROCESSAMENTO DE LINHAS DE BASE

Relatório de processamento das linhas de base													
Resumo do processamento													
Observação	De	Para	Hora de início da ocupação	Hora de fim da ocupação	Tipo de solução	Precisão de H (Metro)	Prec. V (Metro)	ΔX (Metro)	ΔY (Metro)	ΔZ (Metro)	Azimut e geodésico	Distância do elip. (Metro)	Δ Altura (Metro)
GOJA --- M-02 (B6)	GOJA	M-02	04/02/2025 12:03:15	04/02/2025 18:12:10	Fixo	0,013	0,049	196827,875	145972,388	38715,059	80°55'55"	248076,817	-97,690
GOJA --- M-01 (B2)	GOJA	M-01	30/01/2025 10:44:10	30/01/2025 16:01:50	Fixo	0,018	0,049	198165,330	146765,065	39520,953	80°47'58"	249730,630	-84,429
MGUB --- M-02 (B11)	MGUB	M-02	04/02/2025 12:03:15	04/02/2025 18:12:10	Fixo	0,008	0,025	-60800,380	-117368,019	-147557,925	321°25'30"	198088,304	-211,701
MGUB --- M-01 (B15)	MGUB	M-01	30/01/2025 10:44:10	30/01/2025 16:01:50	Fixo	0,007	0,023	-59462,885	-116575,423	-148363,784	321°55'32"	197815,835	-198,363
MGUB --- M-03 (B16)	MGUB	M-03	29/01/2025 10:17:45	29/01/2025 21:00:25	Fixo	0,008	0,024	-62349,243	-118688,739	-147619,896	320°58'32"	199398,763	-234,407
GOJA --- M-03 (B3)	GOJA	M-03	29/01/2025 10:17:45	29/01/2025 21:00:25	Fixo	0,016	0,049	195278,918	144651,802	38777,085	80°50'18"	246081,178	-120,568

Figura 6 – Resumo do Processamento de linhas de base.

2.3.3. AJUSTAMENTO DE REDE

Observações de GNSS ajustadas					
Parâmetros de transformação					
Rotação de azimute: 0,011 seg (DRMS) 0,003 seg					
Fator de escala: 0,99999991 (DRMS) 0,00000002					
ID de observação		Observação	Erro a posteriori	Residual	Padronizado Residual
GOJA --> M-02 (PV6)	Az.	80°55'55"	0,004 seg	-0,001 seg	-0,346
	Δ Alt.	-97,760 m	0,025 m	-0,072 m	-1,490
	Dist. elips.	248076,828 m	0,007 m	0,012 m	1,732
MGUB --> M-01 (PV15)	Az.	321°55'32"	0,003 seg	0,001 seg	1,610
	Δ Alt.	-198,364 m	0,023 m	-0,001 m	-0,057
	Dist. elips.	197815,837 m	0,005 m	0,002 m	0,798
GOJA --> M-03 (PV3)	Az.	80°50'18"	0,004 seg	-0,001 seg	-0,446
	Δ Alt.	-120,499 m	0,024 m	0,068 m	1,425
	Dist. elips.	246081,174 m	0,007 m	-0,004 m	-0,376
GOJA --> M-01 (PV2)	Az.	80°47'58"	0,004 seg	0,004 seg	1,314
	Δ Alt.	-84,432 m	0,024 m	-0,003 m	-0,050
	Dist. elips.	249730,615 m	0,007 m	-0,015 m	-1,289
MGUB --> M-03 (PV16)	Az.	320°58'32"	0,004 seg	0,000 seg	-0,280
	Δ Alt.	-234,431 m	0,023 m	-0,016 m	-1,224
	Dist. elips.	199398,761 m	0,005 m	-0,001 m	-0,329
MGUB --> M-02 (PV11)	Az.	321°25'30"	0,003 seg	-0,001 seg	-1,168
	Δ Alt.	-211,692 m	0,024 m	0,017 m	1,161
	Dist. elips.	198088,302 m	0,005 m	-0,001 m	-0,395

Figura 7 – Observações ajustadas.

Termos da covariância

A partir do ponto	Para o ponto		Componentes	Erro a posteriori	Precisão horizontal (Razão)	Precisão 3D (Razão)
M-01	GOJA	Az.	260°05'38"	0,004 seg	1 : 26778530	1 : 26858192
		ΔAlt.	84,432 m	0,024 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	249730,593 m	0,005 m		
M-01	MGUB	Az.	142°17'05"	0,004 seg	1 : 19496500	1 : 19451717
		ΔAlt.	198,365 m	0,023 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	197815,820 m	0,005 m		
M-02	GOJA	Az.	260°13'50"	0,004 seg	1 : 27135429	1 : 27214593
		ΔAlt.	97,760 m	0,025 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	248076,806 m	0,005 m		
M-02	MGUB	Az.	141°47'19"	0,004 seg	1 : 19525998	1 : 19492057
		ΔAlt.	211,693 m	0,024 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	198088,285 m	0,005 m		
M-03	GOJA	Az.	260°08'33"	0,004 seg	1 : 24857204	1 : 24920297
		ΔAlt.	120,499 m	0,024 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	246081,152 m	0,005 m		
M-03	MGUB	Az.	141°20'43"	0,004 seg	1 : 19556645	1 : 19503930
		ΔAlt.	234,431 m	0,023 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	199398,743 m	0,005 m		

Figura 8 – Termos da covariância.

2.3.4. TABELA DE COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS FINAIS PÓS PROCESSADAS DOS MARCOS DE CONTRAOLE

Tabela 2: Coordenadas finais pós processadas.

MARCOS DE CONTROLE - SRG SIRGAS 2000								
Marco	Fuso	Este	Norte	Latitude	Longitude	Hgeo (m)	Ondulaçãgeoidal (m)	Hnor (m)
M-01	22L	669363,878	8063454,662	-17°30'31.4652487"	-49°24'16.8608756"	670,877	-10,87	681,747
M-AUX	22L	667825,707	8062618,352	-17°30'59.0862918"	-49°25'08.7702964"	657,549	-10,85	668,399
M-02	22L	665791,075	8062692,990	-17°30'57.2048546"	-49°26'17.7697373"	634,810	-10,81	645,620

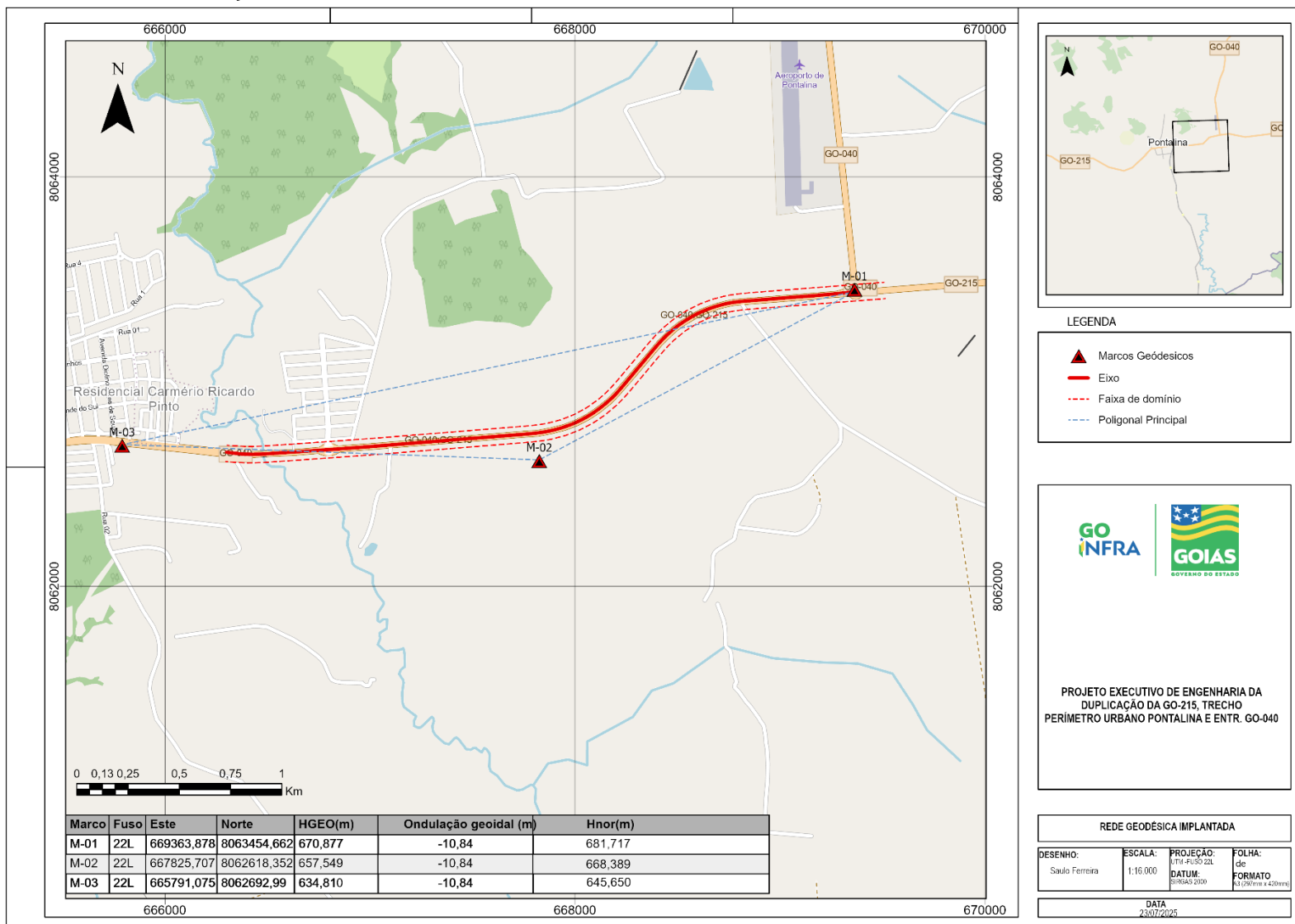
2.3.5. VERIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA E ERRO LINEAR RELATIVO

Tabela 3: Verificação de tolerância e erro linear relativo.

COORDENADAS 01 (RBMC CONJUNTO)						COORDENADAS 02 (RBMC INDIVIDUAL)						DELTAS		
MARCO	E	N	hgeo	Correção Geoidal	Hnor	MARCO2	E ²	N ²	hgeo ²	Correção Geoidal2	Hnor ²	Δx (m)	Δy (m)	Δz (m)
M-01	669363,878	8063454,662	670,877	-10,84	681,717	M-01	669363,877	8063454,668	670,890	-10,84	681,730	-0,00100	0,00600	-0,013
M-AUX	667825,707	8062618,352	657,549	-10,84	668,389	M-AUX	667825,705	8062618,352	657,551	-10,84	668,391	-0,00200	0,00000	-0,002
M-02	665791,075	8062692,990	634,810	-10,84	645,650	M-02	665791,072	8062692,990	634,817	-10,84	645,657	-0,00300	0,00000	-0,007

Tabela 4: verificação de erro linear relativo de planimetria e fechamento altimétrico da poligonal principal.

VERIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA DE ERRO														
VETOR	Δx^1	Δy^1	Δz^1	Lb ¹ (Km)	Δx^2	Δy^2	Δz^2	Lb ² (Km)	ERRO E(m)	ERRO N(m)	ERRO (Z)	Erro Absoluto (m)	Erro em mm/km	Escala erro relativo
M-01M- M-AUX	1538,171	836,31	13,328	1,751	1538,172	836,316	13,339	1,751	-0,001	-0,006	-0,011	0,013	7,179158	1:139.292,11
M- M-AUX M-02	2034,632	-74,638	22,739	2,036	2034,633	-74,638	22,734	2,036	-0,001	0,000	0,005	0,005	2,504273	1:399.317,46
M-02M-01	- 3572,803	-761,672	-2,124	3,653	-3572,805	-761,678	-2,164	3,653	0,002	0,006	0,040	0,040	11,085658	1:90.206,64

2.3.6. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REDE DE MARCOS DE CONTROLES IMPLANTADOS.

2.3.7. MONOGRAFIA DOS MARCOS GEODÉSICOS DE APOIO TOPOGRÁFICO

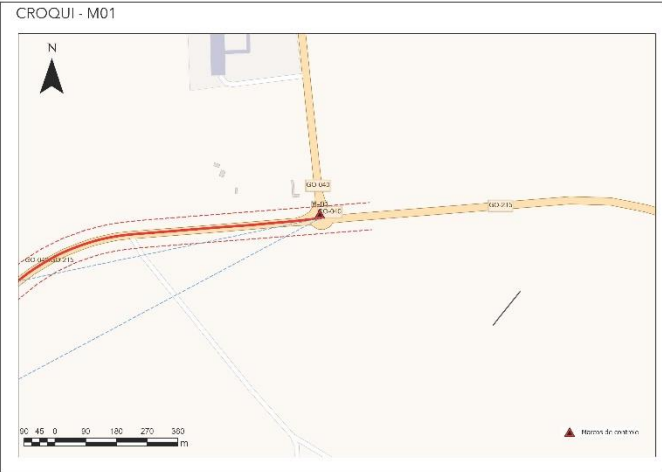
MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)					
Nome	M1	Referência	RBMC - IBGE	Data rastreio	30/01/25
Estado	GO	Município	Pontalina	Tempo de Rastreio	05:17:40
Receptor	R8s Trimble	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBMC - GOJA e MGUB
Antena	R8s Internal	Altura da antena (m)	1,539	Merdiano Central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	-17°30'31.4652487"	Longitude	-49°24'16.8608756"	Altitude Geométrica (m)	670,877
Norte (m)	8063454,662	Este (m)	669363,878	Fuso	22L
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,84	Modelo	Hgeohnr 2020	Altitude Normal	681,717
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,005	σ Longitude (m)	0,004	σ Altitude (m)	0,023
DESCRIÇÃO					
Marco de concreto com chapa de alumínio no topo.					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					
Marco localizado no centro do trevo do entr. Da GO-215 com a GO-040					

Figura 10: Monografia M-01.

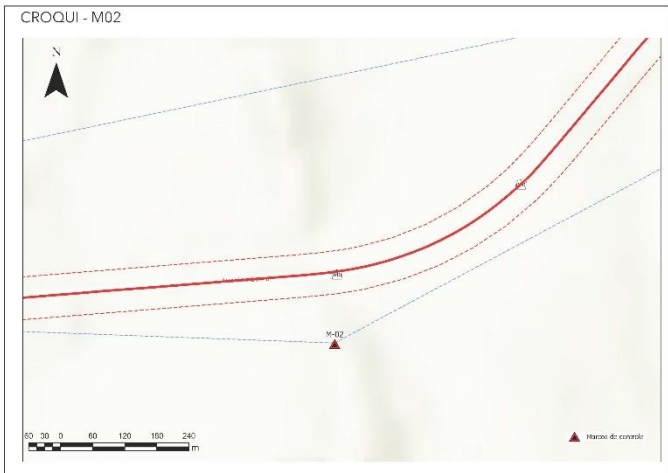
MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)					
Nome	M2	Referência	RBMC - IBGE	Data rastreio	04/02/25
Estado	GO	Município	Pontalina	Tempo de Rastreio	06:08:25
Receptor	R8s Trimble	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBMC - GOJA e MGUB
Antena	R8s Internal	Altura da antena (m)	1,528	Merdiano Central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	-17°30'59.0862918"	Longitude	-49°25'08.7702964"	Altitude Geométrica (m)	657,549
Norte (m)	8062618,352	Este (m)	667825,707	Fuso	22L
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,84	Modelo	Hgeohnor 2020	Altitude Normal	668,389
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,005	σ Longitude (m)	0,004	σ Altitude (m)	0,025
DESCRIÇÃO					
Marco de concreto com chapa de aluminio no topo.					
FOTOGRAFIAS					
0					
ITINERÁRIO					
Marco localizado a 1,5 Km do inicio do perímetro Urbano de Pontalina					

Figura 11: Monografia M-02.

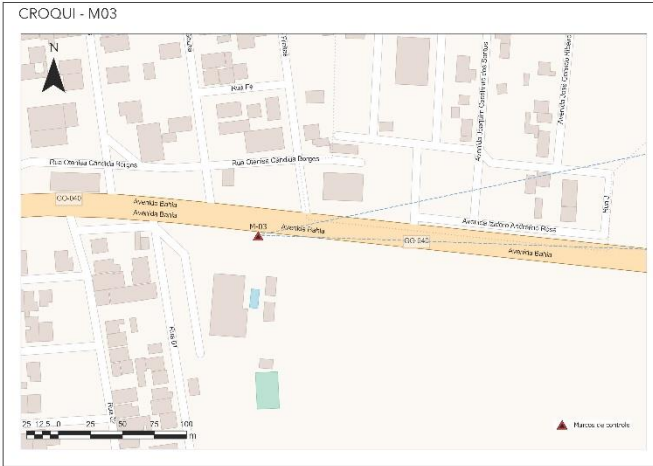
MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)					
Nome	M3	Referência	RBM - IBGE	Data rastreio	29/01/25
Estado	GO	Município	Pontalina	Tempo de Rastreio	10:42:05
Receptor	R8s Trimble	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBM - GOJA e MGUB
Antena	R8s Internal	Altura da antena (m)	1,685	Merdiano Central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
COORDENADAS GEODÉSICAS					
Latitude	-17°30'57.2048546"	Longitude	-49°26'17.7697373"	Altitude Geométrica (m)	634,81
Norte (m)	8062692,99	Este (m)	665791,075	Fuso	22L
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,84	Modelo	Hgeohnor 2020	Altitude Normal	645,65
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,005	σ Longitude (m)	0,004	σ Altitude (m)	0,024
DESCRIÇÃO					
Marco em estrutura cilíndrica de concreto.					
FOTOGRAFIAS					
 CROQUI - M03 					
ITINERÁRIO					
Marco localizado na Margem direita da AV. Bahia proximo ao portal de entrada da cidade					

Figura 12: Monografia M-02.

2.3.8. LEVANTAMENTOS CADASTRAIS PLANIALTIMÉTRICO

Os serviços foram executados a partir da rede geodésica de marcos de controle implantada previamente, assegurando a coerência e a rastreabilidade dos dados obtidos em campo. Inicialmente, o levantamento foi realizado utilizando tecnologia GNSS em modo RTK (Real Time Kinematic), com apoio em receptores de dupla frequência e vinculação direta aos marcos **M-01**, **M-02** e **M-02**. Este método possibilitou a coleta de pontos com precisão centimétrica ao longo da faixa de domínio, conforme os critérios definidos na IP-02 para projetos de implantação.

Com o objetivo de refinar a representação do relevo e ampliar a densidade da nuvem de pontos em áreas com cobertura vegetal e outras restrições de visibilidade, foi realizado aerolevanteamento com perfilamento a laser (LIDAR), utilizando o drone **DJI Matrice 350 RTK** acoplado ao **sensor Zenmuse L2**, com correção fornecida pela estação base D-RTK 2. As informações obtidas por LIDAR foram processadas no software DJI Terra Pro (versão 4.5), com aplicação de classificação automática dos pontos do terreno (ground points), permitindo a geração precisa do **Modelo Digital de Terreno (MDT)**.

A integração entre os dados obtidos por RTK e LIDAR resultou em um levantamento detalhado e consistente, fornecendo base segura para a definição do eixo longitudinal, dimensionamento de faixas de domínio e identificação de interferências físicas, ambientais e cadastro de dispositivos de drenagem



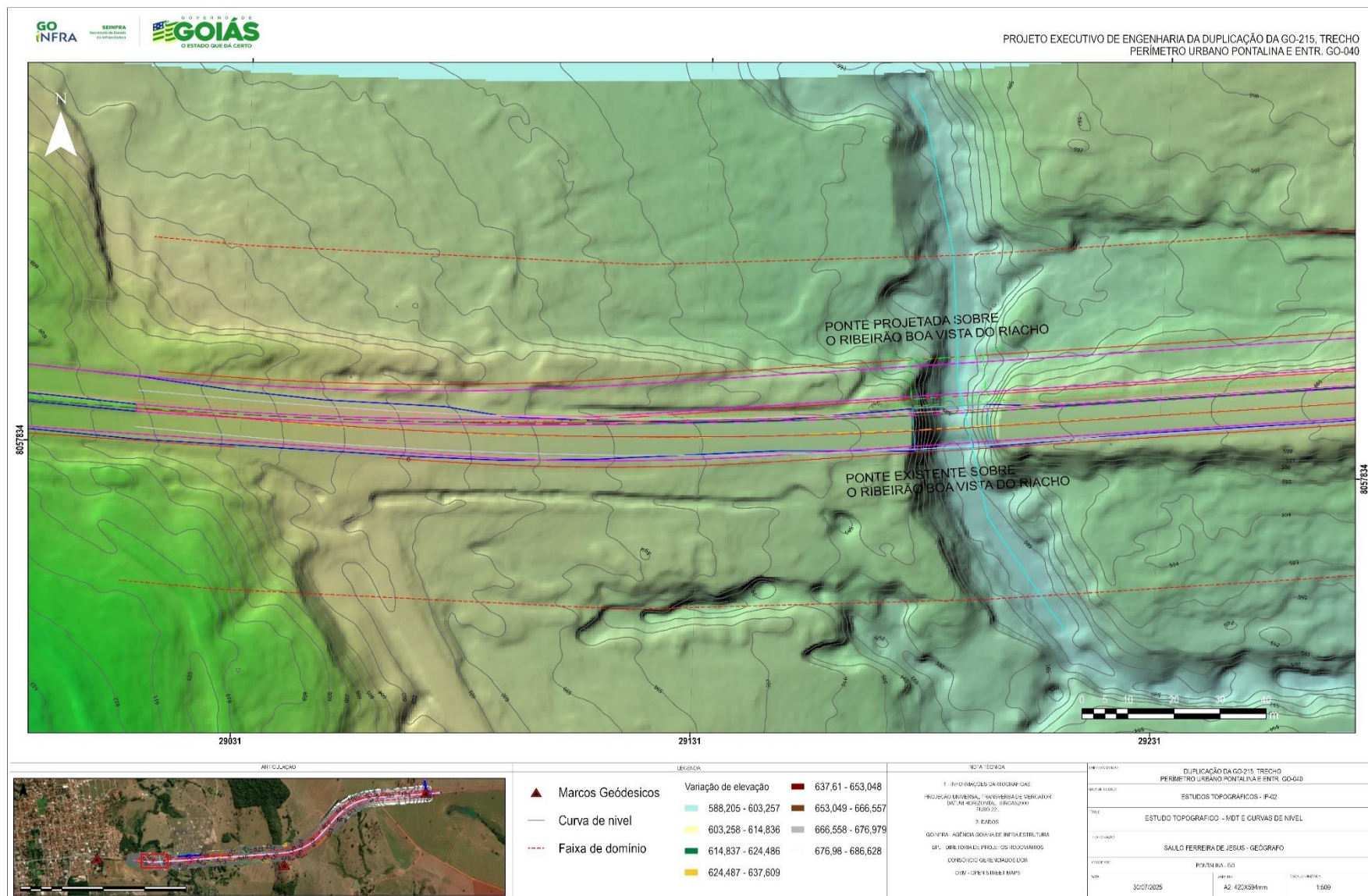
Figura 13: Execução de levantamento utilizando perfilamento a laser a partir do marco M03.

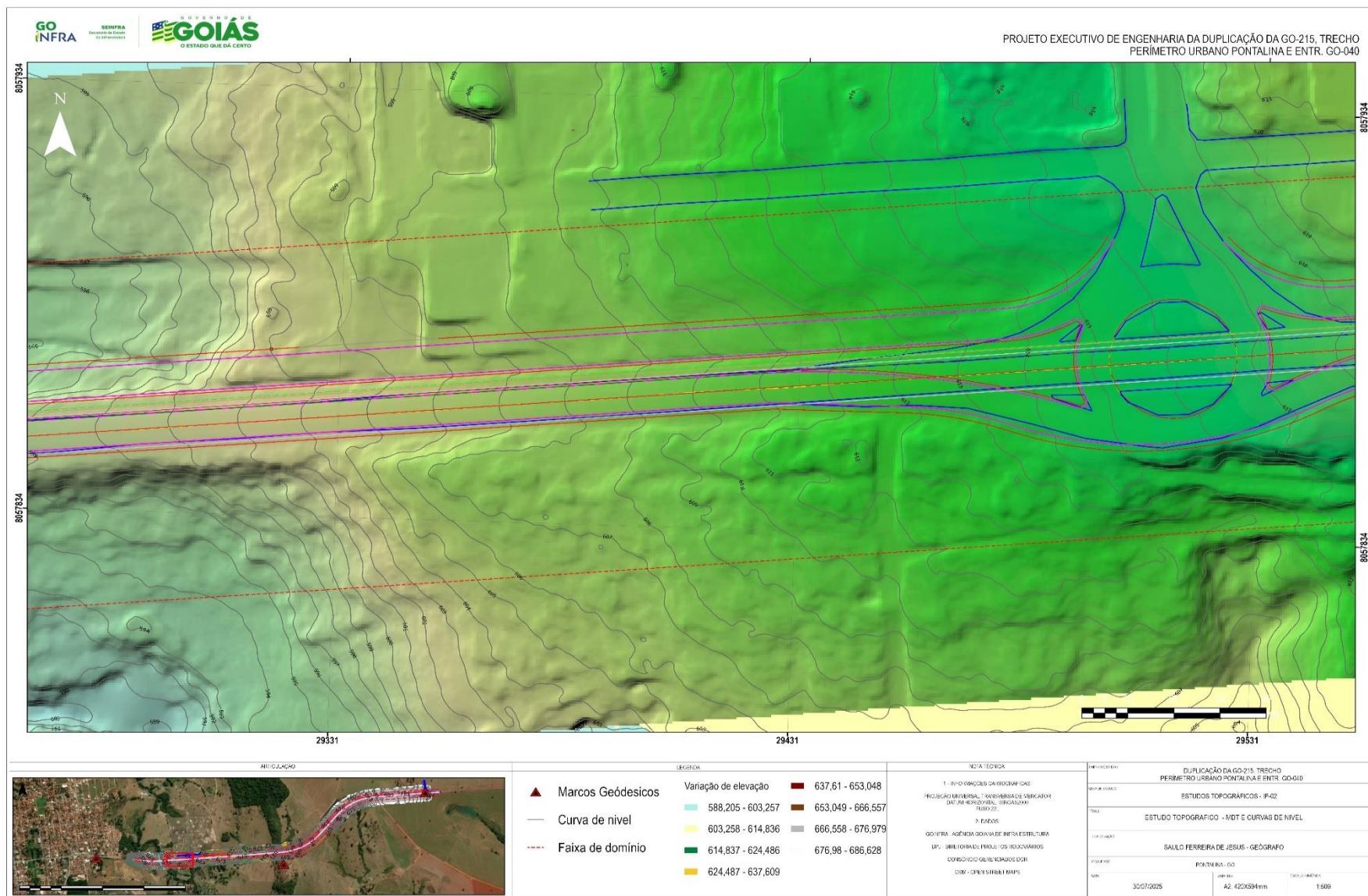
2.3.9. LEVANTAMENTO CADASTRAL DOS PONTOS NOTÁVEIS

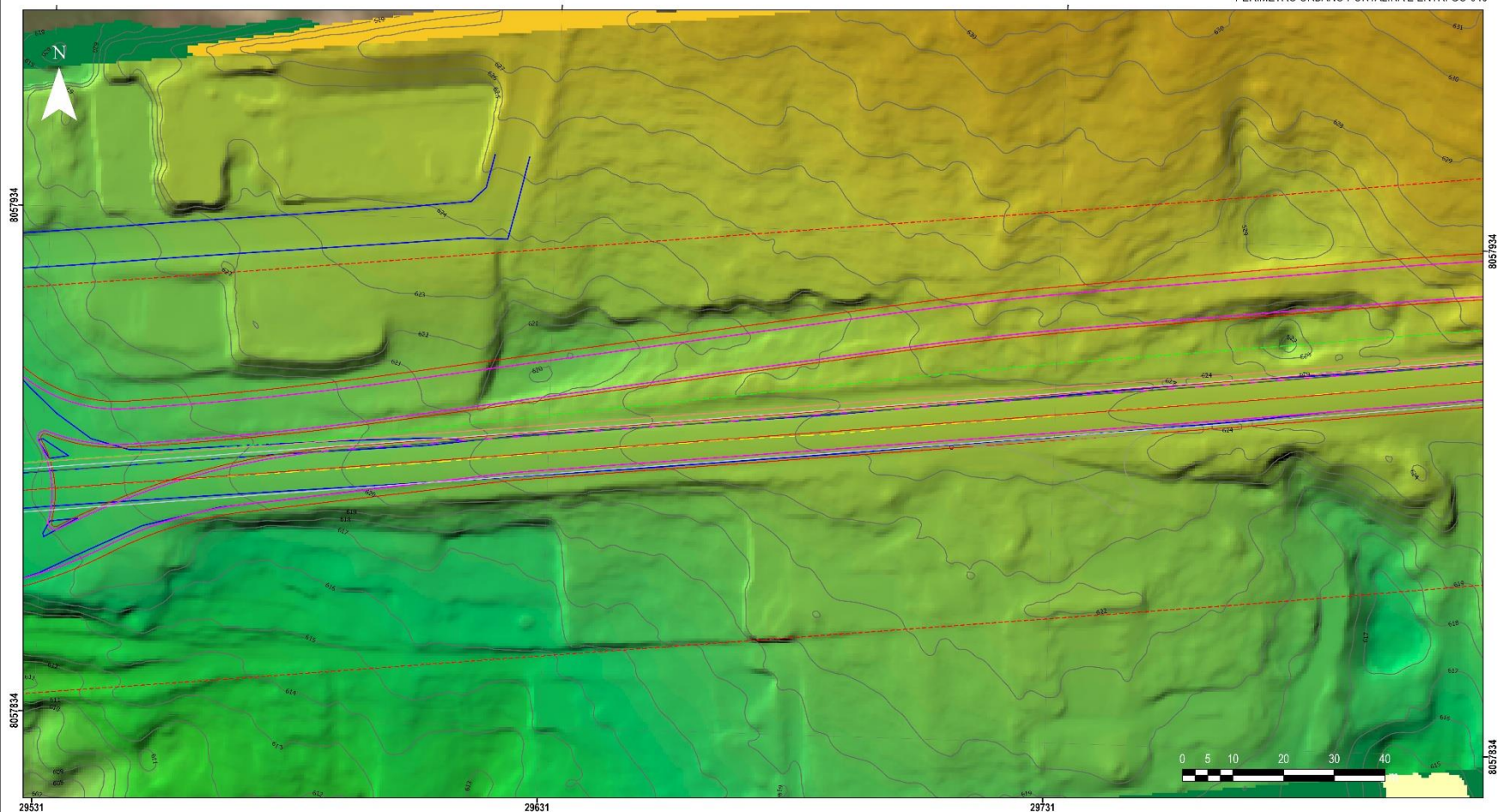
O levantamento cadastral planialtimétrico atendeu aos parâmetros mínimos de densidade estabelecidos pela IP-02/2024, com registro superior a 170 pontos por hectare, assegurando a resolução necessária para a geração de um Modelo Digital de Terreno (MDT) fidedigno. Foram levantados todos os pontos notáveis da superfície, incluindo elementos topográficos relevantes e interferências existentes, como estruturas físicas, dispositivos de drenagem, cercas, divisas, acessos viários, talvegues e demais feições naturais ou artificiais. A coleta criteriosa dessas informações permitiu não apenas uma representação precisa do relevo, mas também a identificação antecipada de possíveis intervenções associadas a remoções, reposicionamentos ou adequações de elementos existentes, servindo de base para as análises de engenharia, desapropriação, drenagem e meio ambiente.







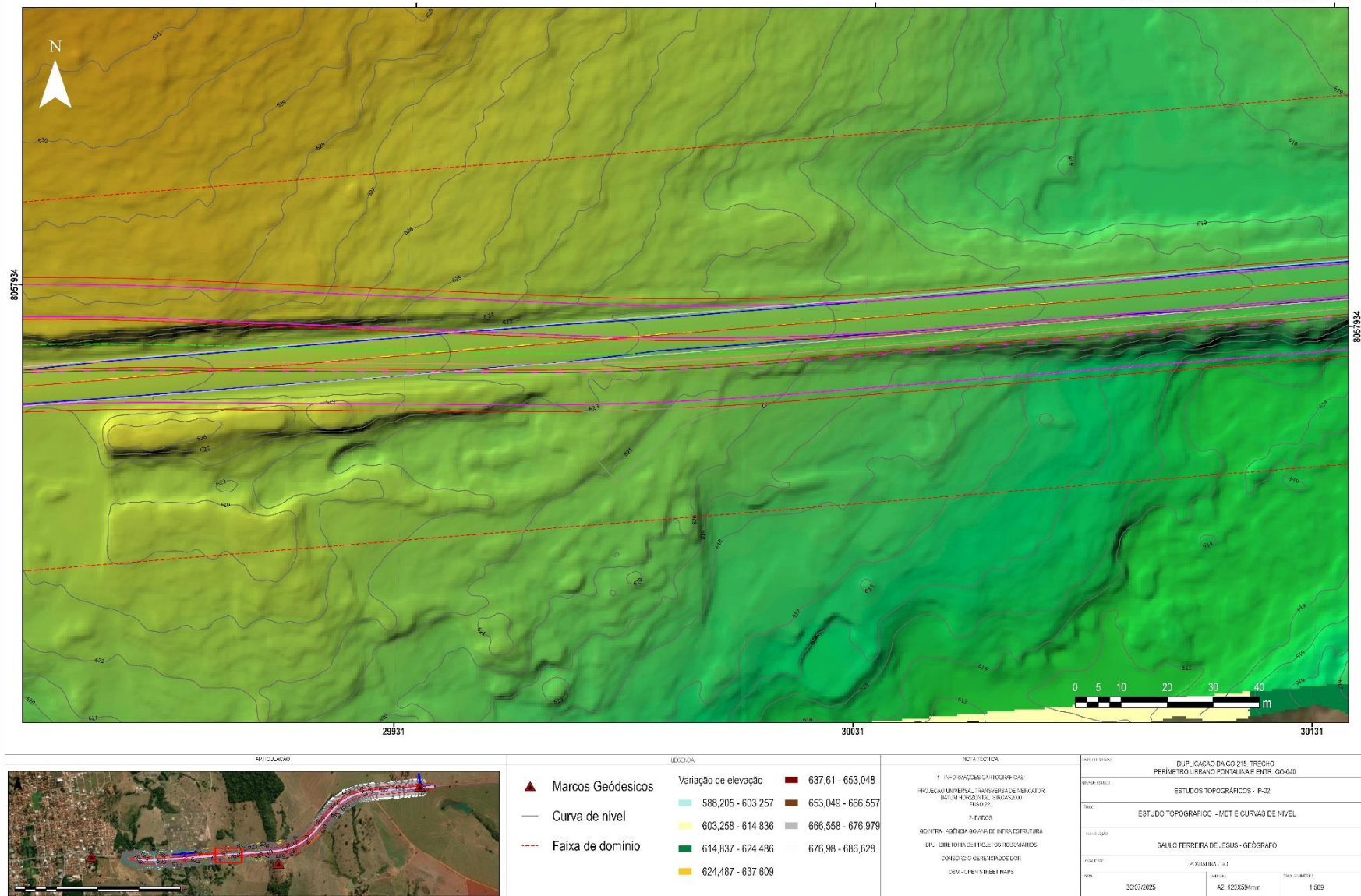


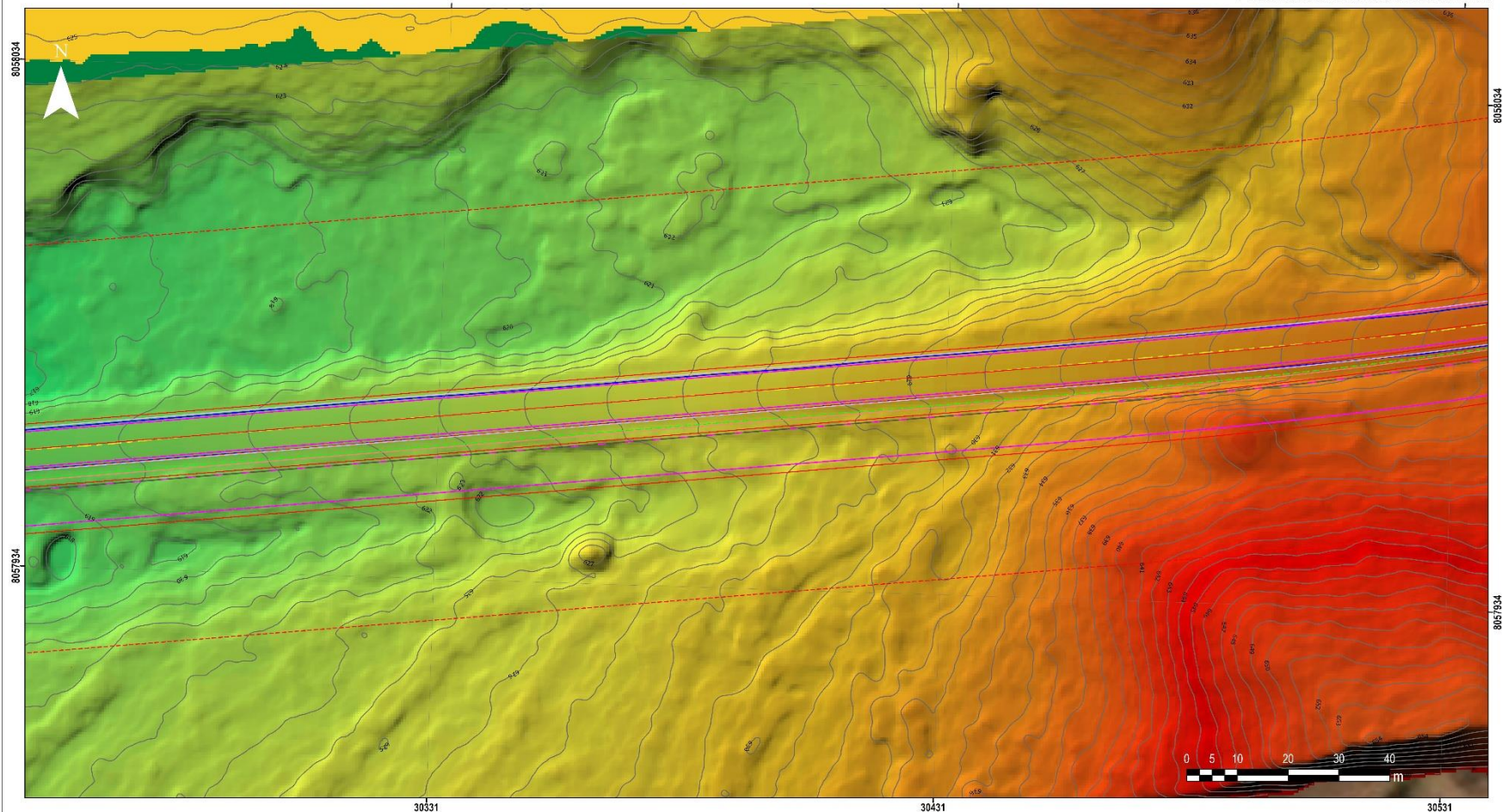


LEGENDA	Variação de elevação	
	588,205 - 603,257	637,61 - 653,048
▲ Marcos Geodésicos	603,258 - 614,836	653,049 - 666,557
— Curva de nível	614,837 - 624,486	666,558 - 676,979
- - - Faixa de domínio	624,487 - 637,609	676,98 - 686,628

NOTA TÉCNICA
1 - PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA DUPLICAÇÃO DA GO-215, TRECHO PERÍMETRO URBANO PONTALINA E ENTR. GO-040
PROJEÇÃO UTM, DATUM DE SERRA DO MAR, ELEV. DATUM DO MAR, UNID. DE MEDIDA: METRO
2 - DADOS
GOV. DE GOIÁS - AGÊNCIA GOIÁS DE INFRAESTRUTURA
DEPT. DE ENGENHARIA DE PROJETOS DE OBRAS
COORDENADOR GERAL DO PROJETO
DEPT. DE ENGENHARIA DE PROJETOS

INFORMAÇÕES
PROJETO: DUPLICAÇÃO DA GO-215, TRECHO PERÍMETRO URBANO PONTALINA E ENTR. GO-040
ESTUDOS TOPOGRÁFICOS - IP-02
TÍTULO: ESTUDO TOPOGRÁFICO - MDT E CURVAS DE NÍVEL
ELABORADO POR: SAULO FERREIRA DE JESUS - GEÓGRAFO
PROJETO: PONTALINA - GO
DATA: 30/07/2025
ESCALA: A2: 420x360mm
DETALE: 1:500





▲ Marcos Geodésicos	Variação de elevação	637,61 - 653,048
— Curva de nível	588,205 - 603,257	653,049 - 666,557
- - - Faixa de domínio	603,258 - 614,836	666,558 - 676,979
	614,837 - 624,486	676,98 - 686,628
	624,487 - 637,609	

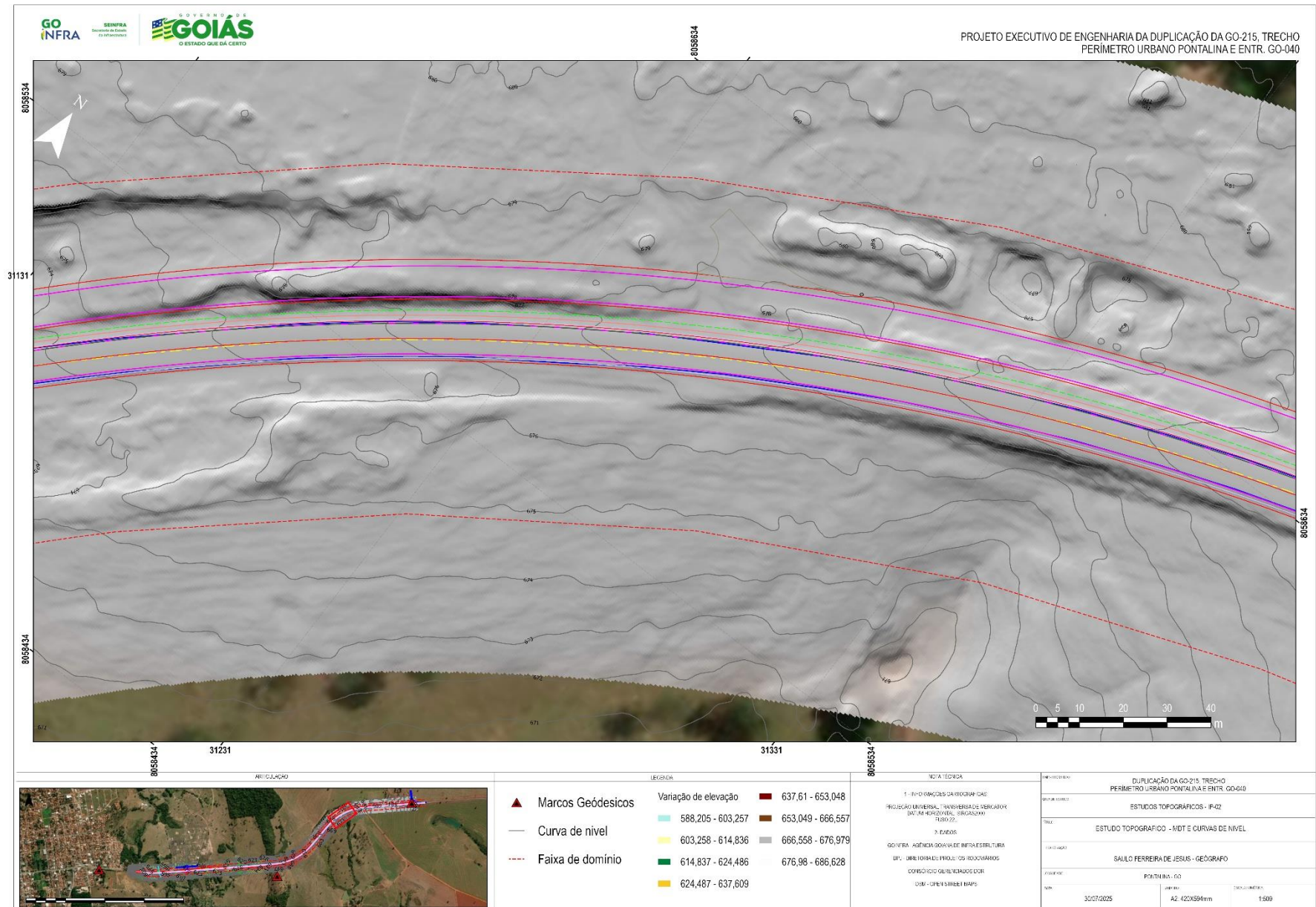
NOTA TÉCNICA
1. PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA DUPLICAÇÃO DA GO-215, TRECHO PERÍMETRO URBANO PONTALINA E ENTR. GO-040
PROJEÇÃO UTM, DATUM SERRA PASCO, ELEV. DATUM SERRA PASCO, ELEV. DATUM SERRA PASCO, ELEV. DATUM SERRA PASCO
2. ELEV. DATUM SERRA PASCO
3. ELEV. DATUM SERRA PASCO
GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA
DEPT. DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA
COORDENADOR GERAL DO PROJETO
COORDENADOR DE PROJETO
COORDENADOR DE PROJETO

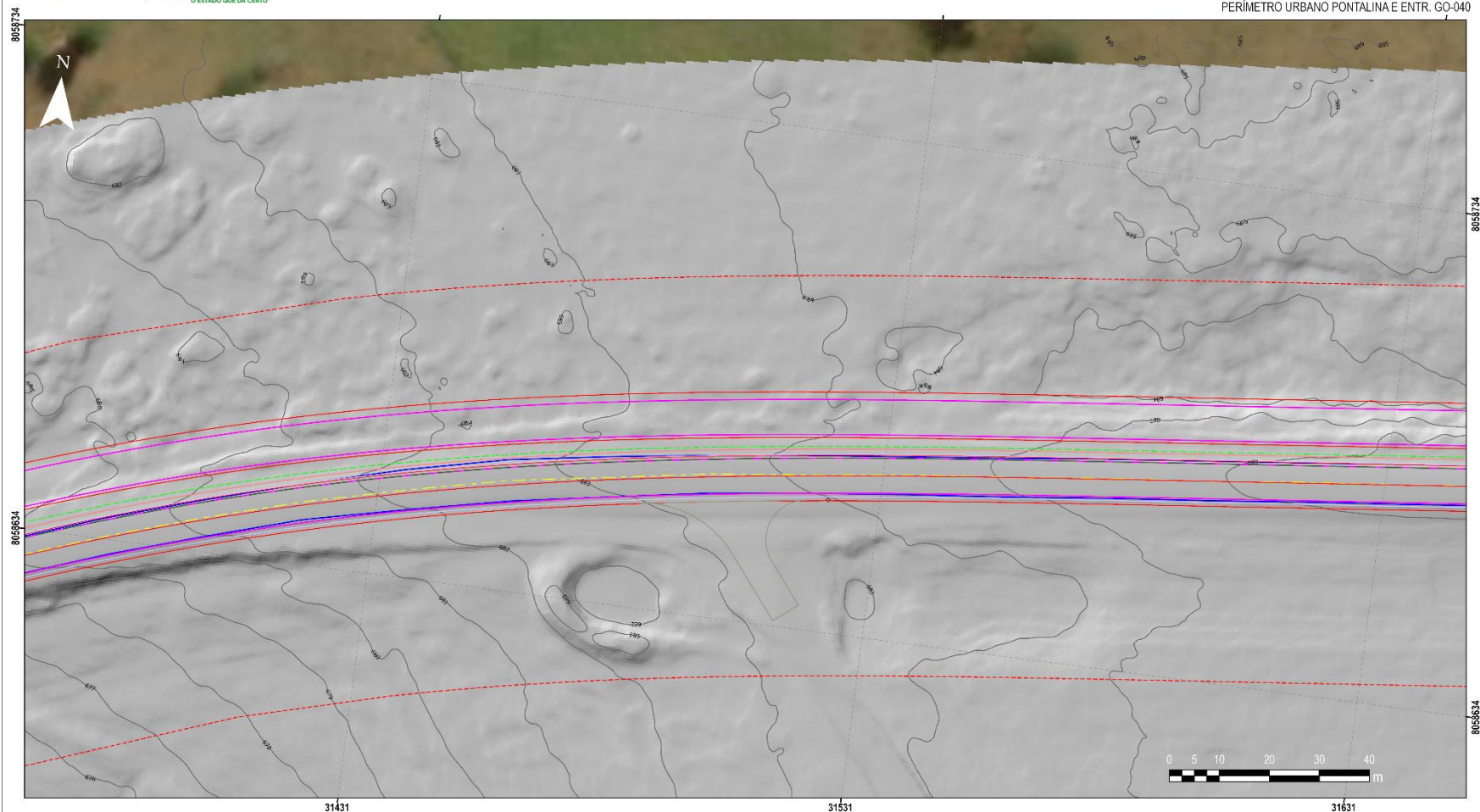
PROJETO	DUPLICAÇÃO DA GO-215, TRECHO PERÍMETRO URBANO PONTALINA E ENTR. GO-040
ESTUDO TOPOGRÁFICO - IP-02	
ESTUDO TOPOGRÁFICO - MDT E CURVAS DE NÍVEL	
SAULO FERREIRA DE JESUS - GEÓGRAFO	
PROJETO	PONTALINA - GO
DATA	30/07/2025
ESCALA	A2: 420x594mm
ESCALA	1:500











LEGENDA	
▲ Marcos Geodésicos	Variação de elevação
— Curva de nível	588,205 - 603,257
- - - Faixa de domínio	603,258 - 614,836
	614,837 - 624,486
	624,487 - 637,609
	637,61 - 653,048
	653,049 - 666,557
	666,558 - 676,979
	676,98 - 686,628

NOTA TÉCNICA	
1 - PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DA DUPLICAÇÃO DA GO-215, TRECHO PERÍMETRO URBANO PONTALINA E ENTR. GO-040	
PROJETO URBANÍSTICO, TRAVESSIA DE DIVERSAS RUAS (RUA HENRIQUEZ, RUA SARGENTANA, RUA 22)	
2 - ELEVADO	
GOV. DE GOIÁS - AGÊNCIA GOIÁS DE INFRAESTRUTURA	
DEPT. DIRETORIA DE PROJETOS E OBRAS	
COORDENADOR GERAL: DR. CARLOS EDUARDO DE SOUZA	
COORDENADOR DE PROJETOS: DR. CARLOS EDUARDO DE SOUZA	
COORDENADOR DE OBRAS: DR. CARLOS EDUARDO DE SOUZA	

FICHA TÉCNICA	
PROJETO EXECUTIVO	DUPLICAÇÃO DA GO-215, TRECHO PERÍMETRO URBANO PONTALINA E ENTR. GO-040
ESTUDO TOPOGRÁFICO	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS - IP-02
TÍTULO	ESTUDO TOPOGRÁFICO - MDT E CURVAS DE NÍVEL
PROJETO	SAULO FERREIRA DE JESUS - GEÓGRAFO
PROJETO	PONTALINA - GO
DATA	30/07/2025
ESCALA	A2: 420x594mm
ESCALA	1:500

3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

FINALIDADE

Os Estudos Hidrológicos, parte integrante dos Estudos Preliminares de Projeto, visam caracterizar as condições de vazão máxima afluente às obras de arte e/ou drenagem superficial compreendidas na área de estudo do projeto.

Para o presente estudo visa-se conhecer a pluviometria, transformá-la em vazão e assim fundamentar as intervenções de engenharia necessárias para o projeto de transposição de talwegues e drenagem superficial na Avenida Contorno de Pontalina em Goiás, assim como analisar a rede fluviométrica compreendida na área de influência do projeto.

Em engenharia, não é interessante construir uma obra que seja adequada para escoar qualquer vazão passível 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 elas 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;*
- *IRP-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.*

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

A seguir são apresentadas as características na área de influência do projeto.

3.1.1. Relevo

A topografia do terreno é o principal condicionador de sua capacidade de uso. O objetivo de conhecer a topografia e declividade do terreno é compreender o comportamento dos fluxos de água e a capacidade de uso do solo, que podem vir a gerar erosão e movimento de massas devido às transições abruptas de gradientes.

A área de abrangência do projeto é caracterizada por apresentar predominantemente relevo plano, com baixa declividade e altitude média com pequena variação.

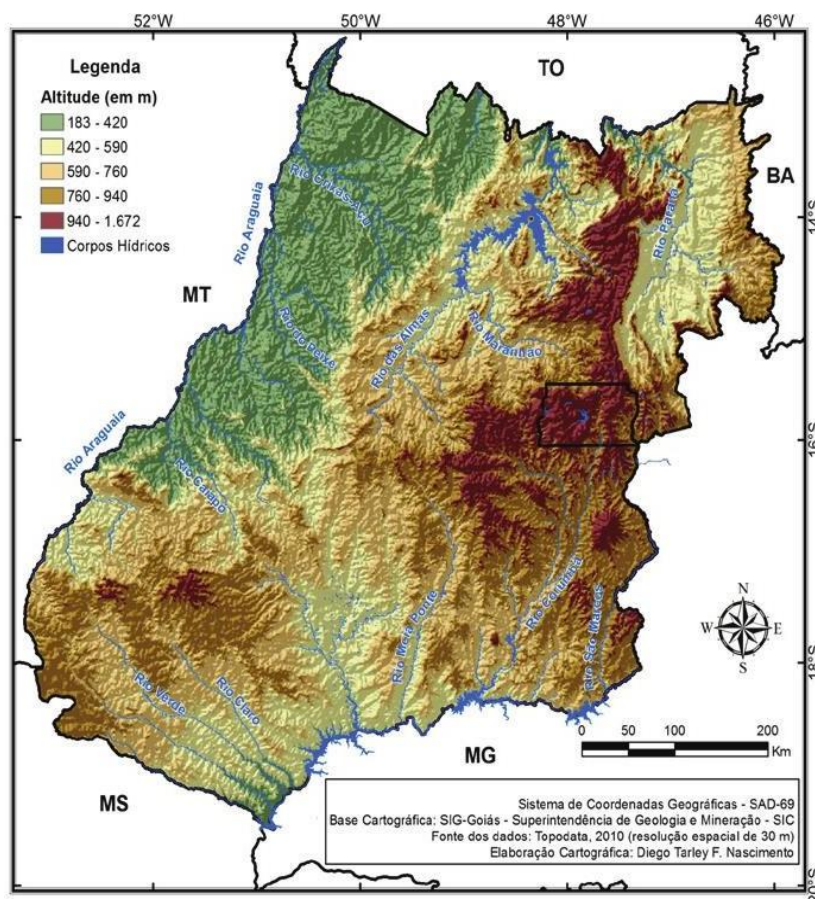


Figura 4: Altimetria do estado de Goiás (Fonte: Oliveira, Ivanilton José de - 2016).

3.1.2. Vegetação

A vegetação predominante na região é típica dos cerrados do centro-oeste. Estes constituem uma boa cobertura vegetal pré-amazônica entre a floresta tropical e a floresta estacional das regiões mais elevadas no centro-sul do país. Sendo representada pela savana arbórea aberta com floresta galeria.

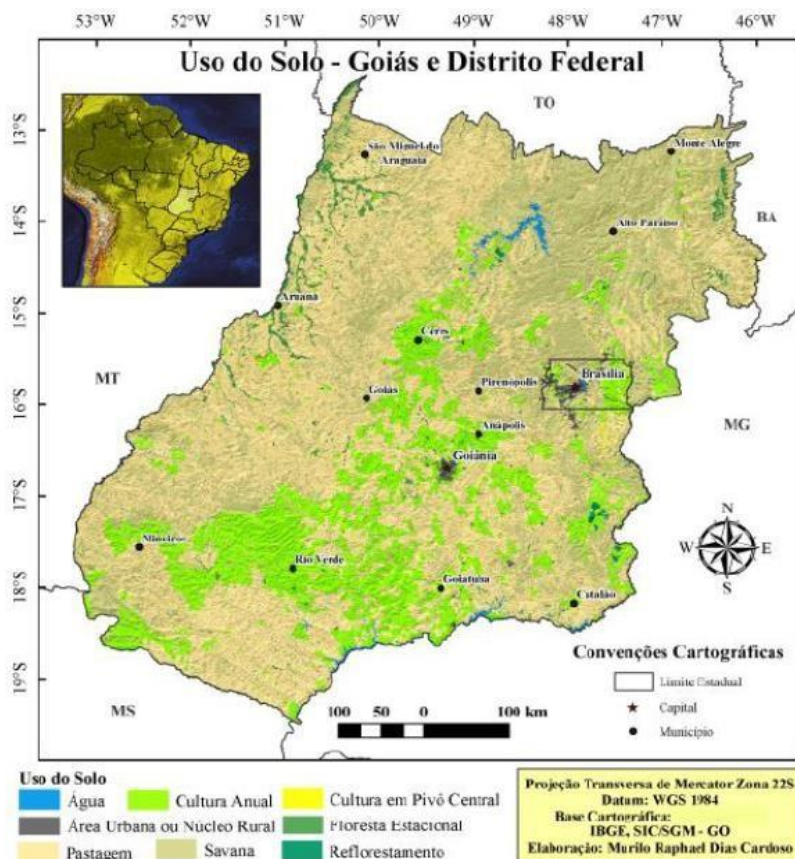


Figura 5: Uso do solo no estado de Goiás (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

3.1.3. Hidrografia

O Estado de Goiás é banhado por quatro grandes bacias hidrográficas, a do Rio Paranaíba, a do Rio Tocantins, a do Rio Araguaia e a do Rio São Francisco. A área de influência do presente projeto está inserida na bacia do rio Meia Ponte, afluente do Rio Paranaíba.

Os principais talvegues que cortam o trecho é o Ribeirão Boa Vista do Rancho.

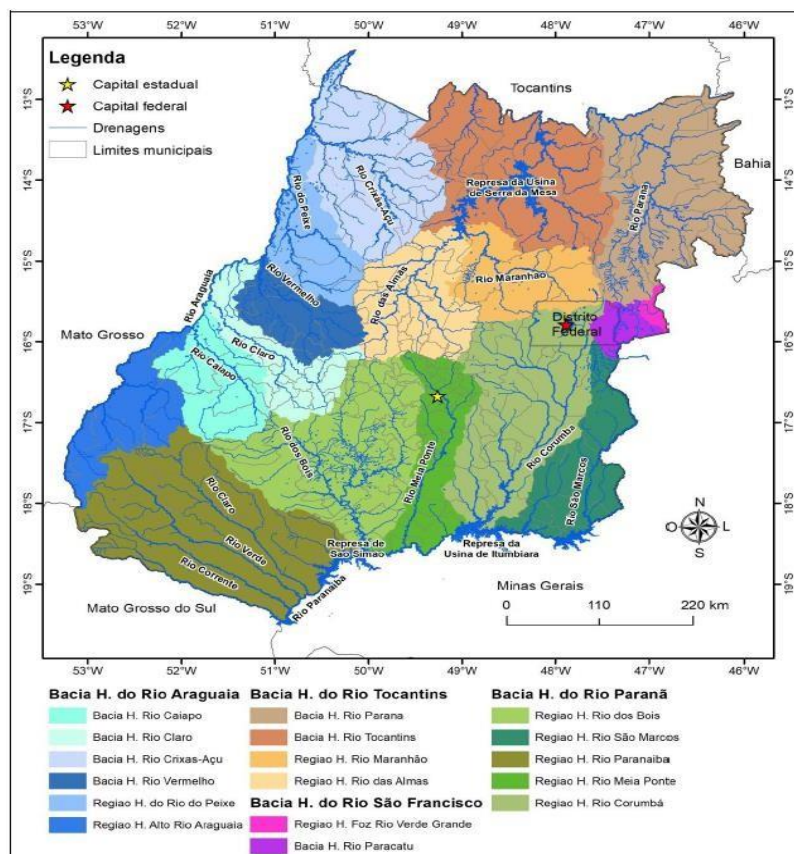


Figura 6: Hidrografia do estado de Goiás (Fonte: Ferreira Nascimento, Diego T.).

3.1.4. Clima

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.

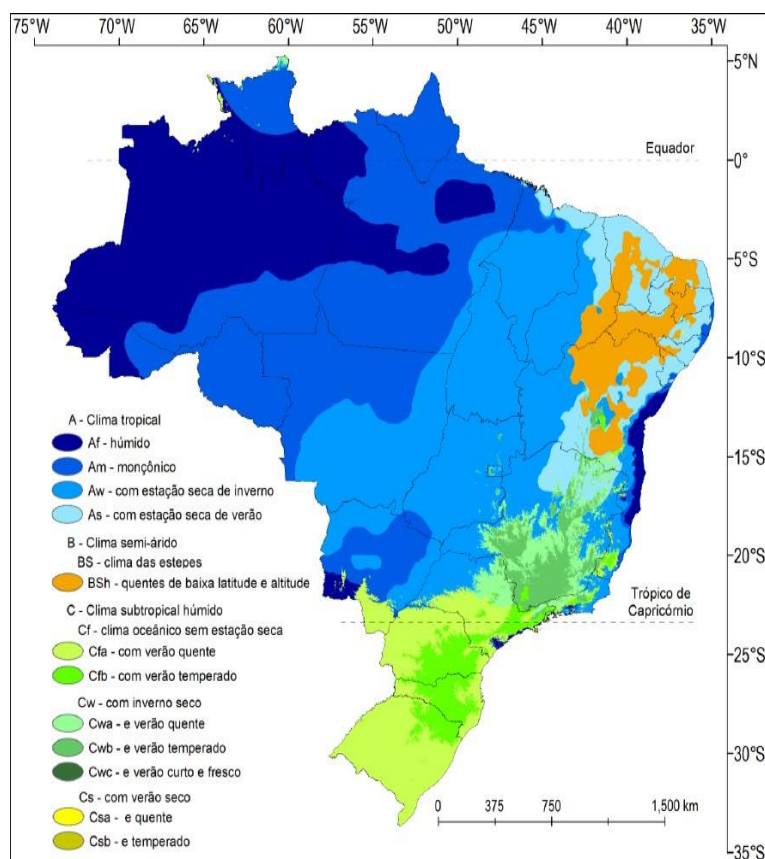


Figura 7: Classificação climática de Köppen-Geiger para o Brasil (Fonte: Geografando, 2014).

O tipo climático da área de estudo segundo a classificação de Köppen-Geiger é Aw, clima tropical com estação seca no verão.

O clima regional, segundo os estudos de Köppen e Goussen-Bagnouls, se enquadra no grupo dos climas controlados por massas de ar equatoriais continentais e tropicais continentais.

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 temperaturas mais amenas e frias, porém 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.

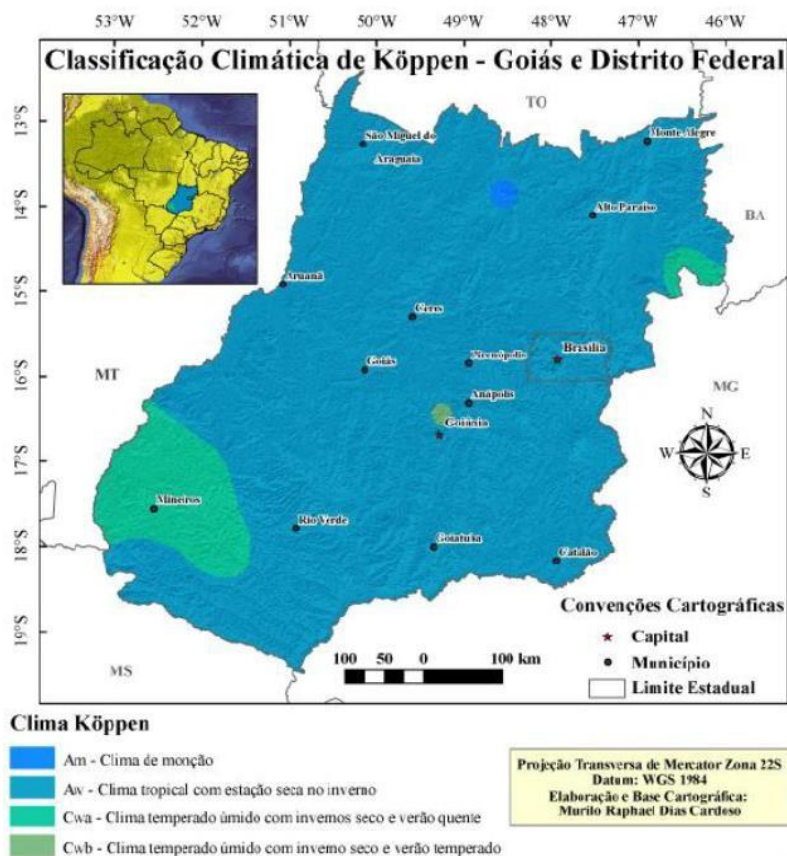


Figura 8: Classificação climática de Koppen-Geiger para Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

Outubro é o mês com a maior temperatura média na região, com máxima igual a 33°. O mês mais frio da região é junho, com uma mínima média de 15°C.

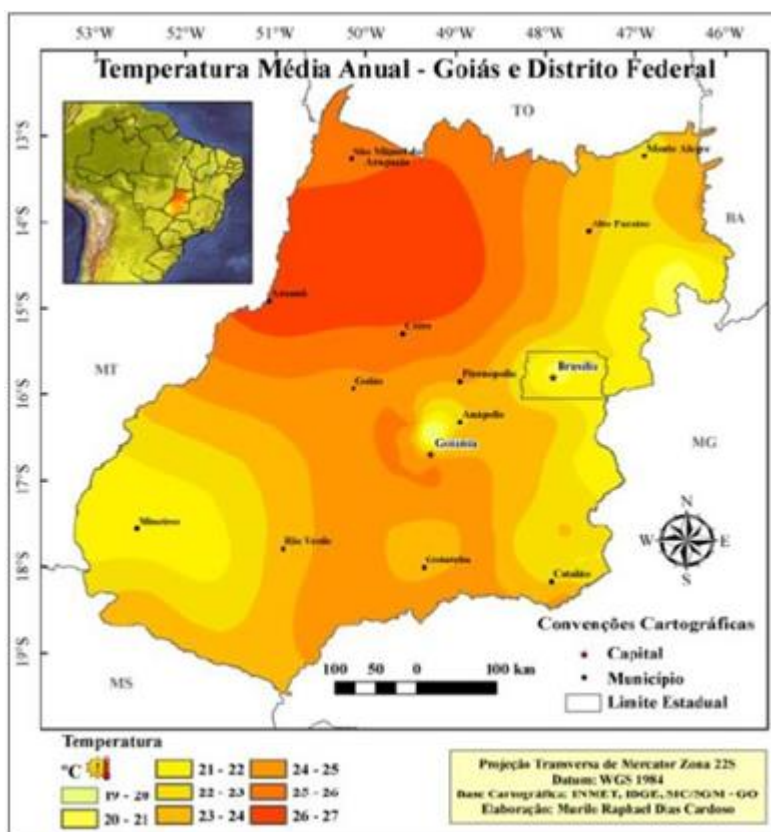


Figura 9: Temperatura média anual Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

A região do estudo possui uma variação sazonal extrema na sensação de umidade, com uma média de 92% de umidade no período mais úmido e chegando próximo a 0% no período mais seco.

Os ventos na região também sofrem grande variação sazonal durante o ano, possuindo os ventos mais fortes no mês de agosto, com 13,7 km/h de velocidade média horária, e os mais fracos no mês de março, com 8,7 km/h de velocidade média horária.

3.1.5. Pluviometria

A distribuição pluviométrica da região em estudo 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, o qual referência os cálculos do estudo hidrológico, se inicia em agosto, com o início das chuvas, e se finaliza em julho, sendo este o mês menos chuvoso do ano.

Para o estudo das precipitações pluviométricas, utilizamos os dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) coletados nas seguintes Estações (Postos):

Tabela 1 - Estações Pluviométricas para coleta de dados

Código (Nº)	1749004
Nome	Nº 01749004
Código Adicional	PONTALINA
Bacia	6 - RIO PARANA
Sub-bacia	-
Rio	-
Estado	GOIÁS
Município	PONTALINA
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-17,52
Longitude	-49,44
Altitude (m)	-
Area de Drenagem (km²)	-

Em todas as Estações a coleta de dados para medição da pluviometria 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 destes postos pluviométricos.



Figura 10 - Localização das Estações de Coleta de Dados Pluviométricos

O mecanismo atmosférico na região 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 – GO-215 – Estação N° 01749004 Pontalina

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS																																																				
RODOVIA: LIGAÇÃO										ESTAÇÃO : Pontalina - (Sub-bacia Rio Paranaíba, principal curso d'água Rio Meia Ponte)										ENTIDADE : ANA 04/02/2025																																
TRECHO: CONTORNO PONTALINA										LATITUDE: 17°31'00" (UTM N = 7.947.014,85 m)										PERÍODO : 1974 A 2006 (25 ANOS)																																
SUB-TRECHO:-										LONGITUDE: 49°26'28" (UTM E = 603.355,75 m)										Uf. : Goiás																																
DATA 16/01/2025										CÓDIGO : 01749004										MUNICÍPIO: Pontalina																																
ANOS	MESES																																								DADOS ANUAIS											
	Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Total	Dias de	Máxima	Dia
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	(mm)	chuva	(mm)	máxima								
1974	8	4	3,4	28	249,3	18	46,2	26	205,6	16	42,2	22	248,4	16	95	3	160,2	15	35	3	231,8	14	43,6	1	388,6	25	98,4	11	138,2	12	50,8	12	8	3	4,8	7	0	0	0	1	0	0	0	1	0,2	1	0,2	22	1.638,3	124	98,4	11/3/1974
1975	2,6	1	2,6	22	165,4	15	28,8	23	156	10	55,8	25	214,2	20	25,8	7	138,2	17	19,8	20	143	12	45,4	22	114,8	11	62,2	28	41,8	5	21,8	6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	976,0	91	62,2	28/3/1975
1976	11	1	11	27	184,3	14	55,8	13	162,9	15	24,6	10	104	12	23,4	16	71,5	10	15,6	23	132,4	15	18,4	12	67,1	8	21,4	13	49,6	3	26,8	13	40,1	5	15,8	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	822,9	83	55,8	13/10/1975
1977	96,8	3	84	26	94,4	9	27	25	0	0	0	1	319,8	18	96	20	187,9	15	41,2	27	93,4	7	22,4	22	43,3	6	12	20	56,3	7	14,8	4	75,8	5	25,6	17	5,1	2	4,3	2	0	0	0	1	3,8	1	3,8	28	976,6	73	96	20/12/1976
1978	34,9	4	12,4	30	100,3	11	28,8	23	182	15	33,2	30	302,9	18	72	28	197,4	18	43	2	411,2	19	82,3	12	183,9	16	32,5	2	196,5	14	68	3	22,2	4	13	9	29,5	3	12	1	49,6	3	26	22	0	0	0	1	1.710,4	125	82,3	12/2/1978
1979	0	0	0	1	164,8	12	32	23	235,4	11	61	8	402,4	23	50	10	320	19	38	19	163,2	3	131	20	169,5	15	45,8	28	78,3	7	46,6	24	5,3	1	5,3	29	0	0	0	1	0	0	0	1	2,9	2	2,8	29	1.541,8	93	131	20/2/1979
1980	34,9	4	12,4	30	100,3	11	28,8	23	182	15	33,2	30	302,9	18	72	28	393,2	25	60	7	398,1	24	63,9	15	28,8	7	10,4	8	68,4	8	17,6	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.508,6	112	72	28/12/1977
1981	0	0	0	1	0	0	0	1	265	17	40	13	192,1	19	36,2	18	256,9	16	56,8	14	33	6	19	1	117	10	24	20	59	3	49,7	1	4,5	1	4,5	3	50	1	50	8	0	0	0	1	0	0	0	1	977,5	73	56,8	14/1/1981
1982	1,4	1	1,4	30	195	11	60,1	3	410,2	13	103	7	218,6	15	52	3	458,9	22	95	11	70	8	18,1	22	136,1	12	26,6	28	59,1	5	27	17	1,3	1	1,3	23	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.550,6	88	103,4	7/11/1981
1983	15,9	1	15,9	20	16,4	3	9	31	91,2	4	35	19	156,6	13	51	9	331,4	20	49,5	30	199,8	15	38,1	28	239	19	43,2	15	96,4	6	44	12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.146,7	81	51	9/12/1982
1984	6,3	3	2,2	15	125,1	11	24,3	23	253,6	20	53,3	30	380,5	25	85,1	1	199,7	16	42	12	152,6	18	27,1	21	158,7	19	28,6	20	121,9	11	36,5	2	2,7	2	1,4	16	0	0	0	1	0	0	0	1	33,6	2	27,6	29	1.434,7	127	85,1	1/12/1983
1985	26,1	6	9,1	16	127,4	15	35,5	27	151,2	14	26,1	14	117,2	16	34,1	24	416,4	28	66,8	22	167,1	12	28,6	25	225,8	9	48,6	6	123,1	10	23,3	12	15,5	2	12,5	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.369,8	112	66,8	22/1/1985
1986	18,8	2	17,8	26	138,2	9	37,9	28	173,7	12	47,8	6	363,2	19	60,8	22	158	13	41,7	17	131,3	14	18,9	11	178,6	13	39,9	6	130,6	9	41	18	18,7	1	18,7	16	0	0	0	1	0	0	0	1	22,7	2	20,5	27	1.333,8	94	60,8	22/12/1985
1987	8,9	1	8,9	15	210	8	100	15	21,4	6	7,2	18	151	10	30	12	165,3	12	62	11	179,8	4	67	10	263	12	56	9	30,2	4	11	30	23	1	23	26	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.052,6	58	100,4	15/10/1986
1988	22,2	4	8	1	121,5	6	39,2	22	84,6	10	26,9	5	68,8	6	19,3	9	184,5	11	92	10	148,7	15	37,9	28	224,4	12	54	17	72,7	3	51,3	19	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	927,4	67	92	10/1/1988
1990	0	0	0	1	72,3	3	35,6	19	251,4	10	99,6	17	504,8	18	75,1	29	45,8	3	27,5	5	120	8	31,1	11	91,5	4	34,7	1	82,9	5	26,6	2	89,7	3	37,5	6	0	0	0	1	3,7	1	3,7	3	9,9	1	9,9	31	1.272,0	56	99,6	17/11/1989
1991	22,2	4	8	1	121,5	6	39,2	22	84,6	10	26,9	5	68,8	6	19,3	9	258,7	19	49,5	7	163,3	10	27,3	28	0	0	0	1	134,3	7	35,6	13	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	853,4	62	49,5	7/1/1991
1992	59,5	3	52,3	22	23,8	2	20,3	6	0	0	0	1	0	0	0	1	369,8	16	73,1	26	344,4	12	87,2	5	67,9	6	28,2	28	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	865,4	39	87,2	5/2/1992
1993	1,7	1	1,7	14	118,9	9	26,2	20	235,7	15	52,2	7	182,7	12	32,8	18	51,3	4	22,5	31	151,5	9	29,4	14	45,8	1	45,8	31	59,4	4	20,5	11	63,5	2	62,7	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	910,5	57	62,7	5/5/1993
1994	68,1	6	26,2	26	33,1	5	11,6	6	148	11	39,4	26	164,5	8	85,4	20	208,8	10	63,7	10	157,2	9	46	3	240,7	13	43,6	30	131	9	37,9	19	0	0	0	1	21,1	1	21,1	23	0	0	0	1	0	0	0	1	1.172,5	72	85,4	20/12/1993
1996	0	0	0	1	142,2	8	76,6	31	180,9	12	40,5	30	134,8	13	28,6	16	36,5	4	17,2	2	83,6	6	46,4	6	83,6	9	20,5	17	41,4	5	13,8	19	7,8	1	7,8	23	0	0	0	1	0	0	0	1	5,7	1	5,7	17	716,5	59	76,6	31/10/1995
1997	4,4	1	4,4	19	89,1	4	39,1	31	240	12	58,3	16	144,9	8	36,2	27	131,8	7	54,3	18	139,1	7	71,3	26	300,8	13	45,8	23	143,1	6	45	16	0	0	0	1	11,5	2	7,9	11	0	0	0	1	0	0	0	1	1.204,7	60	71,3	26/2/1997
1998	30	4	10,8	25	59,6	4	37,9	25	103,5	6	34,5	12	189,2	14	35,9	14	246,3	9	60,7	20	145,4	13	36,6	17	107,5	10	25,4	1	2,6	1	2,6	12	75,6	3	37,6	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	959,7	64	60,7	20/1/1998
2005	14,1	1	14,1	1	47,6	6	10	31	62,6	6	32,4	30	97,5	11	32	16	184,3	13	31	28	208,5	10	67	22	267,1	11	70,4	5	154,3	3	102	29	68,3	3	31,8	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.104,3	64	101,5	29/4/2005
2006	13,6	3	5,3	22	8,6	1	8,6	29	303,8	13	51,9	14	260,8	12	55,8	13	63,3	6	19	8	45	4	14,4	4	250,7	9	93,6	18	165,8	9	55,1	8	23,5	2	15,6	13	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1.135,1	59	93,6	18/3/2006
Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho (método de THIESEN), as alturas estão em acordo com mapas Isoietas.																																																				

As chuvas iniciam-se no mês de setembro, 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 77% do total anual para as estações selecionadas.

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 significativos. No inverno não chega a se acumular, em média, mais de 10,00 mm de chuvas. 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 muito 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 as respectivas estações pluviométricas analisadas para o presente estudo.

Nº 01749004 – Pontalina

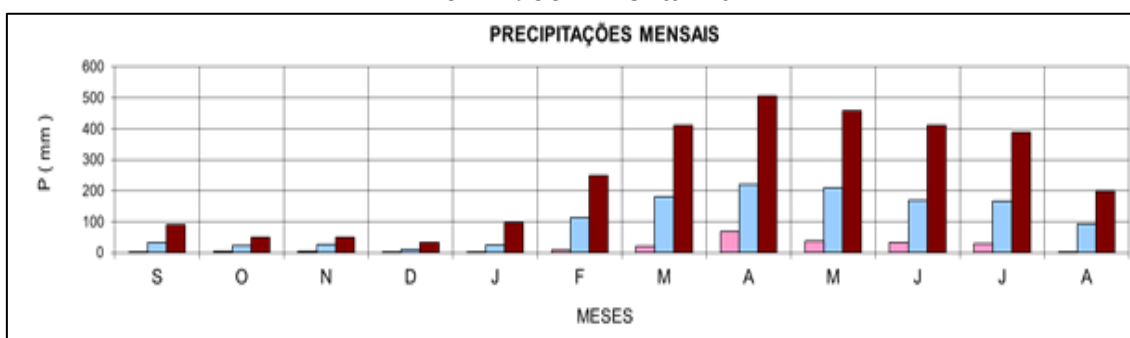


Figura 11 – Precipitações totais mensais (ano civil)

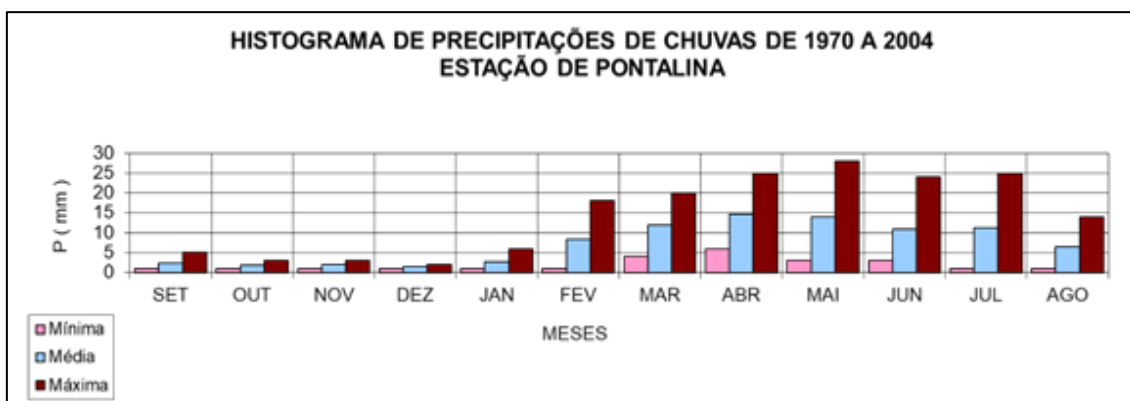


Figura 12 – Precipitações totais mensais (ano hidrológico).

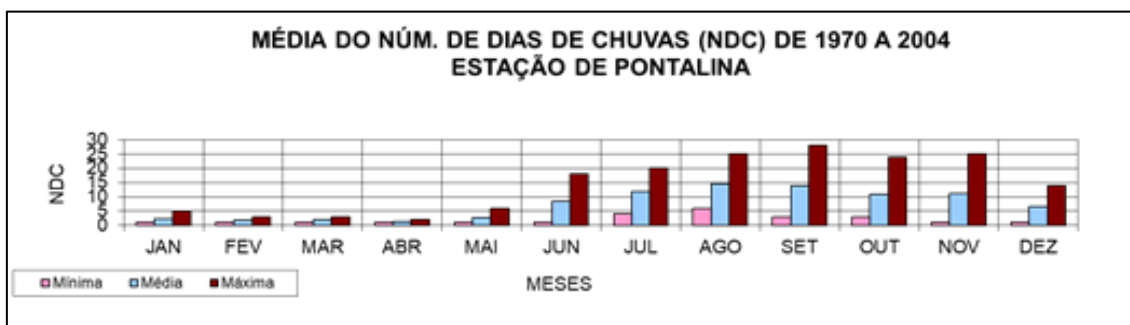


Figura 13: Número de dias de chuva.

Estação: Pontalina - Pluviograma												
PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)
Prec. Máx. Mensal	96,80	249,30	410,20	504,80	458,90	411,20	388,60	196,50	89,70	50,00	49,60	33,60
Prec. Méd. Mensal	20,06	108,36	167,41	211,62	209,44	168,54	159,77	89,48	21,82	4,69	2,13	3,15
Prec. Min. Mensal	1,00	1,00	4,00	6,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
NDC Máx. Mensal	6	18	20	25	28	24	25	14	5	3	3	2
NDC Méd. Mensal	2	8	11	14	14	11	11	6	2	0	0	0
NDC Min. Mensal	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0
Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Paranaíba, principal curso d'água Rio Meia Ponte / Carta topográfica do município de Pontalina: IBGE - folha SE-22-Z-A-II - MI-2410 - ESC. 1:100.000.												

Diagrama Climatológico	
Pmáx = 1710,4 mm (Precip. Máxima Anual para o período).	
Pméd = 1166,47 mm (Precip. Média Anual para o período).	
Pmín = 716,5 mm (Precip. Mínima Anual para o período).	
Nmáx = 127 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período).	
Nméd = 80 (Média do núm. de dias de chuva por ano no período).	
Nmín = 39 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).	

Figura 14: Características do regime pluviométrico da Estação N° 01749004 – Pontalina.

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.

3.2. 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 $< 5 \text{ km}^2$, adota-se o Método Racional;
- Para bacias com áreas $> 5 \text{ km}^2$ e $< 10 \text{ km}^2$, adota-se o Método Racional Corrigido;
- Para Bacias com áreas $> 10 \text{ km}^2$ adota-se o Hidrograma Unitário Triangular (bacias com áreas entre 10 e 20 km^2 as descargas serão determinadas pelo método do Hidrograma Sintético Triangular, para áreas acima de 20 km^2 as descargas serão determinadas pelo método do Hidrograma Unitário Triangular).

3.2.1. Período de Retorno

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

Níveis altos de segurança implicam, portanto, custos elevados e grandes interferências no meio ambiente. Minimizar custos e interferências é um objetivo importante em projetos de drenagem, mas não deve ser alcançado pela escolha de períodos de retorno inadequadamente pequenos.

As dificuldades em se estabelecer, objetivamente, o período de retorno, 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 segue os critérios estabelecidos na IS-203: Estudos Hidrológicos, sendo determinado através de fator técnico-econômico. A escolha necessita cuidados especiais, tais como:

- Tipo, importância e segurança da obra;
- Classe da rodovia;
- Estimativas de custos de restauração na hipótese de destruição;
- Estimativa de outros prejuízos resultantes de ocorrência de descargas maiores que as de projeto;
- Comparativo de custo entre a obra para diferentes tempos de recorrência;

Riscos para as vidas humanas face a acidentes provocados pela destruição da obra. Os tempos de retorno adotados no presente estudo buscam atender a tabela apresentada a seguir.

Tabela 11 – 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: IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos (Adaptada).

Para o presente projeto, seguiu-se a IP-03 da GoInfra e os parâmetros normatizados pelo DNIT para verificação hidráulica das obras existentes e para a verificação e compatibilização dos dispositivos de drenagem superficial.

3.2.2. Determinação da Intensidade de Chuva

Para a determinação das vazões de projeto das bacias, através de modelo chuva-vazão, primeiramente foi estudado o regime de chuvas da região através de análises estatísticas dos dados coletados nas estações pluviométricas selecionadas.

A estação N° 01749004 – Pontalina, com 25 anos de observações completas, não contínuas, apresenta boa confiabilidade de dados. Também se adotou como critério para seleção dos dados, todos os intervalos 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.

As demais estações, presentes na área de influência do estudo analisadas não apresentam dados suficientes ou passíveis para poderem ser adotados.

Os dados selecionados são apresentados a seguir:

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

Com os valores da precipitação média e do desvio padrão calculados no estudo estatístico mostrado nas tabelas a seguir, juntamente com os valores do 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 1,095 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 ela 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 18 - Estudo Estatístico – Pontalina Nº 01949004

TABELAS DOS CÁLCULOS								
ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS								
ESTAÇÃO : PONTALINA CÓDIGO : 01749004 PERÍODO : 1974 A 2006					ENTIDADE : ANA LATITUDE : 17°31'00" LONGITUDE : 49°26'28"			
DATA DIAMÊS/ANO	SEQ.	P (mm)	Nº ordem (n)	P - ordenada (mm)	P-Pm	(P-Pm) ²	F=n/(m+1)%	Tr=1/F
11/3/1974	6	98,4	1	131,00	50,9	2.592,4	3,8	26,0
28/3/1975	19	62,2	2	103,40	23,3	543,6	7,7	13,0
13/10/1975	23	55,8	3	101,50	21,4	458,6	11,5	8,7
20/12/1976	7	96,0	4	100,40	20,3	412,7	15,4	6,5
12/2/1978	13	82,3	5	99,60	19,5	380,9	19,2	5,2
20/2/1979	1	131,0	6	98,40	18,3	335,5	23,1	4,3
28/12/1977	15	72,0	7	96,00	15,9	253,3	26,9	3,7
14/1/1981	22	56,8	8	93,60	13,5	182,7	30,8	3,3
7/11/1981	2	103,4	9	92,00	11,9	142,0	34,6	2,9
9/12/1982	24	51,0	10	87,20	7,1	50,6	38,5	2,6
1/12/1983	12	85,1	11	85,40	5,3	28,3	42,3	2,4
22/1/1985	17	66,8	12	85,10	5,0	25,2	46,2	2,2
22/12/1985	20	60,8	13	82,30	2,2	4,9	50,0	2,0
15/10/1986	4	100,4	14	76,60	-3,5	12,1	53,8	1,9
10/1/1988	9	92,0	15	72,00	-8,1	65,4	57,7	1,7
17/11/1989	5	99,6	16	71,30	-8,8	77,2	61,5	1,6
7/1/1991	25	49,5	17	66,80	-13,3	176,5	65,4	1,5
5/2/1992	10	87,2	18	62,70	-17,4	302,2	69,2	1,4
5/5/1993	18	62,7	19	62,20	-17,9	319,8	73,1	1,4
20/12/1993	11	85,4	20	60,80	-19,3	371,9	76,9	1,3
31/10/1995	14	76,6	21	60,70	-19,4	375,7	80,8	1,2
26/2/1997	16	71,3	22	56,80	-23,3	542,1	84,6	1,2
20/1/1998	21	60,7	23	55,80	-24,3	589,7	88,5	1,1
29/4/2005	3	101,5	24	51,00	-29,1	845,9	92,3	1,1
18/3/2006	8	93,6	25	49,50	-30,6	935,4	96,2	1,0

Obs : Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Ver publicação do DNER 478/26 - 1975 "Vazão de Dimensionamento de Bueiros".

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)							
N/Tr	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,533	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	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	1,917	2,183	2,393	3,026	3,653

Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Sousa Pinto, SP, 1976.

TEMPO DE RECORRÊNCIA Tr)	K (°)	Pr (mm)
5 anos	0,888	98,23
10 anos	1,575	112,27
15 anos	1,958	120,10
25 anos	2,444	130,04
50 anos	3,088	143,20
100 anos	3,729	156,30
1.000 anos	-	200,33
10.000 anos	-	244,36
CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEN TECHOW - P _{Tr} (mm)		
P5 = 80,08 + 0,888 x 20,44 = 98,23 mm		
P10 = 80,08 + 1,575 x 20,44 = 112,27 mm		
P15 = 80,08 + 1,958 x 20,44 = 120,1 mm		
P25 = 80,08 + 2,444 x 20,44 = 130,04 mm		
P50 = 80,08 + 3,088 x 20,44 = 143,2 mm		
P100 = 80,08 + 3,729 x 20,44 = 156,3 mm		
P1000 = P100 + (P100 - P100) = 200,33 mm		
P10000 = P1000 + (P1000 - P1000) = 244,36 mm		

MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO	
MÉDIA :	$\bar{P} = \frac{\sum P}{25} = 80,08$
DESVIO PADRÃO : σ	Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, fórmula de VEN TE CHOW: $\bar{P} = 80,08$ $\sum P = 2.002,10$ $\sum (\bar{P} - P)^2 = 10.024,65$ $m - 1 = 24$ $\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1} = 417,69$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 20,44$ $Pr = \bar{P} + \sigma \times K$ $Pr = 80,08 + K \times 20,44$

Tabela 19 - Valores de K (Weise e Reid) – Pontalina Nº 01949004

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
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
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

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 (Hersnfield 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.

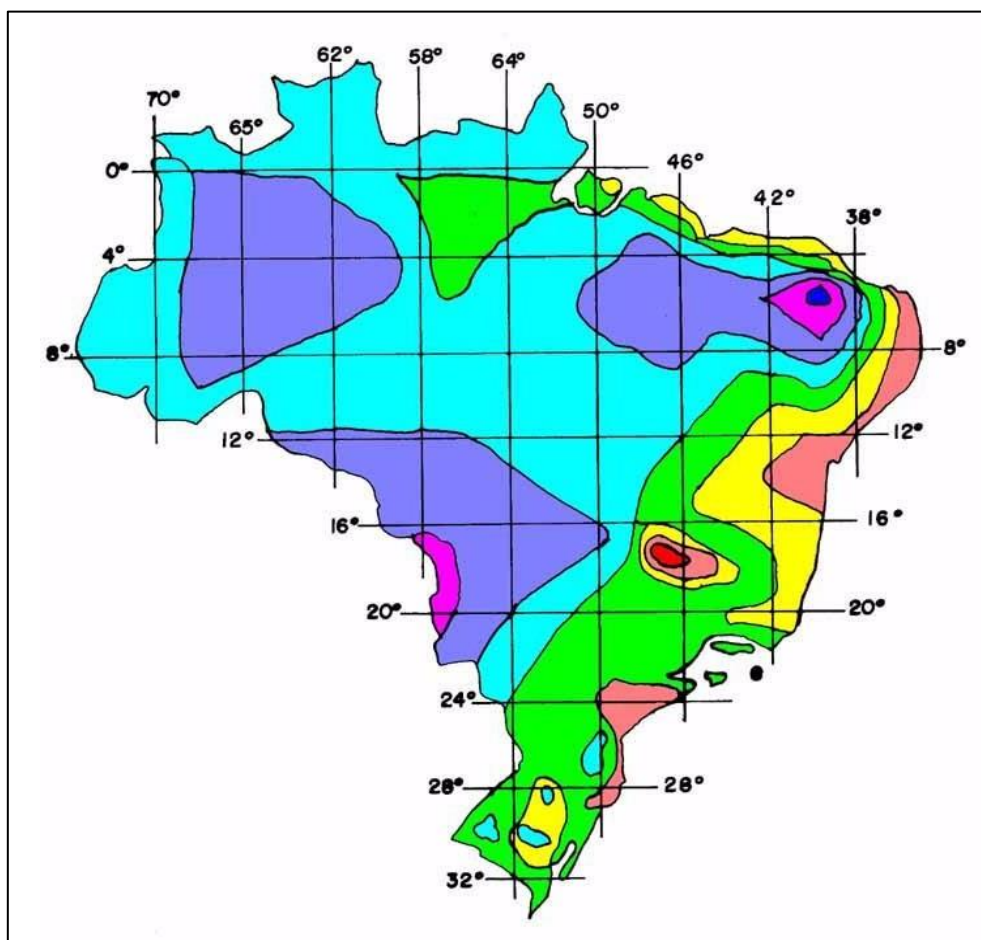


Figura 15: Mapa de Isozonas.

Tabela 20: Tabelas de Isozonas.

Zona		Tempo de Recorrência (anos)								
		1 Hora / 24 Horas							6 mim / 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		<u>44,0</u>	<u>43,6</u>	<u>43,3</u>	<u>43,2</u>	<u>43,0</u>	<u>42,6</u>	<u>42,2</u>	<u>12,6</u>	<u>11,2</u>
F		46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,9	12,4
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 quadros de altura de chuva x duração x intensidade x tempo de recorrência e 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 23 – Estação N° 1749004 Quadro – Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência

ISOZONA "E"																	
Tempo de Recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva (A)							6 min / 24 horas (B)		Duração	Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100		5	10	15	20	25	50	100
Porcentagem	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,6	42,2	12,6	11,2	24 horas (C)	108,05	123,50	132,11	138,34	143,04	157,52	171,93
As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos. Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas										1 hora (D)	47,54	53,85	57,20	59,76	61,51	67,10	72,55
										6 minutos (E)	13,61	15,56	16,65	17,43	18,02	19,85	19,26
										Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = $P_T(\text{mm}) \times 1,10$, onde $P_T(\text{mm})$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)							

ESTAÇÃO : PONTALINA - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA															
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		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)
6 min.	(0,1 h)	13,61	136,15	15,56	155,61	16,65	166,46	17,43	174,31	18,02	180,23	19,85	198,47	19,26	192,56
12 min.	(0,2 h)	22,54	112,72	25,64	128,18	27,32	136,60	28,57	142,85	29,47	147,33	32,28	161,42	33,28	166,41
36 min.	(0,6 h)	37,97	63,29	43,05	71,74	45,76	76,27	47,82	79,70	49,24	82,07	53,77	89,62	57,52	95,87
60 min.	(1,0 h)	47,54	47,54	53,85	53,85	57,20	57,20	59,76	59,76	61,51	61,51	67,10	67,10	72,55	72,55
120 min.	(2,0 h)	58,25	29,13	66,17	33,09	70,46	35,23	73,67	36,84	75,94	37,97	83,11	41,55	90,14	45,07
240 min.	(4,0 h)	69,57	17,39	79,20	19,80	84,47	21,12	88,36	22,09	91,18	22,80	100,01	25,00	108,73	27,18
1440 min.	(24,0 h)	108,05	4,50	123,50	5,15	132,11	5,50	138,34	5,76	143,04	5,96	157,52	6,56	171,93	7,16

Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Paranaíba, principal curso d'água Rio Meia Ponte / Carta Topográfica: IBGE - folha SE-22-Z-A-II - M-2410 - ESC. 1:100.000.

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfield e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.

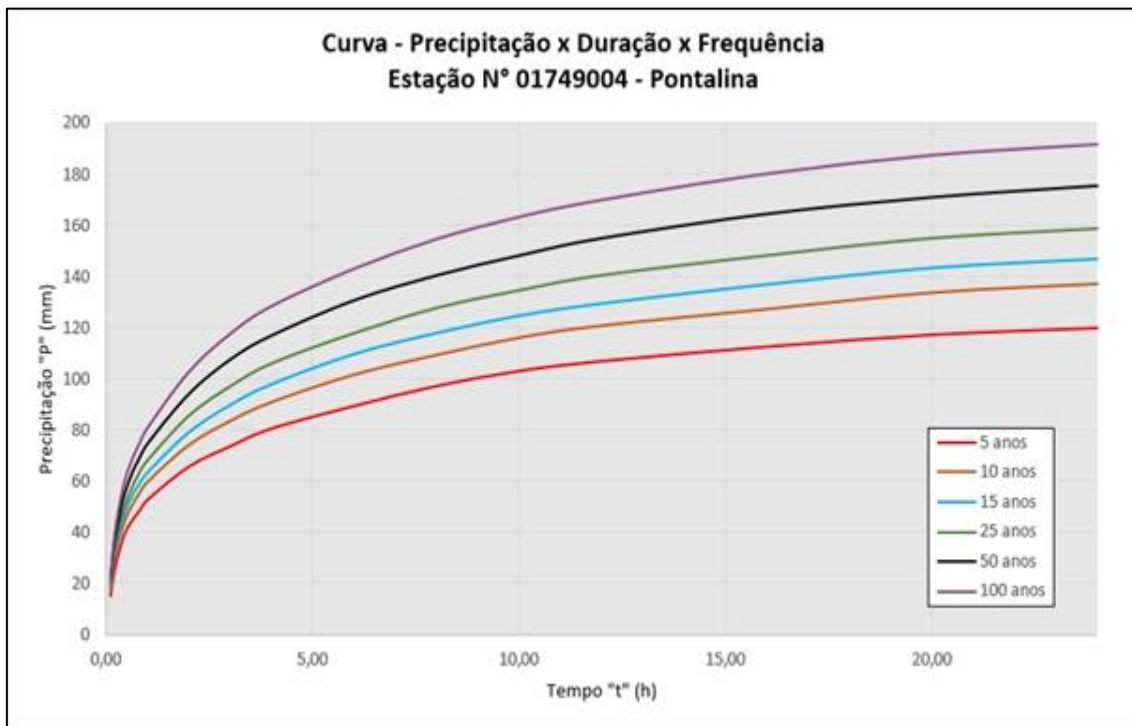


Figura 16 - Precipitação x Duração x Frequência.

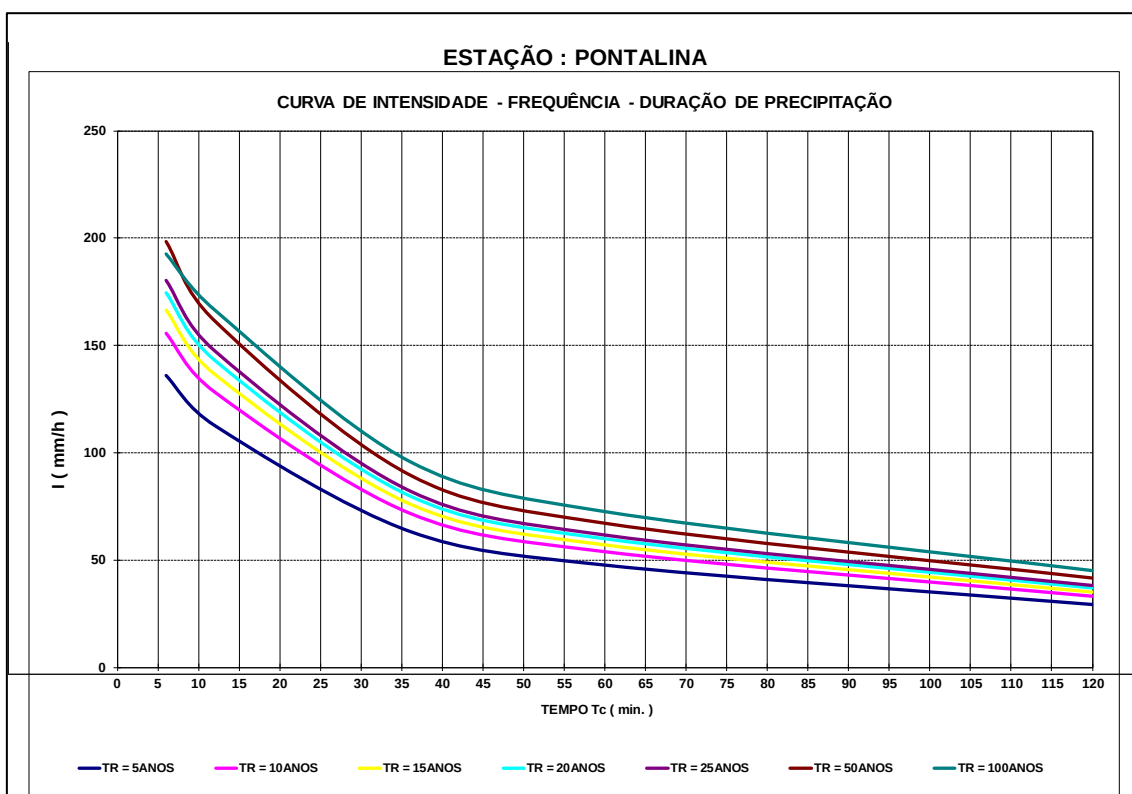


Figura 26 - Intensidade x Duração x Frequência

3.2.3. Justificativa para Adoção das Estações Pluviométricas

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.

Método de Dimensionamento das Vazões Excedentes:

O escoamento superficial direto, ou precipitação excedente, é a parcela da precipitação total que escoar inicialmente pela superfície do solo, concentrando-se em enxurradas e, posteriormente, em cursos de água maiores e mais bem definidos. A chuva excedente é a maior responsável pelas vazões de cheia, principalmente em bacias pequenas e urbanizadas.

A lâmina de chuva excedente (h_{exc}), multiplicada pela área de drenagem (A), fornece o volume de escoamento superficial direto.

$$V_{esd} = A \times h_{exc}$$

Equação 1: Vazões Excedentes.

A impermeabilização do solo, que normalmente acompanha o processo de urbanização, altera dramaticamente a parcela da chuva que escoar superficialmente. Aumentos da altura da lâmina d'água da ordem de 300 a 400% não são incomuns quando a bacia passa de uma ocupação natural ou rural para uma ocupação de alto grau de urbanização.

3.2.4. Determinação do coeficiente de escoamento

Para o cálculo da chuva excedente uma das abordagens principais é o cálculo direto por meio de relações funcionais que levam em conta o total precipitado, o tipo de solo, sua ocupação e perdas por infiltração.

Os métodos de cálculo baseiam-se, normalmente, em relações empíricas e são largamente utilizados pelo fácil uso e por fornecerem resultados satisfatórios quando empregados com discernimento. Exemplos típicos dessa classe de métodos são os consagrados: método do número da curva do SCS e o método do coeficiente de escoamento superficial, utilizado para cálculo das vazões de pico.

3.2.5. Coeficiente de escoamento superficial – C

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 Escoamento. A parcela da precipitação que escoar

superficialmente depende basicamente das características da área onde se dará o escoamento (declividade, natureza e utilização do solo).

A definição do coeficiente de escoamento superficial a ser adotado no presente estudo, apoiou-se em tabelas que apresentam valores em função do tipo de ocupação da área. Analisou-se o coeficiente de escoamento superficial de cada bacia de forma particular, identificando as características e particularidades de cada local para assim representar da melhor forma possível a escolha de valores dos coeficientes de escoamento superficial a serem empregados.

A tabela 25, apresentada na *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos*, serviu como referência primária para a definição dos coeficientes de escoamento superficial a serem adotados, sendo empregada para todos os cálculos de vazão em que o Método Racional e Método Racional Modificado foram utilizados. A tabela 20, apresentada no *IPR-715 – Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005* é utilizada como referência para a definição do coeficiente de escoamento superficial no que se refere a aplicação da metodologia do SCS.

Optou-se pela utilização desta, em detrimento à tabela do *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos*, por esta apresentar maiores valores de coeficiente, resultando em maiores vazões para os locais em que são empregadas e proporcionando assim uma margem de segurança superior para as obras de transposição que serão implantadas.

Uma vez que devido ao método do SCS ser recomendado para bacias de maiores dimensões e conseqüentemente maior importância, torna-se mais salutar o seu emprego para reduzir as chances de possíveis falhas nas obras a serem implantadas.

Tabela 24 - Valores do coeficiente de escoamento superficial GOINFRA

Condições de superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Áreas urbanizadas; Cerrados, pastagens	A	0,1	50	0,2	55	0,30	65
	B	0,2	55	0,3	60	0,4	70
	C	0,4	60	0,6	65	0,6	75
	D	0,60 - 0,80	70	0,60-0,90	75	0,60 - 1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,2	45	0,3	50	0,4	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,3	60	0,4	60	0,5	70
	D	0,4	65	0,5	70	0,6	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,1	35	0,3	45	0,4	50
	B	0,2	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,3	50	0,4	60	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70
Culturas Terraceadas	A	0,1	30	0,2	40	0,3	50
	B	0,15	40	0,3	50	0,4	55
	C	0,2	50	0,4	55	0,5	60
	D	0,4	60	0,5	65	0,6	70

Fonte: IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos

Como as áreas de contribuição das bacias possuem superfícies com diferentes coeficientes de escoamento, adota-se a média ponderada de seus valores.

3.2.6. Método do “Soil-Conservation Service (SCS)” – CN

O método de cálculo de vazão do SCS, aqui apresentado, referencia-se no IPR-715 – *Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, DNIT 2005*. Inicialmente é realizada a separação do escoamento, este consiste na determinação do volume de água que entra na bacia através da precipitação que será escoado superficialmente através de balanço hídrico. A vazão de pico é calculada em função da área de drenagem da bacia, o armazenamento potencial da bacia e o tempo de concentração. Essa relação chuva-deflúvio separa a chuva total em escoamento direto, retenção e abstração inicial, é realizada através do emprego da expressão de Mockus, onde se define os deflúvios em função das precipitações, a expressão é apresentada a seguir.

$$Q_d = \frac{(P - 0,2S_R)^2}{P + 0,8S_R}$$

Equação 2: SCS

$P > 0,2S$

Onde:

Q_d = altura do escoamento superficial direto, mm;

P = altura da precipitação, mm;

S_R = retenção potencial do solo, mm.

O valor de S depende do tipo e da ocupação do solo e pode ser determinado, facilmente, por tabelas próprias. A quantidade de $0,2S$ é uma estimativa de perdas iniciais, devidas à interceptação e retenção em depressões. Por essa razão, impõe-se a condição $P > 0,2S$.

Estudos empíricos mostram que o S_R está relacionado ao tipo de solo, uso do solo e condição da bacia. Esses são representados pelo número de curva, CN, que é utilizado para estimar o S_R na seguinte equação:

$$S_R = \frac{25400}{CN - 254}$$

Equação 3: S_R

Onde:

CN = número da curva, varia entre 0 e 100. O parâmetro CN depende do tipo de solo, condições de uso e ocupação do solo e da umidade antecedente.

O parâmetro CN é o número de escoamento da bacia que retrata as condições da camada superficial do solo, pode variar desde uma cobertura muito permeável até uma cobertura totalmente impermeável, variando a capacidade de infiltração do solo.

O SCS distingue, em seu método, quatro grupos hidrológicos de solos, são classificados de “A” a “D” variando entre solos mais arenosos (A), intermediários (B e C) e mais argilosos (D).

A Tabela apresentada a seguir, demonstra os valores do número de curva adotado para cada tipo de solo e ocupação (na Condição II).

O método em questão também distingue três condições de umidade antecedente do solo, podendo eles terem condição I (solos secos), condição II (situação média na época das cheias) e condição III (solo úmido, próximo da saturação).

Tabela 25 – Número de Chuva CN para Diversas Condições de Umidades Antecedentes

Condição II	Condição O	Condição I	Condição III
15	15	7	33
20	19	9	39
25	23	12	45
30	27	15	50
35	30	19	55
40	33	23	60
45	36	27	65
50	39	31	70
55	43	35	75
60	47	40	79
65	51	45	83
70	56	51	87
75	61	57	91
80	67	63	94
85	74	70	97
90	82	78	98
95	92	87	99
100	100	100	100

Fonte: IPR – 715 *Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem DNIT 2005* (Adaptada).

Tabela 27 – Número de Curva (CN) para Diferentes Condições do Complexo Hidrológico.

Solo - Cobertura Vegetal Para Condição de Umidade Antecedente II (Média) E Ia = 0,2s					
Cobertura Vegetal	Condição de Retenção Superficial	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
Terreno não Cultivado com Pouca Vegetação	Pobre	77	86	91	94
Terreno Cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

Fonte: IPR – 715 Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem DNIT 2005 (Adaptada).

A aplicação do método SCS pode ser realizada de duas formas, uma delas é fazer uso de tabelas que levam em conta os tipos de ocupação do solo, característicos de áreas urbanas. A outra é fazer uma média ponderada dos diversos CNs da bacia.

Para o presente estudo adotou-se coeficientes variados, ajustados para cada caso, obtidos pela média ponderada do tipo de ocupação atual e em casos de área com potencial à urbanização, a ocupação futura do solo.

3.2.7. Definição dos dados físicos das bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação, em que os escoamentos seguem para um único ponto de saída denominado exutório. Ela pode ser considerada como um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando como perdas intermediárias os volumes evaporados e infiltrados.

Para a definição em termos de deflúvio, deverão ser levantados os dados das bacias com a compartimentação de dados existentes (Cartas geográficas, dados geológicos, geomorfológicos, tipos de solos etc.) com uso de modelagem de terreno através de softwares.

O maior objetivo do estudo das bacias é a predição satisfatória do comportamento hidráulico das obras de arte projetadas. Isto é alcançado através da ordenação e análise das informações obtidas nos estudos realizados.

3.2.8. Tempo de concentração

O tempo de concentração é, ao lado do coeficiente de escoamento superficial, um dos parâmetros cruciais da determinação na vazão de projeto. Diversas fórmulas têm sido propostas para determinar esse parâmetro em função das características físicas da bacia, da sua ocupação e, eventualmente, da intensidade de chuva. É importante salientar que a maioria dessas expressões são empíricas e, portanto, só valem para condições muito semelhantes às de sua determinação. A adoção de qualquer dessas fórmulas deve ser precedida de análise cuidadosa para evitar-se, por exemplo, o equívoco de utilizar, em áreas urbanas, fórmulas originalmente desenvolvidas para áreas rurais.

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido pelo tempo de percurso em que o deflúvio leva para atingir o curso principal desde os pontos mais longínquos até o local onde se deseja definir a descarga. Esse tempo caracteriza a forma do hidrograma unitário, sendo ainda definido pelo intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que todos os pontos da bacia estão contribuindo para a vazão e conseqüentemente é um fator importante na conformação e na descarga máxima da enchente de projeto.

A determinação numérica do tempo de concentração depende primordialmente do comprimento do curso d'água principal e de sua declividade.

O tempo de concentração não é constante para uma dada área, mas varia de acordo com o estado de recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. Porém, para períodos de recorrência superiores a 10 anos, a influência da vegetação parece ser desprezível.

Foi adotada para determinação do tempo de concentração (TC) a fórmula de KIRPICH, quando a área da bacia for igual ou menor que 0,8 km², e a fórmula de KIRPICH MODIFICADA, quando a área da bacia for superior a 0,8 km². Conforme metodologia definida no *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos*, as fórmulas utilizadas são apresentadas a seguir:

$$T_c = 0,39 \times \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 4: Tempo de concentração (Kirpich).

$$T_c = 0,59 \times \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 5 Tempo de concentração (Kirpich Modificada).

Sendo:

T_C = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do curso d'água, em km;

H = declividade do talvegue em %; $H = 100 \cdot (L/\Delta H)$; ΔH – desnível do talvegue em metros.

3.2.9. Método racional

Uma das equações mais comumente utilizadas para o cálculo de vazão de pico para áreas pequenas é a fórmula Racional, que consiste no cálculo da descarga máxima de uma enchente de projeto por meio de expressão que relaciona o valor desta descarga com a área da bacia e a intensidade da chuva, expressa por:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$$

Onde:

Q_p = Descarga de projeto ou pico de vazão, m³/s;

C = coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial;

I = Intensidade de precipitação sobre a área drenada, em mm/h;

A = área da bacia, em km².

O conceito do que seja uma pequena bacia é relativo. Sob o ponto de vista de drenagem, interessa defini-la em função de suas características hidrológicas. As seguintes propriedades descrevem uma bacia pequena em relação às precipitações e a outras características do escoamento que produzem as vazões de pico:

- A vazão de pico ocorre quando toda a bacia está contribuindo para o escoamento
- A intensidade de chuva é a mesma em toda a área da bacia
- A intensidade de chuva é uniforme sobre o tempo de duração igual ao tempo de concentração, T_c. O tempo de concentração é o tempo necessário para a água deslocar de um ponto hidráulico mais distante na bacia até o ponto de interesse.
- A frequência da ocorrência da vazão de pico é a mesma que a intensidade de chuva.

O coeficiente de escoamento é o mesmo para todas as tormentas de todas as probabilidades de recorrência. Como já citado anteriormente, as áreas de contribuição das bacias possuem superfícies com diferentes coeficientes de escoamento, adotou-se então a média ponderada de seus valores para a verificação das obras de arte correntes e um T_c de 10 minutos para a drenagem superficial.

3.2.10. Método racional corrigido

Adotou-se para este estudo em bacias com áreas entre 5 km² e 10km², para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas que são consideradas uniformes no Método Racional, coeficientes redutores das chuvas de ponta denominados Coeficientes de Retardo (ϕ), de acordo com o definido pela *IP-03 GOINFRA – Estudos Hidrológicos*. É expresso conforme a equação apresentada a seguir.

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \times \phi$$

Equação 6 - Vazão método Racional Corrigido

Sendo:

$$\phi = \frac{4,38}{A^{0,20} \times L}, 0,50 \leq \phi \leq 1,00$$

Equação 7 - Coeficiente de retardo

Onde:

A= área da bacia, em km²;

L= Comprimento do talvegue, em km.

3.2.11. Hidrograma unitário

Na conformação do Hidrograma Unitário, segundo o Soil Conservation Service, deve-se usar o hidrograma unitário adimensional curvilíneo, representado na figura a seguir.

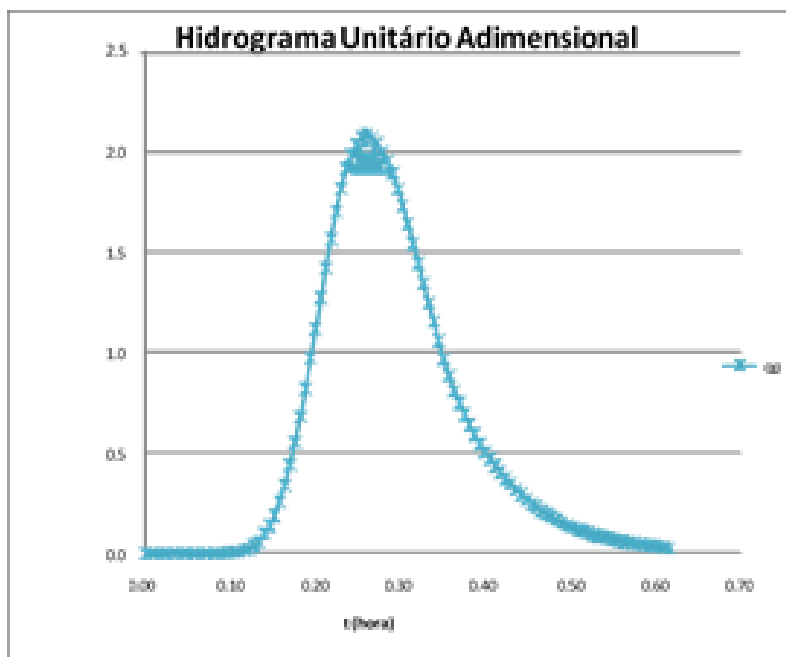


Figura 28 - Gráfico HUT (Autor)

Este hidrograma foi deduzido da média de um grande número de hidrogramas unitários naturais de bacias com tamanhos muito variados e situações geográficas diversas. Dividindo as ordenadas do hidrograma unitário pela sua descarga máxima e as abscissas pelo tempo de ponta T_p , resulta o hidrograma adimensional.

Na metodologia do SCS, o tempo de concentração da bacia é igual ao tempo entre o fim da chuva e o ponto de inflexão no ramo descendente do hidrograma unitário, o atraso da onda é aqui definido pelo tempo entre o centro da chuva unitária e o pico do hidrograma unitário.

Para o cálculo das vazões de projeto é montada uma planilha, com o auxílio do software Excel, onde os cálculos estão vinculados aos dados físicos levantados das bacias hidrográficas, aos coeficientes adotados, à tormenta de chuva e à toda metodologia do Hidrograma Unitário Adimensional proposta pelo SCS.

As planilhas de cálculo serão apresentadas por travessia, sendo a mesma considerada como exutório das bacias hidrográficas em questão. No cabeçalho das planilhas estarão todas as informações de descrição e técnicas para a definição da chuva de projeto. Quanto às informações técnicas temos:

- | | |
|--|--|
| a) Tempo de concentração (T_c), em horas: | $T_c = 0,59 \times (L^2/H) 0,385$ |
| b) Tempo Unitário (T_u), em horas: | $T_u = T_c/4 (<24h); T_u = T_c/6 (>24h)$ |
| c) Tempo de Pico (T_p), em horas: | $T_p = \Delta t/2 + 0,6 \times T_u$ |
| d) Tempo de Base (T_b), em horas: | $T_b = 2,67 \times T_p$ |
| e) Tempo de Retorno (T_r), em horas: | $T_r = 1,67 \times T_p$ |
| f) Escoamento superficial (μ), em $m^3/s/cm$: | $\mu = 2,08 \times \text{Área}/T_p$ |

Com esses valores é estabelecido o hidrógrafo triangular:

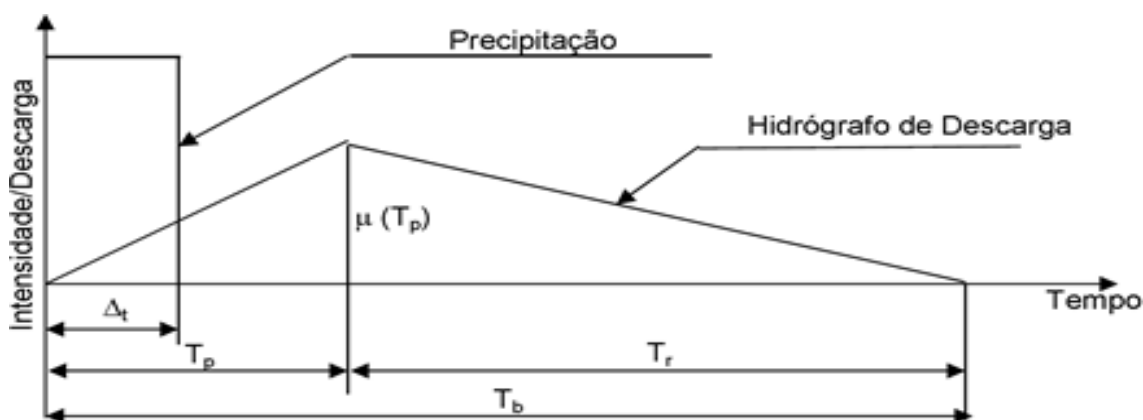


Figura 29 – Principais variáveis do Hidrograma Triangular (Autor).

A IPR-724 - manual de drenagem de rodovias do DNIT determina as vazões admissíveis, assim como a declividade crítica e velocidade crítica para cada tipo de bueiro.

Tabela 28 – Bueiros Tubulares trabalhando como canal. Fonte: DNIT.

TIPO	DIÂMETRO (m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTC	0,60	0,22	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC	1,20	1,73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,74
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

Tabela 29 – Bueiros Tubulares trabalhando como canal. Fonte: DNIT.

TIPO	BASE X ALTURA (mxm)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m ²)	VAZÃO CRÍTICA (m ³ /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSCC	1,0 x 1,0	0,67	1,71	2,56	0,78
BSCC	1,5 x 1,5	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,0 x 1,5	2,00	6,26	3,14	0,56
BSCC	2,0 x 2,0	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,0 x 2,5	3,33	13,48	4,05	0,69
BSCC	2,0 x 3,0	4,00	17,72	4,43	0,76
BSCC	2,5 x 2,5	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,0 x 1,5	3,00	9,40	3,14	0,44
BSCC	3,0 x 2,0	4,00	14,47	3,62	0,47
BSCC	3,0 x 2,5	5,00	20,22	4,05	0,51
BSCC	3,0 x 3,0	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	2,0 x 1,5	4,00	12,53	3,14	0,56
BDCC	2,0 x 2,0	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,0 x 2,5	6,67	26,96	4,05	0,69
BDCC	2,0 x 3,0	8,00	35,44	4,43	0,76
BDCC	2,5 x 2,5	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,0 x 1,5	6,00	17,79	3,14	0,44
BDCC	3,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,47
BDCC	3,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,51
BDCC	3,0 x 3,0	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	2,0 x 2,0	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC	2,0 x 2,5	10,00	40,44	4,05	0,69
BTCC	2,5 x 2,5	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC	3,0 x 2,0	12,00	43,40	3,63	0,47
BTCC	3,0 x 2,5	15,00	60,66	4,05	0,51
BTCC	3,0 x 3,0	18,00	79,73	4,43	0,54

3.3. DIMENSIONAMENTO

Para a realização dos cálculos das descargas, utilizou-se da declividade efetiva dos talvegues principais, que representa melhor o comportamento da declividade de uma bacia e consiste na média ponderada das declividades médias elevada ao quadrado.

Os pontos selecionados para os cálculos de declividades médias foram sinalizados em laranja nos perfis dos talvegues e estão apresentados nos anexos deste relatório. A fórmula da declividade efetiva é apresentada a seguir e foi retirada da obra do Engenheiro Marcos Jabôr.

$$i = \left[\frac{L}{\frac{L1}{\sqrt{i1}} + \frac{L2}{\sqrt{i2}} + \frac{L3}{\sqrt{i3}} + \dots + \frac{Ln}{\sqrt{in}}} \right]^2$$

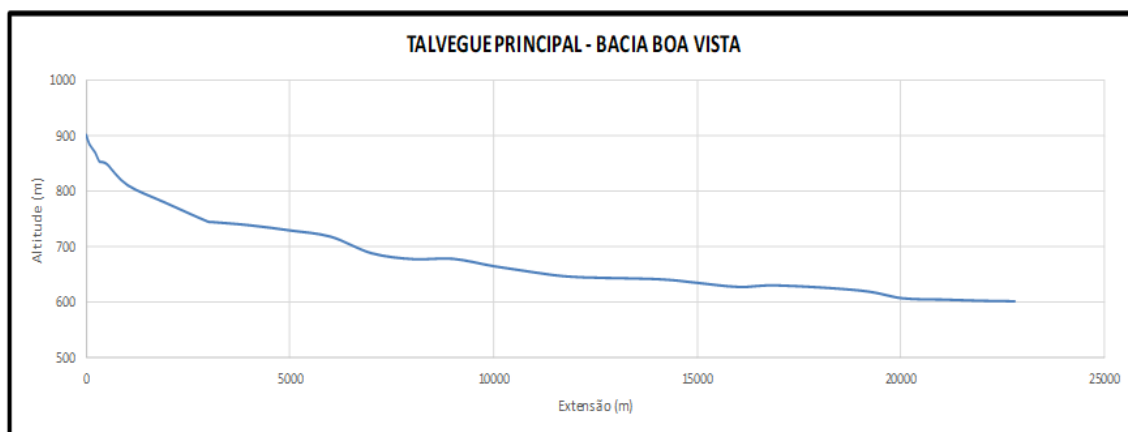
Onde;

L = Comprimento total do talvegue em Km;

L1, L2, Ln = Comprimentos Parciais do Talvegue em Km;

i1, i2, .in = Declividades Parciais em m/m.

Os comprimentos parciais, declividades parciais e os resultados finais das declividades efetivas dos talvegues estão apresentados na tabela a seguir.

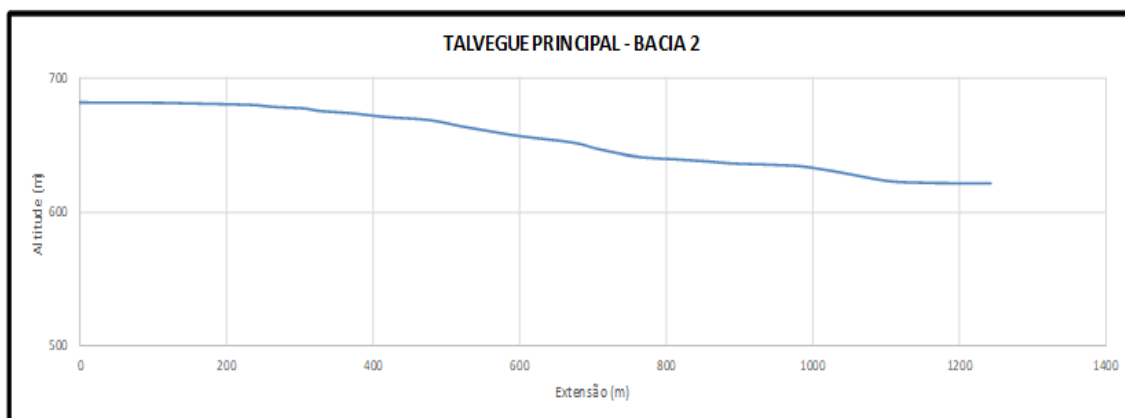


X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0	80,32151	901,613	884,8118	80,32151282	16,801	0,209172933	175,622088
80,32151	211,3657	884,8118	871,1068	131,0441883	13,70501709	0,104583174	405,216254
211,3657	319,5767	871,1068	854,285	108,21103	16,82183838	0,155454008	274,454634
319,5767	401,4633	854,285	852,582	81,88659426	1,702941895	0,020796345	567,831261
401,4633	514,4375	852,582	848,5898	112,9741706	3,9921875	0,03533717	600,984508
514,4375	1017,78	848,5898	810,8377	503,34207	37,75213623	0,075002942	1837,90932
1017,78	1928,592	810,8377	779,6538	910,812802	31,18389893	0,03423744	4922,41791
1928,592	2981,043	779,6538	745,1385	1052,450901	34,51531982	0,032795183	5811,61472
2981,043	3097,275	745,1385	744,1557	116,2317593	0,982788086	0,008455418	1264,02969
3097,275	4025,858	744,1557	738,2631	928,5825543	5,892578125	0,006345777	11656,7667
4025,858	5009,319	738,2631	728,9678	983,4611232	9,295288086	0,009451607	10115,8963
5009,319	6001,389	728,9678	717,7255	992,070475	11,24230957	0,011332168	9319,35847
6001,389	7006,904	717,7255	687,6682	1005,514635	30,05737305	0,029892527	5815,76813
7006,904	8027,945	687,6682	677,0289	1021,041161	10,63928223	0,010420083	10002,5035
8027,945	9002,194	677,0289	677,6732	974,248697	-0,644348145	-0,00066138	0
9002,194	10017,19	677,6732	664,0489	1014,998706	13,62432861	0,013423001	8760,73771
10017,19	11016,89	664,0489	652,8658	999,702343	11,18304443	0,011186374	9452,05064
11016,89	12016,76	652,8658	644,7999	999,8631591	8,065917969	0,008067022	11132,2756
12016,76	14029,69	644,7999	640,7595	2012,933895	4,040405273	0,002007222	44929,5227
14029,69	15004,03	640,7595	634,1502	974,3344001	6,609313965	0,006783414	11829,976
15004,03	16011,53	634,1502	626,7144	1007,505992	7,435852051	0,007380454	11727,5174
16011,53	17003,05	626,7144	629,4943	991,5163785	-2,779907227	-0,002803693	0
17003,05	19013,34	629,4943	620,1483	2010,293056	9,346008301	0,004649078	29483,2923
19013,34	20035,42	620,1483	606,3176	1022,081796	13,83068848	0,01353188	8786,31118
20035,42	21007,78	606,3176	603,8793	972,3577518	2,438293457	0,002507609	19417,6261
21007,78	22038,26	603,8793	601,7056	1030,475688	2,17364502	0,002109361	22436,8722
22038,26	22793,78	601,7056	600,8024	755,5237922	0,903198242	0,00119546	21851,4709
22793,78	0			-22793,78063	0	0	0
TOTAL				22793,78063			262578,026

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 0,754\%$$

* dados obtidos por georeferenciamento

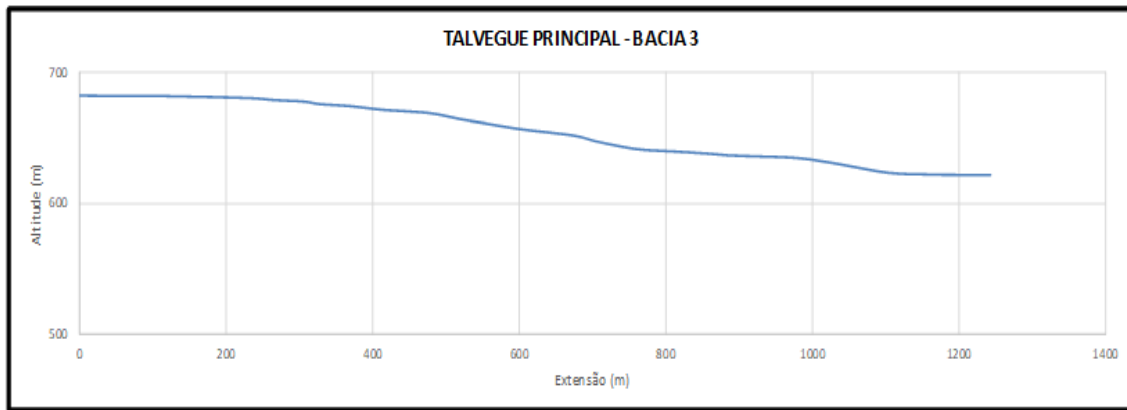


X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0,00	92,59	682,15	681,92	92,59	0,23	0,00	1862,46
92,59	130,71	681,92	681,66	38,12	0,26	0,01	462,68
130,71	232,70	681,66	680,33	20,00	1,34	0,07	77,33
232,70	264,59	680,33	678,87	20,00	1,46	0,07	73,99
264,59	307,17	678,87	677,62	20,00	1,25	0,06	80,05
307,17	328,46	677,62	675,72	20,00	1,89	0,09	65,00
328,46	371,04	675,72	674,09	42,58	1,63	0,04	217,49
371,04	413,62	674,09	671,45	42,58	2,65	0,06	170,84
413,62	477,49	671,45	668,91	63,87	2,54	0,04	320,49
477,49	520,07	668,91	664,35	42,58	4,56	0,11	130,09
520,07	562,65	664,35	660,33	42,58	4,02	0,09	138,54
562,65	605,23	660,33	656,60	42,58	3,72	0,09	144,05
605,23	673,46	656,60	652,06	68,23	4,55	0,07	264,34
673,46	703,57	652,06	647,80	30,11	4,26	0,14	80,01
703,57	735,45	647,80	644,05	31,89	3,74	0,12	93,09
735,45	767,39	644,05	641,25	31,94	2,81	0,09	107,75
767,39	820,61	641,25	639,54	53,23	1,71	0,03	297,35
820,61	858,73	639,54	638,18	38,12	1,37	0,04	201,36
858,73	890,62	638,18	636,76	31,89	1,42	0,04	150,94
890,62	975,78	636,76	634,99	85,16	1,77	0,02	590,75
975,78	1013,90	634,99	632,28	38,12	2,71	0,07	143,02
1013,90	1044,01	632,28	629,44	30,11	2,83	0,09	98,16
1044,01	1104,23	629,44	623,52	60,22	5,92	0,10	192,04
1104,23	1156,92	623,52	622,26	52,69	1,27	0,02	339,77
1156,92	1196,33	622,26	621,89	39,41	0,36	0,01	411,49
1196,33	1243,61	621,89	621,86	47,28	0,03	0,00	1777,64
1243,61	0,00	621,86	0,00	1243,61	621,86	0,50	1758,65
TOTAL				2369,48			10249,37

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 5,345\%$$

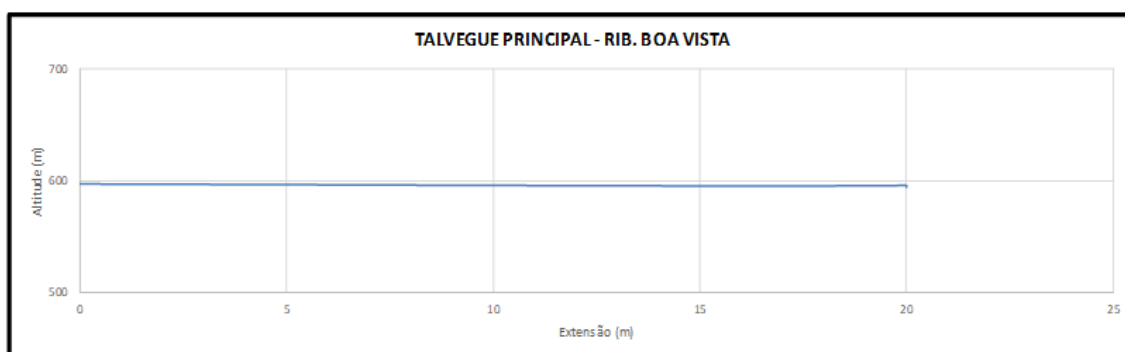
* dados obtidos por georeferenciamento

[illegible]

* dados obtidos por georeferenciamento

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 6,518\%$$

[illegible]

* dados obtidos por georeferenciamento

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 0,227\%$$

3.3.1. Bases Cartográficas e Dados Topográficos

A base cartográfica utilizada para a execução dos estudos hidrológicos foram os arquivos SIG do Sistema Estadual de Geoinformação – SIEG do Estado de Goiás e modelos digitais de elevação – MDE do INPE, disponíveis em www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php.

Também se utilizou o software Qgis, assim como levantamentos planialtimétricos e topobatimétricos na área de implantação da obra, seguindo as instruções da IP-02 GOINFRA – Levantamentos Topográficos.

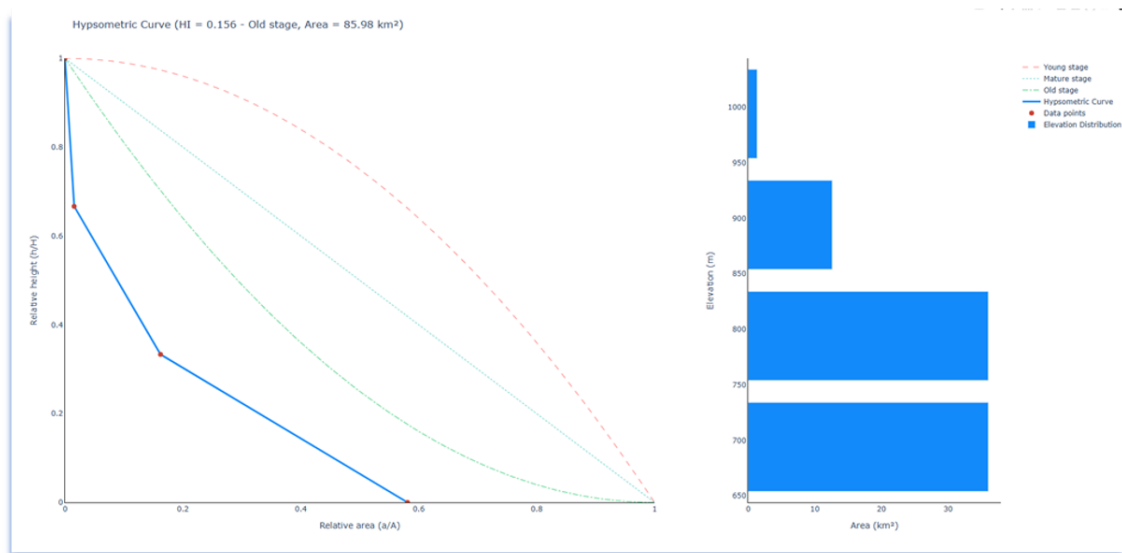
Em sua função primordial, a drenagem de uma via deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo estradal, captando-a e conduzindo-a para locais em que não mais afete a segurança daqueles que trafegam sobre a pista.

A seguir é apresentado para cada transposição os dados de entrada e resultados obtidos com o seu respectivo Estudo Hidrológico. Com base nestes resultados foram dimensionadas as obras de transposição. Também é apresentada tabela com o resumo destas obras.

3.3.2. Bacia 01 – RIBEIRÃO BOA VISTA DO RANCHO – HUT

ESTAÇÃO: Portalina										C.N.:							70	
ESTACA: 12+17,305										COEF. DE REDUÇÃO(CR):							0,9463502	
CURSO D'ÁGUA: RIB. BOA VISTA DO RANCHO										TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc):							7,3041754 h	
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 85,99 km2										TEMPO UNITÁRIO(ΔT):							1,8260438 h	
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 22,79 km										TEMPO DE PICO(Tp):							5,2955271 h	
DESNÍVEL(ΔL): 300,81 m										TEMPO DE RETORNO(Tr):							8,8435303 h	
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 0,754 %										TEMPO DE BASE(Tb):							14,139057 h	
VEGETAÇÃO: Cerrados, pastagens e matas ralas, superfície semipermeável (solos siltosos e argilosos)										TEMPO DE RECORRÊNCIA(Tr):							100 anos	
										φ(Tp):							33,774738 m/s/cm	
T(h)	Pi(cm)	Pm(cm)	Pei(cm)	ΔPei(cm)	HUTI	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc		
1,826	8,760	8,290	2,198	2,198	11,646	25,602	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,602		
3,652	10,570	10,003	3,273	1,075	23,293	51,204	12,517	-	-	-	-	-	-	-	-	63,721		
5,478	11,780	11,148	4,053	0,780	34,939	76,806	25,034	9,083	-	-	-	-	-	-	-	110,923		
7,304	12,720	12,038	4,687	0,634	26,103	57,382	37,551	18,166	7,380	-	-	-	-	-	-	120,479		
9,130	13,490	12,766	5,221	0,535	19,129	42,052	28,054	27,248	14,760	6,229	-	-	-	-	-	118,344		
10,956	14,120	13,362	5,669	0,447	12,156	26,721	20,559	20,357	22,140	12,459	5,208	-	-	-	-	107,445		
12,782	14,610	13,826	6,022	0,353	5,182	11,391	13,064	14,919	16,541	18,688	10,415	4,114	-	-	-	89,132		
14,608	15,140	14,328	6,409	0,387	-1,792	-3,940	5,569	9,480	12,122	13,962	15,623	8,228	4,51	-	-	65,552		
14,139	14,990	14,186	6,299	-0,110	0,000	0,000	-1,926	4,041	7,703	10,232	11,672	12,342	9,02	-1,282	-	53,079		
14,139	14,990	14,186	6,299	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,398	3,283	6,502	8,554	9,221	13,52	-2,564	0,000	37,122		

OAE: PCA VAZÃO MÁXIMA ACIMA DE 120,48m³/s



A Bacia 01 não contempla obra de transposição existente. De acordo com a vazão máxima calculada para a bacia faz-se necessária a implantação de uma ponte Concreto armado 27,40 metros de acordo com o preconizado pelo IPR 724 – Manual de Drenagem do DNIT (2006).

CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA OBRA-DE-ARTE ESPECIAL

RODOVIA: GO-215

SUBTRECHO: PONTALINA/ ENTR. GO-040

CURSO D'ÁGUA: CORREGO BOA VISTA

ESTACA: 13+00

1 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ (SOB CONDIÇÃO DO PROJETO)Qp 120,479 m³/s
n 0,033

Para "n" ver Tabela 27 do Manual de Drenagem de Rodovias - DNIT

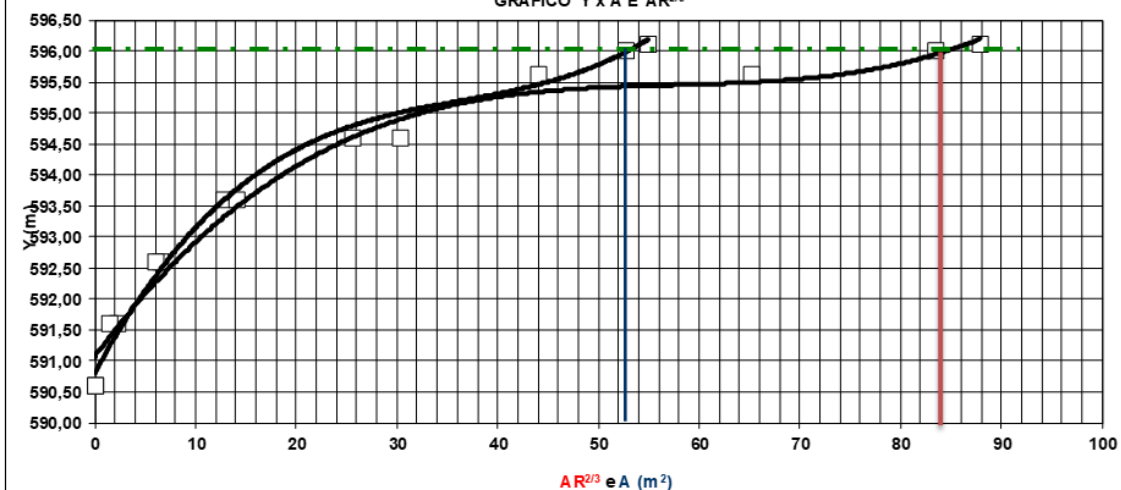
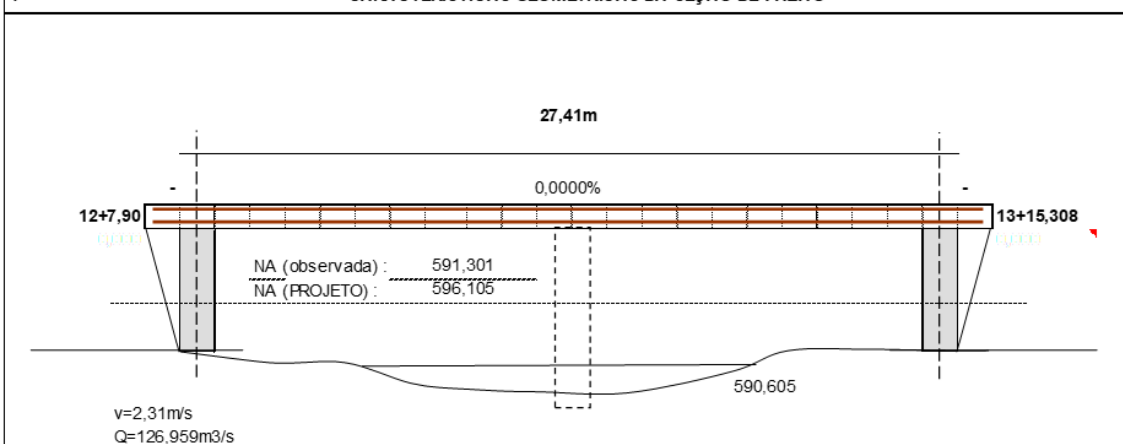
i 0,00227 m/m

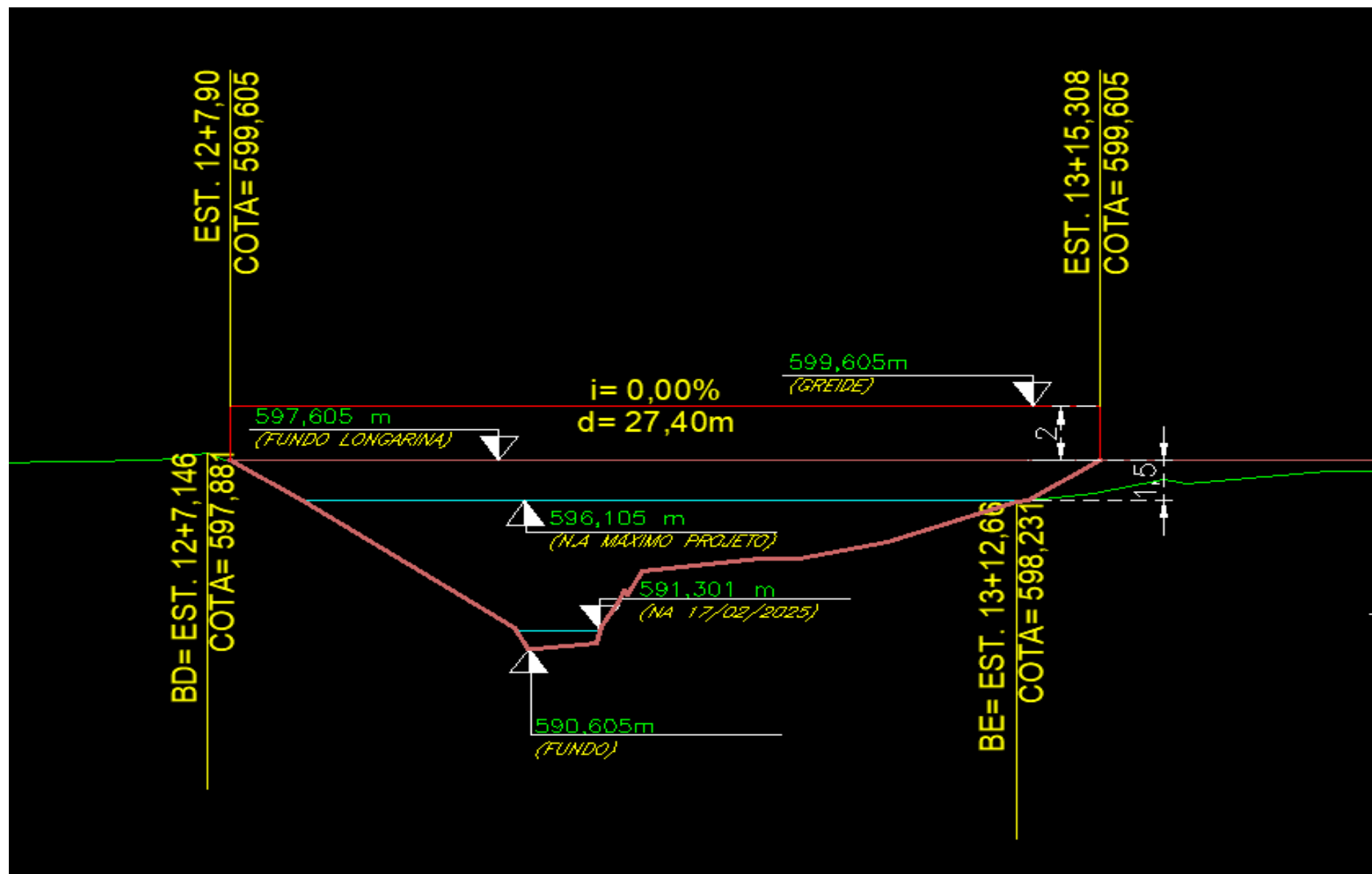
 $Q = (A \times R^{2/3} \times I^{1/2}) / n$ $AR^{2/3} = (Q \times n) / I^{1/2}$

83,45

2 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ EM FUNÇÃO DE Y

Cota (m)	Y (m)	A (m²)	P (m)	R (m)	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$
590,605	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
591,605	1,000	2,290	4,277	0,535	0,659	1,510
592,605	2,000	6,459	7,167	0,901	0,933	6,026
593,605	3,000	12,774	11,064	1,155	1,101	14,058
594,605	4,000	25,636	19,888	1,289	1,184	30,364
595,605	5,000	44,088	24,542	1,796	1,478	65,152
596,005	5,400	52,672	26,417	1,994	1,584	83,441
596,105	5,500	54,929	27,119	2,025	1,601	87,933
596,605	6,000	67,397	30,966	2,176	1,679	113,191

3 - GRÁFICO Y x A E $AR^{2/3}$ **4 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA SEÇÃO DE VAZÃO**



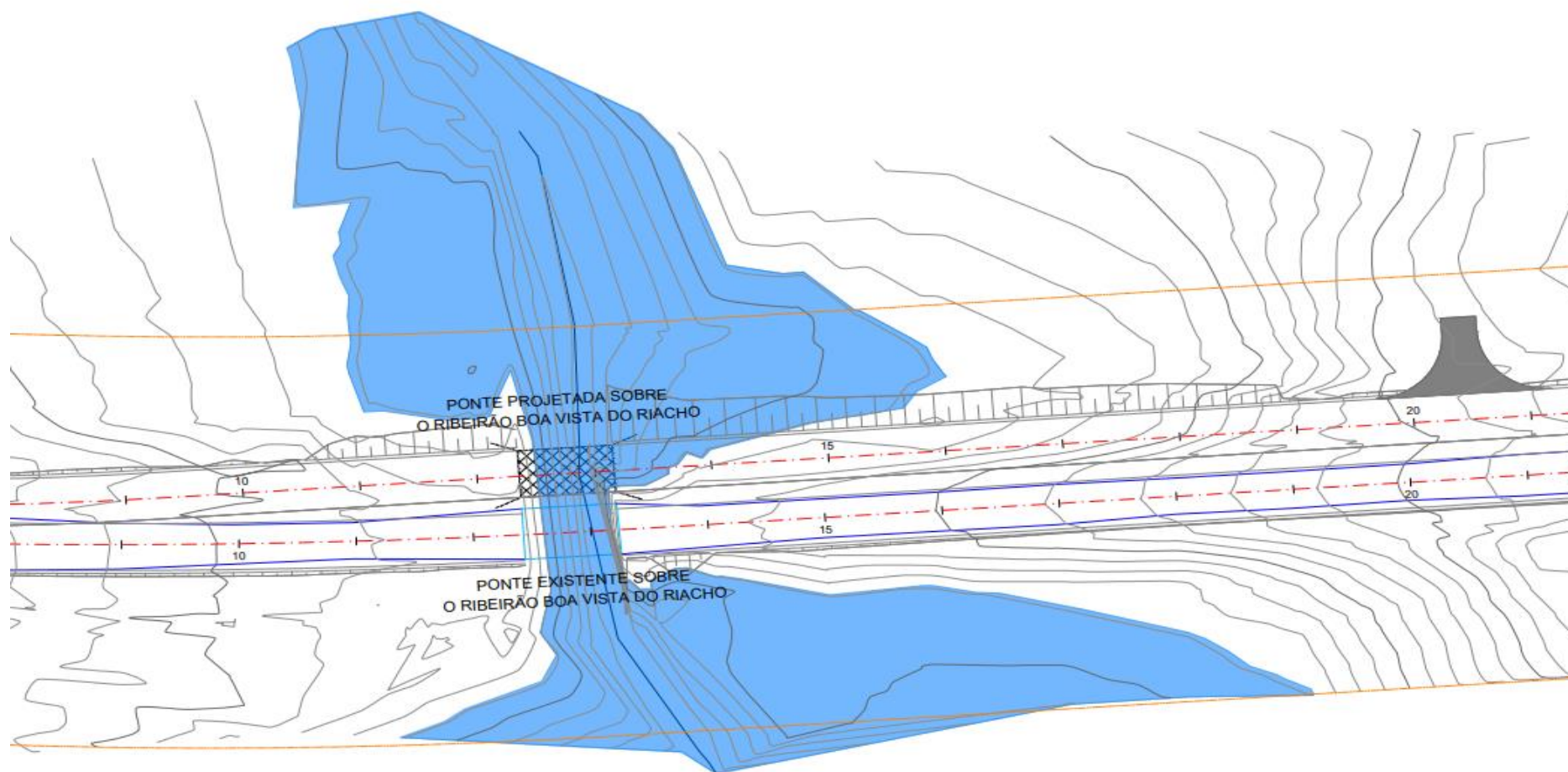


Figura 30 – Mancha de inundação da enchente máxima de projeto

3.3.3. Bacia 02 e Bacia 03 – Calculo Vazão (Canal e Orifício)**MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL****2 a) BACIA - 64+4,509**

$$Ad = 0,987 \text{ km}^2$$

$$L = 1,243 \text{ km}$$

$$\Delta H = 60,2908935546869 \text{ m}$$

$$s = 60,2908935546869 / 1243 = 4,85 \%$$

$$Tc = 0,59 \times (1,243^{0,385} / 4,85) \Rightarrow Tc = 0,38 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,390071912000319 \text{ h}$$

$$P = 39 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 39 / 0,39 = 100 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,21 \times 99,9815644248903 \times 0,987 = 5,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BDTc Ø 1,00**

OBRA EXISTENTE = BDTc Ø 1,00 M

Obs: EXISTENTE

3 b) BACIA - 64+4,510

$$Ad = 0,987 \text{ km}^2$$

$$L = 1,243 \text{ km}$$

$$\Delta H = 60,2908935546869 \text{ m}$$

$$s = 60,2908935546869 / 1243 = 4,85 \%$$

$$Tc = 0,59 \times (1,243^{0,385} / 4,85) \Rightarrow Tc = 0,38 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,389939268748895 \text{ h}$$

$$P = 42 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 42 / 0,39 = 107,69 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,21 \times 107,709080274873 \times 0,987 = 6,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BDTc Ø 1,00**

OBRA EXISTENTE = BDTc Ø 1,00 M

Obs: EXISTENTE

c) BACIA - 77+3,114

$$Ad = 0,039 \text{ km}^2$$

$$L = 0,103 \text{ km}$$

$$\Delta H = 8,74000000000001 \text{ m}$$

$$s = 8,74000000000001 / 103 = 8,49 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,103^{0,385} / 8,49) \Rightarrow Tc = 0,03 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 17 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 17 / 0,1 = 170 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,2 \times 170 \times 0,039 = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00**

OBRA EXISTENTE = BSTC Ø 0,60 C

Obs: DEMOLIR EXISTENTE

d) BACIA - 77+3,15

$$Ad = 0,039 \text{ km}^2$$

$$L = 0,103 \text{ km}$$

$$\Delta H = 8,74000000000001 \text{ m}$$

$$s = 8,74000000000001 / 103 = 8,49 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,103^{0,385} / 8,49) \Rightarrow Tc = 0,03 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 18 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 18 / 0,1 = 180 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,2 \times 180 \times 0,039 = 0,39 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,00**

OBRA EXISTENTE = BSTC Ø 0,60

3.3.4. Resumo das Obras de Arte Correntes

A seguir é apresentada tabela com as obras de arte correntes projetadas para o local conforme resultados dos Estudos Hidrológicos.

O detalhamento completo das obras projetadas para o projeto em questão será apresentado nas suas disciplinas correspondentes.

O bueiro da estaca 64+4.69 da pista existente está implantado um BDTC 1.00 que foi verificado como canal e orifício e será mantido, será implantada uma caixa coletora no canteiro central e faremos um prolongamento do mesmo na pista a ser implantada.

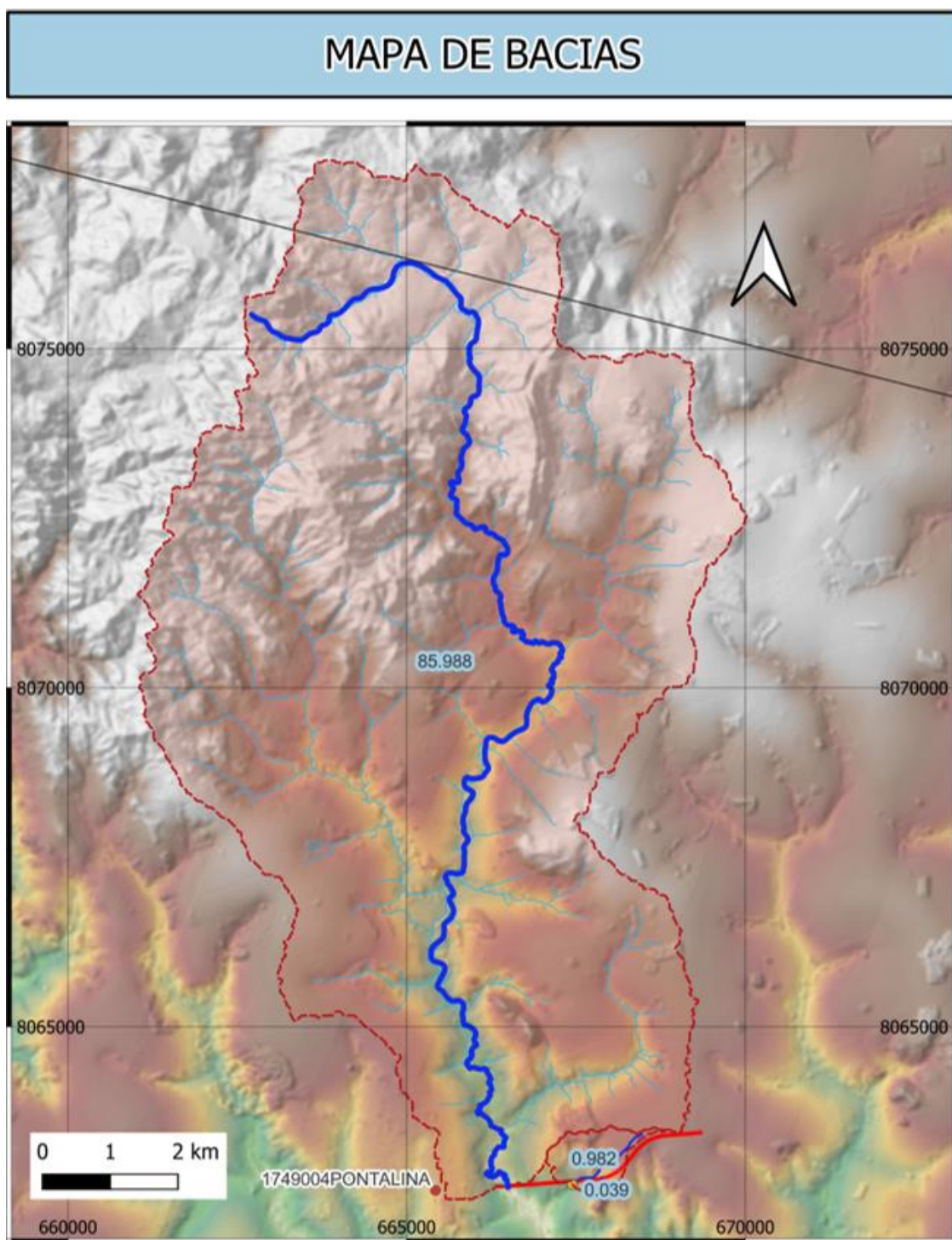
O bueiro da estaca 77+3.114 da pista existente está implantado BSTC 0.60 que será removido e implantado um BSTC 1.00

ESTUDO HIDROLÓGICO																						
LOCALIZAÇÃO																					Observação	
Bacias	Estaca	A (km²)	L (km)	Hmáx (m)	Hmin (m)	Heqv. (m)	DH Extremo s (m)	Decliv. Equiv. (%)	Classif. Relevo	Método de Cálculo	tc (H)	I15 (mm/h)	I25 (mm/h)	I50 (mm/h)	I100 (mm/h)	C	n	Q15 (m³/s)	Q25 (m³/s)	Q50 (m³/s)		Q100 (m³/s)
2	65 + 4,51	0,987	1,24	682,2	621,9		60,3	5,34%	Plano	MR	0,39	99,98	107,67			0,21	1,00	5,76	6,21			
3	77 + 3,11	0,04	0,10	650,3	641,5		8,7	6,51%	Ondulado	MR	0,10	170,00	180,00			0,20	1,00	0,37	0,39			

ESTUDO HIDROLÓGICO		OAC EXISTENTES																						
LOCALIZAÇÃO		BUEIRO EXISTENTE				Intervenção Proposta	Tubulares															Vazão do Bueiro Existente		
							Características		Canal							n= 0,015		Orifício						
Bacias	Estaca	Tipo	Diâmetro	Altura	Largura		Quant Linhas	Diâmetro	y/D	y	Ø	A	Rh	I%	V m/s	Vazão Bueiro Exist.	Vazão Bacia	Atende	Carga (h)	Vazão		Vazão Bacia	Atende	Canal
2	65 + 4,51	BDTC	1,00			MANTER OBRA E PROLONGAR	2	1,00	0,80	0,80	4,429	0,674	0,304	2,49	4,76	6,41	5,76	Sim	1,37	5,13	6,21	Não	6,41	5,13
3	77 + 3,11	BSTC	0,60			REM OVER	1	0,60	0,80	0,48	4,429	0,242	0,183	2,00	3,03	0,74	0,37	Sim	1,46	0,95	0,39	Sim	0,74	0,95

ESTUDO HIDROLÓGICO		OAC EXISTENTES							OAC PROJETADOS																			
LOCALIZAÇÃO		BUEIRO EXISTENTE				Intervenção Proposta	Tubulares		Serv. Req. (Manter, Remover)	SOLUÇÕES - BUEIROS TUBULARES														Solução Adotada				
							Características			Canal								n= 0,015		Orifício								
Bacias	Estaca	Tipo	Diâmetro	Altura	Largura		Quant Linhas	Diâmetro		Quant Linhas	Diâm.	y/D	y	Ø	A	Rh	I	V	Vazão Bueiro Proj.	Vazão Total Bueiro	Vazão Bacia	Atende	Carga (h)	Vazão Bueiro	Vazão Bacia	Atende	Tipo	Dimensões
2	65 + 4,51	BDTC	1,00			MANTER OBRA E PROLONGAR	2	1,00		2	1,00	0,80	0,80	4,429	0,674	0,304	2,00	4,26	5,74	B. Exist.	5,76	Sim		B. Exist.	6,21	Sim		
3	77 + 3,11	BSTC	0,60			REM OVER	1	0,60	R	1	1,00	0,80	0,80	4,429	0,674	0,304	1,50	3,69	2,49	2,49	0,37	Sim	1,46	2,65	0,39	Sim	BSTC	1,00

3.3.5. MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS



ESTACA OU BACIA	BACIA (km²)	TALVEGUE (km)	DESNÍVEL (m)	C	CN	Tr	OBRA EXISTENTE	OBSERVAÇÃO	SERV. A REALIZAR (S, P, C, M)	OBRA PROJETADA	EQUÍVOCI	OBRA INDICADA	ESCONS. (°)	LADO MONTANTE	MÉTODO	INTENS. (mm/h)	tc (h)	VAZÃO
12+17,305	85,99	22,7930	#REF!		70	100	PCA 20M	RIB. BOA VISTA DO RANCHO	C	PCA	12,87	PCA 30M		E	HUT		7,30	120,48
64+4,509	0,987	1,24	60,29	0,21		15	BOTC 0 1,00	EXISTENTE	M	BOTC 0 1,00	64,23		0	E	MR	99,98	0,39	5,76
64+4,510	0,987	1,24	60,29	0,21		25	BOTC 0 1,00	EXISTENTE	M	BOTC 0 1,00	64,23		0	E	MR	107,67	0,39	6,21
77+3,114	0,04	0,10	8,74	0,20		15	BSTC 0 0,60	DEMOLIR EXISTENTE	S	BSTC 0 1,00	77,16			E	MR	170,00	0,10	0,37
77+3,15	0,04	0,10	8,74	0,20		25	BSTC 0 0,60	DEMOLIR EXISTENTE		BSTC 0 1,00	77,16			E	MR	180,00	0,10	0,39

4. ESTUDOS GEOLÓGICOS

Apresenta-se neste capítulo os estudos geológicos realizados para o desenvolvimento do Projeto Executivo da Duplicação da GO-215, perímetro urbano de Pontalina, localizado na região leste do município, com uma extensão total de 3,38 km.

O presente estudo compreende informações geológicas regionais e outras específicas obtidas ao longo da faixa do trecho em estudo.

4.1. Execução dos Estudos

Os estudos geológicos foram desenvolvidos em duas etapas distintas. Inicialmente foi feita uma consulta aos dados bibliográficos disponíveis na região, sendo considerados para o presente estudo os seguintes mapas do Estado de Goiás:

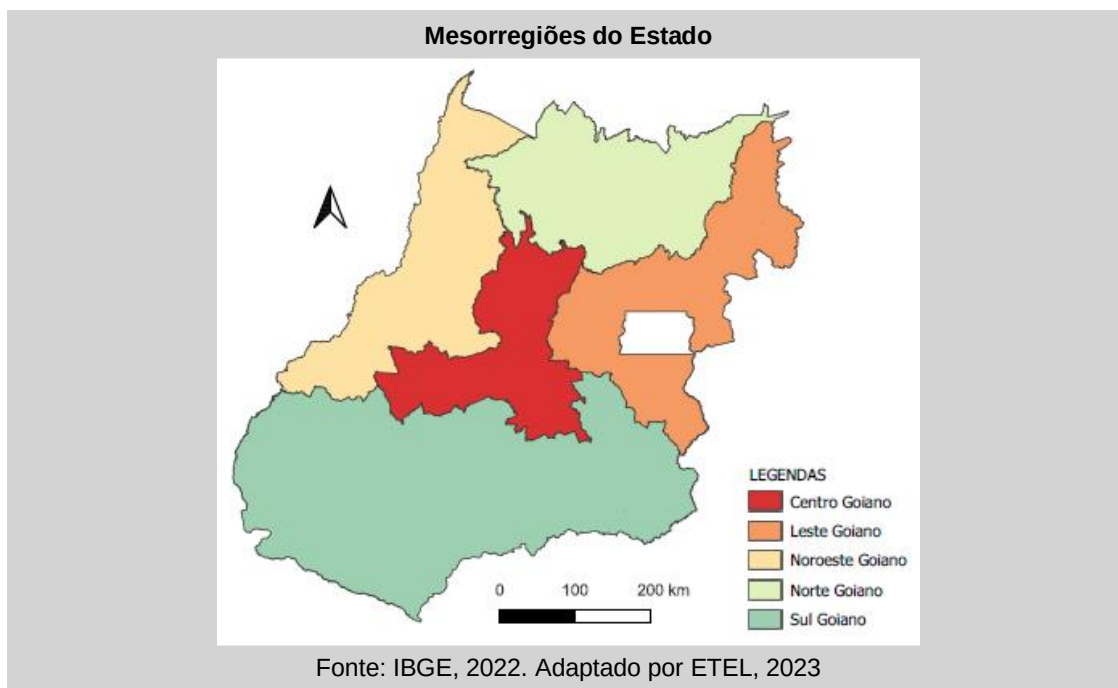
- Mapa Altimétrico;
- Mapa Geomorfológico - Base Geomorfologia IBGE (2006);
- Mapa das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas;
- Mapa do Brasil de Climas, Base Hidrográfica Ottocodificada ANA (2020);
- Mapeamento Geológico – Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2006);
- Mapa Pedológico – Base Pedologia IBGE (2001), Bases Cartográficas contínuas - Brasil (Sistema Viário) IBGE (2019);
- e consulta das Minas Brasileiras por substâncias Minerais e concessões de minerais junto a Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme registros disponibilizados no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE).

A fase seguinte corresponde aos trabalhos de campo com a finalidade de coletar informações geológicas específicas do trecho e a seleção dos materiais de construção, permitindo ainda a aferição dos dados bibliográficos.

4.2. Aspectos Regionais

4.2.1. Localização

Localizado na região Centro-Oeste do Brasil, em 2017, o IBGE reestruturou o quadro regional do Estado de Goiás, estabelecendo seis Regiões Geográficas Intermediárias e vinte e duas Regiões Geográficas Imediatas. Paralelamente, a administração estadual adota diversos agrupamentos regionais, direcionados para atender às suas demandas de planejamento, organização e gestão. É categorizado por mesorregiões, as quais são classificadas em cinco áreas, conforme demonstrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**



O trecho em estudo está inserido dentro da delimitação identificada como Sul Goiano.

O empreendimento se encontra dentro do município de Pontalina, que possui 1.434,289km² de área. A distância de acesso para a capital Goiânia é aproximadamente de 127 km realizado pela BR-153/GO-215 e GO-040 e distância de 317 km de Brasília – DF, sendo o acesso pelas BR-153 e BR-060.

4.2.2. Caracterização Geológica

4.2.2.1. Aspectos estratigráficos

A estratigrafia da região sul do estado de Goiás apresenta uma complexa sucessão de camadas rochosas, proporcionando grande registro geológico que abrange desde o Pré-cambriano até períodos mais recentes. Em termos geológicos, a região sul é marcada por rochas cristalinas, como gnaisses e granitos que remontam a eras antigas, fornecendo importantes indícios sobre os processos geológicos primordiais, intercalada com as unidades cristalinas estão evidências de sequências sedimentares indicando eventos de sedimentação marinha e fluvial, retratando as condições ambientais da época.

Na região do empreendimento estão empilhadas as rochas da Zona Interna da Faixa Brasília representadas pelas rochas cristalinas dos Complexos Ortognaissicos Migmatíticos do Arco Magmático de Goiás, compostas por sequências metavulcanossedimentares e complexos graníticos-gnaissicos, sobre estas unidades estão as deposições lateríticas e depósitos aluvionares recentes, também afloram na região os derrames basálticos do Grupo Serra Geral, representando a porção mais norte da Bacia do Paraná. Estas unidades apresentam empilhamento tectono-estratigráfico marcado por falhas cavalgantes e zonas de

cisalhamento, colocando em justaposição rochas do pré-Cambriano com rochas do Paleozoico, até as deposições cretáceas da Bacia.

4.2.2.2. Aspectos tectônicos

O estado de Goiás, no contexto geotectônico, é inserido em uma área que compreende diferentes compartimentos geotectônicos. Essa compartimentação está associada à evolução tectônica e à diversidade de unidades geológicas que caracterizam a região.

A região do trecho situa - se na unidade Geotectônica Faixa Brasília.

- **Faixa Brasília**

Constitui uma unidade geotectônica representada por um cinturão móvel que evoluiu do Meso ao Neoproterozóico, depositado e deformado na margem oeste do Cráton do São Francisco, sobre um embasamento constituído por terrenos granito-gnáissicos paleoproterozóicos, afetado por um sistema de dobramentos neoproterozóicos.

O arcabouço geotectônico desta faixa pode ser explicado através de um único ciclo dinamotermal, com deformação progressiva durante a inversão tectônica da faixa. Os padrões metamórficos, estruturais e estratigráficos, registram as sucessivas etapas dessa inversão e materializam uma expressiva zoneografia tectônica.

Sua estruturação pode ser subdividida em dois segmentos: setentrional e meridional, separados por uma estrutura regional denominada Megainflexão dos Pireneus. Apesar desses segmentos apresentarem evolução geotectônica semelhante, exibem peculiaridades estratigráficas, estruturais e metamórficas que proporcionam um quadro tectônico complexo (Fonseca, 1996; Fonseca et al., 1997; Freitas & Campos, 1998).

Nas sínteses regionais elaboradas por Fuck et al. (1993) e Fuck (1994), a Faixa Brasília é definida como um extenso sistema de dobramentos neoproterozóicos compartimentada em Zona Interna e Zona Externa.

A Zona Interna é constituída pelas rochas dos grupos Araxá, Serra da Mesa/Serra Dourada, caracterizados por unidades alóctones de micaxistos e associações vulcano-sedimentares. Os xistos, em sua maioria, são derivados de sedimentos turbidíticos, aos quais se associam sedimentos químicos com variada contribuição de origem vulcânica. Essa faixa é marcada por uma estruturação de imbricamento tectônico, com desenvolvimento de zonas de cisalhamento de baixo ângulo e nappes transportadas com vergência para o Cráton do São Francisco, em escamas, com a Nappe Araxá-Canastra sobreposta ao sistema de cavalgamento Ilicínea/Piumihi, que por sua vez é empurrado sobre o Cráton do São Francisco e sua cobertura.

Essas rochas foram datadas em $794 \pm 10\text{Ma}$ por U-Pb em zircões (Pimentel et al., 1992), evidenciando, portanto, que ocorreu nesta faixa um evento deformacional em torno de 800Ma

(Lacerda Filho et al., 1995), que afetou as rochas da Faixa Brasília.

A Zona Externa é composta pelas unidades metassedimentares dos grupos, Paranoá, Canastra e Ibiá, estruturadas em cinturões de dobras e falhas. O seu limite oeste é marcado pela falha de empurrão que coloca as rochas mais antigas, atribuídas ao Grupo Araxá, sobre as unidades do Grupo Bambuí (Fonseca & Dardenne, 1994). Predomina neste setor da Faixa Brasília um cinturão de dobras e empurrões em nível crustal mais raso, com dobras flexurais e de deslizamento, zonas de cisalhamento rúptil e interferência por sistemas transcorrentes (Fonseca & Dardenne, 1995).

No trecho as rochas do Grupo Araxá e Suíte Intrusiva Morro Feio, se posicionam na zona interna da bacia marginal de arco e os ortognaisses no arco magmático.

4.2.2.3. Geomorfologia

A superfície dominante na área de estudo é a de relevo intensamente dissecado em formas planas e colinas amplas.

A área situa-se no contexto geomorfológico regional denominado de Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba.

- **Planalto do Alto Tocantins – Paranaíba**

Esta subunidade engloba feições geomorfológicas bastante diversificadas, predominado as formas dissecadas apresentando uma seção oriental contínua e uma seção ocidental descontínua e fragmentada, abrangendo conjuntos de relevos menores, de caráter residual, geralmente dissecados e eventualmente conservados, dispersos em meio à superfície mais rebaixada dos relevos vizinhos. A seção contínua apresenta altimetrias por volta dos 1000 m, compreende relevos bastante dissecados e heterogêneos (formas convexas, aguçadas e tabuladas). Dessa superfície emergem relevos residuais conservados, de topos tabulares, geralmente delimitados por escarpas com desníveis da ordem de 150 m e conhecidos regionalmente como chapadas.

Na área de influência direta, ocorrem predominantemente relevos planos a suaves ondulados, característicos da unidade, geralmente colinosa, formados a partir de processos erosivos de pediplanação. No mapeamento da área de influência do empreendimento, identificamos predominantemente a unidade morfoestrutural Superfícies Regionais de Aplainamento (SRAIIIA).

Uma SRA é uma unidade denudacional, gerada pelo aplainamento de uma superfície de terreno dentro de um determinado intervalo de cotas e este aplainamento se dá de forma relativamente independente dos controles geológicos regionais (litologias e estruturas).

A unidade de aplainamento abaixo compreende o relevo da área da rodovia.

SUPERFÍCIE REGIONAL DE APLAINAMENTO IIIA – SRAIIIA

Ocorre em uma faixa de direção SO-NE entre as cotas de 550 a 850 m. Avança como reentrâncias erosivas dentro da Superfície Regional de Aplainamento II da qual é localmente separada por escarpas que atingem várias centenas de metros de altura. Desenvolve-se principalmente sobre metacalcários e quartzitos dos Grupos Araxá e Serra da Mesa (Faixa Brasília) e granito-gnaisses e migmatitos (Complexos Indiferenciados – Rift Intracontinental).

Esta subunidade recebe aporte de material das SRAI e II e das Zonas de Erosão Recuante da SRAII e se articula com SRAIV numa cota inferior. Na SRAIIIA ocorrem crostas lateríticas, colúvios nas vertentes dos vales e áreas de sedimentação restrita onde se acumularam sedimentos aluviais.

A maior parte desta unidade encontra-se no centro-norte de Goiás e em uma área isolada no sudoeste de Goiás e é drenada pela bacia hidrográfica dos rios Araguaia e Tocantins e pela bacia hidrográfica do rio Paraná numa pequena extensão. A partir de Goiânia, a SRAIIIA, com padrão de dissecação média, é drenada para sul pela bacia hidrográfica do rio Paraná.

Numa pequena área no norte e noroeste se apresenta com dissecação fraca e média e é drenada para leste (rio Araguaia) e norte (rio Tocantins).

Feições positivas na forma de serras, colinas e domos, se elevam sobre o nível geral da SRAIIA devido a sua resistência à erosão. Esses relevos são formados por granitos paleoproterozóicos da Sub-Província Paraná, rochas dobradas paleoproterozóicas do Grupo Araí e metassedimentares da Formação Traíras, da unidade geotectônica Rift Intracontinental.

4.2.2.4. Pedologia

Para os estudos dos solos da região, foi utilizado o mapa exploratório de solos elaborado pelo

RADAMBRASIL (1981) para o estado de Goiás, adequando-o para a nova classificação dos solos brasileiros da Embrapa na descrição deste relatório. Os solos são predominantemente derivados das rochas do Grupo Araxá, Suíte Intrusiva Morro Feio e Ortognaisses do Oeste de Goiás.

Entre as classes de solo, as dominantes no segmento da rodovia GO-210 são os antigos Latossolos Vermelhos e Vermelhos Amarelos, denominados atualmente como Latossolos, seguidos pelos Argissolos o que confere uma granulometria mais silto-argilo-arenosa, apresentando localmente plintita no perfil.

Serão utilizados no mapa a legenda da classificação antiga somente para visualização das diferenças físicas destes solos.

- **Latossolo distrófico (LVd e LVa)**

Em geral são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulínica ou caulínica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. Esse solo é constituído por material mineral, apresentam horizonte latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 a 300 cm da superfície, apresentando espessura de mais de 150 cm. Apresenta matiz vermelho a vermelho amarela na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Apresenta saturação de bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Apresentam potencial médio a alto (quando mais arenoso) para erosão, entretanto precisam-se tomar cuidados com relação à erosão laminar por escoamento concentrado de água.

Os Latossolos são identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e não tão uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade, mas podem apresentar porções plinticas. A presença de plintita indica drenagem imperfeita e restrição da profundidade efetiva do solo.

Os baixos teores de bases trocáveis conferem a estes solos uma baixa fertilidade natural e os teores de alumínio ocorrem em níveis prejudiciais ao desenvolvimento da maioria das culturas, porém a aplicação de corretivos contorna este problema. Este solo se encontra na maior parte do trecho, derivados da meteorização das rochas do trecho, associados aos Argissolos em menor expressão areal.

- **Argissolo (PVd e PVa)**

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (EMBRAPA, 1999). São solos de profundidade variável, com horizontes bastante evidentes, comumente com rochosidade e podem apresentar drenagem desde muito a pouco eficiente e serem fraca a moderadamente ácidos. Algumas características marcantes diferenciam estes solos dos latossolos tais como: a maior diferenciação entre os horizontes, maior quantidade de argila presente nos horizontes mais profundos e a maior facilidade de desenvolvimento de estruturação média a grossa, associados às rochas dos ortognaisses do Oeste de Goiás.

4.2.2.5. Aspectos litológicos

A geologia litológica do estado de Goiás, tanto na região sul quanto em seu conjunto, é notável pela diversidade de tipos de rochas que compõem a região. Na região do

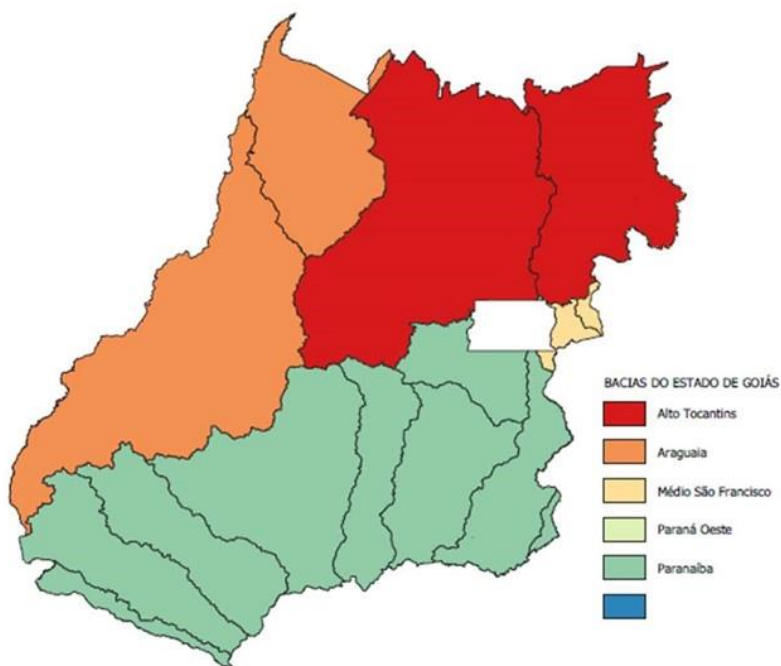
empreendimento estamos no contexto das unidades que representam a Faixa Brasília Interna com: suíte granítica de granitos S tipo Piracanjuba, Ipameri e Aragoiânia; Arco Magmático de Goiás; Sequências Vulcanossedimentares: Maratá, Rio Veríssimo, Silvânia e Anicuns-Itaberaí; Grupo Araxá Unidade B; e Complexo Anápolis-Itaçu. Nas regiões imediatas do empreendimento é possível identificar as unidades representantes dos ortognaisses Goiás e sequências metassedimentares do Arco Magmático e unidades vulcânicas da Bacia do Paraná, como descritos posteriormente neste estudo.

4.2.2.6. Aspectos hidrogeológicos

As bacias hidrográficas que atravessam o estado de Goiás desempenham um papel crucial na formação de sua rica rede fluvial. Entre as bacias presentes na região, destacam-se o Alto Tocantins, Araguaia, Médio São Francisco, Paraná Oeste e Paranaíba, conforme evidenciado na figura a seguir.

Dentre essas bacias, destaca-se a extensa Bacia do Paraná, que abrange o oeste do estado e é marcada por rios importantes como o Paranaíba e o Araguaia. A presença dessa bacia influencia diretamente a drenagem da região, contribuindo para a formação de ecossistemas aquáticos diversos.

Bacias do Estado de Goiás



A região de estudo se encontra inserida no contexto da bacia do Rio Paranaíba, nascendo em Goiás e integrando a Bacia do Paraná, configurando um elemento central na drenagem da região central do estado. Sua importância se estende além das fronteiras estaduais, influenciando a dinâmica regional. Dentro da Bacia do Rio Paranaíba a região do

empreendimento se encontra na bacia do rio Meia Ponte, afluente do anterior. O principal talvegue que corta o segmento a ser duplicado da GO-215 é o Ribeirão Boa Vista do Rancho.

Em Goiás, o estudo hidrogeológico do Estado dividiu os aquíferos em sistemas aquíferos freáticos e Sistemas aquíferos profundos, o primeiro faz a correlação dos aquíferos rasos ou superficiais e as classes de solos e o segundo aos aquíferos profundos e às rochas.

Os latossolos e Argissolos do trecho se enquadram no Sistema Aquífero Freático Raso, caracterizado como F2 e F3.

No segmento rodoviário, os Sistemas Aquíferos são representados pelos Sistemas Aquíferos rasos F2 e F3, e os Sistemas Aquíferos profundos denominados de Sistema Aquífero Araxá, Complexos Acamados e Cristalino Sudeste.

- **Sistema Aquífero Freático II – F2**

Este sistema aquífero raso inclui todas as classes de Latossolos, portanto é o sistema de maior expressão areal no estado. Encontra-se fortemente vinculado às Superfícies de Regionais de Aplainamento - SRA, com padrão de relevo suave ondulado a plano. Esta classe de solo apresenta uma feição marcante relacionada à presença de estruturas do tipo granular ou grumosa que faz com que todos os latossolos independentemente de sua textura (muito argilosa, argilosa, franca, siltosa, etc) resultem em materiais com funcionamento hídrico similar, de forma geral, de alta condutividade hidráulica e elevada porosidade efetiva (não inferior a 8%).

Os valores da condutividade hidráulica variam, na superfície, na ordem de grandeza de 10^{-7} a 10^{-4} m/s, e em profundidade, de 10^{-9} a 10^{-4} m/s, sendo os valores médios de $3,3 \times 10^{-5}$ m/s em superfície, e $4,0 \times 10^{-6}$ m/s em profundidade. A porosidade total pode ser superior a 20% e a porosidade efetiva é estimada entre 7 a 9% em função da variação textural.

As espessuras totais dos regolitos associados ao Sistema **F2** são geralmente menores que as do Sistema **F1**, sendo 20 metros considerado como um valor de referência.

Compõem aquíferos intergranulares, contínuos, livres de grande distribuição lateral, com importância hidrogeológica principalmente relacionada às funções filtro e reguladora.

- **Sistema Aquífero Freático III – F3**

Este sistema inclui os solos com horizonte diagnóstico B textural e B nítico, classificados como Argissolos e Nitossolos. De forma geral apresentam espessuras médias inferiores a 15 metros. Os valores de condutividade hidráulica vertical, na superfície, variam entre $1,0 \times 10^{-7}$ e $2,0 \times 10^{-4}$ m/s e, em profundidade, variam entre $4,1 \times 10^{-9}$ e $9,4 \times 10^{-5}$ m/s, com valores médios de $1,4 \times 10^{-5}$ m/s na superfície e $2,5 \times 10^{-6}$ m/s em profundidade.

Devido à diminuição da condutividade hidráulica em profundidade, há uma tendência de desenvolvimento de fluxo interno, que dificulta a recarga dos sistemas fraturados situados a maiores profundidades. A espessura saturada deste sistema intergranular é de, em média, 10 metros, com uma espessura total de 20 metros.

Considerando que a condutividade hidráulica da zona saturada seja igual à média da zona vadosa, a transmissividade é da ordem de $2,5 \times 10^{-5}$ m² /s. O comportamento da porosidade é considerado similar ao dos latossolos, sendo que neste caso, a porosidade efetiva pode sofrer uma diminuição nos horizontes que recebem a argila translocada a partir dos horizontes mais rasos e o valor médio é de 6%. Este sistema aquífero, em geral, sobrepõe sistemas fraturados representados por rochas básicas e ultrabásicas e mais raramente carbonatos. Está distribuído sobre relevo ondulado até forte ondulado ou sobre rebordos de chapadas. Quando os solos se apresentam ricos em fragmentos rochosos (rochosidade e/ou pedregosidade), a condutividade hidráulica pode ser incrementada, melhorando as características gerais deste sistema aquífero raso. O Sistema F3 constitui aquíferos intergranulares, livres, descontínuos e com distribuição lateral ampla. Apresenta pequena importância hidrogeológica relativa à função reservatório, sendo aproveitado, principalmente, para abastecimento de pequenas propriedades rurais. Do ponto de vista das funções recarga, filtro e reguladora, apresenta elevada importância hidrogeológica, uma vez que os horizontes mais ricos em argila funcionam como depuradores de cargas contaminantes e retardam o fluxo, ampliando a possibilidade de regular as descargas de base e interfluxo.

- **Sistemas Aquíferos Profundos**

Volume 01 - Relatório de Projeto – 3ª Etapa de Acompanhamento – Restauração Rodovia GO-215_R01187. Este grupo inclui aquíferos de diferentes domínios correspondentes aos diferentes tipos de porosidade predominante que podem variar de intergranular, fissural, dupla porosidade, fissuro-cárstica ou cárstica. Em todo o estado, foram individualizados 22 sistemas aquíferos profundos, diferenciados com base em parâmetros dimensionais, potenciais, tipos de porosidade e qualidade da água. São aquíferos porosos, fraturados, de dupla porosidade, fissuro-cársticos e cársticos.

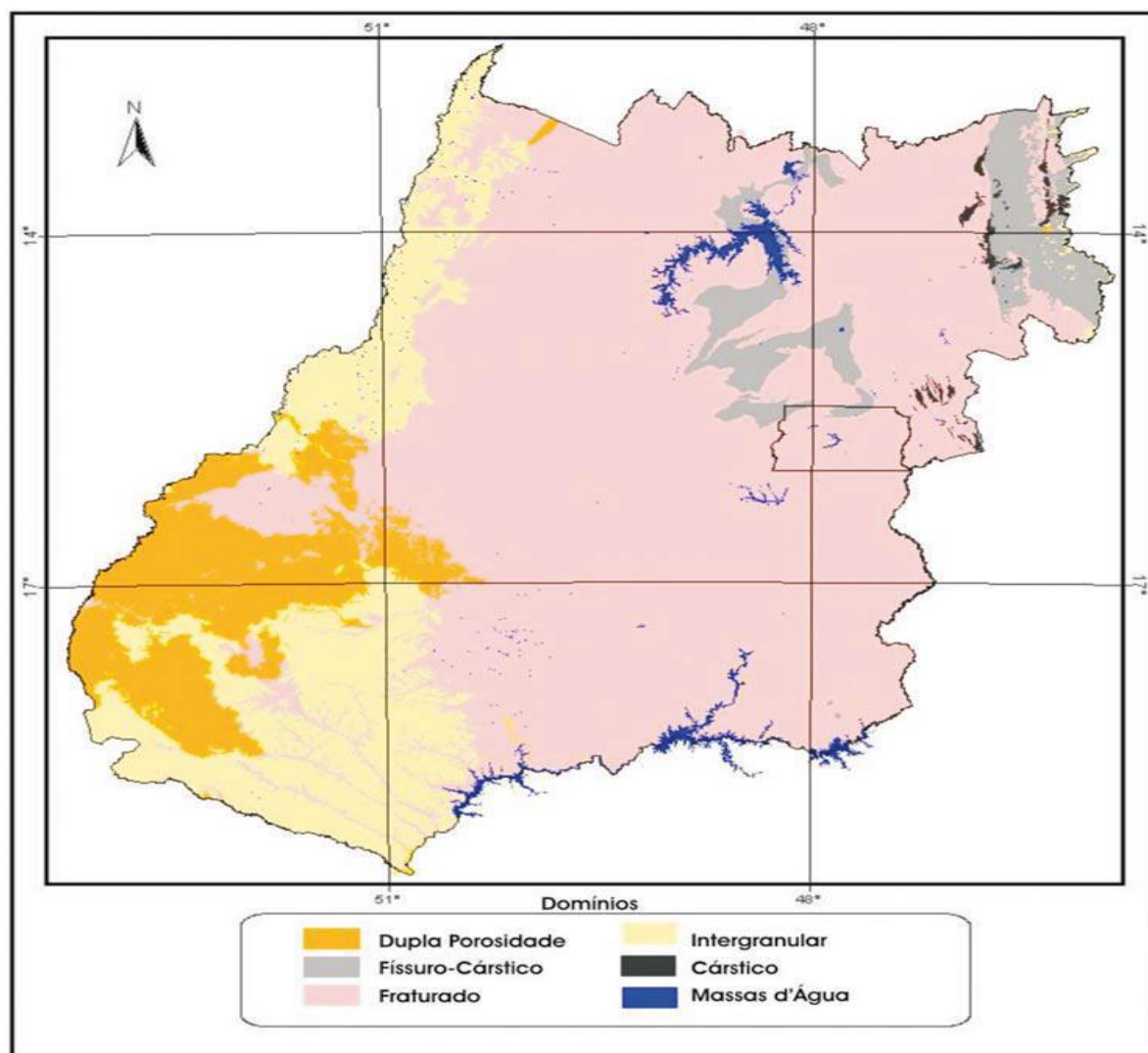


Figura 59: Distribuição dos Domínios Aquíferos Profundos em Goiás.

- **Sistema Aquífero Cristalino Sudeste (SACSE)**

O Sistema Aquífero Cristalino Sudeste (SACSE) engloba rochas associadas ao Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, granitóides, granitos e gnaisses situados a sul da Sintaxe dos Pirineus até o extremo sudeste do estado. Em termos de parâmetros hidrodinâmicos a condutividade hidráulica (K) média é de $8,8 \times 10^{-7}$ m/s e a transmissividade média é de $1,3 \times 10^{-4}$ m²/s. A vazão mínima é zero, a média é de 6 m³/h, a vazão máxima é de 132 m³/h, com moda de 2 m³/h e a vazão específica média é de 0,183 m³/h/m. A comparação de dados de vazões indica um contraste entre as vazões de poços entre 148 Hidrogeologia do Estado de Goiás terrenos granulíticos e granito-gnáissicos, com variação média de cerca de 100% (as vazões médias dos granulitos é de 3 m³/h e as vazões dos granitos e gnaisses fica em torno de 7,3 m³/h). Este fato é atribuído ao controle da tectônica de alívio a qual cada conjunto foi submetido. Os terrenos granulíticos estiveram sob alta pressão de confinamento e foram posicionados de forma

rápida em porção crustal rasa. Esta rápida ascensão impediu o surgimento de fraturas de alívio, fundamentais para a interconexão de fraturas verticais e subverticais.

Nestes terrenos observam-se, nas exposições e em pedreiras, grandes fraturas abertas, porém de baixa densidade. Os *Volume 01 - Relatório de Projeto – 3ª Etapa de Acompanhamento – Restauração Rodovia GO-215_R01188* terrenos granito-gnáissicos, via de regra, são expostos em fácies xisto verde o que indica uma permanência em posição crustal mais rasa por um maior intervalo de tempo. Este quadro permite maior desenvolvimento de tectônica de alívio com maior abertura e densidade das discontinuidades secundárias e, portanto, maior produtividade média dos poços.

- **Sistema Aquífero Araxá (SAAX)**

Segundo o estudo Hidrogeológico de Goiás – SGM (2006), o Sistema Aquífero predominante na área de perfuração é o Araxá (SAAX). Que compreende o conjunto litológico do Grupo Araxá, associado às Sequências Vulcano-Sedimentares situadas ao sul da Sintaxe dos Pirineus, juntamente com as supracrustais dos arcos de ilha situadas no sudeste do estado e ao Grupo Cuiabá. Esta associação de unidades e tipos petrográficos é justificada em função da similaridade reológico-estrutural que estes materiais apresentam, e por se tratar predominantemente de micaxistos, com menor contribuição de quartzitos, anfíbolitos e rochas ultramáficas. Em função da pequena porosidade observada nos tipos litológicos metapelíticos, que predominam e do baixo ângulo de mergulho da foliação, este sistema possui baixa vocação hidrogeológica, com média de vazões de 3,5 m³/h e elevada ocorrência de poços secos ou de vazão muito baixa. Se consideradas as vazões anômalas em pontos isolados a média eleva-se para 6,5 m³/h, entretanto este valor médio é condicionado pela presença de poços de vazões superiores a 80 m³/h associados a lentes de mármore que ocorrem de forma restrita na área de distribuição do Grupo Araxá ou um sistema de fraturas abertas e, portanto, mais produtivas.

O valor da moda das vazões é de 2 m³/h (a estatística de vazões apresentadas é vinculada a uma população de mais de 900 poços). Outras condições favoráveis deste sistema estão relacionadas aos quartzitos e quartzo xistos, os quais resultam em aquíferos com maior transmissividade e coeficiente de armazenamento, onde as médias de vazão superam 10 m³/h, como é o caso da Serra da Areia em Aparecida de Goiânia (onde um poço registra vazão de 99 m³/h) e alguns poços na região de Pirenópolis. Os valores médios dos parâmetros hidrodinâmicos correspondentes a uma população de 50 poços é de 1,9 x 10⁻⁶ m/s para a condutividade hidráulica; de 2,8 x 10⁻⁴ m²/s para a transmissividade e de 0,587 m³/h/m para a capacidade específica (valor que inclui alguns poços de vazões anômalas). Este sistema é composto por aquíferos descontínuos, livres, anisotrópicos, com condutividade hidráulica muito baixa.

- **Sistema Aquífero Complexos Acamadados (SACA)**

O Sistema Aquífero Complexos Acamadados (SACA) corresponde ao conjunto litológico associado aos Complexos Máficos-Ultramáficos de Cana Brava, Niquelândia, Barro Alto e aos maciços ultramáficos Tipo Americano do Brasil e Morro Feio.

A exemplo do Sistema Aquífero *Greenstone Belts*, este sistema aquífero é pouco conhecido, contudo, em função das elevadas taxas de precipitação pluvial e da presença comum de solos com

espessuras moderadas estima-se um potencial razoável para este grupo de aquíferos fraturados.

O SACA é representado por aquíferos anisotrópicos, heterogêneos, livres ou confinados do tipo

fraturado clássico, com fluxo laminar a turbulento confinado aos planos das juntas individuais ou a zonas fraturadas.

Dados de 28 poços cadastrados neste sistema resultam na seguinte distribuição estatística: vazão média 5,7 m³/h, vazão máxima 11,8 m³/h e moda da vazão 3 m³/h. O único ensaio de bombeamento existente neste sistema aquífero resultou em valores de condutividade hidráulica de 5×10^{-7} m/s, transmissividade de $7,6 \times 10^{-5}$ m²/h e capacidade específica de 0,082 m³/h/m.

Em termos de qualidade das águas, não se espera maiores problemas uma vez que se tratam de rochas pouco solúveis e pouco reativas, contudo, eventualmente, pode se esperar alterações nos teores de enxofre.

4.2.2.7. Hipsometria

A média de altitude no estado de Goiás é de aproximadamente 685 metros acima do nível do mar. É importante destacar que essa cifra representa uma média geral, e as altitudes podem variar consideravelmente em diferentes regiões do estado devido à diversidade de seu relevo, que engloba planaltos, chapadas e vales. O ponto mais elevado de Goiás é a Serra Dourada, alcançando altitudes superiores a 1.400 metros. Por outro lado, em áreas próximas aos rios Araguaia e Tocantins, observam-se altitudes mais baixas.

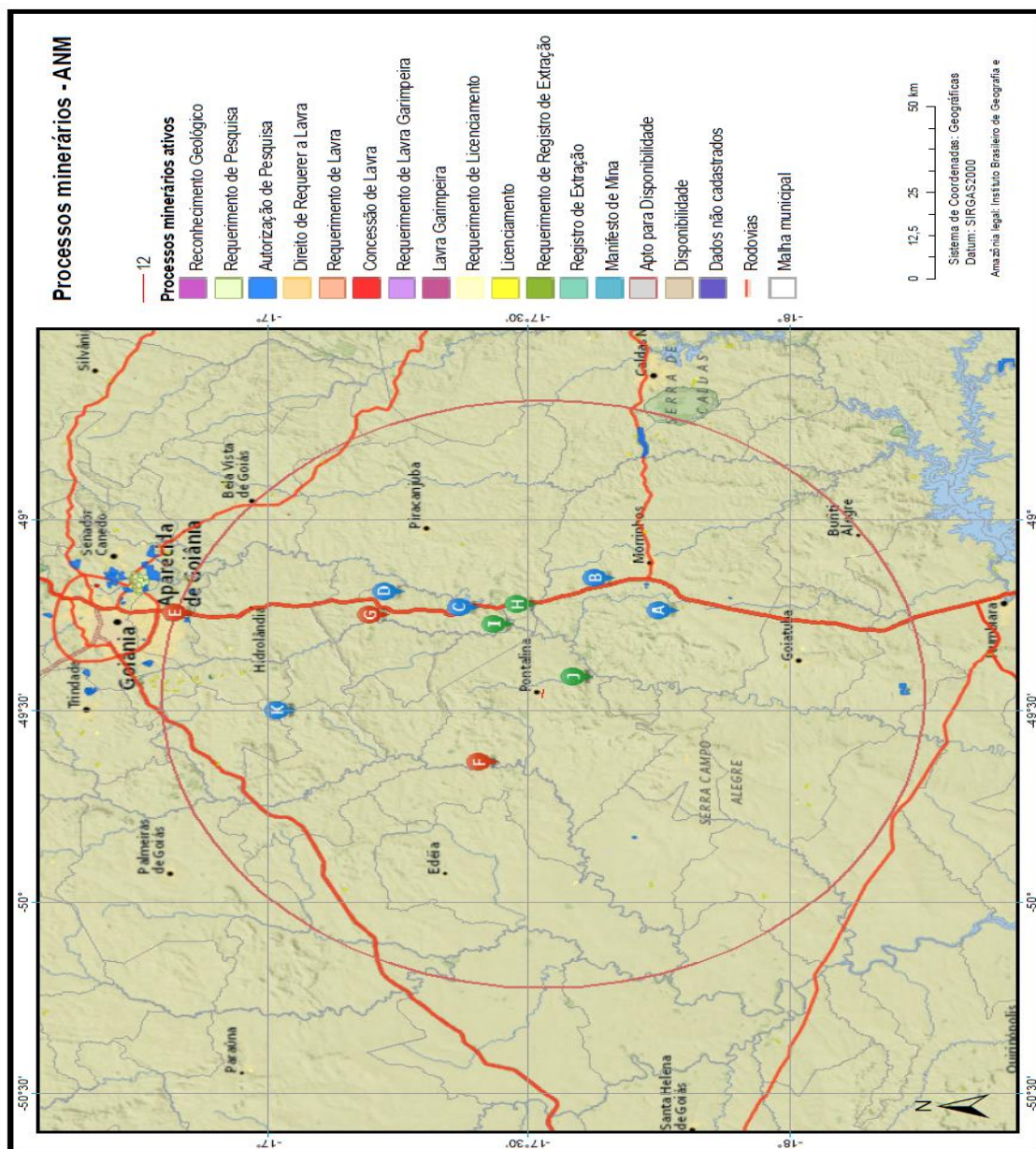
A área de estudo está situada em uma região com altitude variando entre 650 metros no mínimo e 700 metros no máximo em relação ao nível do mar.

4.2.3. Ocorrências para a Duplicação da GO-215

Devido à proximidade do perímetro urbano, optou-se para a execução da terraplenagem utilizando o material estocado do contorno e aproveitamento dos cortes. Não houve necessidade de empréstimos laterais ao longo do segmento, embora os Estudos Geotécnicos tenham contemplado a possibilidade de utilização de alguns.

Para as demais ocorrências efetuou-se consulta ao SIGMINE/ANM, plataforma de consulta visual georreferenciada, coletando o número do processo das referidas ocorrências e de posse deste verificando-se a situação de cada uma. Na sequência apresenta-se os dados apresentados nesta consulta, bem como a situação deles.

A espacialização dos processos minerários pode ser observada no mapa a seguir.



MATERIAL	CÓD.	PROCESSO	ÁREA (ha)	ANO	FASE	ÚLTIMO EVENTO	NOME	COORDENADAS		SITUAÇÃO ATUAL	DISTÂNCIA (KM)	MUNICÍPIO
								LATITUDE	LONGITUDE			
BRITA	A	860592/2015	48,21	2015	LICENCIAMENTO	730 - LICENREGISTRO DE LICENÇA AUTORIZADO PUBL EM 02/03/2016	Ampara Ferreira de Barros	-17,78796136	-49,23924714	INATIVA	59,5	MORRINHOS-GO
BRITA	B	861545/2021	20,62	2021	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	265 - AUT PESQPRORROGAÇÃO PRAZO ALVARÁ - SOLICITAÇÃO PROTOC EM	IGOR AZEVEDO FROES	-17,66282587	-49,15383437	PESQUISA NÃO FINALIZADA	43,4	MORRINHOS-GO
BRITA	C	860192/2022	40,08	2022	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	264 - AUT PESQTAH - PAGAMENTO EFETUADO EM 21/01/2025	ARTHUR PACHECO DOS SANTOS	-17,40350854	-49,2281167	PESQUISA NÃO FINALIZADA	39,9	PROFESSOR JAMIL-GO
BRITA	D	860699/2014	48,68	2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	236 - AUT PESQDOCUMENTO DIVERSO PROTOC EM 28/03/2020	CONSTRUTORA TRIUNFO SIA - EM RECUPERAÇÃO JUDICIAL	-17,2615341	-49,18702597	PESQUISA NÃO FINALIZADA	56,3	PROFESSOR JAMIL-GO
BRITA	E	860017/2001	38,69	2001	CONCESSÃO DE LAVRA	418 - CONC LAVRAL ANO BASE APRESENTADO EM 25/03/2025	PEDREIRA ITAUNA LTDA	-16,85468861	-49,24352778	ATIVA	105	APARECIDA DE GOIANIA-GO
AREIA	F	860424/2013	31,6	2013	LICENCIAMENTO	760 - LICENPRAL ANOBASE APRESENTADO EM 11/04/2025	ligia de freitas reves	-17,4358861	-49,64226308	ATIVA	28,5	PONTALINA-GO
AREIA	G	861917/2012	50	2012	LICENCIAMENTO	760 - LICENPRAL ANOBASE APRESENTADO EM 19/03/2025	MINERAÇÃO NOVA ESPERANCA LTDA	-17,2311591	-49,24816997	ATIVA	53,2	PROFESSOR JAMIL-GO
AREIA	H	861407/2016	40,04	2016	LICENCIAMENTO	730 - LICENREGISTRO DE LICENÇA AUTORIZADO PUBL EM 26/09/2017	Euripedes Erasto Santana	-17,51448649	-49,22274053	INATIVO	26,8	PIRACANJUBA-GO
AREIA	I	861834/2013	49,22	2013	LICENCIAMENTO	744 - LICENPRORROGAÇÃO REGISTRO LICENÇA INDEFERIDA PUBL EM 28/02/2020	Carlucio Rodrigues Miranda	-17,47077645	-49,27416012	INATIVO	48,2	PIRACANJUBA-GO
AREIA	J	861622/2007	49,95	2007	LICENCIAMENTO	736 - LICENDOCUMENTO DIVERSO PROTOC EM 02/02/2021	OSMAR SEBASTIAO DE REZENDE	-17,62248104	-49,41058902	INATIVO	12,7	PONTALINA-GO

4.2.3.1. Pedreiras

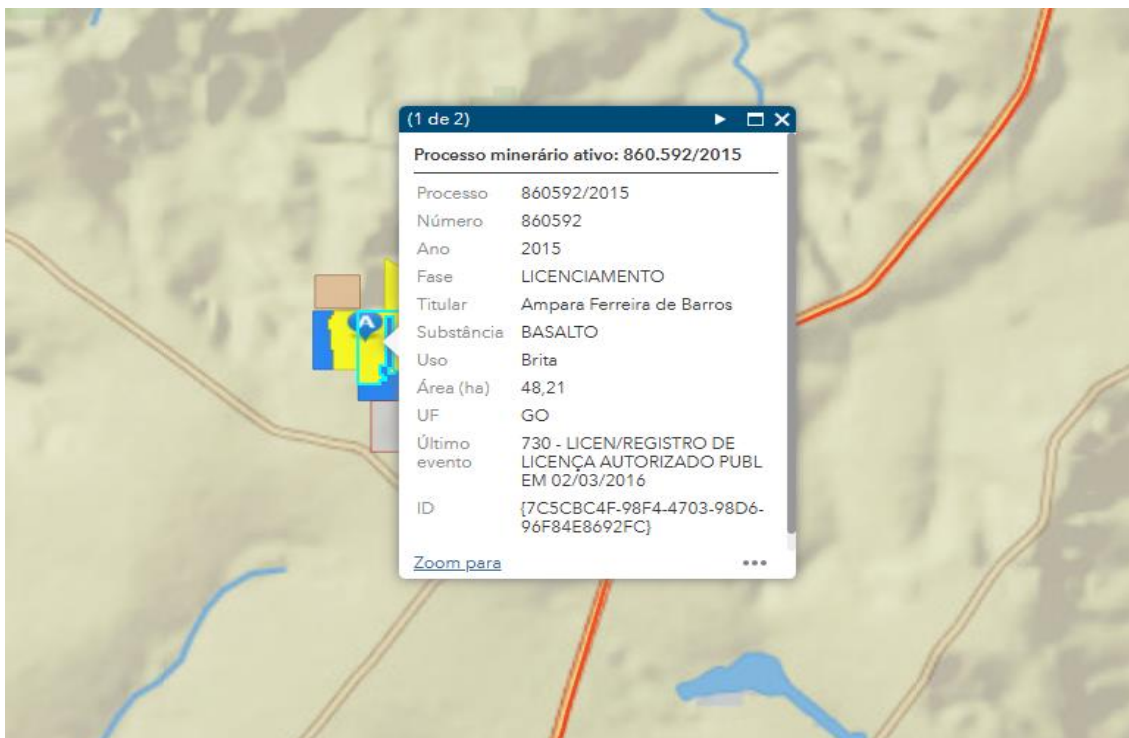


Figura 2 – A – Ampara Ferreira de Barros

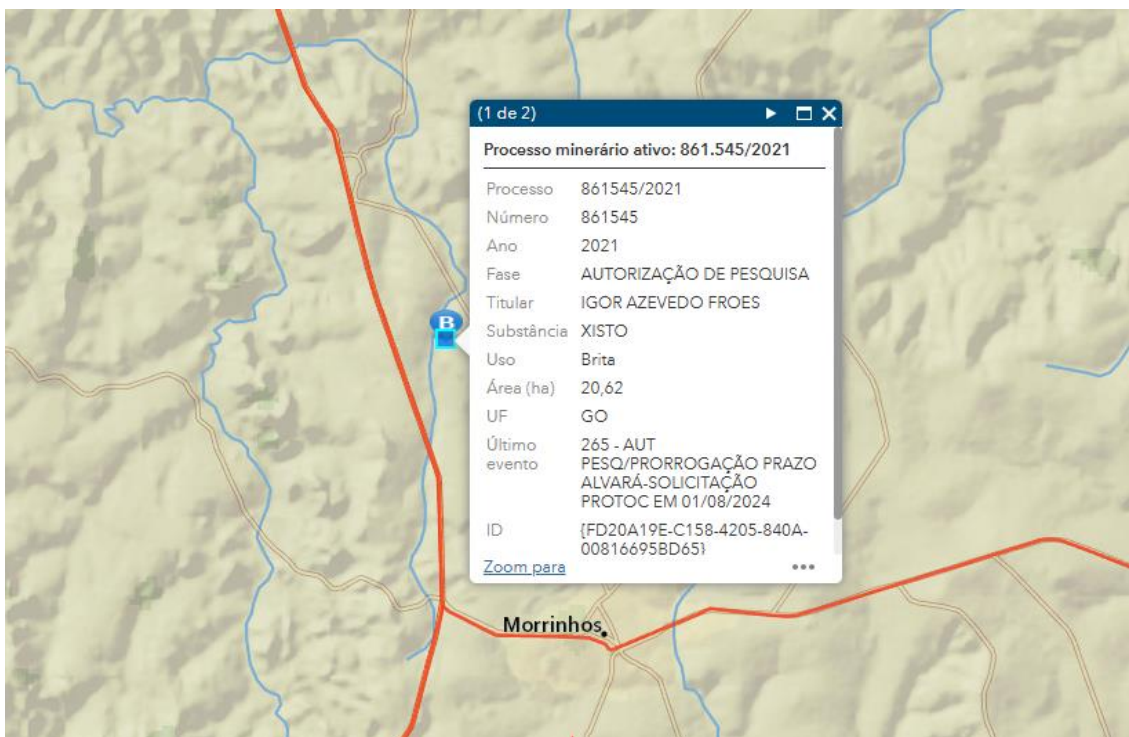


Figura 3 – B – IGOR AZEVEDO FROES

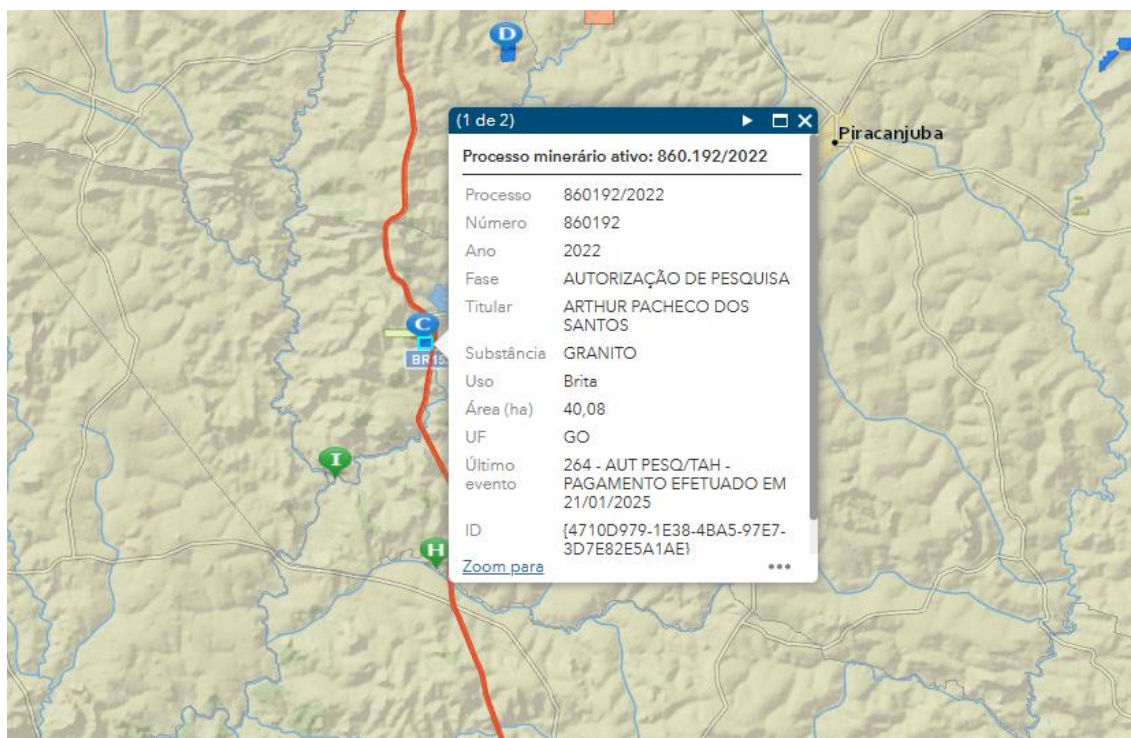


Figura 4 – C – ARTHUR PACHECO DOS SANTOS

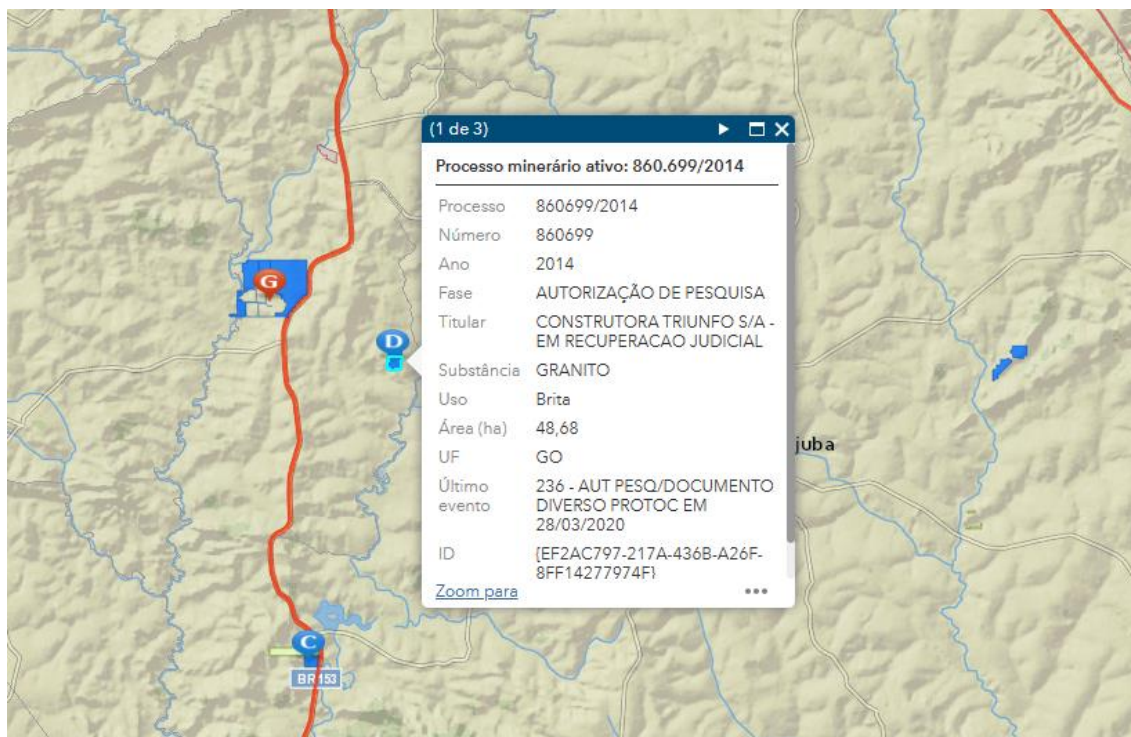


Figura 5 – D – CONSTRUTORA TRIUNFO S/A - EM RECUPERACAO JUDICIAL

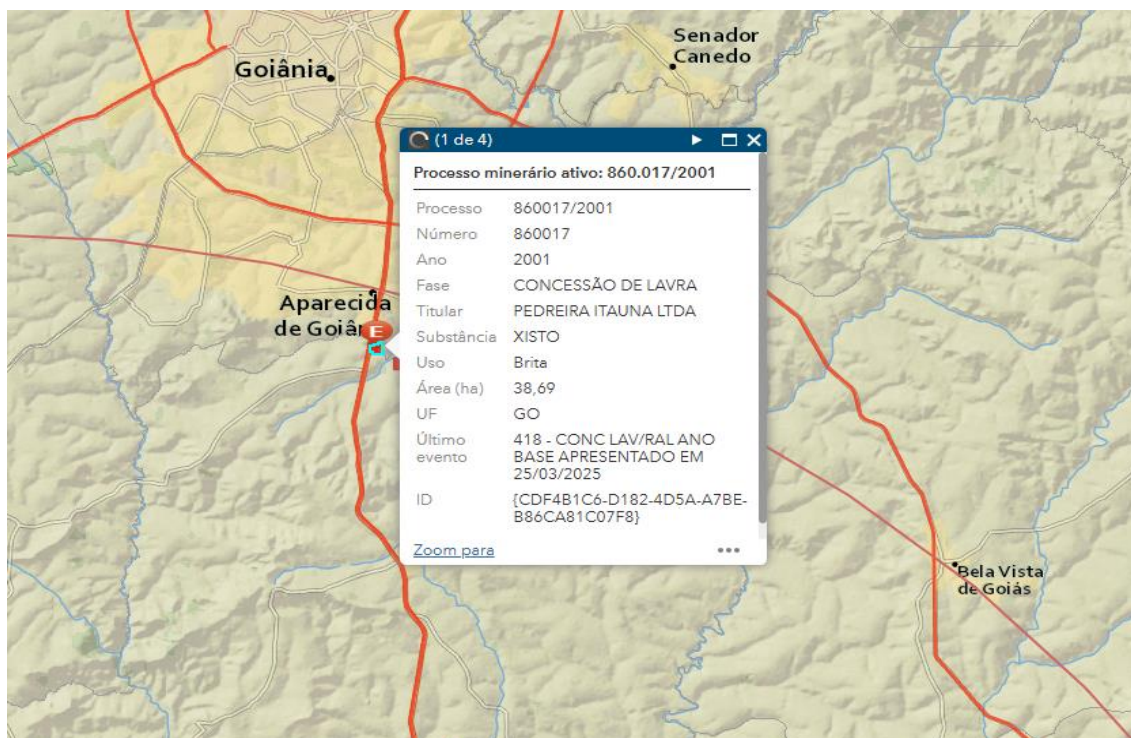


Figura 6 – E – PEDREIRA ITAUNA LTDA

4.2.3.2. AREIAS

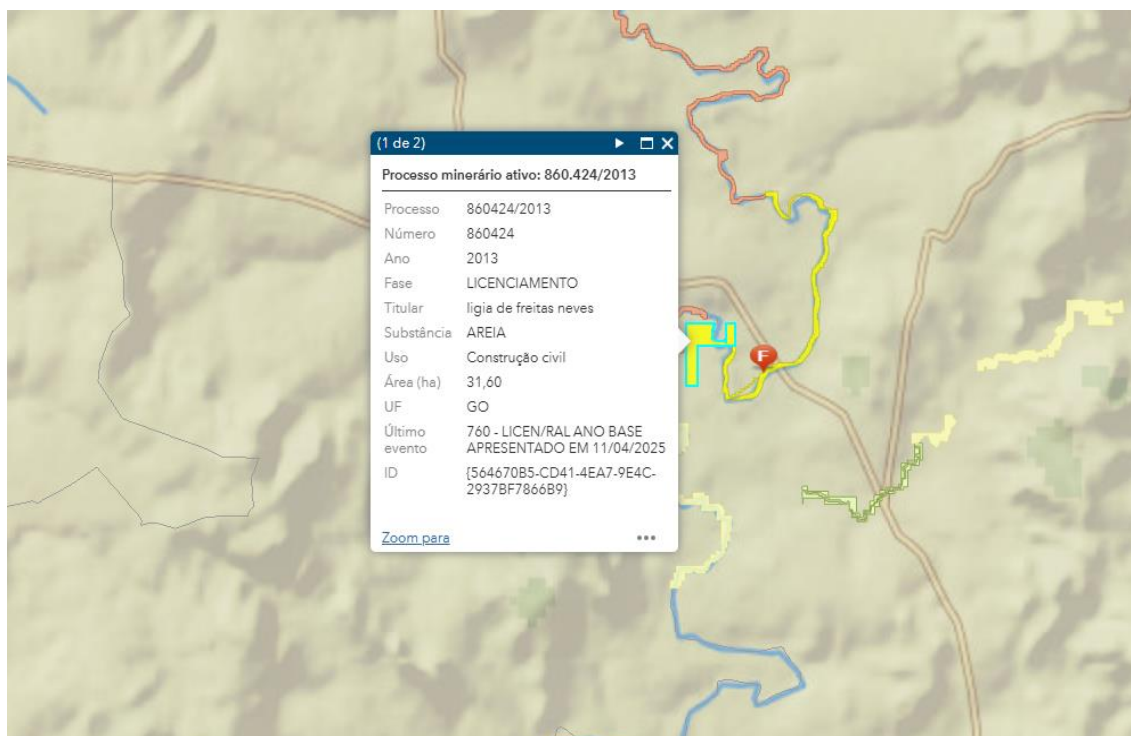


Figura 7 – F – LIGIA DE FREITAS NEVES

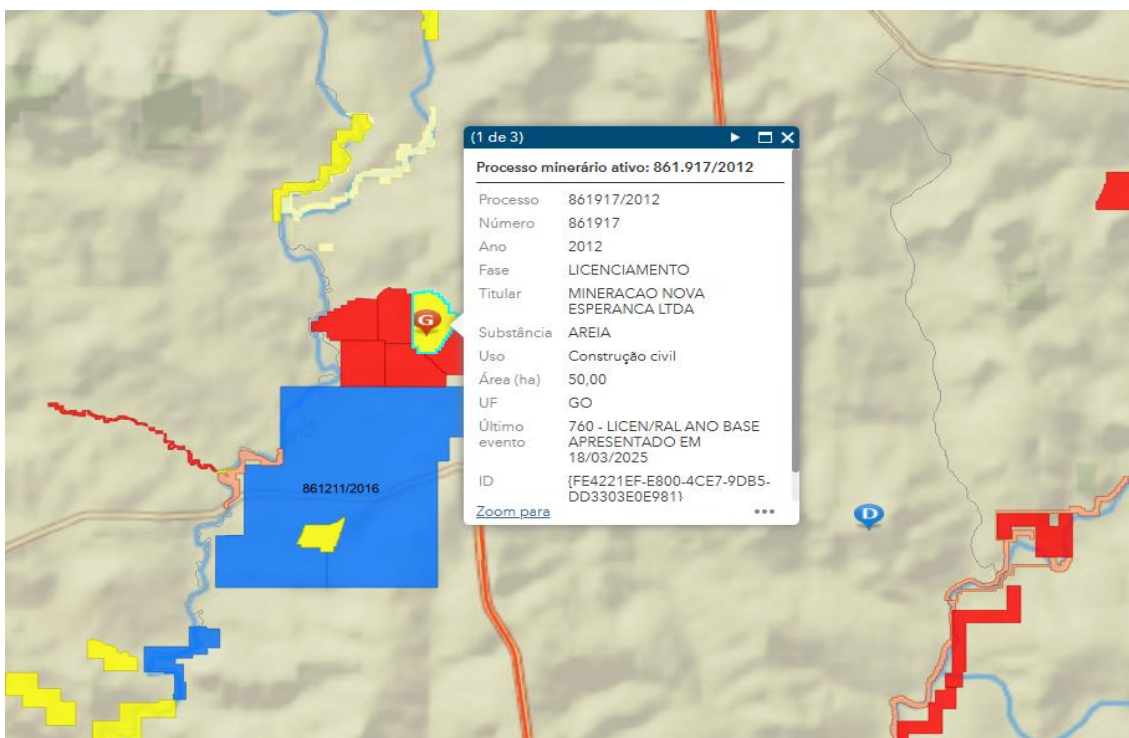


Figura 8 – G – MINERACAO NOVA ESPERANCA LTDA

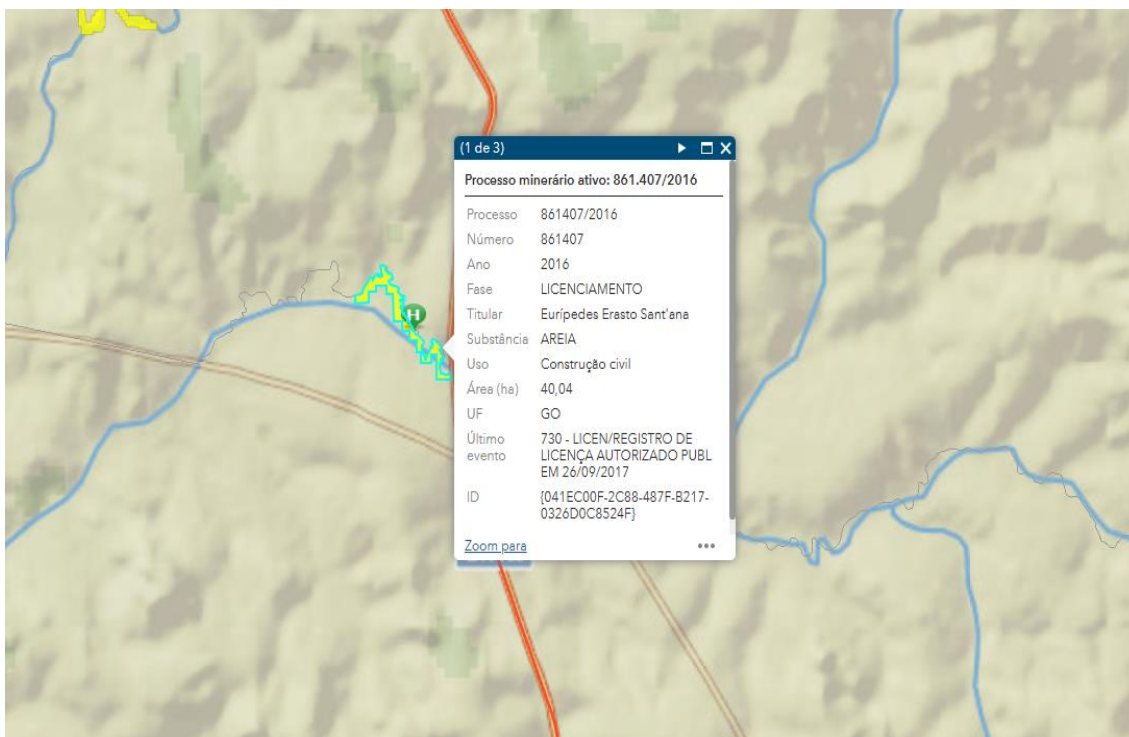


Figura 9 – H – EURÍPEDES ERASTO SANT'ANA

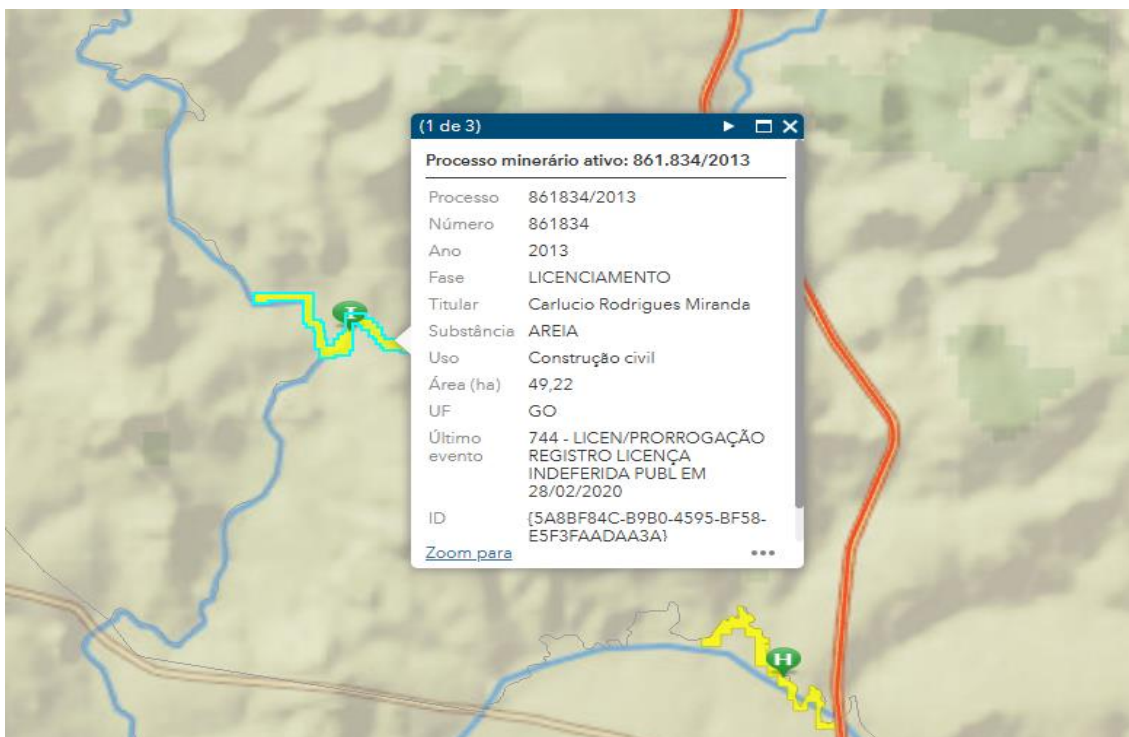


Figura 10 – I – CARLUCIO RODRIGUES MIRANDA

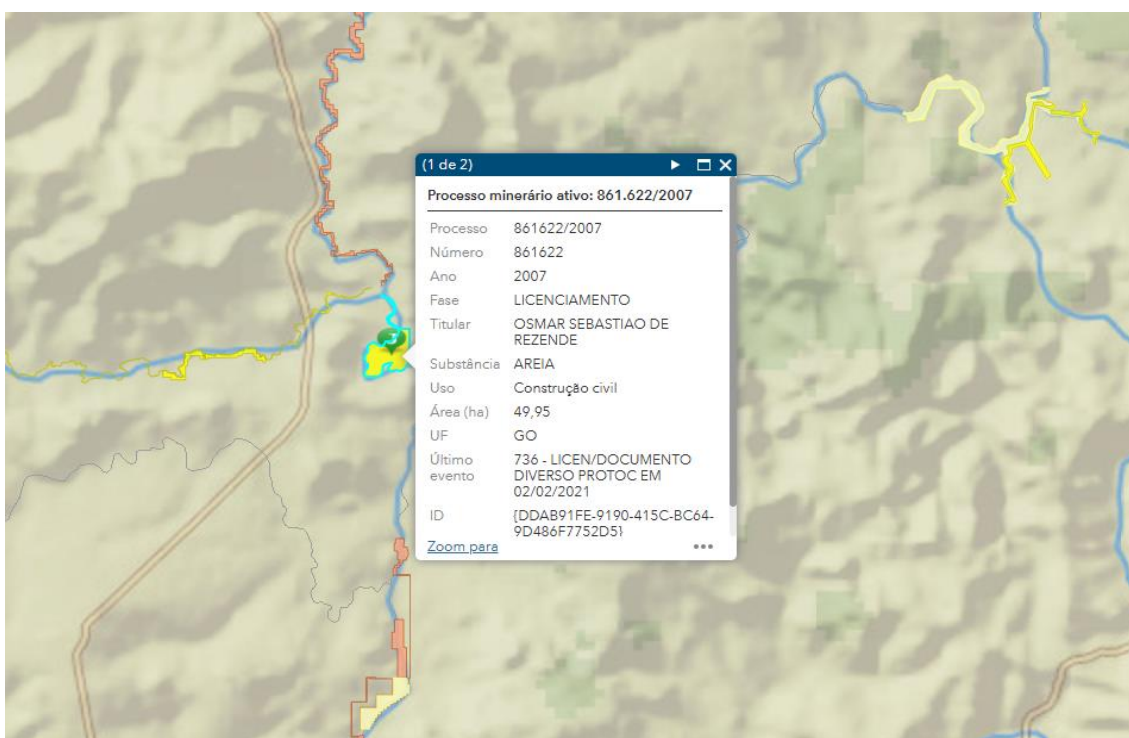


Figura 11 – J – OSMAR SEBASTIAO DE REZENDE

Após coleta de dados através da plataforma SIGMINE/ANM, visita em campo, coleta de dados de possíveis fornecedores e ensaios realizados, determinou-se as ocorrências a serem

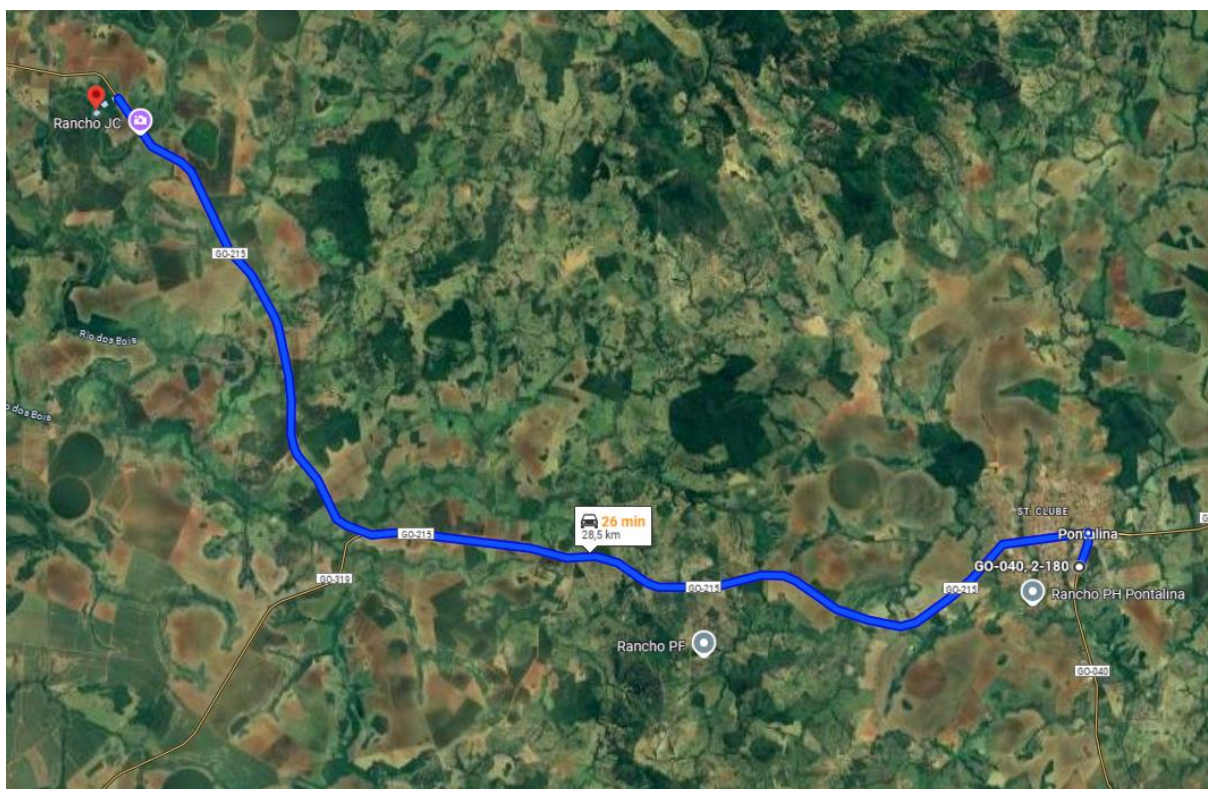
utilizadas para o segmento em questão, sendo apresentado o croqui de localização de cada uma delas a seguir.

4.2.3.3. Material de Jazida para Base e Sub base

A ocorrência indicada está localizada a 25,80 km da estaca 0 do trecho a ser duplicado, sendo de propriedade da Sr. Jair Firmino Mendes.

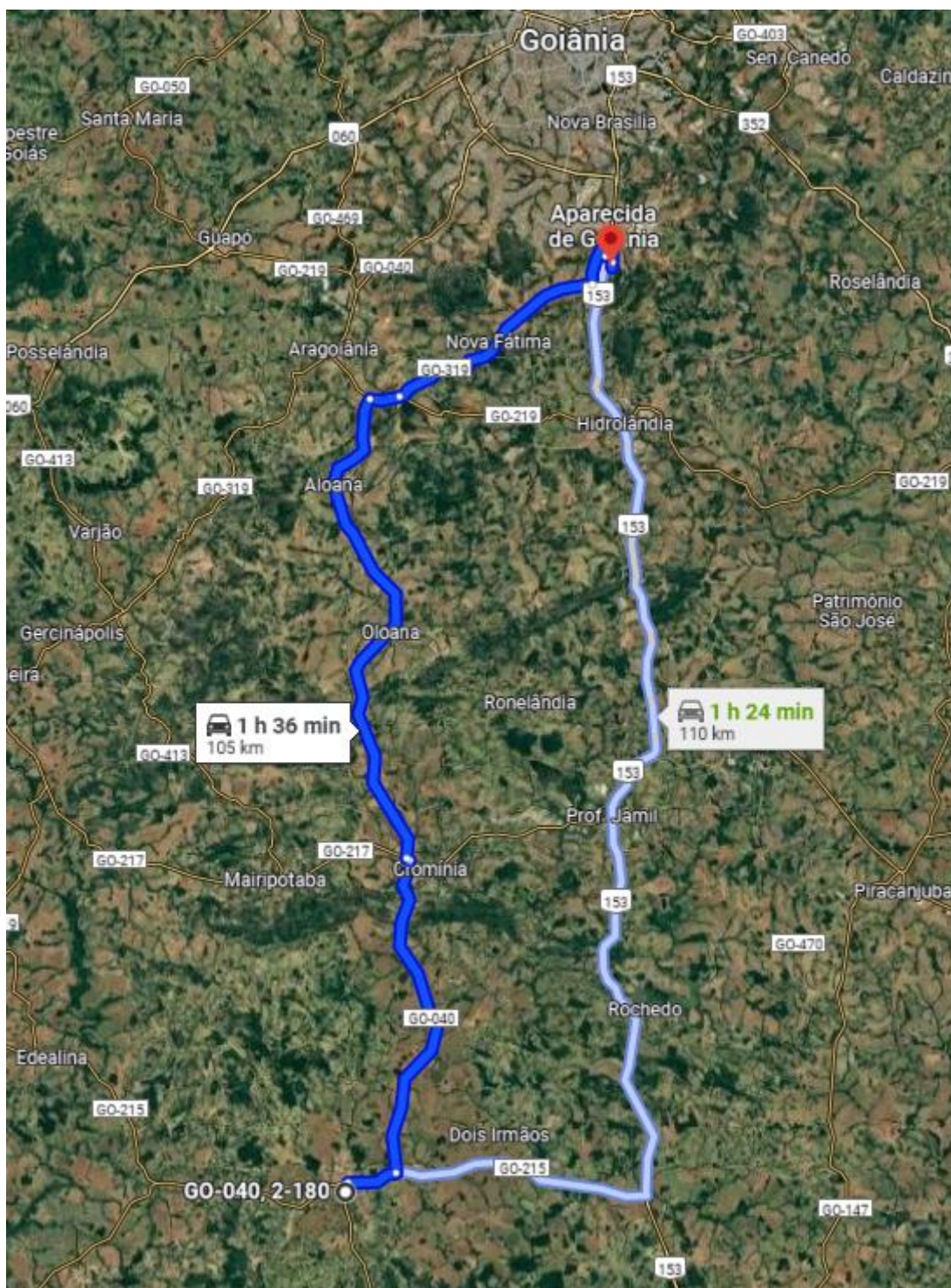
4.2.3.4. Areal

O areal indicado é de propriedade de LIGIA DE FREITAS NEVES e está localizado no município de Edealina/GO, há 25,25 km da estaca 0+0,00 do trecho. Processo nº 860424/2013 na ANM.



4.2.3.5. Pedreira

A pedreira mais próxima é de propriedade da PEDREIRA ITAUNA LTDA. e localizada no município de Aparecida de Goiânia/GO, há 105,00 km, com acesso pelo final do trecho. Processo minerário nº 860017/2001.



4.2.3.6. Áreas de exploradas

Além da necessidade de solicitar licenciamento do órgão ambiental competente para a exploração das ocorrências de materiais granulares previstas, providências relacionadas à mitigação de impactos e recuperação da área degradada deverão ser tomadas. Para atenuar os efeitos decorrentes da retirada de material, convencionalmente são adotados os seguintes passos para a recuperação da área: reconformação do relevo com reafeiçoamento de taludes, obras de drenagem, revestimento superficial com solo orgânico, quando existente ou pré-armazenado, e obras de proteção superficial. As obras de drenagem devem contemplar a construção de dissipadores de energia da água escoada em superfície, principalmente em áreas onde a declividade apresenta potencialidade erosiva. O meio mais simples e eficiente de proteção da superfície é o revestimento vegetal.

A execução de obras de proteção superficial ocorre de maneira integrada com o processo de drenagem, impedindo o desenvolvimento de atividades erosivas e diminuindo a infiltração da água na superfície recuperada. No presente caso sugere-se a cobertura vegetal com gramíneas, considerando as especificações apresentadas por GARIGLIO (1987). A vegetação ervada protege essencialmente contra a erosão superficial (ravinamento, boçorocamento), ligando as camadas superficiais numa espessura variável entre 5 a 25 cm.

5. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os Estudos Geológicos serviram de apoio para o desenvolvimento dos Estudos Geotécnicos. Tendo em vista as definições então estabelecidas, foram iniciadas as fases de pesquisas seguidas das respectivas coletas e ensaios.

Deu-se especial ênfase à inspeção de campo, abordando-se também com cuidado a pesquisa de OMGs para materiais de construção visando minimizar os custos de construção. A seguir apresenta-se toda a sequência de operações e serviços efetuados no desenvolvimento destes estudos, os quais seguiram as instruções e orientações vigentes da GOINFRA.

5.1. Estudo do Subleito

O estudo do Subleito foi desenvolvido após a definição do greide definitivo de terraplenagem. Para tal, determinou-se os pontos de estudos para a realização dos furos de sondagens.

5.2. Coleta de Amostras

Executou-se ao longo do eixo locado sondagens a trado e picareta, de modo a atingir a profundidade de 1,00 m abaixo do greide. Foram coletadas amostras de todos os horizontes, sendo todas ensacadas em sacos próprios, devidamente etiquetadas e posteriormente enviadas ao laboratório de Geotecnia para ensaios previstos, acompanhadas dos respectivos boletins de sondagens lavrados em campo.

5.3. Ensaios

Os materiais uma vez recebidos e registrados no laboratório foram devidamente trabalhados, sofrendo os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento;
- Compactação (ISC);
- Densidade “in situ”;
- Índices físicos e
- Expansão.

Todos os resultados desta série de ensaios do Subleito estão expressos em detalhes no Volume – 3B - Estudos Geotécnicos.

Adotou-se para o **ISCproj.** o valor de **13,81%**, conforme os Estudos Geotécnicos realizados ao longo do segmento, devendo ser substituídos valores inferiores a este.

5.4. Estudos de Empréstimos para Aterros

Objetivando atender às necessidades da movimentação de terra exigida pela terraplenagem, buscou-se desenvolver um estudo para a utilização de empréstimos laterais, sendo coletadas amostradas e locais determinados, cujo material poderia ser destinado para a execução dos serviços de Duplicação da GO-215, se houvesse necessidade.

As amostras também foram submetidas aos ensaios já mencionados no subleito, e os volumes a serem utilizados foram determinados para uma profundidade máxima de exploração de 2,00 metros.

5.5. Estudos de Ocorrências de Materiais para Pavimentação

O estudo presente destinado à obtenção dos materiais de construção a serem utilizados no pavimento em suas diversas camadas, foi dividido em 3 partes, a saber:

- Ocorrência de material granular;
- Areais;
- Pedreira.

Descreve-se na continuidade deste item, cada uma destas partes detalhadamente.

5.6. Ocorrência de Material Granular

Os estudos das ocorrências de solos tiveram como objetivo estabelecer os diversos materiais possíveis de serem utilizados como camadas do pavimento. A pesquisa de campo visou determinar as ocorrências mais próximas ao eixo e, portanto, as mais viáveis sob o ponto de vista econômico. No que tange ao cascalho, foi identificado 3 fontes. Destas, em campo, houve a prospecção das duas mais viáveis. As informações e localização da área estudada está apresentada a seguir:

- Jazida 01, localizada a 59,10 km da estaca 0 do trecho a ser duplicado, sendo de propriedade da Sra. Zilda Alvez das Doreis.
- Jazida 02, localizada a 25,80 km da estaca 0 do trecho a ser duplicado, sendo de propriedade do Sr. Jair Firmino Mendes.

Uma vez localizada em campo as ocorrências, iniciou-se a prospecção. Inicialmente foi demarcada na área da ocorrência uma malha quadrática de 30,00 m de lado. Foram coletados um mínimo de amostras, em cada horizonte, em furos alternados, através de trado e picareta localizados nos vértices do reticulado inscrito na área a ser explorada. As amostras foram devidamente embaladas e etiquetadas. Para cada ocorrência foi elaborado

um croqui, delimitando a área dos materiais aproveitáveis, bem como a localização dos furos.

Os materiais oriundos da coleta foram preparados e então executados os ensaios prescritos:

- Granulometria;
- Índices Físicos;
- Densidade “in situ”;
- Expansão;
- Compactação;
- Índice Suporte Califórnia (ISC);

A jazida J-01, localizada a 59,10 km, necessita de adição de areia, para ser utilizada como sub base e base. Já a J-02 a 25,80 km poderá ser utilizada in natuta, atendendo aos requisitos exigidos pela especificação vigente.

Areais

Para areais, obtidos por sedimentos arenosos próximo a curso d’água, foram identificadas 3 fontes de fornecedor.

Para o estudo, foram analisadas 2 opções.

Com o material coletado foram elaborados os seguintes ensaios:

- Granulometria;
- Teor de matéria orgânica;
- Equivalente de Areia;

Areais estudados:

- A-01: Propriedade de MINERAÇÃO NOVA ESPERANÇA LTDA e localizada no município de Professor Jamil/GO, há 51,60 km da estaca 128+12,00 do trecho. Processo nº 860304/2020 na ANM.
- A-02: Propriedade de LIGIA DE FREITAS NEVES e localizada no município de Edealina/GO, há 25,25 km da estaca 0+0,00 do trecho. Processo nº 860424/2013 na ANM.

Pedreira

Para pedreira, foram identificadas 4 fontes de fornecedor, também identificada em campo. Para o estudo, foram analisadas 3 opções.

Foram coletadas amostras de cada pedreira, de pedra britada, para os seguintes ensaios;

- Abrasão Los Angeles;

- Adesividade;
- Durabilidade;
- Granulometria por peneiramento;
- Índice de forma.

Pedreiras estudadas:

- PED-01: Propriedade de BRITENG BRITAGEM E CONSTRUÇÕES LTDA. e localizada no município de Aparecida de Goiânia/GO, há 116,00 km da estaca 128+12,00 do trecho. Processo minerário nº 862117/1994.
- PED-02: Propriedade de PEDREIRA ITAUNA LTDA. e localizada no município de Aparecida de Goiânia/GO, há 105,00 km da estaca 128+12,00 do trecho. Processo minerário nº 860017/2001.
- PED-03: Propriedade de PEDREIRA IZAÍRA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. e localizada no município de Aparecida de Goiânia/GO, há 114,00 km da estaca 128+12,00 do trecho. Processo minerário nº 860872/2009.

6. ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego tem por finalidade fornecer dados indispensáveis para o desenvolvimento do projeto e consta de coleta de dados, processamento e análise dos resultados obtidos.

Para o presente projeto os dados foram obtidos através do Projeto de Engenharia de Restauração, Melhorias e Manutenção do trecho da GO-215, entre a BR-153 e Pontalina, elaborado pela empresa Basitec - Projetos e Construções Ltda, entregue em outubro/2023, cujo estudo é parte integrante do Volume 01- Relatório de Projeto- Estudos Iniciais.

6.1. Posto de Contagem e Resultado da Contagem

Segundo o projeto da Basitec, pelas localizações dos postos de contagens apresentadas no estudo efetuado, o Posto mais representativo para o empreendimento em questão, é o Posto P2, cuja contagem volumétrica foi realizada entre o entroncamento da GO-040 e o perímetro urbano de Pontalina, que é o segmento contemplado para a duplicação.



Foto 45: Localização do posto de contagem

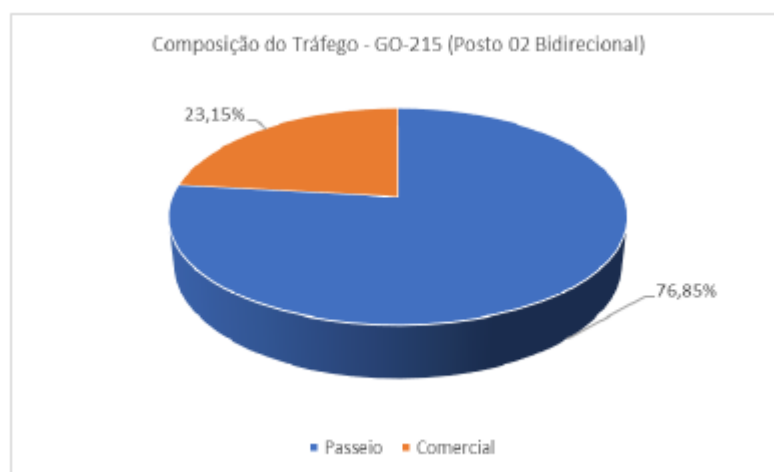
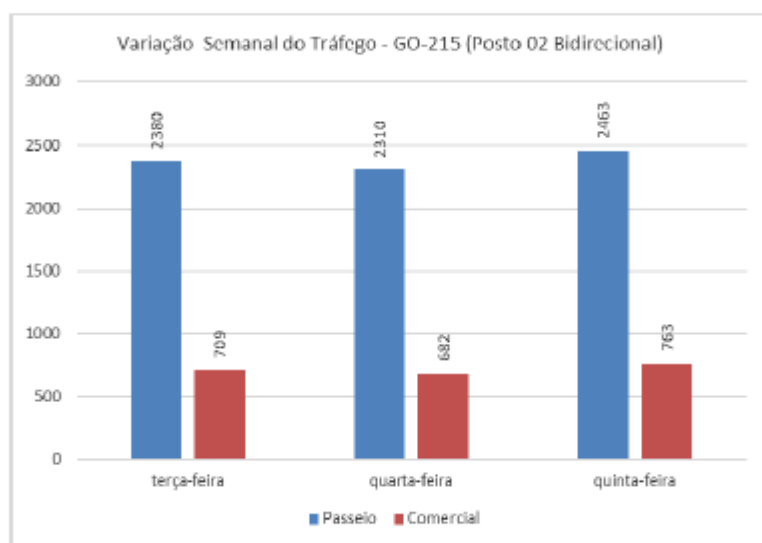
PLANO DE CONTAGEM DE TRÁFEGO					
Rodovia: GO-215					
Trecho: Entr. BR-153 / Entr. GO-230					
Subtrecho: Entr. BR-153 / Início Perímetro Urbano de Pontalina					
Segmento: Km 0,00 - Km 24,16					
SRE: 215EGO0010/215EGO0015/040EGO0070					
Posto	Rodovia	Km	Leste	Norte	Período de Realização das Pesquisas
P 01	GO-215	20,50	669.691,35	8.063.456,38	14, 15 e 16 de fevereiro de 2023
P 02	GO-215	22,08	668.275,48	8.063.036,59	14, 15 e 16 de fevereiro de 2023
P 01	GO-215	20,50	669.691,35	8.063.456,38	parcial 27 de abril de 2023

A contagem volumétrica de tráfego, foi realizada nos dias 14, 15 e 16 de fevereiro de 2023, sendo apresentada na sequência o resultado da contagem.

Ao se analisar os dois movimentos de tráfego em conjunto, no segmento pesquisado da GO-215 passam diariamente um volume de 3.102 veículos, sendo 718 comerciais, equivalente a 23,15% da frota, e 2.384 de passeio, 76,85% da frota.

A tabela seguinte apresenta os resultados obtidos:

Volume Médio Diário - GO-215 (Posto 02 - Bidirecional)													
Dia da Semana	Data	Passeio	Ônibus		Caminhões		Semi-reboque / Reboque					Comercial	Misto
			2C	3C	2C	3C	253	353	2C3	3C3	3D4		
terça-feira	14/02/2023	2380	30	0	205	230	20	60	22	66	76	709	3089
quarta-feira	15/02/2023	2310	30	1	187	215	15	58	16	88	72	682	2992
quinta-feira	16/02/2023	2463	26	1	226	249	20	71	17	80	73	763	3226
Média		2384	29	1	206	231	18	63	18	78	74	718	3102
Total (%)		76,85%	0,93%	0,03%	6,64%	7,45%	0,58%	2,03%	0,58%	2,51%	2,39%	23,15%	100,00%



6.2. Classificação da Via

O empreendimento em questão, duplicação da GO-215 do perímetro urbano de Pontalina até a interseção com a GO-040, localizado na zona leste do município, embora pelo tráfego previsto, adotado da GO-215, enquadre o segmento, de acordo com as características e critérios de classificação técnica, como uma rodovia Classe IB, por estar nas proximidades do perímetro urbano, adotar-se-á características mais apropriadas de rampa e acostamentos, bem como velocidade mais reduzida.

Para uma rodovia Classe IB, a largura da pista de rolamento deveria ser de 7,00 metros e acostamento de pelo menos 2,50 m. Adotar-se-á para o segmento, pista de rolamento de 7,00 m, acostamentos de 1,50 m externo e 0,60 m interno e rampa máxima de 8,00% em perfil.

6.3. Cálculo do Número N

Parâmetro de Tráfego "N"

O número N é um parâmetro, definido como o número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2t (18.000 libras) durante o período de projeto. É necessário para dimensionamento de pavimentos flexíveis pelo método do Eng^o Murilo Lopes de Souza, de acordo com o manual de pavimentação do DNER de 1996.

Para a obtenção de N é necessário:

- Volume e composição do tráfego atual e futuro.
- Fatores de veículos.
- Fator climático regional.

Para este cálculo foi adotado os seguintes parâmetros:

A – Classificação dos veículos e respectivas cargas por eixo

B – Fatores de Equivalência de Operações

C – Fator de Carga (FC)

D – Fator de Eixo (FE) – calculado pela expressão $FE = n / V$

Onde:

n = número de eixos comerciais

V = número de veículos comerciais.

E – Fator de Veículos (FV) – calculado pela expressão $FV = FC \times FE$

F – Fator climático regional (FR) adotado $FR = 1,0$

G – Fator de Pista – adotado 0,5 ou seja, distribuição de 50% do tráfego em cada pista.

Foi adotada taxa de crescimento anual de 3,0%, uma vez que a região apresenta estágio de desenvolvimento consolidado e índice de ocupação de 100% carregado para os veículos de carga. De acordo com os parâmetros considerados e adotados a projetista ETEL determinou o número N, conforme quadro apresentado na sequência.

DEFINIÇÃO DO NÚMERO N														
Rodovia:	GO-215													
Posto:	P2													
Sentido	Bidirecional													
Dados de Pesquisa de Tráfego														
Ano	Carro de Passeio	Ônibus		Caminhões								VMD total	VMD comercial	
		2C	3C	2C	3C	2S3	3S3	2C3	3C3	3D4				
2023	1579	19	1	136	153	12	42	12	52	49		2.055	476	
%	76,8%	0,9%	0,0%	6,6%	7,4%	0,6%	2,0%	0,6%	2,5%	2,4%		100%	23,2%	
Fatores de Veículo - GO-215 - Posto 2														
Categoria				2C	3C	2S3	3S3	2C3	3C3	3D4				
p i (%)				32,56%	32,35%	2,52%	8,82%	2,52%	10,92%	10,29%				
FVi (AASHTO)				2,72	1,97	4,28	3,53	6,76	6,01	6,90				
FVi (USACE)				2,86	7,11	10,32	14,55	12,81	17,01	27,69				
pi x FVi (AASHTO)				0,89	0,64	0,11	0,31	0,17	0,66	0,71	3,48			
pi x FVi (USACE)				0,93	2,30	0,26	1,28	0,32	1,86	2,85	9,80			
Taxas de Crescimento de Tráfego														
	Passeio	Ônibus		Caminhões										
		2C	3C	2C	3C	2S3	3S3	2C3	3C3	3D4				
		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		Passeio	Veículos Comerciais							VMD comercial	NP - AASHTO		NP - USACE	
			2C	3C	2S3	3S3	2C3	3C3	3D4		No ano	Acum.	No ano	Acum.
2023		1579	155	154	12	42	12	52	49	476				
2024	0	1626	160	159	12	43	12	52	49	487	3,09E+05	3,09E+05	8,71E+05	8,71E+05
2025	1º	1675	164	163	13	45	12	54	49	500	3,18E+05	6,27E+05	8,94E+05	1,77E+06
2026	2º	1725	169	168	13	46	12	55	49	513	3,26E+05	9,53E+05	9,18E+05	2,68E+06
2027	3º	1777	174	173	14	47	12	57	49	526	3,34E+05	1,29E+06	9,41E+05	3,62E+06
2028	4º	1830	180	179	14	49	12	59	49	540	3,43E+05	1,63E+06	9,66E+05	4,56E+06
2029	5º	1885	185	184	14	50	12	60	49	555	3,52E+05	1,98E+06	9,93E+05	5,58E+06
2030	6º	1942	191	189	15	52	12	62	49	570	3,62E+05	2,34E+06	1,02E+06	6,80E+06
2031	7º	2000	196	195	15	53	12	64	49	585	3,72E+05	2,72E+06	1,05E+06	7,65E+06
2032	8º	2060	202	201	16	55	12	66	49	601	3,82E+05	3,10E+06	1,07E+06	8,72E+06
2033	9º	2122	208	207	16	56	12	68	49	617	3,92E+05	3,49E+06	1,10E+06	9,83E+06
2034	10º	2186	215	213	17	58	12	70	49	633	4,02E+05	3,89E+06	1,13E+06	1,10E+07
2035	11º	2251	221	220	17	60	12	72	49	651	4,13E+05	4,30E+06	1,16E+06	1,21E+07
2036	12º	2319	228	226	18	62	12	74	49	668	4,24E+05	4,73E+06	1,19E+06	1,33E+07
2037	13º	2388	234	233	18	64	12	76	49	686	4,36E+05	5,16E+06	1,23E+06	1,45E+07
2038	14º	2460	241	240	19	65	12	79	49	705	4,48E+05	5,61E+06	1,26E+06	1,58E+07
2039	15º	2534	249	247	19	67	12	81	49	725	4,60E+05	6,07E+06	1,30E+06	1,71E+07
Parâmetros Adotados														
Fator Climático Regional		1		% caminhões carregados		80%								
Fator de Pista		0,5		% caminhões vazios		20%								
Fator de Sazonalidade Comercial		1,00												
Fator de Sazonalidade Passeio		1,00												

6.4. Apresentação do Resultado

O período de projeto para dimensionamento do pavimento é de 10 anos, considerando 2024 como o ano de abertura ao tráfego, o valor determinado e a ser adotado é de $N = 1,10 \times 10^7$.

NÚMERO N - GO-215	
N - AASHTO	N - USACE
$1,13 \times 10^6$	$1,10 \times 10^7$

7. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

De posse do Projeto Geométrico completo em planta e perfil, desenvolveu-se o Projeto de Terraplenagem de acordo com a seção transversal tipo e seus taludes. A plataforma de terraplenagem foi definida com largura de 11,60m, declividade transversal de 3% e os taludes com inclinação de 1V:0,7H para corte e 1V:1,5H para aterro.

Houve necessidade de rebaixo em determinado corte, onde o ISC do subleito foi inferior a 13,81% (espessura de 0,60 m).

Visando a proteção dos taludes de corte e aterro foi previsto a implantação de dispositivos de drenagem como sarjetas de corte e meios-fios, bem como o revestimento vegetal, objetivando impedir possíveis processos erosivos.

7.1. Cálculo dos Volumes de Terraplenagem

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi obtido pelo método da semi-soma das áreas de corte e aterro, em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto. As áreas foram calculadas por processo eletrônico.

A forma normal de saída dos resultados é constituída por um único relatório que fornece, para cada estaca, volumes geométricos de corte e volumes de aterro sem fator de homogeneização, volumes geométricos acumulados de corte e volumes compactados de aterro.

Levou-se em consideração a classificação dos materiais de terraplenagem em cada corte, sendo a mesma realizada, com base em inspeção "in locu" e nos resultados fornecidos pelos Estudos Geotécnicos.

Com base nos estudos Geotécnicos e resultados obtidos através dos ensaios determinou-se o ISC de projeto, sendo adotado o valor de 13,81%, ressaltando que nos locais onde há ocorrência de valor inferior, o material deverá substituído para atender o subleito e subsidiar o dimensionamento do pavimento.

Apresenta-se a seguir as planilhas de volumes relativos ao segmento em questão, de acordo com a plataforma de terraplenagem considerada:

DUPLICAÇÃO GO-215 (PERÍMETRO URBANO PONTALINA AO ENTR. GO-040)																				
	CORTES									ATERROS										
VIA	DENOMINAÇÃO	EST. INICIAL			EST. FINAL			VOL. (m³)		ISC	DENOMINAÇÃO	EST. INICIAL			EST. FINAL			VOL. (m³)		OBS
PISTA ESQUERDA	C-01 PE	3	+	18,56	10	+	0,00	240,70		14,19	A-01 PE	3	+	18,56	23	+	2,18	5.683,07		
	C-02 PE	18	+	19,00	54	+	0,00	11.787,44		14,19/15,62/15,05	A-02 PE	35	+	0,00	61	+	0,00	3.126,98		
	C-03 PE	58	+	0,00	61	+	0,00	49,02		15,62/14,33	A-03 PE	69	+	0,00	94	+	0,00	12.445,69		
	C-04 PE	88	+	0,00	111	+	0,00	12.800,39		14,00/16,38/16,76/16,67	A-04 PE	101	+	0,00	103	+	0,00	66,10		
	C-05 PE	114	+	0,00	146	+	0,00	10.120,52		17,24/16,76/17,14/14,76	A-05 PE	112	+	0,00	114	+	0,00	277,72		
	C-06 PE	168	+	15,31	168	+	19,80	5,72		15,9	A-06 PE	122	+	0,00	168	+	19,80	7.414,33		
PISTA DIREITA	C-01 PD	16	+	0,00	17	+	0,00	7,98		14,19	A-01PD	16	+	0,00	94	+	0,00	30.239,31		
	C-02 PD	24	+	0,00	34	+	0,00	102,14		14,19										
	C-03 PD	48	+	0,00	50	+	0,00	136,81		14,19										
	C-04 PD	77	+	0,00	79	+	0,00	385,39		14,76										
	C-05 PD	94	+	0,00	111	+	0,00	5.888,88		16,38/16,67	A-02PD	106	+	0,00	145	+	0,00	6.305,98		
	C-06 PD	120	+	0,00	125	+	0,00	7,47		17,14										
	C-07 PD	137	+	0,00	138	+	0,00	0,56		14,76										
INTERSEÇÃO (Est. 23+10,00 a Est. 34+19,00 DA LINHA TRONCO)	C-01 INT.	23	+	10,00	34	+	19,00	8.172,71		14,19	A-01 INT.	23	+	10,00	23	+	10,00	5,14		
											A-02 INT.	33	+	0,00	33	+	0,00	29,24		
											A-03 INT.	31	+	19,00	34	+	19,00	173,64		
RETORNO PE (Est. 111 DA LINHA TRONCO)	C-01 RET PE	111	+	0,00	111	+	0,00	3.641,65		17,24	A-01 RET PE	111	+	0,00	111	+	0,00	740,17		
RETORNO PD (Est. 110 DA LINHA TRONCO)	C-01 RET PD	110	+	0,00	110	+	0,00	9.569,20		16,67	A-01 RET PD	110	+	0,00	110	+	0,00	0,70		
TOTAIS							62.916,58											66.508,07		

LOCALIZAÇÃO DOS CORTES (MATERIAL DE 1ª CATEGORIA)										
ORDEM	LOCALIZAÇÃO					EXTENSÃO	VOLUME	ISC		
	ESTACA INICIAL		ESTACA FINAL		DESCRIÇÃO					
	INTEIRA	FRAÇÃO	INTEIRA	FRAÇÃO		(m)	(m3)			
01	3	+	18,56	10	+	0,00	C-01 PE	121,44	240,70	14,19
02	18	+	19,00	54	+	0,00	C-02 PE	701,00	11.787,44	14,19/15,62/15,05
03	58	+	0,00	61	+	0,00	C-03 PE	60,00	49,02	15,62/14,33
04	88	+	0,00	111	+	0,00	C-04 PE	460,00	12.800,39	14,00/16,38/16,76/16,67
05	114	+	0,00	146	+	0,00	C-05 PE	640,00	10.120,52	17,24/16,76/17,14/14,76
06	168	+	15,31	168	+	19,80	C-06 PE	4,49	5,72	15,9
07	16	+	0,00	17	+	0,00	C-01 PD	20,00	7,98	14,19
08	24	+	0,00	34	+	0,00	C-02 PD	200,00	102,14	14,19
09	48	+	0,00	50	+	0,00	C-03 PD	40,00	136,81	14,19
10	77	+	0,00	79	+	0,00	C-04 PD	40,00	385,39	14,76
11	94	+	0,00	111	+	0,00	C-05 PD	340,00	5.888,88	16,38/16,67
12	120	+	0,00	125	+	0,00	C-06 PD	100,00	7,47	17,14
13	137	+	0,00	138	+	0,00	C-07 PD	20,00	0,56	14,76
14	23	+	10,00	34	+	19,00	C-01 INT.	229,00	8.172,71	14,19
15	111	+	0,00	111	+	0,00	C-01 RET PE	0,00	3.641,65	17,24
16	110	+	0,00	110	+	0,00	C-01 RET PD	0,00	9.569,20	16,67
Total									62.916,58	

LOCALIZAÇÃO DOS ATERROS										Fator Empol. 1,11	
Nº	LOCALIZAÇÃO						EXTENSÃO	VOLUME TOTAL	VOLUME NORMAL EMPOLADO	OBS.	
	ESTACA INICIAL		À	ESTACA FINAL		(m)	(m³)	(m³)			
A-01 PE	3	+	18,56	À	23	+	2,18	383,62	5.683,07	6.308,21	
A-02 PE	35	+	0,00	À	61	+	0,00	520,00	3.126,98	3.470,95	
A-03 PE	69	+	0,00	À	94	+	0,00	500,00	12.445,69	13.814,72	
A-04 PE	101	+	0,00	À	103	+	0,00	40,00	66,10	73,37	
A-05 PE	112	+	0,00	À	114	+	0,00	40,00	277,72	308,27	
A-06 PE	122	+	0,00	À	168	+	19,80	939,80	7.414,33	8.229,91	
A-01PD	16	+	0,00	À	94	+	0,00	1560,00	30.239,31	33.565,63	
A-02PD	106	+	0,00	À	145	+	0,00	780,00	6.305,98	6.999,64	
A-01 INT.	23	+	10,00	À	23	+	10,00	0,00	5,14	5,71	
A-02 INT.	33	+	0,00	À	33	+	0,00	0,00	29,24	32,46	
A-03 INT.	31	+	19,00	À	34	+	19,00	60,00	173,64	192,74	
A-01 RET PE	111	+	0,00	À	111	+	0,00	0,00	740,17	821,59	
A-01 RET PD	110	+	0,00	À	110	+	0,00	0,00	0,70	0,78	
VOLUME TOTAL DE ATERRO									66.508,07	73.823,96	

VOLUMES DE ATERRO 100% - ÚLTIMAS CAMADAS DE ATÉ 1,00 M											
Nº ATERRO ou REBAIXO	EST. INICIAL			EST. FINAL			EXTENSÃO (m)	VOL. total COMPAC. (m³)	VOL. COMPAC. 95% A P.N. (m³)	VOL. COMPAC. 100% A .P.N. (m³)	OBSERVAÇÕES
	Int	/	Frac	Int	/	Frac					
A-01 PE	3	+	18,56	23	+	2,18	383,62	5.683,07	2.897,99	2.785,08	Espessura > 1,00 m
A-02 PE	35	+	0,00	61	+	0,00	520,00	3.126,98	0,00	3.126,98	Espessura < 1,00 m
A-03 PE	69	+	0,00	94	+	0,00	500,00	12.445,69	8.815,69	3.630,00	Espessura > 1,00 m
A-04 PE	101	+	0,00	103	+	0,00	40,00	66,10	0,00	66,10	Espessura < 1,00 m
A-05 PE	112	+	0,00	114	+	0,00	40,00	277,72	0,00	277,72	Espessura < 1,00 m
A-06 PE	122	+	0,00	168	+	19,80	939,80	7.414,33	591,38	6.822,95	Espessura > 1,00 m
A-01PD	16	+	0,00	94	+	0,00	1560,00	30.239,31	18.913,71	11.325,60	Espessura > 1,00 m
A-02PD	106	+	0,00	145	+	0,00	780,00	6.305,98	643,18	5.662,80	Espessura > 1,00 m
A-01 INT.	23	+	10,00	23	+	10,00	0,00	5,14	0,00	5,14	Espessura < 1,00 m
A-02 INT.	33	+	0,00	33	+	0,00	0,00	29,24	0,00	29,24	Espessura < 1,00 m
A-03 INT.	31	+	19,00	34	+	19,00	60,00	173,64	0,00	173,64	Espessura < 1,00 m
A-01 RET PE	111	+	0,00	111	+	0,00	0,00	740,17	0,00	740,17	Espessura < 1,00 m
A-01 RET PD	110	+	0,00	110	+	0,00	0,00	0,70	0,00	0,70	Espessura < 1,00 m
TOTAL								66.508,07	31.861,95	34.646,12	

7.2. Fator de Homogeneização (F)

CÁLCULO DO EMPOLAMENTO																								
MATERIAL DE CORTES																								
FUROS	ST-01	ST-02	ST-03	ST-04	ST-05	ST-06	ST-07	ST-08	ST-09	ST-10	ST-11	ST-12	ST-13	ST-14	ST-15	ST-16	ST-17	ST-18	ST-19	ST-20	ST-21	ST-22	ST-23	ESTOCADO
DENS. MÁXIMA	1,649	1,622	1,693	1,690	1,735	1,670	1,589	1,591	1,610	1,680	1,718	1,683	1,692	1,654	1,604	1,630	1,651	1,730	1,588	1,617	1,686	1,666	1,683	
DENS. SOLO SECO	1,476	1,461	1,573	1,568	1,586	1,551	1,467	1,432	1,451	1,502	1,512	1,562	1,519	1,532	1,455	1,438	1,530	1,529	1,402	1,450	1,507	1,471	1,510	
FATOR EMPOL.	1,12	1,11	1,08	1,08	1,09	1,08	1,08	1,11	1,11	1,12	1,14	1,08	1,11	1,08	1,10	1,13	1,08	1,13	1,13	1,11	1,12	1,13	1,11	1,17
FATOR MÉDIO EMPOL.	1,11																							

7.3. Rebaixos

Modelo 5.1 - REBAIXOS EM ATERROS COM ALTURA MENOR QUE 60 CM											
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)	Destino
	INICIAL			FINAL							
RBA-01 PE	52	+	0,00	57	+	10,00	110,00	11,90	0,25	327,25	Bota-Espera / Origem
RBA-02 PE	68	+	0,00	71	+	0,00	60,00	12,70	0,05	38,10	Bota-Espera / Origem
RBA-03 PE	91	+	0,00	93	+	0,00	40,00	12,20	0,20	97,60	Bota-Espera / Origem
RBA-04 PE	112	+	0,00	114	+	0,00	40,00	12,60	0,05	25,20	Bota-Espera / Origem
RBA-05 PE	131	+	0,00	139	+	0,00	160,00	12,50	0,10	200,00	Bota-Espera / Origem
RBA-06 PE	141	+	14,68	146	+	0,00	85,32	12,30	0,15	157,42	Bota-Espera / Origem
RBA-07 PE	166	+	6,37	168	+	19,80	53,43	12,00	0,25	160,29	Bota-Espera / Origem
RBA-08 PD	46	+	0,00	48	+	0,00	40,00	12,20	0,20	97,60	Bota-Espera / Origem
RBA-09PD	52	+	0,00	53	+	0,00	20,00	12,60	0,05	12,60	Bota-Espera / Origem
RBA-10 PD	116	+	0,00	121	+	0,00	100,00	12,30	0,15	184,50	Bota-Espera / Origem
Rebaixo de Aterro com destino para Local de Origem - TOTAL										1.300,56	
Rebaixo de Aterro com Substituição, com destino para Corpo de Aterro - TOTAL										0,00	
Rebaixo de Aterro com Substituição, com destino para Bota-fora - TOTAL										0,00	

Modelo 5.2 - FUNDAÇÃO DE ATERRO - 20 cm											
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)	
	INICIAL			FINAL							
FNA-01 PE	52	+	0,00	57	+	10,00	110,00	11,90	0,20	261,80	
FNA-02 PE	68	+	0,00	71	+	0,00	60,00	12,70	0,20	152,40	
FNA-03 PE	91	+	0,00	93	+	0,00	40,00	12,20	0,20	97,60	
FNA-04 PE	112	+	0,00	114	+	0,00	40,00	12,60	0,20	100,80	
FNA-05 PE	131	+	0,00	139	+	0,00	160,00	12,50	0,20	400,00	
FNA-06 PE	141	+	14,68	146	+	0,00	85,32	12,30	0,20	209,89	
FNA-07 PE	166	+	6,37	168	+	19,80	53,43	12,00	0,20	128,23	
FNA-08 PD	46	+	0,00	48	+	0,00	40,00	12,20	0,20	97,60	
FNA-09 PD	52	+	0,00	53	+	0,00	20,00	12,60	0,20	50,40	
FNA-10 PD	116	+	0,00	121	+	0,00	100,00	12,30	0,20	246,00	
TOTAL										1.744,72	

Modelo 5.4 - REBAIXOS EM CORTES - 40 cm										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
REC-01 PE	3	+	18,56	10	+	0,00	121,44	11,60	0,40	563,48
REC-02 PE	18	+	19,00	52	+	0,00	661,00	11,60	0,40	3.067,04
REC-03 PE	58	+	0,00	67	+	0,00	180,00	11,60	0,40	835,20
REC-04 PE	94	+	0,00	111	+	0,00	340,00	11,60	0,40	1.577,60
REC-05 PE	115	+	0,00	130	+	0,00	300,00	11,60	0,40	1.392,00
REC-06 PE	140	+	0,00	141	+	0,00	20,00	11,60	0,40	92,80
REC-07 PD	16	+	0,00	45	+	0,00	580,00	11,60	0,40	2.691,20
REC-08 PD	49	+	0,00	51	+	0,00	40,00	11,60	0,40	185,60
REC-09 PD	78	+	0,00	78	+	0,00	20,00	11,60	0,40	92,80
REC-10 PD	95	+	0,00	106	+	0,00	220,00	11,60	0,40	1.020,80
REC-11 PD	122	+	0,00	145	+	0,00	460,00	11,60	0,40	2.134,40
REC-12 RET PD	110			1.844,16					0,40	737,66
REC-13 TER PE	111			1.876,77					0,40	750,71
REC-14 INT.	INT.	Área=		3.200,84					0,40	1.280,34
TOTAL										16.421,63

Modelo 5.5 - FUNDAÇÃO DE CORTE - 20 cm										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
FNC-01 PE	3	+	18,56	10	+	0,00	121,44	11,60	0,20	281,74
FNC-02 PE	18	+	19,00	52	+	0,00	661,00	11,60	0,20	1.533,52
FNC-03 PE	58	+	0,00	67	+	0,00	180,00	11,60	0,20	417,60
FNC-04 PE	94	+	0,00	111	+	0,00	340,00	11,60	0,20	788,80
FNC-05 PE	115	+	0,00	130	+	0,00	300,00	11,60	0,20	696,00
FNC-06 PE	140	+	0,00	141	+	0,00	20,00	11,60	0,20	46,40
FNC-07 PD	16	+	0,00	45	+	0,00	580,00	11,60	0,20	1.345,60
FNC-08 PD	49	+	0,00	51	+	0,00	40,00	11,60	0,20	92,80
FNC-09 PD	78	+	0,00	78	+	0,00	20,00	11,60	0,20	46,40
FNC-10 PD	95	+	0,00	106	+	0,00	220,00	11,60	0,20	510,40
FNC-11 PD	122	+	0,00	145	+	0,00	460,00	11,60	0,20	1.067,20
FNC-12 RET PD	110			1.844,16					0,20	368,83
FNC-13 RET PE	111			1.876,77					0,20	375,35
FNC-14 INT.	INT.	Área=		3.200,84					0,20	640,17
TOTAL										8.210,81

Modelo 5.6 - FUNDAÇÃO DE ATERRO - 0,6 à 3 m										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
FDA-01 PE	10	+	0,00	18	+	19,00	179,00	18,90	0,20	676,62
FDA-02 PE	71	+	0,00	91	+	0,00	400,00	16,80	0,20	1.344,00
FDA-03 PE	146	+	0,00	166	+	6,37	406,37	14,80	0,20	1.202,86
FDA-04 PD	53	+	0,00	77	+	0,00	480,00	18,20	0,20	1.747,20
FDA-05 PD	79	+	0,00	94	+	0,00	300,00	16,20	0,20	972,00
FDA-06 PD	107	+	0,00	116	+	0,00	180,00	14,90	0,20	536,40
TOTAL										6.479,08

7.4. Resumo da distribuição de massas

O volume de terraplenagem ficou assim distribuído:

[illegible]

É apresentada no Volume 3A (Notas de Serviço e Cálculo de Volumes), a planilha completa do cálculo de volume. sendo discriminado para cada estaca, a área de corte e/ou aterro correspondente, o volume parcial e acumulado.

7.5. Critérios Adotados para Elaboração das Notas de Serviço

De posse do greide projetado e da seção transversal definida, elaborou-se as notas de serviço de terraplenagem, utilizando programa específico. Já a de pavimentação é facilmente obtida acrescentando as espessuras das camadas de sub-base e base.

Nos cálculos de superlargura e superelevação, foram seguidas as recomendações constantes no Manual de pavimentação, 2ª Edição 1996 do antigo DNER, hoje DNIT.

Elementos Característicos

R - Raio de curvatura do eixo

Lc+L'c - Comprimento de transição

S - Superlargura máxima

I% - Taxa de superelevação máxima

IE - Início da elevação

FE - Final da elevação

PN - Ponto de nível

Na superlargura usou-se a fórmula do Manual de Pavimentação revista - 1996:

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - B^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Onde:

S - superlargura em metros

n - número de faixas de tráfego de uma pista = 2

R - raio de curvatura do eixo da pista em metros

V - velocidade diretriz em km/h

B - distância entre os eixos da parte rígida do veículo = 6,00 m.

Taxa de superelevação foi obtida usando a fórmula:

$$I = \frac{1400}{R}$$

Onde:

I - taxa de superelevação

R - raio de curvatura do eixo da pista em metros

A distribuição da superlargura foi feita antes do PC e depois do PT, através do comprimento LC (ver desenho explicativo), cujo valor foi calculado através da fórmula abaixo.

$$LC = \frac{h}{1/400}$$

Onde:

Se: $h = 3,50 \text{ m} \times I$

$LC = 1.400 I$

$p/I = 4\%$

$LC = 56,00 \text{ m}$

A distribuição da superelevação foi feita antes do PC através do comprimento LC. O valor do LC foi calculado como pode ser visto anteriormente e o valor L'C obedeceu a seguinte sequência de cálculo:

$LC \dots I$

$L'C \dots it$

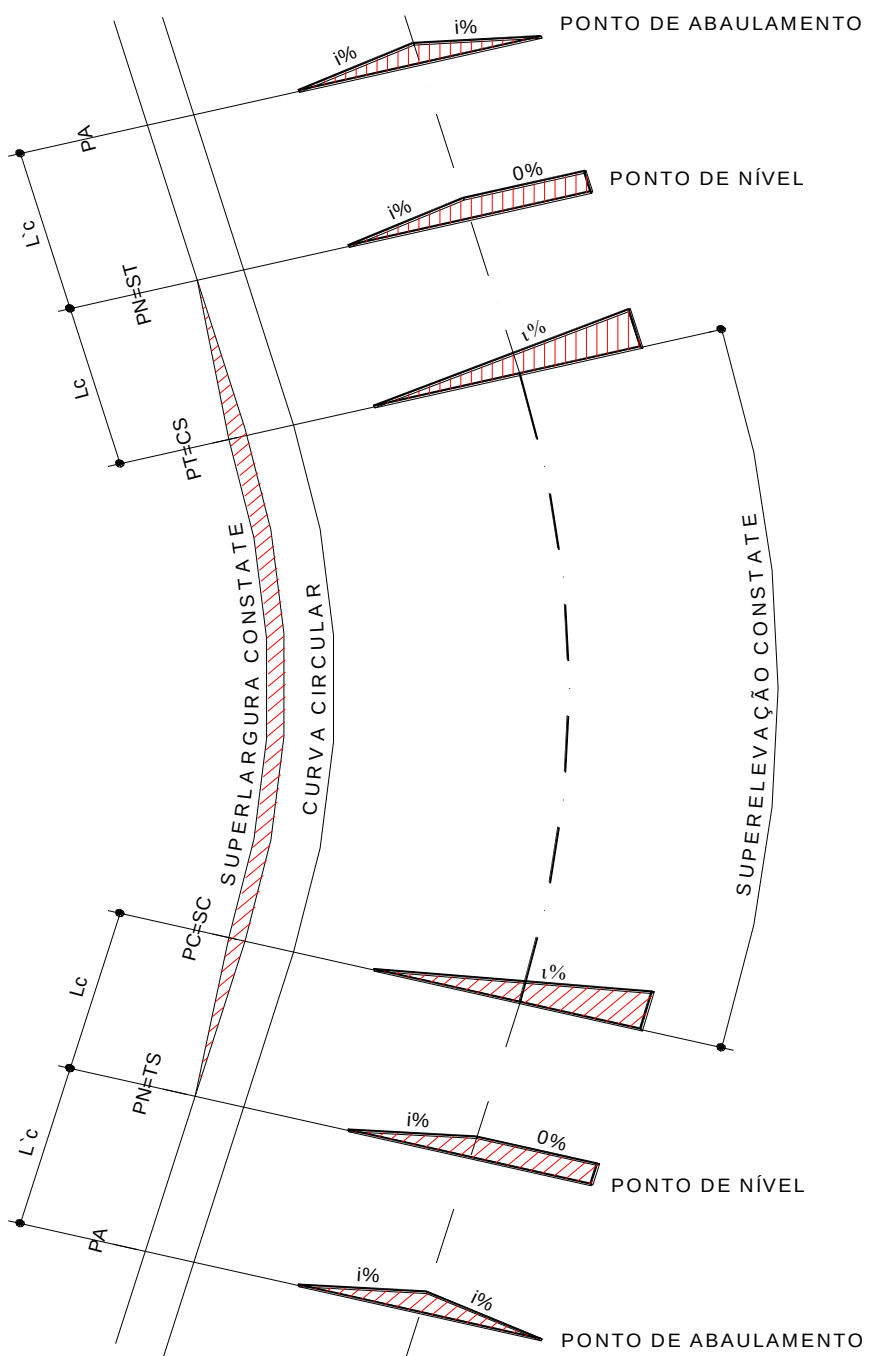
sendo it a inclinação transversal da pista, temos:

$I = it = 4\%$

$LC = L'C$

O desenho apresentado a seguir mostra a distribuição da superlargura e superelevação no caso.

DISTRIBUIÇÃO DA SUPERELEVAÇÃO E SUPERLARGURA



No Volume 3A (Notas de Serviço e Cálculo de Volumes) é apresentada as Notas de Serviço de Terraplenagem do referido segmento.

8. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação foi concebido, de acordo com as normas vigentes, com a devida atenção às características peculiares da rodovia. Com esta premissa, procurou chegar a um resultado que englobasse a melhor solução técnica e econômica.

Com este objetivo o pavimento foi dimensionado a partir do Método do Projeto de Pavimentos Flexíveis do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de acordo com o Manual de Pavimentação do DNER de 1996.

Toda esta fase do projeto foi baseada sobre os elementos obtidos no Número N adotado e nos Estudos Geotécnicos, os quais constaram de estudos de subleito, e de materiais servíveis para pavimentação. Com base nestes estudos, foi possível definir o índice de suporte do subleito, bem como das ocorrências destinadas às camadas constituintes do pavimento.

8.1. Dimensionamento do Pavimento

Adotada a metodologia inicialmente citada e tendo em vista normas e recomendações vigentes, foram elaborados os dimensionamentos do pavimento conforme a seguir.

Número N

O número N conforme já mencionado no estudo de tráfego, equivale a $1,10 \times 10^7$ operações do eixo padrão no período de 10 anos.

ISC do Subleito

De acordo com os Estudos do Subleito desenvolvido e ocorrências de materiais de empréstimos laterais e concentrados, definiu-se como $ISC_{proj} = 13,81\%$ como o índice de suporte mínimo do subleito para o dimensionamento do pavimento. Portanto para as camadas finais de aterro (espessura = 1,00 m e compactação 100%) deverá ser atendido este CBR mínimo bem como para os locais de cortes, devendo ser substituídos os que apresentarem valores inferiores.

Elementos Constituintes do Pavimento

A estrutura do pavimento será constituída das seguintes camadas descritas a seguir:

Revestimento

O revestimento do pavimento que constituirá a capa da pista de rolamento será Concreto Betuminoso Usinado A Quente (C.B.U.Q.) e conforme a estrutura do pavimento da rodovia existente (GO-215) a espessura adotada, para atender ao Número N é de 7,5 cm.

Base

A camada de base será executada com cascalho de campo estabilizado granulometricamente.

Sub-Base

A camada de sub-base será executada com cascalho de campo estabilizado granulometricamente.

Determinação da Espessura das Camadas de Acordo com o Método DNER (Manual de Pavimentação - 1996).

Este método tem como base o trabalho realizado pelos engenheiros do Exército do EUA e conclusões obtidas na pista experimental da A.A.S.H.T.O.

Para os materiais integrantes das camadas do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural, tomando por base os resultados obtidos na pista experimental da A.A.S.H.T.O.

Com base no IS de projeto adotado, foram desenvolvidos os cálculos das diversas camadas constituintes do pavimento dentro dos critérios previstos pelo método citado. O dimensionamento por este método baseia-se em dois parâmetros:

- Número N
- ISC do Subleito

Em função destes parâmetros, obtém-se as espessuras totais da capa, base, sub-base e reforço necessárias à absorção de tensões provenientes do tráfego.

Para projetar as camadas constituintes do pavimento, utilizou-se da relação número N x ISC das diversas estruturas. O gráfico 2, expressa esta relação.

As espessuras específicas de cada camada são obtidas pela resolução sucessiva das inequações:

$$\begin{aligned}R.K_R + B.K_B &> H_{20} \\ R.K_R + B.K_B + S_b.K_{Sb} &> H_n \\ R.K_R + B.K_B + S_b.K_{Sb} + R_{Ref}.K_{Ref} &> H_m\end{aligned}$$

Dados para o cálculo:

R	= 7,5 cm	N = 1,10x10 ⁷
K _R	= 2,0 (C.B.U.Q.)	
K _B	= 1,0 (base cascalho)	
K _{Sb}	= 1,0 (sub-base cascalho)	

$$N_{10} = 1,10 \times 10^7$$

ISC projeto = 13,81%

Do gráfico 2 retira-se os seguintes dados:

$$H_{20} = 28,29 \text{ cm}$$
$$H_{13,81} = 35,30 \text{ cm (ISC = 13,81)}$$

Utilizando as equações I e II:

Equação I -

$$R.K_R + B.K_B > H_{20}$$
$$7,5 \times 2,0 + B \times 1,0 > 28,09$$
$$B > 13,09$$
$$\text{Adotar } B = 15,00 \text{ cm}$$

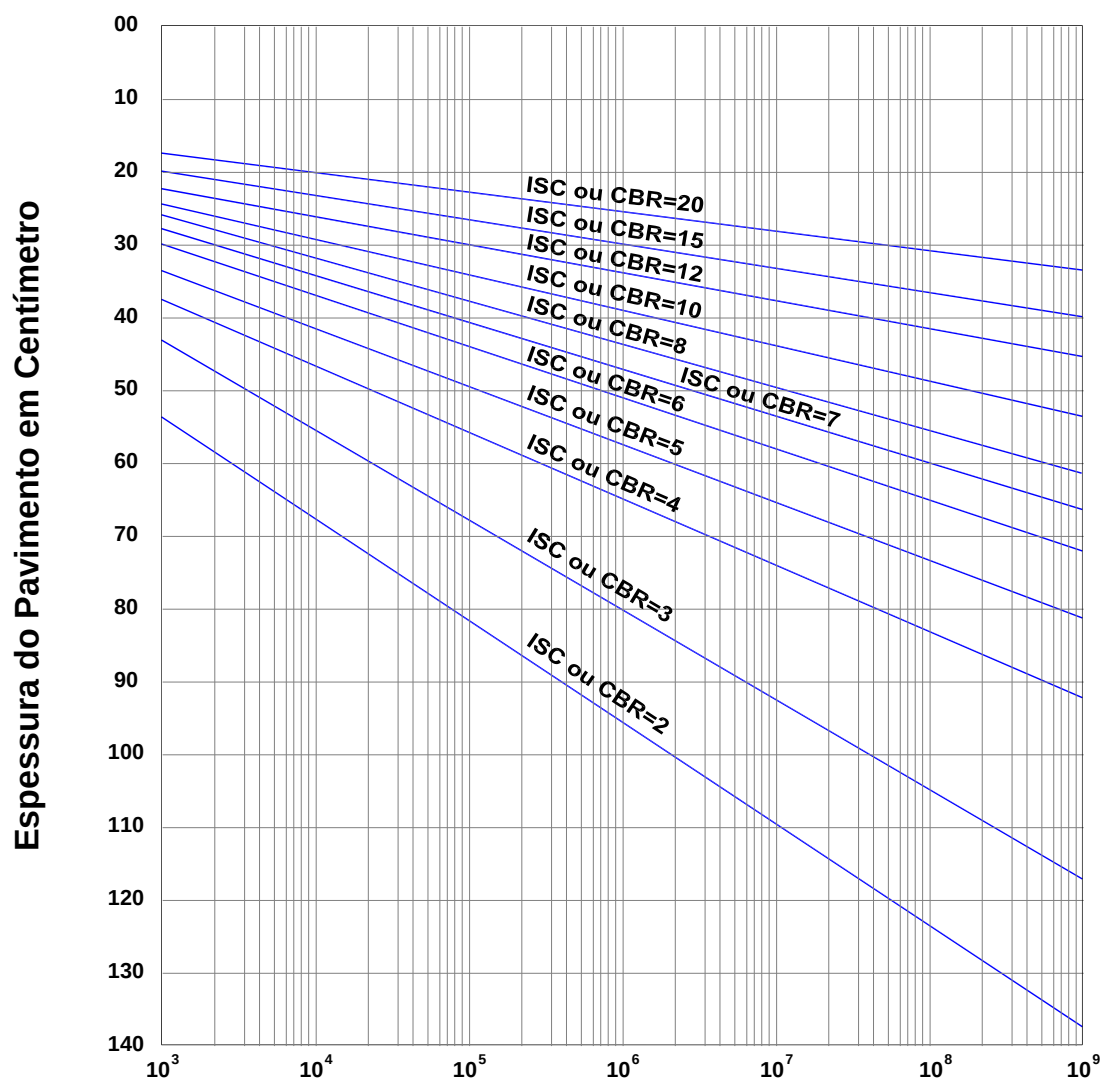
Equação II -

$$R.K_R + B.K_B + S_b.K_{S_b} > H_n$$
$$7,5 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + S_b \times 1,0 > 50,00$$
$$S_b \Rightarrow 20,0$$
$$\text{Adotar } S_b = 20,0 \text{ cm}$$

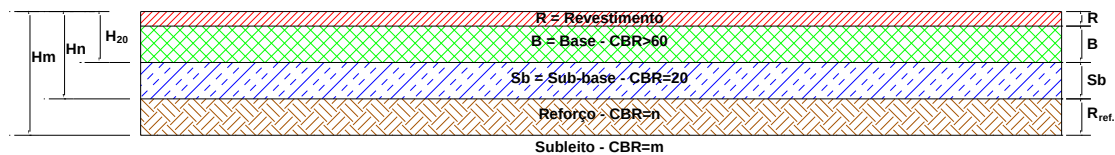
Resumindo obtem-se:

CAMADA		DNER-1996 (cm)	ADOTADO (cm)
Revestimento	C.B.U.Q.	7,50	7,50
Base	Cascalho	15,00	15,00
Sub-Base	Cascalho	20,00	20,00

GRÁFICO 2



Operações de eixo de 18.000 lbs (8,2t)



DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS NOVOS - MÉTODO DNER										
RODOVIA: DUPLICAÇÃO GO-215 (P.U. PONTALINA/ ENTR. GO-040)										
TRECHO :										
Extensão: 3,38 km										
DADOS DE TRÁFEGO		Número "N" de Projeto (USACE)				Np	1,10E+07			
		Período de Projeto				P	10 anos			
DADOS GEOTÉCNICOS SUBLEITO		ISC PROJETO				ISCp	13,81			
DADOS PISTA		PISTA DE ROLAMENTO				Largura (m)	3,50			
		ACOSTAMENTO					1,05			
CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO										
Camada	Tipo	Materiais constituintes				ISC (%)	Coeficiente			
REVESTIMENTO	CBUQ	CBUQ					KR1 =	2,00		
	TSD									
BASE	Granular	Granular				> 80	KB =	1,00		
SUB-BASE	Solo Granular	Solo Granular				> 20	KS =	1,00		
Subleito	Leito Natural	Leito Natural				ISCp	Ksl =	1,00		
APLICAÇÃO DO MÉTODO TECNAPAV - Definição da Espessura Mínima de Revestimento - CBUQ										
Tipo de Solo predominante no Subleito	HRB:	A-4		Classificação do Solo do Subleito quanto a Resiliência						
	S (% de Silte):	35 a 65%		Tipo		S (% de Silte)				
	ISC (%):	6 a 9%		ISC (%)		< 35 %		35 a 65 %		
	IP (%):	NP				> 9		> 65 %		
				6 a 9		2		3		
Tipo de Solo do Subleito =		2		2 a 5		3		3		
Constantes quanto à resiliência:				Tipo		1		3		
I1 = 1 I2 = 0				I1		0		0		
				I2		0		1		
Cálculo da Deflexão Admissível:				log Dadm = 3,148 - 0,188 log Np				Dadm = 67 (0,01mm)		
Espessura Mínima de Revestimento:				Hcb = 807,961/Dp - 5,737 + 0,972 I1 + 4,101 I2				Hcb = 7,3 cm		
Número "N"										
N	<=		1,0E+06	Espessura Mínima de Revest. Betuminoso		cm	Esp. Mínima (cm) Tipo Revest.			
1,0E+06	<	N	<=	5,0E+06	TSD	2,5	10 CBUQ			
5,0E+06	<	N	<=	1,0E+07	CBUQ	5				
1,0E+07	<=	N	<=	5,0E+07	CBUQ	7,5				
				5,0E+07	CBUQ	10				
				5,0E+07	CBUQ	12,5				
APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DO DNER										
Espessura Teórica de Revestimento:					Espessura adot.		cm		Tipo	
Cálculos das Espessuras p/ SB> 20% ISC sub-base					Revestimento (R1)=		7,5		CBUQ	
R*KR + B*KB > H20 H20 = 28,29 cm					Base (B)=		15		Granular	
R*KR + B*KB + SB*KS > Hn Hn = 35,30 cm					Sub-base (SB)=		15		Solo Granular	
R*KR + B*KB + SB*KS + hn*Kref > Hm Hm = 0,00 cm					Acostamento (Ac)=		7,5		CBUQ	
Observação:										
* Se Hn adotado é menor que Hn calculado, deve-se adotar um reforço de subleito ou substituição de material da camada final de terraplenagem (camada de subleito) afim de adequar o ISC com o ISCp.										
* Analisar o estudo estatístico e ver em quais pontos o material possua um ISC abaixo do ISCp para realizar a substituição.										
* Espessuras mínima execução: 15 cm										

8.2. Memória de Cálculo

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO														
CAMADA ou Serviço	LOCAL	PISTA	Estacas						m				Área (m²)	OBS
			INICIAL		FINAL		INICIAL	FINAL	MÉDIO	COMPRIMENTO TRECHO	INTERSEÇÕES			
ESTAQUEAMENTO	GO - 215													
	Segmento 1	PE	0	+	0,00	3	+	13,56	0,00	73,56	36,78	73,56		Pista Existente Mantida
	Segmento 2	PE	3		13,56	12		0,00	73,56	240,00	156,78	166,44		Pista Nova
	Segmento 3	PE	12	+	0,00	13	+	10,00	240,00	270,00	255,00	30,00		PCA a implantar
	Segmento 4	PE	13	+	10,00	61	+	19,04	270,00	1239,04	754,52	969,04		Pista Nova
	Segmento 5	PE	61	+	19,04	68	+	9,89	1239,04	1369,89	1304,47	130,85		Pista Existente Mantida
	Segmento 6	PE	68	+	9,89	168	+	19,80	1369,89	3379,80	2374,85	2009,91		Pista Nova
	Segmento 1	PD	0	+	0,00	15	+	5,03	0,00	305,03	152,52	305,03		Pista Existente Mantida
	Segmento 2	PD	15		5,03	145		6,48	305,03	2906,48	1605,76	2601,45		Pista Nova
	Segmento 3	PD	145	+	6,48	166	+	17,35	2906,48	3337,35	3121,92	430,87		Pista Existente Mantida
	Interseção 1	-	23	+	10,00	34	+	19,00	470,00	699,00	584,50	229,00	2.511,00	
	Retorno	PE	111	+	0,00	111	+	0,00	2220,00	2220,00	2220,00	0,00	1.472,29	
	Retorno	PD	110	+	0,00	110	+	0,00	2200,00	2200,00	2200,00	0,00	1.446,71	

8.2.1. Regularização do subleito

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO													
	LOCAL	PISTA	Estacas			m			Extensão	Largura de regularização	Área	Área Total	
CAMADA			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO	Intercessões					
ou Serviço			(m)	(m)	(m2)	(m2)							
Regularização do sub-leito	REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO												
	GO - 215		0	0	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Segmento 2	PE	3	0	13,56	12	0	0	73,56	240	156,78	166,44	1930,70
	Segmento 4	PE	13	+	10	61	+	19,04	270	1239,04	754,52	969,04	11240,86
	Segmento 6	PE	68	+	9,89	168	+	19,8	1369,89	3379,8	2374,85	2009,91	23314,96
	Segmento 2	PD	15	0	5,03	145	0	6,48	305,03	2906,48	1605,76	2601,45	30176,82
	Interseção 1	-	23	+	10	34	+	19	470	699	584,5	0,00	3200,84
	Retorno	PE	111	+	0	111	+	0	2220	2220	2220	0,00	1876,77
	Retorno	PD	110	+	0	110	+	0	2200	2200	2200	0,00	1844,16
										Total	5.746,84		73.585,11

8.2.2. Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura

[illegible]

8.2.3. Base estabilizada granulometricamente

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAIMENTAÇÃO																								
CAMADA ou Serviço	LOCAL	PISTA	Estacas		Extensão	Largura escavação	Largura compact.	Área Superfície Interiores Linhas totais	Área escavação	Área compactação	Espessura Camada	Volume Compactado e c/ Mq	Volume Compactado	Empolamento	Volume Escavado	Material	Origem	Destino	DMT (Km)	Momento				
			INICIAL	FINAL																	(m)	(m)	(m)	(m²)
Base Estabilizada Granul. sem Mistura	BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA																							
	GO - 235																							
	Segmento 2	PE	3	10	0,000	0	0,000	0,000																
	Segmento 4	PE	13	-	10	61	-	39,04	969,04	9,93	9,63	0,00	1602,75	1602,82	15,00	247,91	240,42	1,1541	286,11	SOLO	3-02	PISTA	25,96	7427,42
	Segmento 6	PE	68	-	9,98	188	-	19,48	2009,91	9,93	9,63	0,00	19998,41	19395,43	15,00	2996,76	2903,31	1,1541	3455,10	SOLO	3-02	PISTA	28,47	97330,17
	Segmento 2	PD	15	0	5,03	145	0	6,48	2601,45	9,93	9,63	0,00	2580,40	2501,96	15,00	3874,86	3757,79	1,1541	4478,10	SOLO	3-02	PISTA	27,41	125276,97
	Interação 1	-	23	-	10	34	-	19	0,00	-	-	2657,25	2657,25	15,00	398,59	398,59	1,1541	460,01	SOLO	3-02	PISTA	26,38	123,95,06	
	Retorno	PE	111	0	10	111	-	0	0,00	-	-	1598,04	1598,04	15,00	233,71	233,71	1,1541	269,72	SOLO	3-02	PISTA	28,07	7567,18	
	Retorno	PD	110	-	0	110	-	0	0,00	-	-	1530,97	1530,97	15,00	229,66	229,66	1,1541	265,04	SOLO	3-02	PISTA	28,07	7446,12	
				TOTAL			5.746,84																	
						5746,26		62812,39		61088,33														
Distância Média de Transporte	Consumo																							
													Material		Volume transp. (m³)		DMT	Momento Transp.						
															Local		Local							
	BASE ESTABILIZADA S/ MISTURA (12,60)												2,099	lit/m³	0 + 0 km = 25,00	3-02	10.873,78	27,47	298.675,81 m³.km					
DENSI-DAT. SOL. IN NATURA (ADPT. 02)												1,811	lit/m³	10,873,78										

8.2.4. Imprimação

[illegible]

8.2.5. Pintura de Ligação

[illegible]

8.2.6. C.B.U.O.

Faixa B

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																						
CAMADA ou Serviço	LOCAL	PISTA	Estacas		Extensão	Largura Pista	Área Intercossões	Área Total	Espessura	Volume	Densidade Mistura	Peso	Material	Origem	Destino	DMT Local (Km)	Momento Transporte Local (Kkm)					
			INICIAL	FINAL														(m)	(m)	(m2)	(m2)	(cm)
			CBUQ - PISTA DE ROLAMENTO																			
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Faixa B)	GO - 215																					
	Segmento 2	PE	3	0	13,58	12	0	0	166,44	9,10	0,00	1514,60	4,0	60,58	2,400	145,39	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	1,86	270,43	
	Segmento 4	PE	13	+	10	61	+	19	969,04	9,10	0,00	8818,26	4,0	352,73	2,400	846,55	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,45	2074,05	
	Segmento 6	PE	68	+	9,89	168	+	19,8	2009,91	9,10	0,00	18290,18	4,0	731,61	2,400	1756,88	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	4,07	7146,35	
	Segmento 2	PD	15	0	5,03	145	0	6,48	2601,45	9,10	0,00	23673,20	4,0	946,93	2,400	2272,63	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,31	7522,41	
	Interação 1	-	23	+	10	34	+	19	0,00	-	2511,00	2511,00	4,0	100,44	2,400	241,06	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,28	549,62	
	Retorno	PE	111	+	0	111	+	0	0,00	-	1472,29	1472,29	4,0	58,89	2,400	141,34	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,92	554,05	
	Retorno	PD	110	+	0	110	+	0	0,00	-	1446,71	1446,71	4,0	57,87	2,400	138,89	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,90	541,67	
						TOTAL			5.746,84			5430,00	57726,24		2309,05		5541,72				3,37	18658,58
Distância Média de Transporte de Materiais											Consumo					Transporte		Quant.	DT	Momento de Transp.		
											CAP	0,132	t/m³			Comercial	304,79 ton	47,60		14.508,00 Kkm		
											AREIA	0,581	m³/m³			Comercial	1.341,56 m³	28,50		38.234,46 m³Kkm		
											BRETA	0,845	m³/m³			Comercial	1.951,15 m³	105,00		204.870,75 m³Kkm		
											FILLER	0,125	t/m³			Comercial	288,63 ton	64,10		18.501,18 Kkm		
											CBUQ FAIXA B	2,400	t/m³			Local	5.541,72 ton	3,37		18.658,58 Kkm		

Faixa C

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																					
CAMADA ou Serviço	LOCAL	PISTA	Estacas		Extensão (m)	Largura Pista (m)	Área Intercossões (m2)	Área Total (m2)	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade Mistura t/m³	Peso (t)	Material	Origem	Destino	DMT Local (Km)	Momento Transporte Local (tKm)				
			INICIAL	FINAL																	
CBUQ - PISTA DE ROLAMENTO																					
GO - 215																					
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Faixa C)	Segmento 2	PE	3	0	13,56	12	0	0	166,44	9,10	0,00	1514,60	3,5	53,01	2,400	127,22	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	1,86	236,63
	Segmento 4	PE	13	+ 0	61	+ 19	-	969,04	9,10	0,00	8818,26	3,5	308,64	2,400	740,74	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,45	1814,81	
	Segmento 6	PE	68	+ 9,89	168	+ 19,8	2009,91	9,10	0,00	18290,18	3,5	640,16	2,400	1536,38	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	4,07	6253,07		
	Segmento 2	PD	15	0	5,03	145	0	6,48	2601,45	9,10	0,00	23673,20	3,5	828,56	2,400	1988,54	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,31	6582,07
	Intersetão 1	-	23	+ 10	34	+ 19	0,00	-	2511,00	2511,00	3,5	87,89	2,400	210,94	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,28	480,94		
	Retorno	PE	111	+ 0	111	+ 0	0,00	-	1472,29	1472,29	3,5	51,53	2,400	123,67	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,92	484,79		
	Retorno	PD	110	+ 0	110	+ 0	0,00	-	1446,71	1446,71	3,5	50,63	2,400	121,51	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,90	473,89		

8.2.7. Consumo

Emulsão Asf. RR-1C ou RR-2C		
Ligante	0,5	l/m ²

CM-30			Emulsão Asfáltica (EAI)		
Ligante	1,2	l/m ²	Ligante	1,3	l/m ²

CBUQ							
CBUQ - DENSIDADE						2,4 t/m³	
CBUQ FAIXA B				CBUQ FAIXA C			
CAP	5,50%	132	kg/m³	CAP	6,00%	144	kg/m³
AREIA		0,581136	m³/m³	AREIA		0,7506	m³/m³
BRITA		0,56604	m³/m³	BRITA		0,2998	m³/m³
FILLER		124,512	kg/m³	FILLER		134,88	kg/m³
PEDRISCO		0,27924	m³/m³	PEDRISCO		0,3297	m³/m³

8.2.8. Distâncias de Transporte

QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE						
SERVIÇO		MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL	TRANSPORTE COMERCIAL
			ORIGEM	DESTINO		
IMP.	IMPRIMAÇÃO	CM-30	DISTR. DE ASFÁLTO	ESTOQUE		47,60
			ESTOQUE	PISTA	3,37	
PL	PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	DISTR. DE ASFÁLTO	ESTOQUE		47,60
			ESTOQUE	PISTA	3,37	
REVEST. C.B.U.Q. (FX. B e C)	CБУQ FAIXA C	CAP	DISTR. DE ASFÁLTO	ESTOQUE		47,60
		AREIA	AREAL	USINA		28,50
		BRITA	PEDREIRA	USINA		105,00
		FILLER	DISTR. DE CIM./CAL	USINA		64,10
		CБУQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,37	
BASE	Granular	SOLO	JAZIDA - JZD-02	PISTA	27,47	
SUB-BASE	Solo Granular	SOLO	JAZIDA - JZD-02	PISTA	27,47	

9. PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem tem por objetivo otimizar de forma segura e rápida a situação das águas sobre o corpo estradal e áreas adjacentes, remoção das águas subterrâneas dos lençóis freáticos e das infiltrações de camada do pavimento.

O projeto de drenagem está apresentado a seguir e envolve os seguintes dispositivos de drenagem superficial:

- Projeto de Sarjetas de Corte;
- Projeto de Sarjetas de Aterro (Meio-fio);
- Projeto de Descidas D'água;
- Projeto de Valetas de Proteção de Cortes;
- Dreno Profundo.

O Projeto de Drenagem foi realizado com base nos estudos topográficos, hidrológicos, geotécnicos, e com base no projeto geométrico, de terraplenagem e de pavimentação, diante disso foi desenvolvido o dimensionamento dos elementos de drenagem superficial para atender a implantação do eixo da rodovia e interseções.

REFERÊNCIA NORMATIVA

- Agência Goiana de Infraestrutura de Transportes – GOINFRA - IP-13 Projeto de Drenagem;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT - Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários – 2006.

9.1. Projeto de Drenagem Superficial

O sistema de drenagem de águas pluviais proposto para o projeto é composto por um conjunto de obras de engenharia que visam captar as águas que chegam às pistas, por escoamento ou precipitação, conduzindo-as para local seguro de deságue, resguardando a estabilidade do maciço.

O projeto de Drenagem buscou otimizar o sistema de drenagem de forma econômica e eficaz através do direcionamento mais adequado ao escoamento das águas que se precipitaram sobre o corpo estradal. Foram projetados elementos de drenagem superficial, como meio fio com e sem sarjeta, sarjeta de corte, valetas de corte e aterro, entradas e descidas d'água, dissipadores de energia, além de drenagem profunda (drenos).

9.1.1. 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. Estes dispositivos foram posicionados na faixa da plataforma contígua à pista, definindo os limites do passeio. Para o presente projeto foi adotado o meio-fio do tipo MFC 03, com sarjeta, e MFC-05, sem sarjeta.

Nos bordos externos das curvas horizontais não foram considerados os dispositivos devido a superelevação. No entanto, em alguns intervalos foram mantidos os dispositivos devido a superelevação não ter sido total, ou por encaixe de curvas horizontais opostas ou por causa de curvas com raios muito grandes, que dispensaram a superelevação, e por isso foi necessário manter o dispositivo para conduzir as águas até o desague adequado nas descidas e não no corpo do aterro.

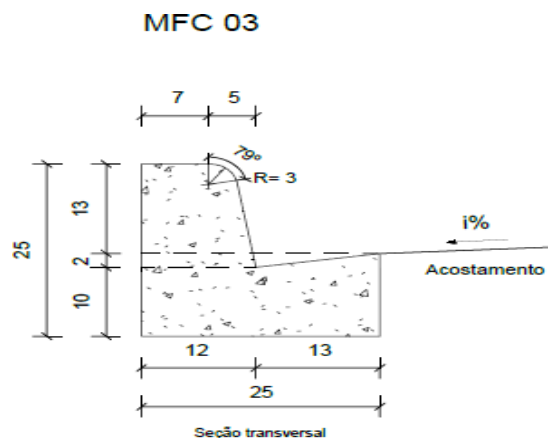


Figura 3.1: Meio fio com sarjeta - MFC-03

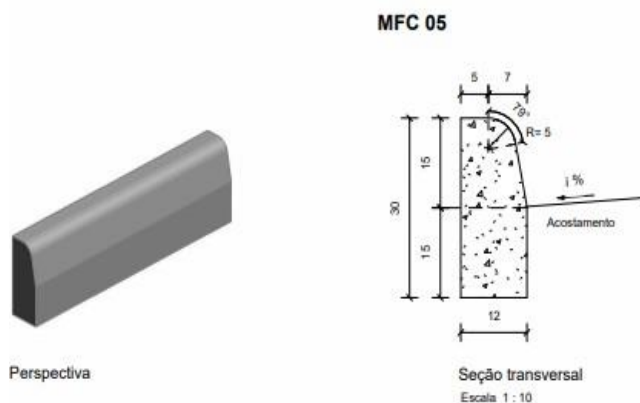


Figura 3.2: Meio fio com sarjeta - MFC-05

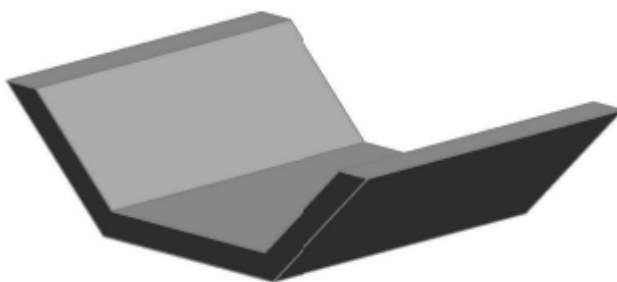
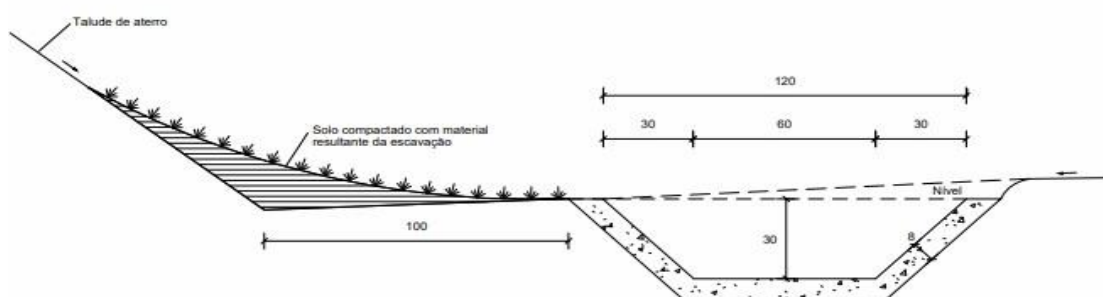
9.1.2. Valetas de Proteção

As valetas de proteção têm como objetivo interceptar as águas que escoam 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 com alturas maiores do que 1,5 m, 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 e bermas, a uma distância entre 2,0 a 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.

VPAC 120-30

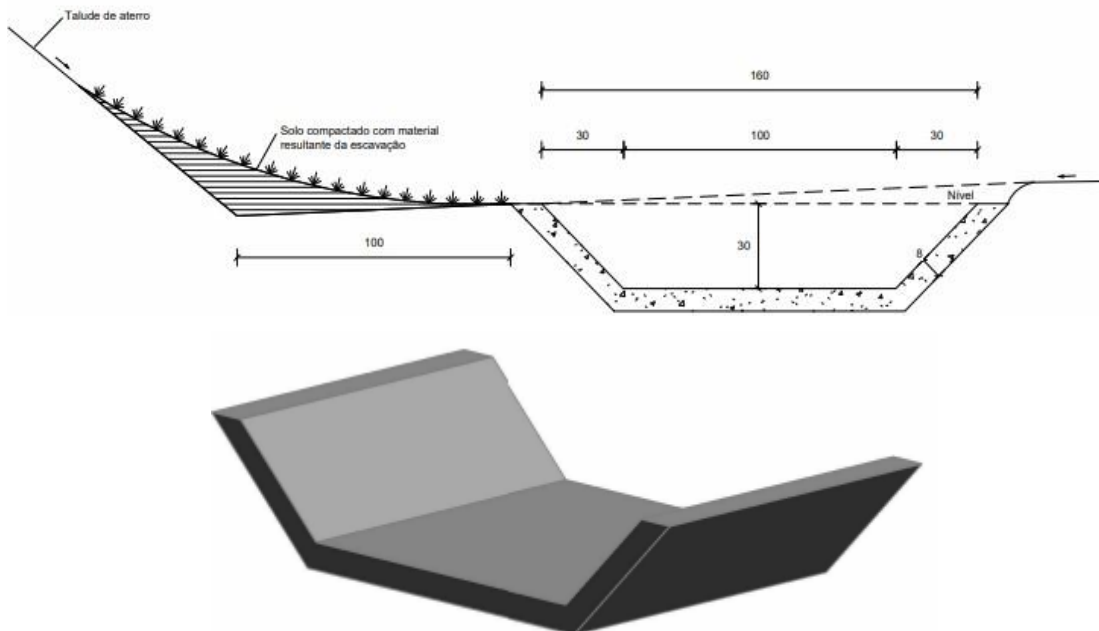


Perspectiva

Consumos médios ³		Método executivo ⁵	
		Convencional	Extrusão
Escavação	m ³ /m	0,3976	0,3976
Apiloamento	m ² /m	1,7411	1,7411
Compactação	m ³ /m	0,3976	0,3976
Concreto fck ≥ 20 MPa	m ³ /m	0,1276	0,1276
Guia de madeira	m/m	0,8706	-
Argamassa de cimento e areia ⁶	m ³ /m	0,0001	-
Gramma	m ² /m	1,7411	1,7411

Figura 3.3: Valeta de Proteção de Aterro (concreto)

VPAC 160-30

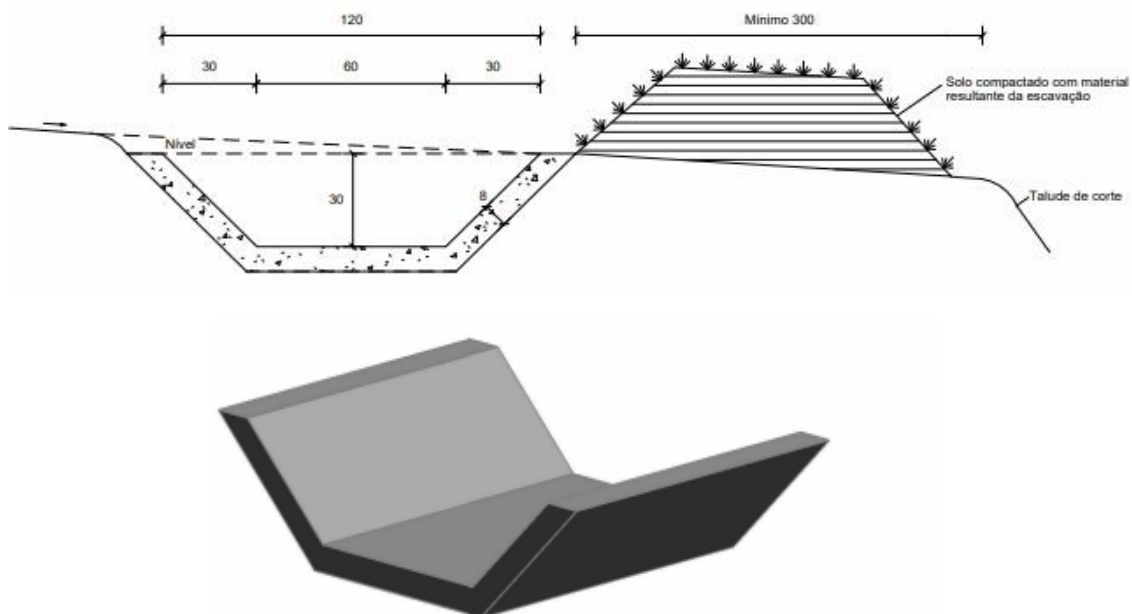


Perspectiva

Consumos médios ³		Método executivo ⁵	
		Convencional	Extrusão
Escavação	m ³ /m	0,5496	0,5496
Apiloamento	m ² /m	2,1411	2,1411
Compactação	m ³ /m	0,5496	0,5496
Concreto fck ≥ 20 MPa	m ³ /m	0,1596	0,1596
Guia de madeira	m/m	1,0706	-
Argamassa de cimento e areia ⁶	m ³ /m	0,0001	-
Grama	m ² /m	2,1411	2,1411

Figura 3.4: Valeta de Proteção de Aterro (concreto)

VPCC 120-30

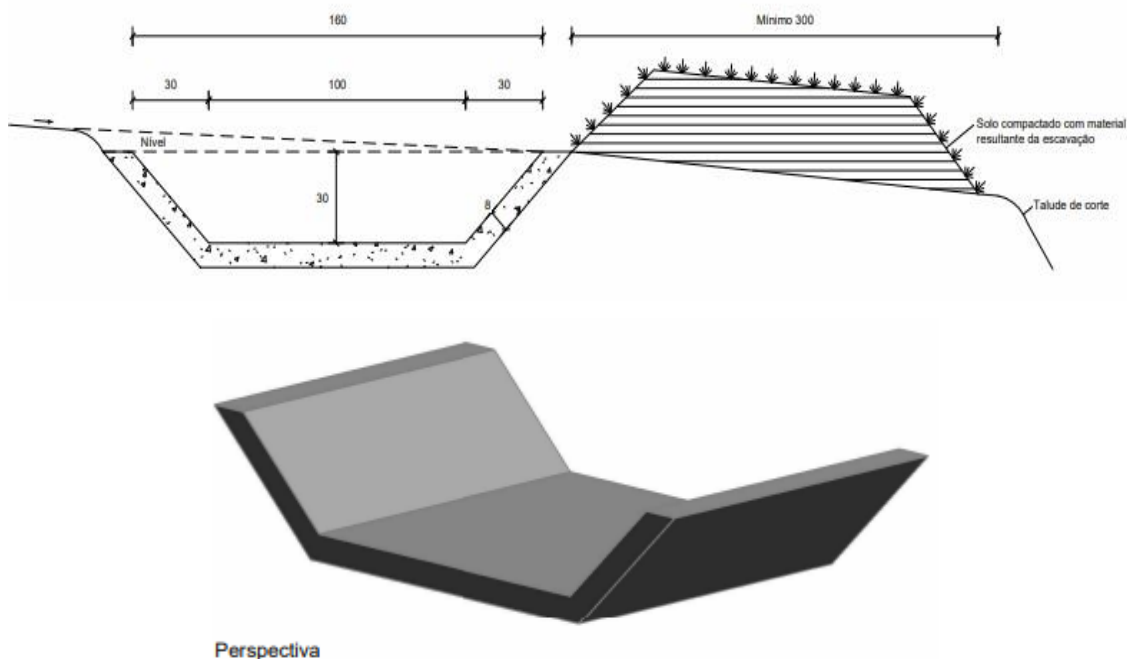


Perspectiva

Consumos médios ³		Método executivo ⁵	
		Convencional	Extrusão
Escavação	m ³ /m	0,3976	0,3976
Apiloamento	m ² /m	1,7411	1,7411
Compactação	m ³ /m	0,3976	0,3976
Concreto fck ≥ 20 MPa	m ³ /m	0,1276	0,1276
Guia de madeira	m/m	0,8706	-
Argamassa de cimento e areia ⁶	m ³ /m	0,0001	-
Grama	m ² /m	1,7411	1,7411

Figura 3.5: Valeta de Proteção de Aterro (concreto)

VPCC 160-30



Consumos médios ³		Método executivo ⁵	
		Convencional	Extrusão
Escavação	m ³ /m	0,5496	0,5496
Apiloamento	m ² /m	2,1411	2,1411
Compactação	m ³ /m	0,5496	0,5496
Concreto fck ≥ 20 MPa	m ³ /m	0,1596	0,1596
Guia de madeira	m/m	1,0706	-
Argamassa de cimento e areia ⁶	m ³ /m	0,0001	-
Grama	m ² /m	2,1411	2,1411

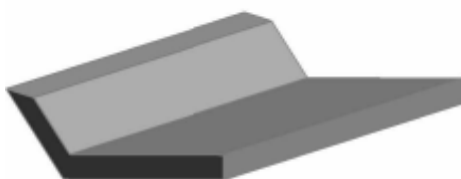
Figura 3.6: Valeta de Proteção de Aterro (concreto)

9.1.3. Sarjetas de corte

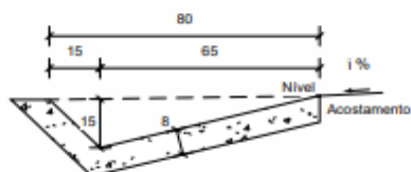
As sarjetas de corte têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pela região de corte (taludes de corte) e também as águas provenientes da contribuição lateral da via, as conduzindo de forma segura uma ponte de transição entre corte e aterro e fazendo sua dissipação com um dissipador apropriado.

As sarjetas de corte serão construídas em trechos com corte com alturas maiores do que 0,40 m, onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo o mesmo e a estabilidade do corpo estradal. Deverão ser localizadas exatamente no pé dos cortes.

STC 80-15



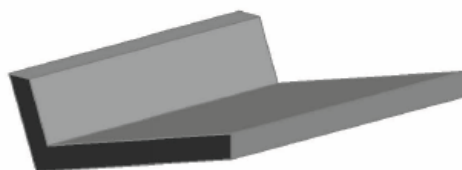
Perspectiva



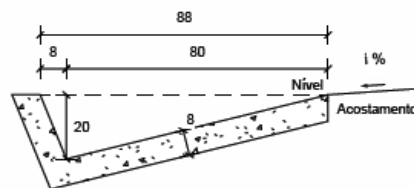
Seção transversal
Escala 1 : 20

Consumos médios ³		Método executivo ⁴	
		Convencional	Extrusão
Escavação	m³/m	0,1364	0,1364
Apiloamento	m²/m	1,0294	1,0294
Concreto fck ≥ 20 MPa	m³/m	0,0763	0,0763
Guia de madeira	m/m	0,5147	-
Argamassa de cimento e areia ⁵⁼⁶	m³/m	0,0001	-

STC 88-20



Perspectiva



Seção transversal
Escala 1 : 20

Consumos médios ³		Método executivo ⁴	
		Convencional	Extrusão
Escavação	m³/m	0,1773	0,1773
Apiloamento	m²/m	1,1917	1,1917
Concreto fck ≥ 20 MPa	m³/m	0,0893	0,0893
Guia de madeira	m/m	0,5959	-
Argamassa de cimento e areia ⁵	m³/m	0,0001	-

Figura 3.7: Sarjetas Triangulares de Corte (concreto)

9.1.4. Entradas e Descidas D'água

As entradas e descidas d'água conduzem as águas captadas nas pistas até a sarjeta de canteiro central ou terreno natural.

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.

Neste projeto foram adotadas entradas dos tipos de greide contínuo, com abertura somente em um dos lados acompanhando o caimento longitudinal e de ponto baixo, com abertura nos dois lados para a coleta de ambos os lados contribuintes ao mesmo ponto.

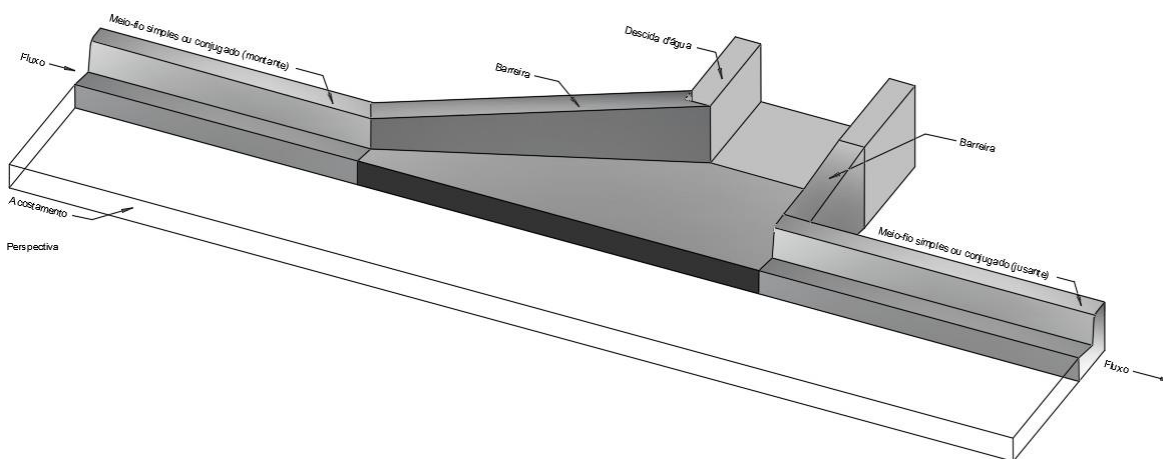


Figura 3.8: Entradas d'água – Greide Contínuo

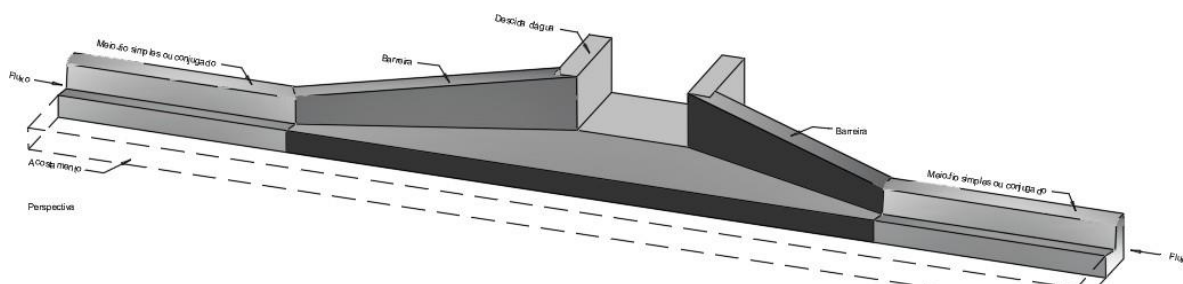


Figura 3.9: Entradas d'água – Ponto Baixo

As descidas d'água adotadas neste projeto são do tipo lisa e do tipo degraus, a locação de descida do tipo lisa foi realizada em pontos onde o talude era baixo, menor que 5,00 metros, sem risco de aceleração do escoamento e consequentes riscos estruturais, para as descidas do tipo degraus foram locadas em pontos onde o talude era maior de 5,00 metros.

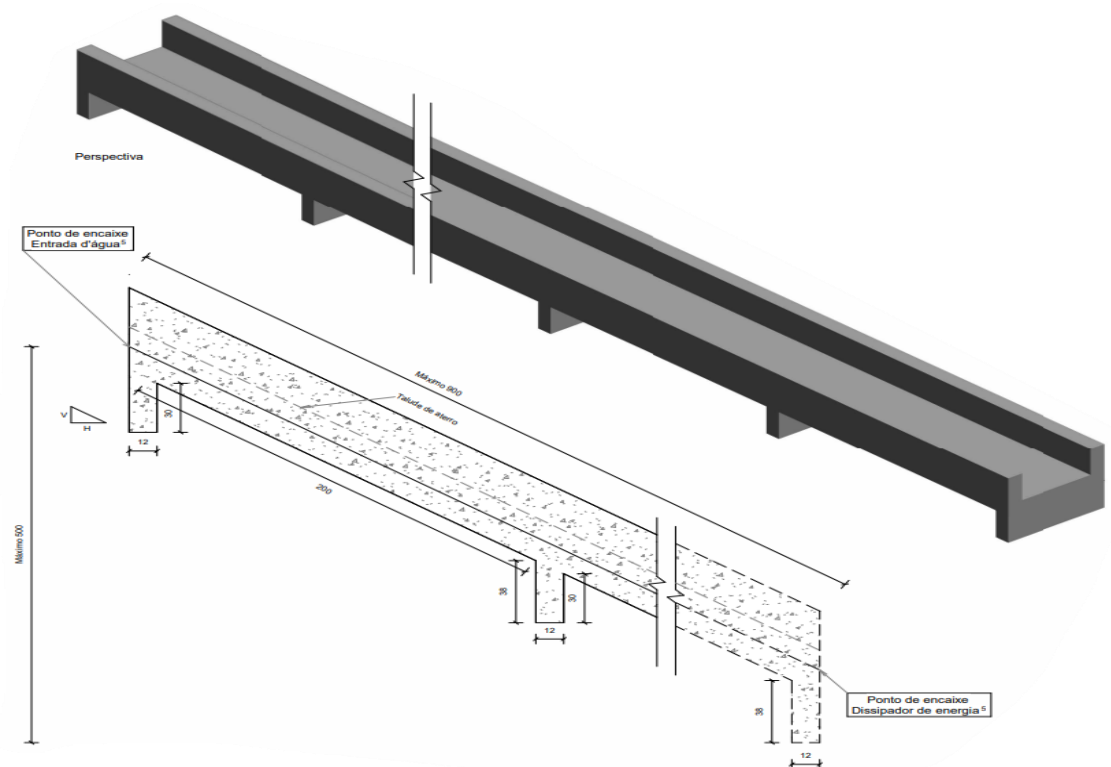
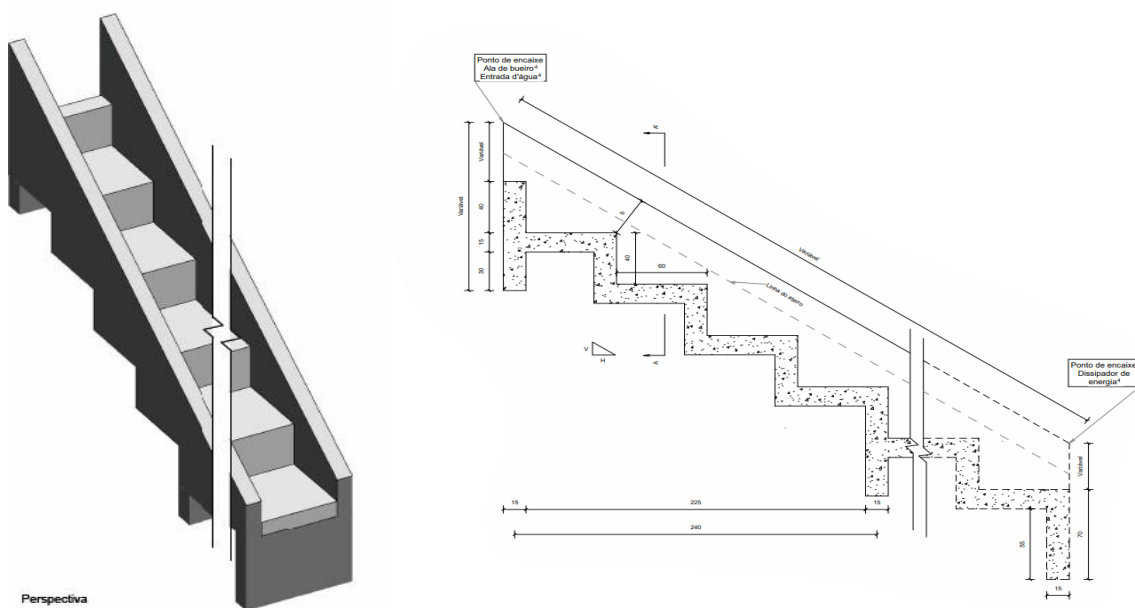


Figura 3.10: Descida d'água de aterros tipo rápido (lisa) – (DAR 60-30)



9.1.5. Drenagem Subterrânea

Tendo em vista a grande dificuldade de se estimar o grau de infiltração e a capacidade de drenagem das diversas camadas constituintes da estrutura do pavimento, sugere-se a instalação do sistema de drenagem subterrânea para todos os pavimentos de vias consideradas importantes, com elevada porcentagem de veículos comerciais, com o objetivo de evitar uma fadiga precoce do pavimento e, conseqüentemente, o surgimento de vários danos à via. Dessa forma, a segurança da via e o desempenho do pavimento estarão mais garantidos.

As obras de drenagem subterrânea têm a finalidade sanar, ou minimizar, os efeitos prejudiciais da presença de águas subterrâneas no corpo estradal. De um modo geral, há sempre a necessidade de manter o lençol freático à profundidade de 1,50 a 2,00 metros do subleito da via, dependendo do tipo de solo da área considerada.

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 profundos para corte em solo DPS07 (dreno em solo 07).

Por fim, os deságues das linhas de dreno foram realizados nos pontos baixos, ligados em caixas coletoras ou em ligações nos bueiros de greide e com uso de bocas de saída em concreto, BSD 02.

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

PARA CORTES EM SOLO - DPS 07

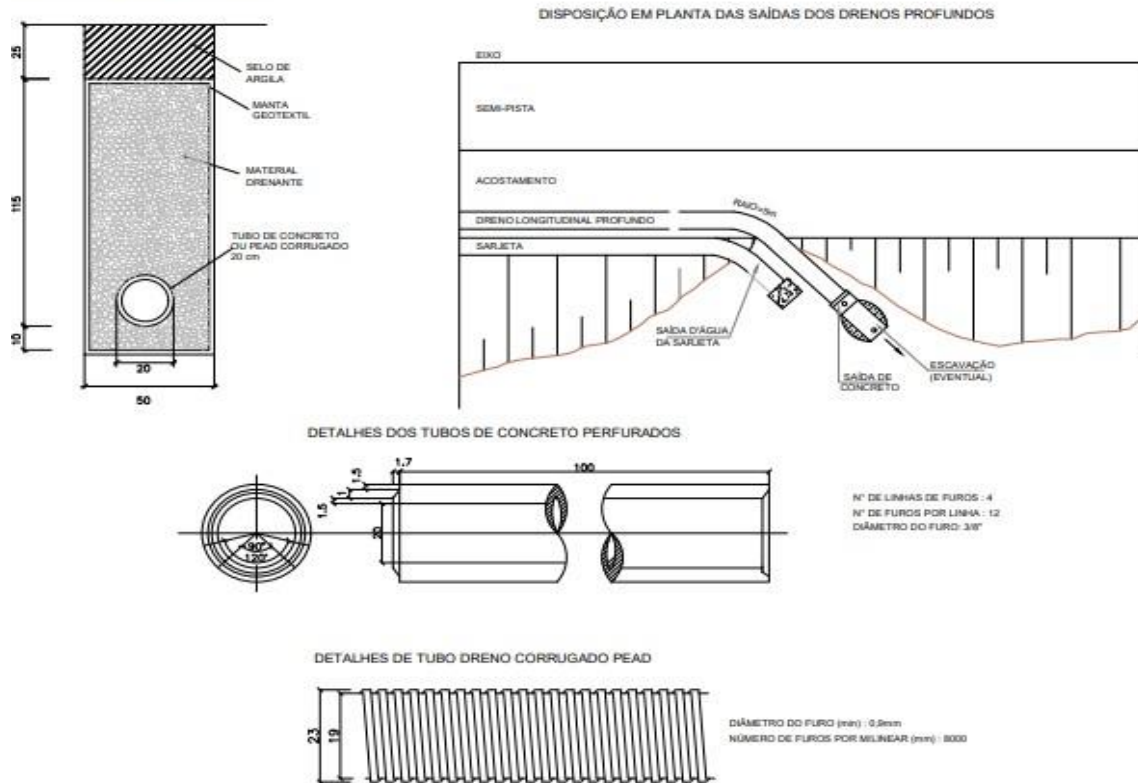


Figura 3.12: (DPS 07)

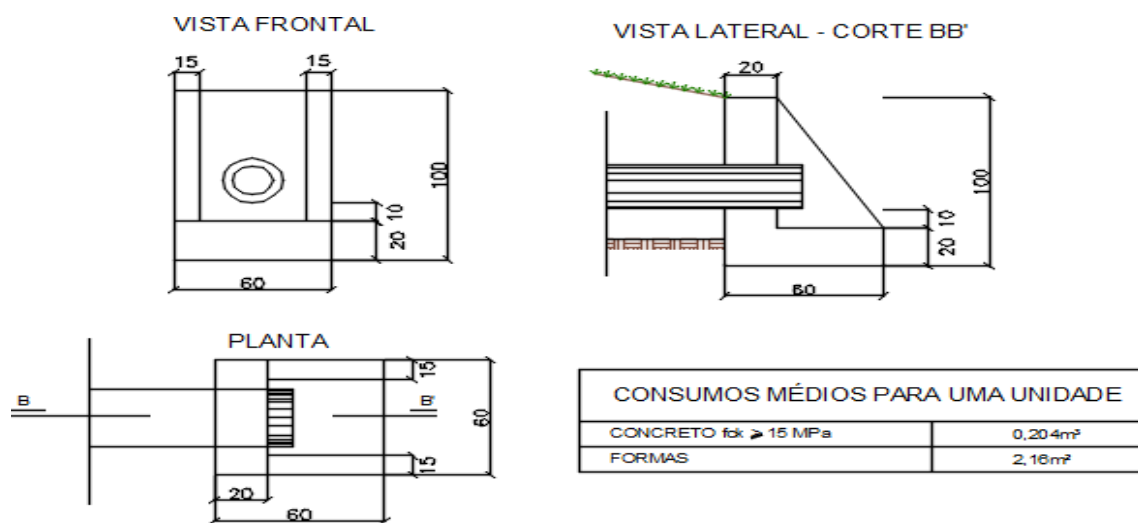


Figura 3.13: Bocas de saída em concreto - BSD 02.

9.1.6. Dissipadores de energia

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

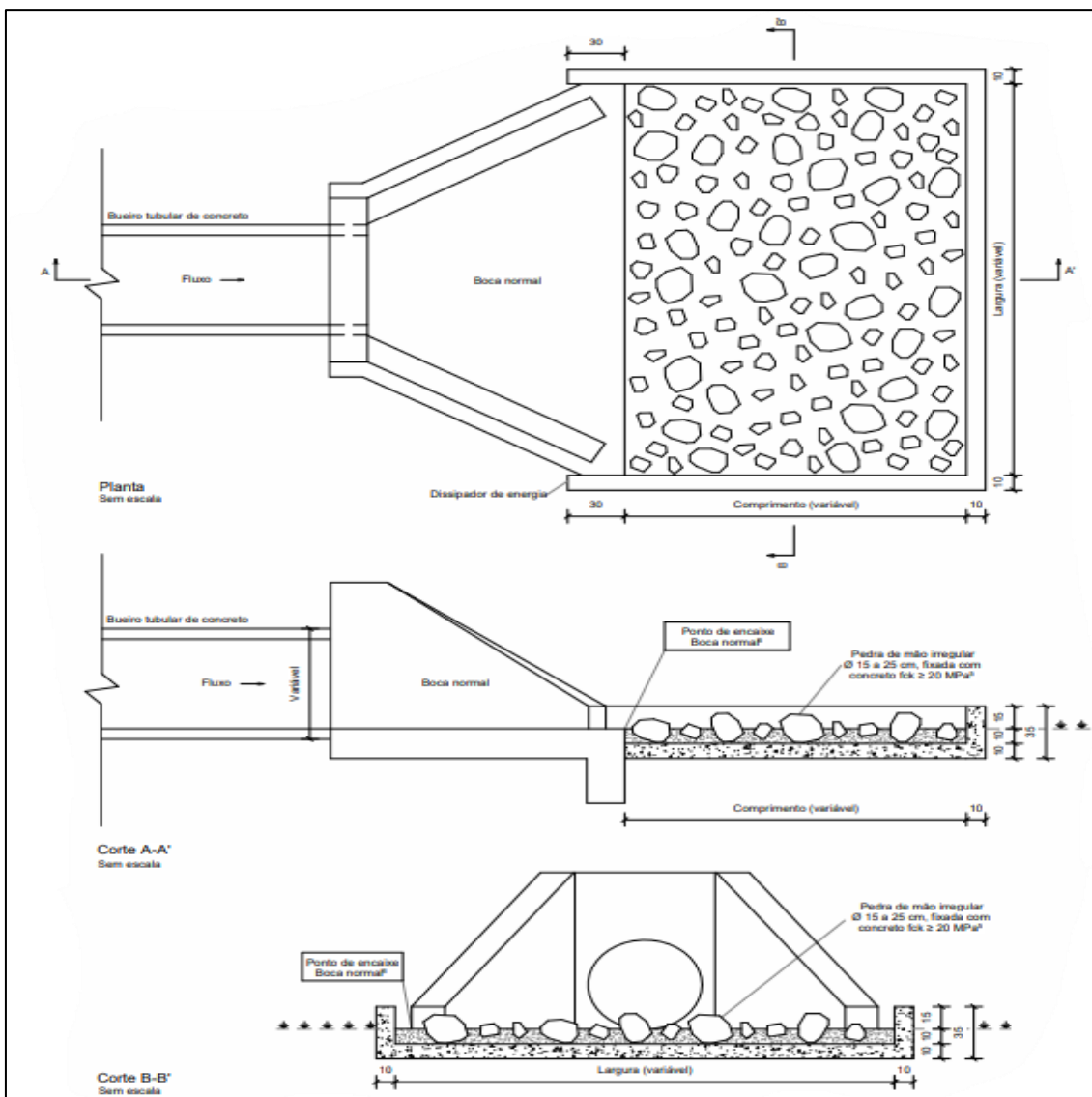


Figura 3.14: Dissipadores de Energia – DEB

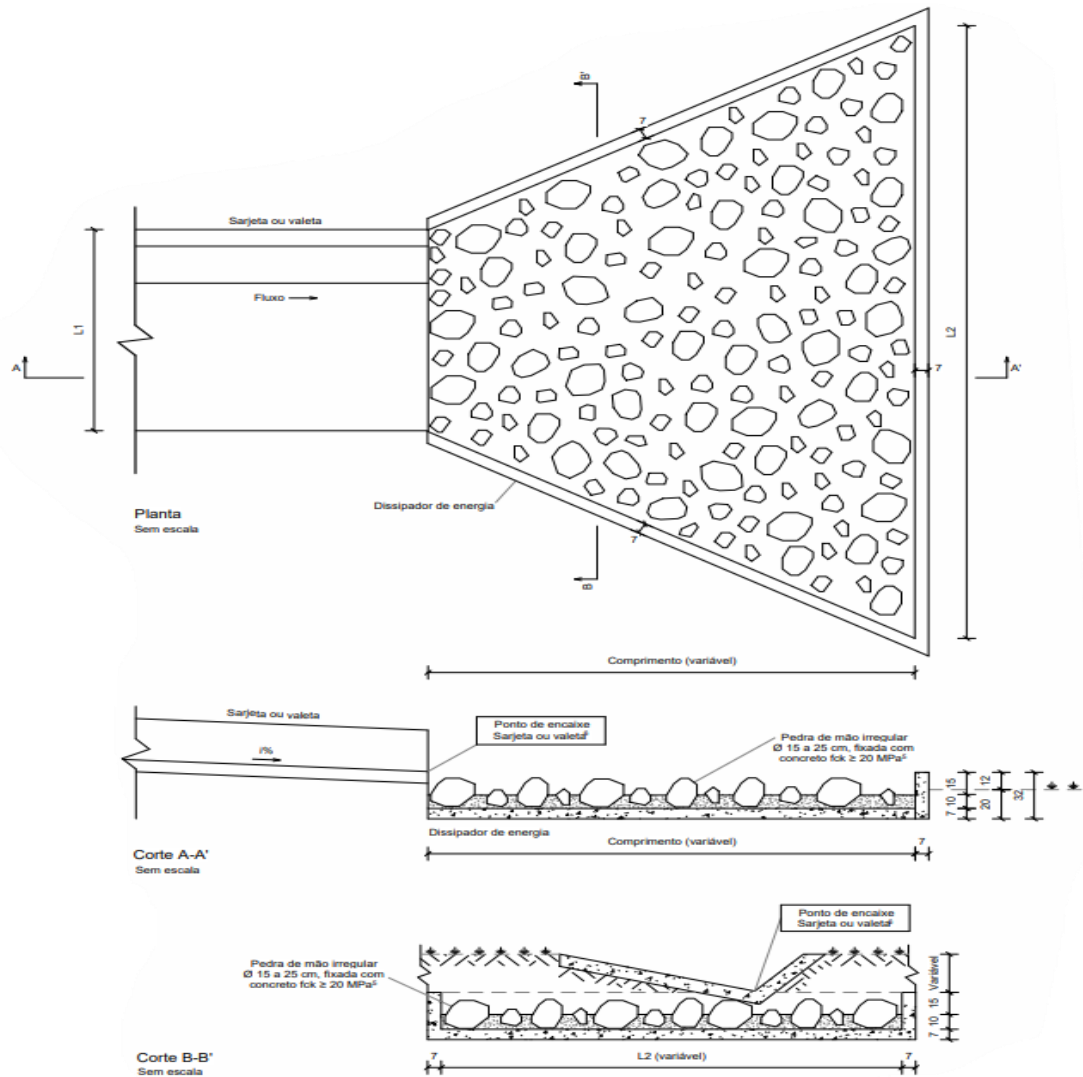


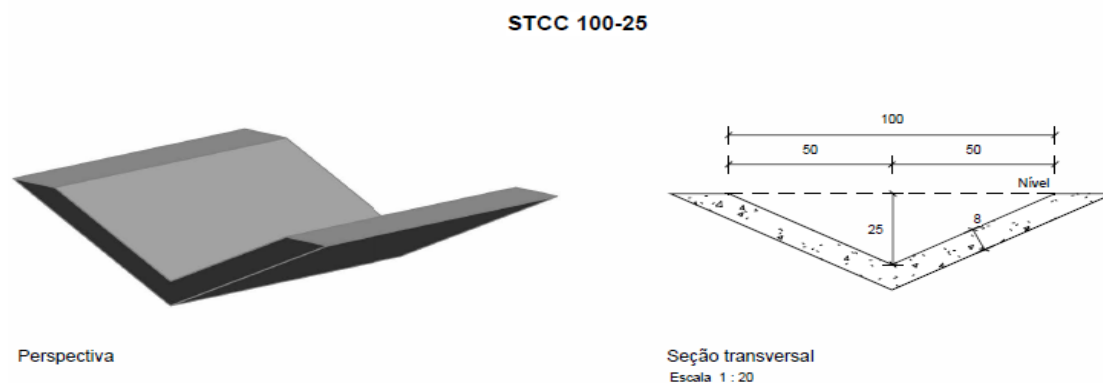
Figura 3.15: Dissipadores de Energia – DES

9.1.7. Sarjeta de Canteiro Central

A sarjeta de canteiro central foi adotada nos intervalos em que há contribuição da pista. As valetas de canteiro central têm como objetivo interceptar as águas que escoam pela pista

de contribuição, impedindo-as de escoar livremente pelo canteiro central.

A seção adotada para os dispositivos projetadas será a da sarjeta STCC 100-25 do DNIT apresentada abaixo.



Consumos médios ³		Método executivo ⁴	
		Convencional	Extrusão
Concreto fck $\geq$ 20 MPa	m ² /m	0,1054	0,1054
Guia de madeira	m/m	0,7590	-
Argamassa de cimento e areia ⁶	m ² /m	0,0001	-

Figura 3.16: Sarjeta de Canteiro Central

9.2. APLICAÇÃO

9.2.1. Período de Retorno

Ao decidir-se que uma obra será projetada para uma vazão com Período de Retorno T, decide-se o risco que se pretende correr durante a vida útil da obra, levando em conta considerações econômicas, uma vez que, quanto maior o Período de Retorno, maiores as dimensões da obra e menores os riscos de que ela venha a falhar durante o período recomendado.

Quando houver a impossibilidade de decidir o Período de Retorno do ponto de vista econômico, são levados em consideração outros critérios como tempo de vida útil da obra, facilidade de ampliação e recuperação, tipo da estrutura, entre outros.

Os tempos de recorrência adotados seguem o preconizado no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005) e IP 03 – GOINFRA – Estudos hidrológicos. Estes tempos estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 3.1 – Tempos de Retorno.

OBRAS	PERÍODO DE RECORRÊNCIA	FUNCIONAMENTO
Bueiros de Grota Drenagem Superficial	5 a 10 anos	-
Drenagem Subsuperficial	10 anos	-
Bueiros Tubulares	15 anos	Como Canal
	25 anos	Como Orifício
Bueiros Celulares	25 anos	Como Canal
	50 anos	Como Orifício
Pontilhão	50 anos	-
Pontes	100 anos	-

Para o projeto de drenagem foi adotado um período de retorno de 10 anos.

9.2.2. 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...).

Devido a ocupação homogênea da área definiu-se um coeficiente médio para toda a área, a partir da adoção de coeficientes empíricos, obtidos da experiência de diversos estudiosos do assunto. A definição do coeficiente a ser adotado também se apoiou na tabela abaixo, que apresenta valores em função do tipo de ocupação da área.

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

9.2.3. 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.

No Método Racional o tempo de duração da chuva deve ser feito igual ao tempo de concentração na bacia.

O Tempo de Concentração é constituído de duas parcelas:

$$T_c = T_i + T_p$$

Onde:

T_c = tempo de duração em minutos;

T_i = tempo de escoamento superficial, em minutos;

T_p = tempo de percurso dentro do dispositivo, em minutos.

O valor mínimo para o tempo de escoamento superficial – T_i , foi de 5 minutos.

O tempo de percurso - T_p , foi definido em função das características hidráulicas, sendo:

$$T_p = \frac{L}{60 \times V}$$

Onde:

L = comprimento do trecho, em m;

V = velocidade, em m/s.

9.2.4. Vazões de Projeto

O cálculo das vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem foi 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, sendo expressa pela seguinte equação:

$$Q_p = 2,78 \times C_e \times C_d \times i \times A$$

Onde:

Q_p = descarga de pico na seção considerada (l/s)

C_e = coeficiente de escoamento superficial (run-off)

C_d = coeficiente de distribuição

i = intensidade da chuva crítica (mm/h)

A = área que contribui para a seção (ha)

9.2.5. Determinação da Intensidade de Chuva

Para a determinação das vazões de projeto, fundamentalmente foi estudado o regime de chuvas da região. Foram selecionados 25anos (entre os anos 1974 a 2006) de observações completas para a estação pluviométrica de Pontalina-GO nº 1749004, apresentadas nas tabelas seguintes.

Tabela 3.2 - Dados de precipitação média mensal

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAIS E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAIS E ANUAIS

RODOVIA: LIGAÇÃO
TRECHO: CONTORNO PONTALINA
SUB-TRECHO:-
DATA 16/01/2025

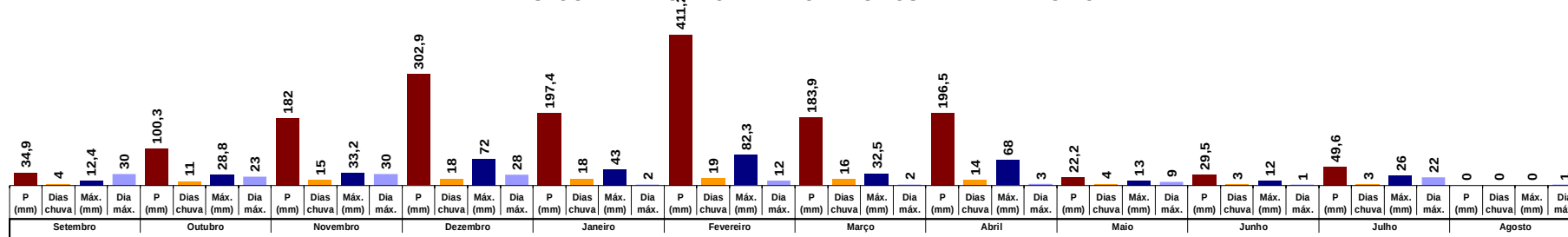
ESTACÃO : Pontalina - (Sub-bacia Rio Paranaíba, principal curso d'água Rio Meia Ponte)
LATITUDE : 17°31'00" (UTM N = 7.947.014,85 m)
LONGITUDE : 49°26'28" (UTM E = 603.355,75 m)
CÓDIGO : 01749004

ENTIDADE : ANA 25/03/2025
PERÍODO : 1974 A 2006 (25 ANOS)
Uf. : Goiás
MUNICÍPIO: Pontalina

ANOS	MESES																DADOS ANUAIS			
	Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro			
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.
1974	8	4	3,4	28	249,3	18	46,2	26	205,6	16	42,2	22	248,4	16	95	3	160,2	15	35	3
1975	2,6	1	2,6	22	165,4	15	28,8	23	156	10	55,8	25	214,2	20	25,8	7	138,2	17	19,8	20
1976	11	1	11	27	184,3	14	55,8	13	162,9	15	24,6	10	104	12	23,4	16	71,5	10	15,6	23
1977	96,8	3	84	26	94,4	9	27	25	0	0	0	1	319,8	18	96	20	187,9	15	41,2	27
1978	34,9	4	12,4	30	100,3	11	28,8	23	182	15	33,2	30	302,9	18	72	28	197,4	18	43	2
1979	0	0	0	1	164,8	12	32	23	235,4	11	61	8	402,4	23	50	320	131	20	169,5	15
1980	34,9	4	12,4	30	100,3	11	28,8	23	182	15	33,2	30	302,9	18	72	28	393,2	25	60	7
1981	0	0	0	1	0	0	0	1	265	17	40	13	192,1	19	36,2	18	256,9	16	56,8	14
1982	1,4	1	1,4	30	195	11	60,1	3	410,2	13	103	7	218,6	15	52	3	458,9	22	95	11
1983	15,9	1	15,9	20	16,4	3	9	31	91,2	4	35	19	156,6	13	51	9	331,4	20	49,5	30
1984	6,3	3	2,2	15	125,1	11	24,3	23	253,6	20	53,3	30	380,5	25	85,1	1	199,7	16	42	12
1985	26,1	6	9,1	16	127,4	15	35,5	27	151,2	14	26,1	14	117,2	16	34,1	24	416,4	28	66,8	22
1986	18,8	2	17,8	26	138,2	9	37,9	28	173,7	12	47,8	6	363,2	19	60,8	22	158	13	41,7	17
1987	8,9	1	8,9	15	210	8	100	15	21,4	6	7,2	18	151	10	30	12	165,3	12	62	11
1988	22,2	4	8	1	121,5	6	39,2	22	84,6	10	26,9	5	68,8	6	19,3	9	184,5	11	92	5
1990	0	0	0	1	72,3	3	35,6	19	251,4	10	99,6	17	504,8	18	75,1	29	45,8	3	27,5	10
1991	22,2	4	8	1	121,5	6	39,2	22	84,6	10	26,9	5	68,8	6	19,3	9	258,7	19	49,5	7
1992	59,5	3	52,3	22	23,8	2	20,3	6	0	0	0	1	0	0	0	1	369,8	16	73,1	26
1993	1,7	1	1,7	14	118,9	9	26,2	20	235,7	15	52,2	7	182,7	12	32,8	18	51,3	4	22,5	31
1994	68,1	6	26,2	26	33,1	5	11,6	6	148	11	39,4	26	164,5	8	85,4	20	208,8	10	63,7	10
1996	0	0	0	1	142,2	8	76,6	31	180,9	12	40,5	30	134,8	13	28,6	16	36,5	4	17,2	2
1997	4,4	1	4,4	19	89,1	4	39,1	31	240	12	58,3	16	144,9	8	36,2	27	131,8	7	54,3	18
1998	30	4	10,8	25	59,6	4	37,9	25	103,5	6	34,5	12	189,2	14	35,9	14	246,3	9	60,7	20
2005	14,1	1	14,1	1	47,6	6	10	31	62,6	6	32,4	30	97,5	11	32	16	184,3	13	31	28
2006	13,6	3	5,3	22	8,6	1	8,6	29	303,8	13	51,9	14	260,8	12	55,8	13	63,3	6	19	8

Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o regime pluviométrico do trecho (método de THIESEN), as alturas estão em acordo com mapas Isoietas.

HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



Dados gerais

ANO	Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Total	Dias de	Máxima	Dia
	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	P (mm)	Dias chuva	Máx. (mm)	Dia máx.	(mm)	chuva	(mm)	máxim								
1978	34,9	4	12,4	30	100,3	11	28,8	23	182	15	33,2	30	302,9	18	72	28	197,4	18	43	2	411,2	19	82,3	12	183,9	16	32,5	2	196,5	14	68	3	22,2	4	13	9	29,5	3	12	1	49,6	3	26	22	0	0	0	1	1710,4	125	82,3	12/2/1978

A partir desses dados, foi empregado o Método das Probabilidades Extremas de Gumbel para o cálculo da precipitação média ($P_{méd}$) 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 1,095 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 a mesma 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 3.3 - Estudo Estatístico

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS								
ESTAÇÃO : PONTALINA					ENTIDADE : ANA			
CÓDIGO : 01749004					LATITUDE : 17°31'00"			
PERÍODO : 1974 A 2006					LONGITUDE : 49°26'28"			
DATA DIAMÊS/ANO	SEQ.	P (mm)	Nº ordem (n)	P - ordenada (mm)	P-Pm	(P-Pm) ²	F=n/(m+1)%	Tr=1/F
11/3/1974	6	98,4	1	131,00	50,9	2.592,4	3,8	26,0
28/3/1975	19	62,2	2	103,40	23,3	543,6	7,7	13,0
13/10/1975	23	55,8	3	101,50	21,4	458,6	11,5	8,7
20/12/1976	7	96,0	4	100,40	20,3	412,7	15,4	6,5
12/2/1978	13	82,3	5	99,60	19,5	380,9	19,2	5,2
20/2/1979	1	131,0	6	98,40	18,3	335,5	23,1	4,3
28/12/1977	15	72,0	7	96,00	15,9	253,3	26,9	3,7
14/1/1981	22	56,8	8	93,60	13,5	182,7	30,8	3,3
7/11/1981	2	103,4	9	92,00	11,9	142,0	34,6	2,9
9/12/1982	24	51,0	10	87,20	7,1	50,6	38,5	2,6
1/12/1983	12	85,1	11	85,40	5,3	28,3	42,3	2,4
22/1/1985	17	66,8	12	85,10	5,0	25,2	46,2	2,2
22/12/1985	20	60,8	13	82,30	2,2	4,9	50,0	2,0
15/10/1986	4	100,4	14	76,60	-3,5	12,1	53,8	1,9
10/1/1988	9	92,0	15	72,00	-8,1	65,4	57,7	1,7
17/11/1989	5	99,6	16	71,30	-8,8	77,2	61,5	1,6
7/1/1991	25	49,5	17	66,80	-13,3	176,5	65,4	1,5
5/2/1992	10	87,2	18	62,70	-17,4	302,2	69,2	1,4
5/5/1993	18	62,7	19	62,20	-17,9	319,8	73,1	1,4
20/12/1993	11	85,4	20	60,80	-19,3	371,9	76,9	1,3
31/10/1995	14	76,6	21	60,70	-19,4	375,7	80,8	1,2
26/2/1997	16	71,3	22	56,80	-23,3	542,1	84,6	1,2
20/1/1998	21	60,7	23	55,80	-24,3	589,7	88,5	1,1
29/4/2005	3	101,5	24	51,00	-29,1	845,9	92,3	1,1
18/3/2006	8	93,6	25	49,50	-30,6	935,4	96,2	1,0

Obs : Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" - Ver publicação do DNER 478/26 - 1975 "Vazão de Dimensionamento de Bueiros".

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)							
N/Tr	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,553	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	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	1,917	2,183	2,393	3,026	3,653

TEMPO DE RECORRÊNCIA Tr	K (°)	Pr (mm)
5 anos	0,888	98,23
10 anos	1,575	112,27
15 anos	1,958	120,10
25 anos	2,444	130,04
50 anos	3,088	143,20
100 anos	3,729	156,30
1.000 anos	-	200,33
10.000 anos	-	244,36

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEN TE CHOW - P _n (mm)		
P5 = 80,08 + 0,888 x 20,44 = 98,23 mm		
P10 = 80,08 + 1,575 x 20,44 = 112,27 mm		
P15 = 80,08 + 1,958 x 20,44 = 120,1 mm		
P25 = 80,08 + 2,444 x 20,44 = 130,04 mm		
P50 = 80,08 + 3,088 x 20,44 = 143,2 mm		
P100 = 80,08 + 3,729 x 20,44 = 156,3 mm		
P1000 = P100 + (P100 - P10) = 200,33 mm		
P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 244,36 mm		

Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Sousa Pinto, SP, 1976.

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 (Hersnfield 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.

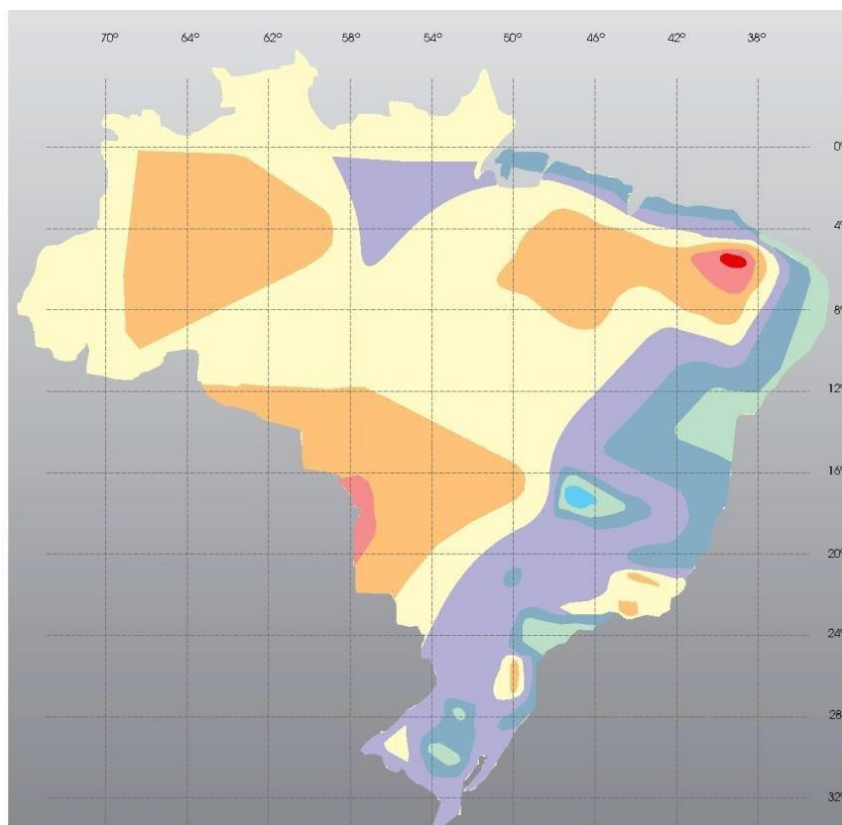


Figura 3.17 - Mapa de Isozonas

Tabela 3.7 – Precipitação por zonas

Zona		Tempo de Recorrência (anos)								
		1 Hora / 24 Horas							6 mim / 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		46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,9	12,4
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 é apresentado o quadro de altura de chuva x duração x intensidade x tempo de recorrência e os gráficos de precipitação x duração x frequência e de intensidade x duração x frequência para o posto pluviométrico selecionado, segundo o método das isozonas.

Utilizando o tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração 10 minutos conforme diretriz da IP-13 de projetos de drenagem da GOINFRA chegamos em uma intensidade de chuva para a região do projeto de 155,61 mm/h, conforme pode ser observado na tabela seguinte.

Tabela 3.8 - Quadro (Altura x Duração x Intensidade x Tempo de recorrência) – PONTALINA nº 1749004

ISOZONA "E"																	
Tempo de Recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva ^(A)							6 min / 24 horas ^(B)		Duração	Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100		5	10	15	20	25	50	100
Porcentagem	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,6	42,2	12,6	11,2	24 horas ^(C)	108,05	123,50	132,11	138,34	143,04	157,52	171,93
As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.										1 hora ^(D)	47,54	53,85	57,20	59,76	61,51	67,10	72,55
										6 minutos ^(E)	13,61	15,56	16,65	17,43	18,02	19,85	19,26
										Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = $P_T(\text{mm}) \times 1,10$, onde $P_T(\text{mm})$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW 2 - (D) = (C) x (A) 3 - (E) = (C) x (B)							
Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas																	

ESTAÇÃO : PONTALINA - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA															
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		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)
6 min.	(0,1 h)	13,61	136,15	15,56	155,61	16,65	166,46	17,43	174,31	18,02	180,23	19,85	198,47	19,26	192,56
12 min.	(0,2 h)	22,54	112,72	25,64	128,18	27,32	136,60	28,57	142,85	29,47	147,33	32,28	161,42	33,28	166,41
36 min.	(0,6 h)	37,97	63,29	43,05	71,74	45,76	76,27	47,82	79,70	49,24	82,07	53,77	89,62	57,52	95,87
60 min.	(1,0 h)	47,54	47,54	53,85	53,85	57,20	57,20	59,76	59,76	61,51	61,51	67,10	67,10	72,55	72,55
120 min.	(2,0 h)	58,25	29,13	66,17	33,09	70,46	35,23	73,67	36,84	75,94	37,97	83,11	41,55	90,14	45,07
240 min.	(4,0 h)	69,57	17,39	79,20	19,80	84,47	21,12	88,36	22,09	91,18	22,80	100,01	25,00	108,73	27,18
1440 min.	(24,0 h)	108,05	4,50	123,50	5,15	132,11	5,50	138,34	5,76	143,04	5,96	157,52	6,56	171,93	7,16

Região hidrográfica: Sub-bacia Rio Paranaíba, principal curso d'água Rio Meia Ponte / Carta Topográfica: IBGE - folha SE-22-Z-A-II - MI-2410 - ESC. 1:100.000.

Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfield e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.

9.3. 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, não excedendo a velocidade máxima de 4,5 m/s.

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

Os dados existentes na bibliografia apresentam diversos valores para os limites de velocidade para o escoamento da água. A variedade das informações, com divergências nos valores sugeridos ou adotados, evidencia a importância do levantamento destes dados, reunindo-os e verificando suas origens e consistências. Assim a seguir está apresentado os valores sugeridos por Paschoal Silvestre (1983).

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

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 $v = 4,5$ m/s.

9.4. ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

As áreas contribuintes do sistema de drenagem foram determinadas pela análise das plantas topográficas obtidas a partir do levantamento planialtimétrico da área em estudo.

9.5. COMPRIMENTO LIMITE DOS DISPOSITIVOS PROJETADOS

A pista de rolamento projetada possui configuração com o caimento transversal de 3% para os lados de fora e em casos de curva, a caimento obedece a superelevação. A partir dessa consideração do projeto geométrico, os comprimentos limites são apresentados a seguir.

Dentre os dispositivos utilizados para o cálculo dos comprimentos limites, estão: meio-fio com sarjeta, sarjeta de corte, valeta de proteção de corte e valeta de proteção de aterro.

Considerou-se para todos os dispositivos um tempo de concentração máximo de 10 minutos e Tempo de Retorno de 10 anos, e como resultado dos cálculos, 155,61 mm/h para o cálculo hidráulico conforme o estudo realizado neste relatório.

9.5.1. Meio Fio com Sarjeta

A utilização de meio-fio foi adotada para aterros com altura superior a 1,50m de acordo com a IP-13 GOINFRA – Projeto de Drenagem. Já para os trechos sem sarjetas de aterro, foram calculados conforme o item 3.4.1 do Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT,2006).

MFC03

Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia

$$Q_L = C \times i \times A \times 2,78$$

Q_L = vazão por metro linear ($m^3/s / m$)

C = coeficiente de escoamento superficial (0,7)

i = intensidade de chuva para $t_c=10min$ e $TR=10$ anos (mm/h)

A = área = $L \times l$ (km^2)

L = comprimento crítico da sarjeta (km) l = largura do implúvio (km)

Capacidade de vazão da sarjeta – MFC03

$$Q = 0,375 \times z / n \times y^{8/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

z = 6,50 (inverso da declividade transversal)

y = 0,05 e 0,03 (profundidade junto a linha de fundo, em m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Cálculo da vazão Q0

$$Q0 = Q1 - Q2 + Q3$$

onde:

Q0 = vazão utilizada no cálculo do comprimento limite do meio-fio com sarjeta;

Q1 = vazão da área de contribuição (triangular) que contempla o meio-fio com sarjeta e parte do acostamento da pista de rolamento;

Q2 = vazão da área de contribuição (triangular) que contempla a parte do Q1 excedente à área do meio-fio com sarjeta.

Q3 = vazão da área de contribuição externa à área do meio-fio.

Cálculo dos comprimentos limites

$$C \times i \times A \times 0,278 = 0,375 \times z / n \times y^{8/3} \times S^{1/2}$$

$$0,0002 \times L = 0,109 \times S^{1/2}$$

A seguir é apresentada a planilha de comprimento limite para o MFC 03.

Comprimento Limite - Meio fio com sarjeta Lado Esquerdo																
Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	C/T	LOCAL	Comprimento Limite L (m)	Velocidade de (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)		
11	+	0,000	12	+	0,00	7,320	0,0298	0,0170	0,0047	0,0175	T	PE-LE	138	4,7	20,0	0,7
19	+	0,000	16	+	0,00	6,870	0,0289	0,0165	0,0045	0,0169	C	PE-LE	79	4,6	60,0	3,5
16	+	0,000	14	+	0,00	6,870	0,0289	0,0165	0,0045	0,0169	C	PE-LE	79	4,6	40,0	2,3
43	+	0,000	42	+	0,00	6,870	0,0289	0,0165	0,0045	0,0169	T	PE-LE	133	4,6	20,0	0,7
150	+	0,000	146	+	0,00	2,480	0,0173	0,0099	0,0027	0,0102	T	PE-LE	80	2,7	80,0	2,7
89	+	0,000	86	+	0,00	5,000	0,0246	0,0140	0,0038	0,0144	C	PE-LE	67	3,9	60,0	3,5
86	+	0,000	84	+	0,00	5,000	0,0246	0,0140	0,0038	0,0144	C	PE-LE	67	3,9	40,0	2,3
84	+	0,000	82	+	0,00	5,000	0,0246	0,0140	0,0038	0,0144	C	PE-LE	67	3,9	40,0	2,3
82	+	0,000	80	+	0,00	8,170	0,0315	0,0179	0,0049	0,0184	C	PE-LE	86	5,0	40,0	2,3
80	+	0,000	78	+	0,00	8,170	0,0315	0,0179	0,0049	0,0184	C	PE-LE	86	5,0	40,0	2,3
78	+	0,000	73	+	0,00	8,170	0,0315	0,0179	0,0049	0,0184	T	PE-LE	145	5,0	100,0	3,4
154	+	0,000	157	+	0,00	1,430	0,0132	0,0075	0,0021	0,0077	T	PE-LE	61	2,1	60,0	2,1
157	+	0,000	160	+	0,00	1,430	0,0132	0,0075	0,0021	0,0077	T	PE-LE	61	2,1	60,0	2,1
160	+	0,000	163	+	0,00	2,550	0,0176	0,0100	0,0027	0,0103	T	PE-LE	81	2,8	60,0	2,1

Comprimento Limite - Meio fio com sarjeta Lado Direito																
Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	C/T	LOCAL	Comprimento Limite L (m)	Velocidade de (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)		
36	+	0,000	35	+	0,00	0,450	0,0074	0,0042	0,0012	0,0043	C	PD-LD	20	1,1	20,0	1,1
35	+	0,000	34	+	0,00	0,450	0,0074	0,0042	0,0012	0,0043	C	PD-LD	20	1,1	20,0	1,1
34	+	0,000	32	+	0,00	7,030	0,0292	0,0166	0,0046	0,0171	T	PD-LD	135	4,6	40,0	1,4
18	+	6,720	17	+	0,00	7,030	0,0292	0,0166	0,0046	0,0171	C	PD-LD	80	4,6	26,7	1,5
50	+	0,000	52	+	0,00	2,390	0,0170	0,0097	0,0027	0,0100	T	PD-LD	79	2,7	40,0	1,4
52	+	0,000	54	+	0,00	2,390	0,0170	0,0097	0,0027	0,0100	T	PD-LD	79	2,7	40,0	1,4
58	+	0,000	61	+	9,756	2,390	0,0170	0,0097	0,0027	0,0100	T	PD-LD	79	2,7	69,8	2,4
66	+	0,000	61	+	9,756	7,490	0,0301	0,0172	0,0047	0,0177	T	PD-LD	139	4,8	90,2	3,1
70	+	0,000	66	+	0,00	7,490	0,0301	0,0172	0,0047	0,0177	T	PD-LD	139	4,8	80,0	2,8
74	+	0,000	70	+	0,00	7,490	0,0301	0,0172	0,0047	0,0177	T	PD-LD	139	4,8	80,0	2,8
76	+	0,000	74	+	0,00	7,490	0,0301	0,0172	0,0047	0,0177	T	PD-LD	139	4,8	40,0	1,4
81	+	0,000	80	+	0,00	7,490	0,0301	0,0172	0,0047	0,0177	T	PD-LD	139	4,8	20,0	0,7
117	+	0,000	113	+	0,00	2,480	0,0173	0,0099	0,0027	0,0102	T	PD-LD	80	2,7	80,0	2,7
113	+	0,000	109	+	0,00	2,480	0,0173	0,0099	0,0027	0,0102	T	PD-LD	80	2,7	80,0	2,7
109	+	0,000	108	+	0,00	5,000	0,0246	0,0140	0,0038	0,0144	T	PD-LD	114	3,9	20,0	0,7
134	+	0,000	132	+	0,00	2,480	0,0173	0,0099	0,0027	0,0102	C	PD-LD	47	2,7	40,0	2,3
132	+	0,000	131	+	0,00	2,480	0,0173	0,0099	0,0027	0,0102	C	PD-LD	47	2,7	20,0	1,1

Comprimento Limite - Meio fio sem sarjeta - MFC-05															
Intervalo por estaqueamento			Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	C/T	Local	Comprimento (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)		
18	+	0,00	20	+	3,64	6,870	0,0106	0,0000	0,0000	0,0106	C	INTERSECÇÃO	3	0,0	43,6
21	+	14,08	20	+	3,64	6,870	0,0106	0,0000	0,0000	0,0106	C	INTERSECÇÃO	3	1,6	30,4
8	+	0,00	9	+	10,77	4,390	0,0085	0,0000	0,0000	0,0085	C	INTERSECÇÃO	2	1,3	30,8
9	+	10,77	10	+	17,04	4,390	0,0085	0,0000	0,0000	0,0085	C	INTERSECÇÃO	2	1,3	26,3
5	+	0,09	7	+	17,16	3,000	0,0070	0,0000	0,0000	0,0070	C	RETORNO PD	2	1,1	57,1
4	+	20,00	5	+	18,07	2,400	0,0063	0,0000	0,0000	0,0063	C	RETORNO PE	2	1,0	18
7	+	17,07	5	+	18,07	2,480	0,0064	0,0000	0,0000	0,0064	C	RETORNO PE	2	1,0	39

9.5.2. Valeta de Proteção de Corte e Aterro

Para estes dispositivos, levantou-se áreas específicas de contribuição por valeta, de acordo com o modelo digital de terreno das áreas lindeiras. Portanto, a seguir é aposentada uma tabela de todas as valetas de corte e aterro com os respectivos dados de cálculo hidráulico para a definição do comprimento limite.

Para a determinação do comprimento limite, considerou-se as fórmulas abaixo:

Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia

$$Q_L = C \times i \times A \times 2,78$$

QL = vazão por metro linear (m³/s / m);

C = coeficiente de escoamento superficial (0,3);

i = intensidade de chuva para tc=10min e TR=10 anos (mm/h) **A** = área = L x l (km²);

L = comprimento crítico da sarjeta (km);

l = largura do implúvio (km).

Capacidade de vazão da valeta

$$Q = 1 / n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015) **A** = área molhada da valeta (m²)

R = raio hidráulico (m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Velocidade de escoamento da valeta

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m³/s)

A = área molhada da valeta (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

A seguir, são apresentadas as planilhas de comprimento limite para VPAC e VPCC.

Intervalo por estaqueamento						Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Qmáx (m³/s)	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	Dissipador	LADO	Saída
150	+	0,00	144	+	0,00	0,47	197	1,49	0,40	120	61,07	VPAC 120-30	173,88		PE	LIGAR NA VPCC
144	+	0,00	138	+	0,00	2,75	475	3,60	0,97	120	25,25	VPCC 120-30	173,88		PE	LIGAR NA VPAC
138	+	0,00	131	+	0,00	2,72	473	3,58	0,97	150	31,73	VPAC 120-30	217,35	DES 120-360	PE	
131	+	0,00	113	+	10,00	3,00	496	3,76	1,02	350	70,50	VPCC 120-30	507,15		PE	LIGAR NA VPAC
113	+	10,00	112	+	0,00	0,10	91	0,69	0,19	30	33,10	VPAC 120-30	43,47		PE	LIGAR NA VPCC
112	+	0,00	103	+	0,00	3,65	548	4,15	1,12	180	32,87	VPCC 120-30	260,82		PE	LIGAR NA VPAC
103	+	0,00	100	+	10,00	1,00	287	2,17	0,59	50	17,44	VPAC 120-30	72,45		PE	LIGAR NA VPCC
100	+	10,00	94	+	10,00	5,80	690	5,23	1,41	130	18,83	VPCC 120-30	188,37	DES 120-360	PE	
43	+	8,00	54	+	0,00	2,15	420	3,19	0,86	212	50,44	VPCC 120-30	307,19		PE	LIGAR NA VPAC
54	+	0,00	56	+	0,00	2,15	420	3,19	0,86	50	11,90	VPAC 120-30	72,45	DES 120-360	PE	
43	+	0,00	35	+	3,43	2,15	420	3,19	0,86	167	39,63	VPCC 120-30	241,36		PE	LIGAR NA CXA COLETORA
103	+	17,61	94	+	10,00	2,74	474	3,60	0,97	188	39,54	VPCC 120-30	271,85		PD	LIGAR NA VPAC
94	+	10,00	81	+	0,00	4,92	636	4,82	1,30	270	42,47	VPAC 120-30	391,23		PD	LIGAR NA BOCA DO BUEIRO PROJETADO
79	+	0,00	81	+	0,00	0,30	157	1,19	0,32	40	25,48	VPAC 120-30	57,96		PD	LIGAR NA BOCA DO BUEIRO PROJETADO
79	+	0,00	77	+	0,00	8,00	811	6,14	1,66	40	4,93	VPCC 120-30	57,96		PD	LIGAR NA VPAC
77	+	0,00	61	+	0,00	7,00	758	5,75	1,55	320	42,20	VPAC 120-30	463,68	DES 120-360	PD	

9.5.3. Sarjeta de Corte

Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia

$$Q_L = C \times i \times A \times 2,78$$

Q_L = vazão por metro linear ($\text{m}^3/\text{s} / \text{m}$)

C = coeficiente de escoamento superficial (0,7)

i = intensidade de chuva para $t_c=10\text{min}$ e $TR=10$ anos (mm/h) A = área = $L \times l$ (km^2)

L = comprimento crítico da sarjeta (km)

l = largura do implúvio (km)

Capacidade de vazão da sarjeta

$$Q = 1 / n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m^3/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015) A = área molhada da valeta (m^2)

R = raio hidráulico (m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Velocidade de escoamento da sarjeta

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m^3/s)

A = área molhada da valeta (m^2)

V = velocidade de escoamento (m/s)

A seguir são apresentadas as planilhas de comprimento limite para STC e STCC.

Comprimento Limite (Q/QL) - Sarjeta de corte -PE -LE

Intervalo por estaqueamento					Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	Saída	Dissipador	OBSERVAÇÃO	
6	+	11,88	10	+	0,00	7,32	328	3,01	78	23,83	STC 80-15	68,69	10+00	DES 80-240	PE-LE
41	+	0,00	35	+	3,09	6,87	415	2,92	117	28,20	STC 80-15	102,79			PE-LE
35	+	3,09	33	+	9,72	6,87	739	3,38	33	4,52	STC 80-15	29,34			PE-LE
33	+	9,72	25	+	3,79	6,87	415	2,92	166	40,02	STC 80-15	145,89			PE-LE
25	+	3,79	21	+	0,00	6,87	739	2,92	84	11,34	STC 80-15	73,67			PE-LE
21	+	0,00	19	+	0,00	6,87	415	3,38	50	12,06	STC 80-15	43,96	19+00	DES 80-240	PE-LE
44	+	0,00	50	+	0,00	2,45	248	1,74	120	48,46	STC 80-15	105,51			PE-LE
50	+	0,00	53	+	0,00	5,99	297	2,72	70	23,60	STC 80-15	61,55	53+00	DES 80-240	PE-LE
130	+	0,00	121	+	0,00	2,48	191	1,75	180	94,31	STC 80-15	158,26			PE-LE
121	+	0,00	115	+	16,70	2,48	324	1,75	103	31,88	STC 88-20	107,43			PE-LE
115	+	16,70	113	+	0,00	2,48	324	1,75	67	20,58	STC 88-20	69,37	113+00	DES 88-264	PE-LE
111	+	0,00	108	+	0,00	2,48	249	1,75	60	24,09	STC 80-15	52,75			PE-LE
108	+	0,00	104	+	0,00	5,00	354	2,49	90	25,44	STC 80-15	79,13	103+00	DES 80-240	PE-LE
100	+	0,00	95	+	0,00	5,00	271	2,49	110	40,59	STC 80-15	96,71	95+00	DES 80-240	PE-LE

Comprimento Limite (Q/QL) - Sarjeta de corte -PD -LD

Intervalo por estaqueamento					Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	Saída	Dissipador	OBSERVAÇÃO	
104	+	0,00	95	+	0,00	5,00	630	2,49	190	30,14	STC 80-15	167,05	94+10	DES 80-240	PD-LD
79	+	0,00	77	+	0,00	7,49	433	3,05	50	11,55	STC 80-15	43,96	76+10	DES 80-240	PD-LD
48	+	0,00	49	+	0,00	0,45	106	0,86	30	28,27	STC 80-15	26,38	49+10	DES 80-240	PD-LD

DUPLICAÇÃO GO-215																						
Comprimento Limite (Q/QL) - SARJETA DE CANTEIRO																						
N° STCC	Intervalo por estaqueamento		Bordo	C	i (mm/h)	Área Drenada por Metro Linear (km²)		QL (m³/s)	QL adicional (m³/s)	QL total (m³/s)	Capacidade de vazão e velocidade de escoamento do dispositivo		Declividade Longitudinal S (%)	Comp. Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Qmáx (m³/s)	Comp. Sarjeta	CAIAÇÃO	Saída do dispositivo			
						Seção crítica(m)	Área (km²)				TIPO	n							Ligação	N° ligação	Dissipador	Estaca de saída
01	151 + 0,00	111 + 0,00	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	STCC 100-25	0,015	2,48	1341,89	2,45	0,38	800,00	1184,00	Ligar em BG	-	-	111 + 0,00
02	109 + 0,00	80 + 15,95	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0006	STCC 100-25	0,015	5,00	952,67	3,48	0,54	564,05	834,80	Ligar na cx bueiro estaca 80+15,948 PE	-	-	80 + 15,95
03	80 + 15,95	64 + 5,58	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0009	STCC 100-25	0,015	8,17	811,86	4,45	0,70	330,37	488,94	Ligar na cx bueiro estaca 64+5,583PE	-	-	64 + 5,58
04	43 + 8,93	62 + 0,00	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	STCC 100-25	0,015	2,45	1333,74	2,44	0,38	371,07	549,19	Ligar em caixa COLETORA SARJETA	-	-	62 + 0,00
05	43 + 8,93	35 + 0,00	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0022	0,0024	STCC 100-25	0,015	6,87	260,57	4,08	0,64	168,93	250,01	Ligar em BG	-	-	35 + 0,00
06	34 + 0,00	24 + 0,00	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0027	STCC 100-25	0,015	6,87	233,35	4,08	0,64	200,00	296,00	Ligar em BG	-	-	24 + 0,00
07	23 + 0,00	13 + 10,46	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0030	STCC 100-25	0,015	6,87	211,27	4,08	0,64	189,54	280,52	DESCIDA D'AGUA EM DEGRAUS-DAD 170-35	4,5M	-	13 + 10,46
08	4 + 0,00	12 + 0,00	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	STCC 100-25	0,015	7,32	2305,39	4,21	0,66	160,00	236,80	DESCIDA D'AGUA EM DEGRAUS-DAD 170-35	4,5M	-	12 + 0,00
09	151 + 0,00	166 + 17,35	CANTERO	0,30	155,61	22,00	0,0000	0,0003	0,0000	0,0003	STCC 100-25	0,015	2,55	1360,69	2,49	0,39	317,35	469,68	Ligar em caixa COLETORA SARJETA	-	-	166 + 17,35

9.5.4. Dreno

Pela lei de Darcy, tem-se:

$$Q = (K / 2 \times X) * H^2$$

Q= descarga no meio poroso (m³/s);

K= coeficiente de permeabilidade (brita 1 – K=0,15 m/s) – tabela 40 do manual do DNIT H= altura máxima do lençol;

X= distância entre o tubo e o ponto de altura máxima do lençol.

O comprimento crítico é obtido pela fórmula:

$$L = Q / q$$

L= comprimento crítico (m);

Q= vazão admissível do dreno (m³/s);

q= a contribuição que o dreno recebe, por metro linear (m³/s/m).

Capacidade de vazão

$$Q = 1 / n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Q = descarga (m³/s)

n = coeficiente de rugosidade concreto (0,015)

A = área molhada (m²);

R = raio hidráulico (m) **S** = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

S = declividade longitudinal da rodovia (m/m)

Velocidade de escoamento

$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m³/s);

A = área molhada (m²);

Q = A x V

V = velocidade de escoamento (m/s)

A seguir é apresentada a planilha de comprimento limite para o dreno.

TIPO DE DISPOSITIVO: Drenos Longitudinais Profundos para Cortes em Solo Tipo DPS-07 do DNIT

SEÇÃO TIPO



DADOS:

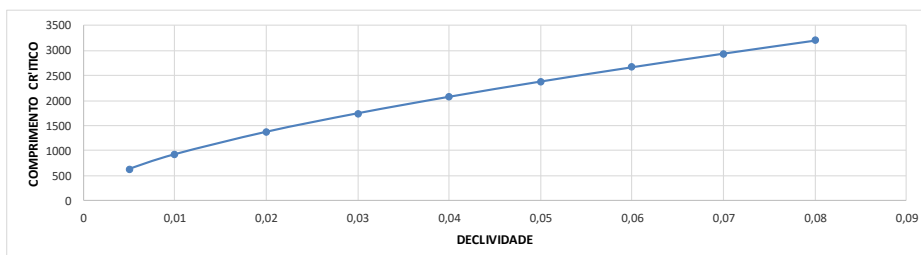
- Coef. de infiltração do pavimento (C)
0,80
- Intensidade pluviométrica "i" (cm/h)
3,73
- Cof. de condutividade hidráulica "K" (cm/s)
15
- Coeficiente de Manning do Tubo (PEAD)
0,010
- Diâmetro do Tubo (PEAD)
10 cm

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA CAPACIDADE HIDRÁULICA (Q)

I (%)	Q (m³/dia)	Comprimento Crítico "d" (m)
0,50%	450,70	629,33
1,00%	661,11	923,13
2,00%	982,40	1.371,76
3,00%	1.247,78	1.742,32
4,00%	1.484,22	2.072,47
5,00%	1.702,17	2.376,79
6,00%	1.906,97	2.662,78
7,00%	2.101,83	2.934,86
8,00%	2.288,80	3.195,93

VAZÃO TUBO PEAD D=0,10m (SEÇÃO PLENA)								
DIÂM. (m)	i (m/m)	A ₀ (m²)	P _m (m)	R ₀	V (m/s)	Q ₀ (m³/s)	Q ₀ (m³/dia)	Q ₀ (m³/dia)
0,10	0,5%	0,008	0,314	0,025	0,604	0,005	410,20	410,20
0,10	1,0%	0,008	0,314	0,025	0,855	0,007	580,11	580,11
0,10	2,0%	0,008	0,314	0,025	1,209	0,009	820,40	820,40
0,10	3,0%	0,008	0,314	0,025	1,481	0,012	1.004,78	1.004,78
0,10	4,0%	0,008	0,314	0,025	1,710	0,013	1.160,22	1.160,22
0,10	5,0%	0,008	0,314	0,025	1,912	0,015	1.297,17	1.297,17
0,10	6,0%	0,008	0,314	0,025	2,094	0,016	1.420,97	1.420,97
0,10	7,0%	0,008	0,314	0,025	2,262	0,018	1.534,83	1.534,83
0,10	8,00%	0,008	0,314	0,025	2,418	0,019	1.640,80	1.640,80

DPS - 07



DPS 07

DUPLICAÇÃO GO-215 PONTALINA

Comprimento Limite (Q/Q _L) - Dreno													
BORDO	Intervalo por estaqueamento						Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	V _{máx} (m/s)	BOCA DE SAÍDA			ESCAVAÇÃO (m³)
										TIPO	ESTACA	QUANTIDADE	
PE-LE	6	+	11,875	10	+	0,000	7,32	2189	2,31	BSD-02	10+00	1	58,59
PE-LE	41	+	0,000	19	+	0,000	6,87	2121	2,24	BSD-02	19+00	1	337,50
PE-LE	44	+	0,000	53	+	0,000	5,99	1980	2,09	BSD-02	53+00	1	142,50
PE-LE	130	+	0,000	113	+	0,000	2,48	1274	1,34	BSD-02	113	1	262,50
PE-LE	111	+	0,000	104	+	0,000	2,48	1274	1,34	BSD-02	103	1	112,50
PE-LE	100	+	0,000	95	+	0,000	5,00	1809	1,91	BSD-02	95	1	82,50
PD-LD	104	+	0,000	95	+	0,000	5,00	1809	1,91	BSD-02	94+10	1	142,50
PD-LD	79	+	0,000	77	+	0,000	7,49	2214	2,34	BSD-02	76+10	1	37,50
PD-LD	48	+	0,000	49	+	0,000	0,45	543	0,57	BSD-02	49+10	1	22,50

9.5.5. Meios-fios

NORMA DNIT 020/2006 – ES

Drenagem - Meios-fios e guias - Especificação de serviço

Meios-fios

Limitadores físicos da plataforma rodoviária, com diversas finalidades, entre as quais, destaca-se a função de proteger o bordo da pista dos efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas precipitadas sobre a plataforma que, decorrentes da declividade

transversal, tendem a verter sobre os taludes dos aterros. Desta forma, os meios-fios têm a função de interceptar este fluxo, conduzindo os deflúvios para os pontos previamente escolhidos para lançamento.

Guias

Dispositivos com a função de limitar a área da plataforma dos terrenos marginais, principalmente em segmentos onde se torna necessária a orientação do tráfego como: canteiro central, interseções, obras de arte e outros pontos singulares, cumprindo desta forma importante função de segurança, além de orientar a drenagem superficial.

Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

Poderão ser moldados “in loco” ou pré-moldados.

Controle Tecnológico

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência dos do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, em cada vez que forem moldados corpos-de-prova, e na troca de operadores.

Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os

elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas

9.5.6. Entradas e descidas d'água

Especificação de serviço NORMA DNIT 021/2004 – ES

Descidas d'água

Dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talvegues interceptados pela terraplanagem, e que vertem sobre os taludes de cortes ou aterros. Nestas condições, para evitar os danos da erosão, torna-se necessária à sua canalização e condução através de dispositivos, adequadamente construídos, de forma a promover a dissipação das velocidades e com isto, desenvolver o escoamento em condições favoráveis até os pontos de deságue, previamente escolhidos.

Entradas d'água

Dispositivos destinados à transferência das águas captadas para canalizações ou outros dispositivos, possibilitando o escoamento de forma segura e eficiente.

Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

O concreto de cimento, quando utilizado nos dispositivos, conforme especificação, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias, de 15 MPa.

O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/80, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor da umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem se situar no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura do projeto.

Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

9.5.7. Sarjetas e valetas

Especificação de serviço NORMA DNIT 018/2006 – ES

Sarjetas

Dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, e geralmente têm, por razões de segurança, a forma triangular ou semicircular.

Valetas

Dispositivos localizados nas cristas de cortes ou pés de aterro, consequentemente afastados das faixas de tráfego, com a mesma finalidade das sarjetas, mas que por escoarem maiores deflúvios ou em razão de suas características construtivas têm em geral a forma trapezoidal ou retangular.

Condições gerais

As sarjetas e valetas especificadas referem-se a cortes, aterros e ao terreno natural, marginal à área afetada pela construção, que por ação da erosão poderão ter sua estabilidade comprometida.

Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

Concreto de cimento

O concreto quando utilizado nos dispositivos que especificam este tipo de revestimento deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck;min}$), aos 28 dias, de 15MPa.

O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03.

Revestimento vegetal

Quando recomendado o revestimento vegetal, poderão ser adotadas as alternativas de plantio de grama em leivas ou mudas, utilizando espécies típicas da região da obra, atendendo às especificações próprias. Poderá ser também feito o plantio por meio de hidro-semeadura, no caso de áreas maiores.

Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

9.5.8. Dreno longitudinal

Especificação de serviço NORMA DNIT 015/2006 – ES

Drenos profundos

Dispositivos instalados nas camadas sub-superficiais das rodovias, em geral no subleito, de modo a permitir a captação, condução e deságue das águas que se infiltram pelo pavimento ou estão contidas no próprio maciço e que, por ação do tráfego e carregamento, comprometem a estrutura do pavimento e a estabilidade do corpo estradal.

Materiais

Os materiais utilizados na implantação dos drenos subterrâneos deverão satisfazer às exigências dos projetos específicos e às normas vigentes da ABNT e do DNIT, tanto no que se refere aos tubos, quanto aos materiais usados para o envolvimento dos drenos, filtros, geotêxteis não tecido e processos construtivos.

Tubos dreno perfurados

Os tubos perfurados para drenos subterrâneos poderão ser corrugados de polietileno de alta densidade - PEAD ou lisos de concreto, com dimensões e características de resistência indicados no projeto, devendo satisfazer às especificações contidas no item 2 desta Norma.

Tubos dreno corrugados de polietileno de alta densidade – PEAD

Os tubos dreno PEAD deverão satisfazer aos requisitos impostos pelas especificações de materiais DNIT 093/2006 - EM: Tubo Dreno Corrugado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) para Drenagem Rodoviária citada no item 2 desta Norma.

Controle de insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

Os tubos de concreto serão controlados por meio dos ensaios preconizados na NBR 8890/03 no que couber, atendidas as recomendações dos fabricantes e especificações particulares.

Para cada partida de tubos de concreto, quando utilizadas grandes quantidades, não rejeitados na inspeção, serão formados lotes para amostragem, correspondendo cada lote a grupos de 100 a 200 unidades.

De cada lote serão retirados quatros tubos a serem ensaiados.

Dois tubos serão submetidos a ensaio de permeabilidade de acordo com a NBR 8890/03.

Dois tubos serão ensaiados à compressão diametral e submetidos ao ensaio de absorção de acordo com a NBR 8890/03.

Os tubos dreno corrugados PEAD deverão ser controlados por meio dos ensaios preconizados na especificação de material DNIT 093/2006 - EM: Tubo Dreno Corrugado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) para Drenagem Rodoviária citada no item 2 desta Norma.

Os materiais constituintes das camadas de envolvimento dos drenos e de enchimento das valas terão suas características granulométricas controladas por meio de ensaios específicos, seguindo-se a orientação das Especificações de materiais de pavimentação.

Controle da produção (execução)

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

Controle geométrico

O controle geométrico da execução dos drenos será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de envolvimento dos drenos e de enchimento das valas, o acabamento das obras, o reaterro e a compactação das valas.

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das de projeto em mais que 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

9.5.9. Dissipadores de energia

Especificação de serviço: NORMA DNIT 022/2023 – ES

Dissipador de energia - dispositivo que visa promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

Materiais

Concreto de cimento

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (fck) min., aos 28 dias de 15Mpa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/03, além de atender ao que dispõe a norma DNER-ES 330/97.

Concreto ciclópico

Os dissipadores de energia também poderão ser feitos com concreto ciclópico, utilizando-se na sua confecção pedra-de-mão, com diâmetro de 10 a 15cm, com preenchimento dos vazios com concreto de cimento com as características indicadas.

O concreto deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas ABNT NBR 6118/03 e ABNT NBR 7187/03, além de atender o que dispõem as Especificações do DNER. No caso de uso de concreto ciclópico com berço de pedra argamassada ou arrumada, a pedra-de-mão utilizada deverá ser originária de rocha sã e estável, apresentando os mesmos requisitos qualitativos exigidos para a pedra britada destinada à confecção do concreto.

O diâmetro da pedra-de-mão deve se situar na faixa de 10 a 15cm.

Concreto armado

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação o dissipador de energia deverá ser executado em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, formas e armaduras recomendadas no projeto executando os serviços de acordo com as especificações ABNT NBR 6118/03 e ABNT NBR 7187/03 e DNER-ES 330/97, no que couberem.

Controle dos insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício

dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, em cada vez que forem moldados corpos-de-prova, e na troca de operadores.

Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNER-ES 330/97.

Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

9.6. PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTES

O Projeto de Obras de Arte Correntes consiste no dimensionamento de estruturas de transposição de cursos d'água, grotas secas e sistemas de drenagem.

No caso da transposição de talvegues, essas águas pertencem a uma bacia hidráulica e por imperativos hidrológicos, têm que ser desviadas de maneira a não comprometer o maciço da estrutura da via/rodovia, captando-a e conduzindo-a para locais em que não mais afete a segurança do mesmo.

9.6.1. Bueiros tubulares

Os bueiros tubulares têm por objetivo permitir a transposição das águas que escoam pelo terreno natural de um lado para o outro do corpo estradal e como dispositivo complementar de drenagem superficial quando indicado como bueiro de greide.

Os bueiros foram dimensionados a fim de se atender às vazões de projeto calculadas e apresentadas nos Estudos Hidrológicos, mas levou-se em conta, além do fator hidráulico, o fator econômico e imposições locais. Considerou-se também os critérios do estudo geotécnico e topográfico, e o projeto geométrico, de pavimentação e terraplenagem.

E para esse dimensionamento obedeceu a seguintes diretrizes:

- Levantamento topográfico do local de implantação das obras definindo o posicionamento geométrico (ângulo de esconsidade), a declividade longitudinal e as condições de fundação;
- Cálculo da vazão de projeto;
- Escolha do tipo e dimensões da seção transversal;
- Seleção final do projeto.

Vale salientar, que para os bueiros de greide adotou-se o diâmetro mínimo de 1,00m e para bueiros de grotas, conforme estabelecido no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT e indicações da fiscalização.

9.6.2. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, foram adotados os procedimentos metodológicos definidos pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006), que se constituiu assim

como referência básica, tanto no que toca aos cálculos hidráulicos procedidos como na definição das obras tipo.

9.6.3. Dimensionamento dos bueiros

A seleção das dimensões de bueiros tubulares ou celulares capazes de satisfazer às descargas afluentes, que constitui a primeira etapa do dimensionamento, foi efetivada mediante análise das obras de aplicação usual. Desta forma, foi selecionado diâmetros de 1,00m a 1,50m para os bueiros tubulares e escolhidas dimensões quadradas para os bueiros celulares para início do dimensionamento.

Em sequência, procedeu-se o dimensionamento hidráulico dos bueiros, considerando os mesmos trabalhando como canais, para os períodos de recorrência estabelecidos no Estudo Hidrológico apresentando nesse volume, utilizando-se a Fórmula de Manning, conjugada à Equação da Continuidade. Foi considerado um coeficiente de rugosidade igual a 0,015, seguindo Manual do DNIT.

Na sequência da metodologia, foram especificadas as obras em função das descargas admissíveis e das descargas de projeto, correspondentes às bacias de contribuição respectivas e determinadas nos Estudos Hidrológicos.

9.6.4. Declividade de instalação

A declividade ideal para um bueiro é aquela que não produz sedimentação, nem velocidade excessiva ($V > 4,50\text{m/s}$) ou erosão no ponto de deságue, e que permita um menor comprimento.

Tendo em vista as declividades acentuadas dos bueiros, principalmente dos tubulares, suas vazões são praticamente limitadas pela capacidade de captação das bocas. As declividades de instalações destes bueiros são as declividades médias dos talwegues naturais sob os aterros, de preferência com a menor esconsidade, desde que a velocidade de escoamento não ultrapasse a velocidade limite (velocidade inicial de erosão do material) estabelecida pelas normas.

Para os bueiros tubulares e celulares de concreto adotou-se a velocidade limite igual a 4,5m/s. Quando a velocidade no bueiro ultrapassar este valor, será sempre adotada a declividade correspondente à velocidade limite.

A situação ideal será sempre aquela em que o bueiro puder ser instalado com a maior declividade possível, tendo em vista a limitação da velocidade de escoamento, as condições topográficas e a necessidade de promover a autolimpeza nos bueiros (com aumento da velocidade da água nos tubos ou galerias).

Nos bueiros de pequena declividade, assim considerada a declividade que esteja abaixo, ou muito abaixo da crítica, elevamos, quando possível, a cota de montante, através de um acréscimo de terraplenagem, com intuito de promover o assentamento do bueiro com maior declividade.

Quando a velocidade de escoamento a jusante atingir velocidade acima da máxima permitível pelo material do canal de descarga, será prevista a construção de um dispositivo dissipador de energia junto a boca de jusante do bueiro.

9.6.5. Comprimento dos bueiros

O comprimento de cada bueiro foi determinado pela aplicação do método do Prof.

Altamiro Tibiriça Dias. Para isso foram determinadas:

- As cotas do topo e do fundo do bueiro;
- A declividade da linha do fundo;
- A cota do greide, dos bordos e dos off-sets;
- A esconsidade;
- A altura do aterro;
- A cota do greide e a seção de vazão.

Para o comprimento unitário dos tubos foi utilizado a Tabela de Dimensões dos Tubos para Águas Pluviais com Encaixe Ponta e Bolsa ou Macho e Fêmea fornecida na NBR 8890:2007

Tabela 4.9 - Dimensões dos tubos para águas pluviais com encaixe ponta e bolsa ou macho e fêmea

Diâmetro nominal <i>DN</i>	Comprimento útil mínimo do tubo <i>L</i>		Comprimento mínimo da bolsa ou da fêmea <i>B</i>		Folga máxima do encaixe <i>C</i>	Espessura mínima de parede <i>D*</i>	
	Ponta e Bolsa	Macho e Fêmea	Ponta e Bolsa	Macho e Fêmea		Simples	Armado
200	1 000	950	50	20	30	30	-
300	1 000	950	60	20	30	30	45
400	1 000	950	65	20	30	40	45
500	1 000	950	70	20	40	50	50
600	1 000	950	75	20	40	55	60
700	1 000	950	80	35	40	-	66
800	1 000	950	80	35	40	-	72
900	1 000	950	80	35	40	-	75
1 000	1 000	950	80	35	40	-	80
1 100	1 000	950	80	35	50	-	90
1 200	1 000	950	90	35	50	-	96
1 300	1 000	950	90	35	50	-	105
1 500	1 000	950	90	35	60	-	120
1 750	1 000	950	100	35	60	-	140
2 000	1 000	950	100	35	60	-	180

Onde:

C é a diferença entre o diâmetro interno mínimo da bolsa (ou fêmea) do tubo e o diâmetro externo da ponta (ou macho) do tubo.

NOTA 1 O atendimento às dimensões estabelecidas nesta Tabela não elimina a necessidade de verificação dos requisitos de resistência à compressão diametral e demais requisitos estabelecidos nesta Norma.

NOTA 2 As espessuras mínimas definidas nesta Tabela são válidas para a menor classe de resistência prevista nesta Norma (PS1 ou PA1). Para resistências superiores, deve ser apresentado projeto específico.

9.6.6. Estrutural

Para o dimensionamento estrutural dos bueiros tubulares foi adotado a norma ABNT – NBR 8890, em que apresenta uma tabela para tubos em concreto armado, onde identifica sua classe em função da carga mínima de fissura e carga mínima de ruptura.

Tabela 4.10 - Carga mínima / fissura - ruptura

DN	Água pluvial								Esgoto sanitário					
	Carga mínima de fissura (tubos armados) ou carga isenta de dano (tubos reforçados com fibras) kN/m				Carga mínima de ruptura kN/m				Carga mínima de fissura (tubos armados) ou carga isenta de danos (tubos reforçados com fibras) kN/m			Carga mínima de ruptura kN/m		
Classe	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4	EA2	EA3	EA4	EA2	EA3	EA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54	18	27	36	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72	24	36	48	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90	30	45	60	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108	36	54	72	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126	42	63	84	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144	48	72	96	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162	54	81	108	81	122	162
1 000	40	60	90	120	60	90	135	180	60	90	120	90	135	180
1 100	44	66	99	132	66	99	149	198	66	99	132	99	149	198
1 200	48	72	108	144	72	108	162	216	72	108	144	108	162	216
1 500	60	90	135	180	90	135	203	270	90	135	180	135	203	270
1 750	70	105	158	210	105	158	237	315	105	158	210	158	237	315
2 000	80	120	180	240	120	180	270	360	120	180	240	180	270	360
Carga diametral de fissura/ruptura kN/m														
Qd	40	60	90	120	60	90	135	180	60	90	120	90	135	180
NOTA 1 do tubo.	Carga diametral de fissura ou ruptura é a relação entre a carga de fissura ou ruptura e o diâmetro nominal do tubo.													
NOTA 2 este valor.	Para tubos simples com diâmetro igual ou menor que 400 mm, a carga mínima de ruptura é a correspondente a este valor.													
NOTA 3	Outras classes podem ser admitidas mediante acordo entre fabricante e comprador, devendo ser satisfeitas as condições estabelecidas nesta Norma para tubos de classe normal. Para tubos armados e/ou reforçados com fibras, a carga de ruptura mínima deve corresponder a 1,5 da carga de fissura mínima.													

As demais informações técnicas estão contidas Volume 02 – Projeto de Execução, onde constam as seguintes especificações: dimensões internas das peças, espessuras de paredes e lajes, resistência do concreto, altura de aterro sobre a laje superior, carga móvel do TB-45, cobrimento das armaduras = 4 cm, tabela de aço CA-50 e aço CA-60, com resumo de quantidades e pesos.

9.7. RESULTADOS OBTIDOS

Tendo em vista os resultados obtidos pelos Estudos Hidrológicos, no projeto de drenagem de transposição de talvegues de pequeno e médio porte, foi prevista a utilização de bueiros tubulares de concreto.

A memória de cálculo do dimensionamento dos bueiros, contendo sua suficiência hidráulica, está apresentada no item Estudos Hidrológicos e também será apresentado a seguir.

No Projeto de Execução de Obras de Arte Correntes, são apresentadas as concepções em planta e seções transversais dos bueiros, com todas as informações cotadas necessárias para viabilidade de execução para o bueiro de passagem.

9.8. MEMÓRIA DE CÁLCULO DRENAGEM

9.8.1. Meio-fio

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado nos bordos das vias e medido por metro linear, conforme apresentado em notas de serviços.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 05								
MEIO-FIO								
ESTACAS						LADO	TIPO	EXTENSÃO (m)
Início			Fim					
DUPLICAÇÃO GO-215								
11	+	0,00	12	+	0,00	PE-LE	MFC 03	20,00
19	+	0,00	16	+	0,00	PE-LE	MFC 03	60,00
16	+	0,00	14	+	0,00	PE-LE	MFC 03	40,00
43	+	0,00	42	+	0,00	PE-LE	MFC 03	20,00
150	+	0,00	146	+	0,00	PE-LE	MFC 03	80,00
89	+	0,00	86	+	0,00	PE-LE	MFC 03	60,00
86	+	0,00	84	+	0,00	PE-LE	MFC 03	40,00
84	+	0,00	82	+	0,00	PE-LE	MFC 03	40,00
82	+	0,00	80	+	0,00	PE-LE	MFC 03	40,00
80	+	0,00	78	+	0,00	PE-LE	MFC 03	40,00
78	+	0,00	73	+	0,00	PE-LE	MFC 03	100,00
154	+	0,00	157	+	0,00	PE-LE	MFC 03	60,00
157	+	0,00	160	+	0,00	PE-LE	MFC 03	60,00
160	+	0,00	163	+	0,00	PE-LE	MFC 03	60,00
36	+	0,00	35	+	0,00	PD-LD	MFC 03	20,00
35	+	0,00	34	+	0,00	PD-LD	MFC 03	20,00
34	+	0,00	32	+	0,00	PD-LD	MFC 03	40,00
18	+	6,72	17	+	0,00	PD-LD	MFC 03	26,70
50	+	0,00	52	+	0,00	PD-LD	MFC 03	40,00
52	+	0,00	54	+	0,00	PD-LD	MFC 03	40,00
58	+	0,00	61	+	9,76	PD-LD	MFC 03	69,80
66	+	0,00	61	+	9,76	PD-LD	MFC 03	90,20
70	+	0,00	66	+	0,00	PD-LD	MFC 03	80,00
74	+	0,00	70	+	0,00	PD-LD	MFC 03	80,00
76	+	0,00	74	+	0,00	PD-LD	MFC 03	40,00
81	+	0,00	80	+	0,00	PD-LD	MFC 03	20,00
117	+	0,00	113	+	0,00	PD-LD	MFC 03	80,00
113	+	0,00	109	+	0,00	PD-LD	MFC 03	80,00
109	+	0,00	108	+	0,00	PD-LD	MFC 03	20,00
134	+	0,00	132	+	0,00	PD-LD	MFC 03	40,00
132	+	0,00	131	+	0,00	PD-LD	MFC 03	20,00
18	+	0,00	20	+	3,64	INTERSECÇÃO	MFC 05	43,64
21	+	14,08	20	+	3,64	INTERSECÇÃO	MFC 05	30,44
8	+	0,00	9	+	10,77	INTERSECÇÃO	MFC 05	30,77
9	+	10,77	10	+	17,04	INTERSECÇÃO	MFC 05	26,27
5	+	0,09	7	+	17,16	RETORNO PD	MFC 05	57,07
4	+	20,00	5	+	18,07	RETORNO PE	MFC 05	18,07
7	+	17,07	5	+	18,07	RETORNO PE	MFC 05	39,00
TOTAL							MFC 03	1526,70 m
							MFC 05	245,26 m

9.8.2. Dreno longitudinal profundo

Dispositivo de drenagem profunda localizado nos bordos das vias (enterrados) e medido por metro linear.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 10									
DRENO PROFUNDO									
ESTACAS		LADO	TIPO	EXTENSÃO O (m)	SAÍDA(S)		BOCA DE SAÍDA		ESCAVAÇÃO (m³)
Início	Fim				ESTACAS	EXTENSÃO O (m)	TIPO	QUANT.	
CONTORNO DE PONTALINA									
6 + 11,88	10 + 0,00	LE	DPS 13	68,13	10 + 0,00	10,00	BSD 02	1	58,59
41 + 0,00	19 + 0,00	LE	DPS 13	440,00	19 + 0,00	10,00	BSD 02	1	337,50
44 + 0,00	53 + 0,00	LE	DPS 13	180,00	53 + 0,00	10,00	BSD 02	1	142,50
130 + 0,00	113 + 0,00	LE	DPS 13	340,00	113 + 0,00	10,00	BSD 02	1	262,50
111 + 0,00	104 + 0,00	LE	DPS 13	140,00	103 + 0,00	10,00	BSD 02	1	112,50
100 + 0,00	95 + 0,00	LE	DPS 13	100,00	95 + 0,00	10,00	BSD 02	1	82,50
104 + 0,00	95 + 0,00	LE	DPS 13	180,00	94 + 10,00	10,00	BSD 02	1	142,50
79 + 0,00	77 + 0,00	LE	DPS 13	40,00	76 + 10,00	10,00	BSD 02	1	37,50
48 + 0,00	49 + 0,00	LE	DPS 13	20,00	49 + 10,00	10,00	BSD 02	1	22,50
TOTAL			DPS 13						1598,13 m
			BSD 02						9,00 un
			47022 - Escavação mecânica de valas de material 3ª categoria (incl. Transporte):						-
			47023 - Escavação mecânica de valas de material 1ª categoria (incl. Transporte):						1.198,59 m³

9.8.3. Escavação de material para execução do dreno

O volume de escavação seguiu as taxas apresentadas na tabela de Quantidades Unitárias do ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM 5ª EDIÇÃO (Publicação IPR-736) DNIT.

9.8.4. Boca de dreno (saída)

Dispositivo de deságue da drenagem profunda na extremidade no corpo do aterro medido por unidades necessárias.

Boca de saída de dreno projetado (BSD 02) = 12,00 un

9.8.5. Valeta de corte

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial localizado na crista do corte, talude da pista, e medido por metro linear.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 09							
VALETAS							
ESTACAS		LADO	EXTENSÃO (m)	TIPO	SAÍDA(S) (m)		DISSIPADOR DE ENERGIA
Início	Fim				ESTACA(S)	EXTENSÃO	
CONTORNO PONTALINA							
150 + 0	144 + 0	PE	120,00	VPAC 120-30	144 + 0,00		
144 + 0	138 + 0	PE	120,00	VPCC 120-30			
138 + 0	131 + 0	PE	140,00	VPAC 120-30	131 + 0,00	10,00	DES 120-360
131 + 0	113 + 10	PE	350,00	VPCC 120-30	113 + 10,00		
113 + 10	112 + 0	PE	30,00	VPAC 120-30	112 + 0,00		
112 + 0	103 + 0	PE	180,00	VPCC 120-30	103 + 0,00		
103 + 0	100 + 10	PE	50,00	VPAC 120-30	100 + 10,00		
100 + 10	94 + 10	PE	120,00	VPCC 120-30	94 + 10,00	10,00	DES 120-360
43 + 8	54 + 0	PE	212,00	VPCC 120-30	54 + 0,00		
54 + 0	56 + 0	PE	40,00	VPAC 120-30	56 + 0,00	10,00	DES 120-360
43 + 0	35 + 3,43	PE	167,00	VPCC 120-30	35 3,43		CXA COLETORA SARJETA
103 + 18	94 + 10	PD	187,61	VPCC 120-30			
94 + 10	81 + 0	PD	270,00	VPAC 120-30			
79 + 0	81 + 0	PD	40,00	VPAC 120-30	81 + 0,00		
79 + 0	77 + 0	PD	40,00	VPCC 120-30	77 + 0,00		
77 + 0	61 + 0	PD	310,00	VPAC 120-30	61 + 0,00	10,00	DES 120-360
TOTAL				VALETAS		VPAC 120-30	1030,00 m
						VPCC 120-30	1386,61 m
				DISSIPADOR DE ENERGIA		DED 07 A	0,00 un
						DES 120-360	4,00 un
				ESCAVAÇÃO*			960,84 m³

Valeta de corte em concreto (VPAC 120-30) = 1.030,00 m

Valeta de corte em concreto (VPCC 120-30) = 1.386,61 m

9.8.6. Sarjeta de corte

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado no pé do corte, talude da pista, e medido por metro linear.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 07											
SARJETA											
ESTACAS		LADO	EXTENSÃO (m)	TIPO	SAÍDA(S) (m)		DISSIPADOR DE ENERGIA				
Início	Fim				ESTACA(S)	EXTENSÃO					
DUPLICAÇÃO GO-215											
6	+	11,875	10	+	0	PE-LE	68,13	STC 80-15	10+00	10,00	DES 80-240
41	+	0	35	+	3,09	PE-LE	116,91	STC 80-15			
35	+	3,09	33	+	9,724	PE-LE	33,37	STC 80-15			
33	+	9,72	25	+	3,787	PE-LE	165,93	STC 80-15			
25	+	3,787	21	+	0	PE-LE	83,79	STC 80-15			
21	+	0	19	+	0	PE-LE	40,00	STC 80-15	19+00	10,00	DES 80-240
44	+	0	50	+	0	PE-LE	120,00	STC 80-15			
50	+	0	53	+	0	PE-LE	60,00	STC 80-15	53+00	10,00	DES 80-240
130	+	0	121	+	0	PE-LE	180,00	STC 80-15			
121	+	0	115	+	16,701	PE-LE	103,30	STC 88-20			
115	+	16,7	113	+	0	PE-LE	56,70	STC 88-20	113+00	10,00	DES 88-264
111	+	0	108	+	0	PE-LE	60,00	STC 80-15			
108	+	0	104	+	0	PE-LE	80,00	STC 80-15	103+00	10,00	DES 80-240
100	+	0	95	+	0	PE-LE	100,00	STC 80-15	95+00	10,00	DES 80-240
104	+	0	95	+	0	PD-LD	180,00	STC 80-15	94+10	10,00	DES 80-240
79	+	0	77	+	0	PD-LD	40,00	STC 80-15	76+10	10,00	DES 80-240
48	+	0	49	+	0	PD-LD	30,00	STC 80-15	49+10	10,00	DES 80-240
	+			+							
SARJETA DE CANTEIRO CENTRAL											
151	+	0	111	+	15,948	CANTEIRO	800,00	STCC 100-25	111+0		Ligar em BG
109	+	0	80	+	5,583	CANTEIRO	564,05	STCC 100-25	80+15,95		Ligar na cx buero estaca 80+15,948 PE
80	+	15,948	64	+	0	CANTEIRO	330,37	STCC 100-25	64+5,58		Ligar na cx buero estaca 64+5,583PE
43	+	8,928	62	+	0	CANTEIRO	371,07	STCC 100-25	62+00		Ligar em caixa COLETORA
43	+	8,928	35	+	0	CANTEIRO	168,93	STCC 100-25	35+00		Ligar em BG
34	+	0	24	+	10,462	CANTEIRO	200,00	STCC 100-25	24+00		Ligar em BG
23	+	0	13	+	0	CANTEIRO	189,54	STCC 100-25	23+10,46		DESCIDA D'AGUA EM DEGRAUS
4	+	0	12	+		CANTEIRO	160,00	STCC 100-25	12+00		DESCIDA D'AGUA EM DEGRAUS
151	+	0	166	+	17,35	CANTEIRO	317,15	STCC 100-25	166+17,35		Ligar em caixa COLETORA
TOTAL								SARJETA		STCC 100-25	3101,11 m
										STC 80-15	1438,12 m
										STC 88-20	170,00 m
								DISSIPADOR DE ENERGIA		DES 88-264	1,00 un
										DES 80-240	8,00 un
								ESCAVAÇÃO			226,30 m³

9.8.7. Entrada D'água / Descida D'água

Dispositivo de deságue dos meio fios, sarjetas e valetas, posicionados perpendicularmente à pista, no corpo do talude e medido por metro linear.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 06					
ENTRADAS E DESCIDAS D'ÁGUA					
ESTACA	LADO	ENTRADA D'ÁGUA	DESCIDA D'ÁGUA	DESCIDA D'ÁGUA	DISSIPADOR DE ENERGIA
			DAR 60-30 (Lisa)	DAD 60-36 (Degrau)	
DUPLICAÇÃO GO-215 PONTALINA					
35+0	PD-LD	EDA 03A	7,56	0,00	DED 01A
34+0	PD-LD	EDA 03A	4,53	0,00	DED 01A
32+0	PD-LD	EDA 03A	3,36	0,00	DED 01A
17+0	PD-LD	EDA 03A	0,55	0,00	DED 01A
52+0	PD-LD	EDA 03A	2,30	0,00	DED 01A
54+0	PD-LD	EDA 03A	3,87	0,00	DED 01A
61+9,756	PD-LD	EDA 03B	8,64	0,00	DED 01A
66+0	PD-LD	EDA 03A	4,29	0,00	DED 01A
70+0	PD-LD	EDA 03A	5,38	0,00	DED 01A
74+0	PD-LD	EDA 03A	5,42	0,00	DED 01A
80+0	PD-LD	EDA 03A	2,83	0,00	DED 01A
113+0	PD-LD	EDA 03A	8,90	0,00	DED 01A
109+0	PD-LD	EDA 03A	4,34	0,00	DED 01A
108+0	PD-LD	EDA 03A	3,59	0,00	DED 01A
132+0	PD-LD	EDA 03A	1,97	0,00	DED 01A
131+0	PD-LD	EDA 03A	2,48	0,00	DED 01A
12+0	PE-LE	EDA 03A	5,65	0,00	DED 01A
16+0	PE-LE	EDA 03A	6,49	0,00	DED 01A
14+0	PE-LE	EDA 03A	8,22	0,00	DED 01A
42+0	PE-LE	EDA 05A	0,00	9,04	DED 03A
146+0	PE-LE	EDA 03A	3,39	0,00	DED 01A
86+0	PE-LE	EDA 03A	4,23	0,00	DED 01A
84+0	PE-LE	EDA 03A	4,02	0,00	DED 01A
82+0	PE-LE	EDA 03A	4,37	0,00	DED 01A
80+0	PE-LE	EDA 03A	6,99	0,00	DED 01A
78+0	PE-LE	EDA 03A	5,11	0,00	DED 01A
73+0	PE-LE	EDA 03A	2,75	0,00	DED 01A
157+0	PE-LE	EDA 03A	2,67	0,00	DED 01A
160+0	PE-LE	EDA 03A	2,94	0,00	DED 01A
163+0	PE-LE	EDA 03A	3,22	0,00	DED 01A
20+3,643	INTERSECÇÃO	EDA 04B	0,00	0,00	-
5+18,07	RETORNO PE	EDA 04B	0,00	0,00	-
TOTAL	ENTRADA D'ÁGUA	EDA 03A			28 un
		EDA 05A			1 un
		EDA 04B			2 un
		EDA 02B			0 un
	DESCIDA D'ÁGUA	DAD 60-36			9,04 m
		DAD 170-35			9,00 m
		DAR 60-30			130,07 m
		DCD 60-30			
	DISSIPADOR DE ENERGIA	DED 03A			1,00 un
DED 01A			29,00 un		

9.8.8. Obra de arte corrente

BUEIROS	EXT.	BOCAS
BSTC Ø 0.60	0,00	0
BSTC Ø 0.80	136,30	9
BSTC Ø1.00	13,00	1
BDTC Ø 1.00	25,00	1

CAIXA	QUANT.
CCS 200-80 A	1
CCS 200-60 B	0
CCS 300-80A	0
CCS 250-80 A	1
CCS 250-120 A	0
CCS 250-80 B	0
CCS 300-100 A	2
CCT 300-100A	1

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 08								
TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTO DE SARJETAS								
ESTACAS					LADO	EXTENSÃO (m)	TIPO	
Início		Fim						
DUPLICAÇÃO GO-215								
PISTA ESQUERDA								
28	+	6,57	30	+	1,52	LE	34,951	TSS 130
20	+	3,54	20	+	19,11	LE	15,573	TSS 130
	+			+				
	+			+				
	+			+				
	+			+				
	+			+				
TOTAL			TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTO DE SARJETAS				TSS 130 TSS 150 TSS 170 TSS 200	50,52 m 0,00 m 0,00 m 0,00 m

9.9. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM E OAC

O Projeto de Drenagem e OAC, em resumo, é constituído dos seguintes elementos.

a) Em planta

- Indicação da linha de eixo de locação com estacas inteiras a cada 20 metros;
- Elementos de cadastro;
- Áreas de contribuição lateral da via;
- Curvas de nível;
- Dispositivos de drenagem devidamente dimensionados;
- Desenhos tipo dos dispositivos de drenagem;

b) Em seção transversal

- Estaca de localização do dispositivo;
- Indicação de montante e jusante;
- Indicação de informações de locação;

O Projeto de Drenagem e OAC da rodovia, contendo as informações técnicas, está sendo apresentado no **Volume 2 – Projetos Executivos**.

10. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

10.1. Introdução

O projeto da ponte sobre o Ribeirão Boa Vista, é parte integrante deste projeto, sendo apresentado no Volume 3E – MEMORIAL DE CÁLCULOS ESTRUTURAIS e no Volume 2A- Projeto de Execução.

11. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

A sinalização é um conjunto de mensagens transmitidas ao usuário, durante o percurso. Através dela, o usuário será conduzido de sua origem ao seu destino e será informado de todas as restrições que a via oferece e de todos os elementos que possam ao usuário interessar.

Para efeito de exposição do projeto estabeleceu-se a seguinte subdivisão:

- Projeto de sinalização horizontal;
- Projeto de sinalização vertical.

O Projeto de Sinalização/Segurança Viária obedeceu às determinações do Código de Trânsito Brasileiro e das resoluções do CONTRAN que compõem o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito / CONTRAN/DENATRAN
- Para Sinalização Horizontal – CONTRAN 2007
- Para Sinalização Vertical – CONTRAN 2007 (Regulamentação e Advertência)
- Para Sinalização Vertical – CONTRAN 2014 (Indicativas)
- Manual de Sinalização Rodoviária / 3ª Edição, 2010 – DNIT.
- Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias/ Rio de Janeiro, 2010 – DNIT
- Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários – DNIT
- DNIT 100/2018-ES- Sinalização Horizontal
- DNIT 101/2009-ES- Sinalização Vertical

11.1. Sinalização Horizontal

Define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários. Apesar de sua durabilidade ser comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, a sinalização horizontal tem a vantagem de transmitir informações e advertências aos motoristas, sem que estes desviem sua atenção da rodovia. Outro aspecto de extrema importância a ser ressaltado é a função orientadora da sinalização horizontal para o tráfego noturno, fornecendo aos usuários a delimitação das faixas de rolamento, sem as quais se torna difícil visualizar a própria pista da rodovia, razão pela qual segmentos novos de pista ou recapeamentos jamais devem ser liberados ao tráfego, sem que tenha sido neles antes implementada a sinalização horizontal.

11.1.1. Características técnicas

Formas

- **Contínua:** linhas aplicadas sem interrupção.
- **Tracejada:** linhas descontínuas, aplicadas em cadências variadas, conforme o caso.
- **Setas:** são aplicadas no pavimento para orientar o posicionamento e mudanças de faixas.
- **Símbolos:** indicam situações específicas na via e regulamentam a preferência em entroncamentos.
- **Legendas:** combinação de letras e algarismos, formando mensagens para advertir os condutores acerca de situações particulares na via.

Cores

- Amarela – destinada à regulamentação de fluxos de sentidos opostos, aos controles de estacionamentos e paradas e à demarcação de obstáculos transversais à pista (lombadas);
- Branca – usada para a regulamentação de fluxos de mesmo sentido, para a delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos, para regular movimento de pedestres e em pinturas de setas, símbolos e legendas.

A tonalidade das cores segue o padrão Munsell, conforme Norma da ABNT.

Tabela Tonalidades das cores para sinalização horizontal

COR	TONALIDADE
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5

CLASSIFICAÇÃO

Marcas longitudinais

As marcas longitudinais mais comumente encontradas nas rodovias têm a função de definir os limites da pista de rolamento, de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, de regulamentar as possíveis manobras de mudança de faixa ou de ultrapassagem.

As marcas utilizadas no presente projeto foram:

- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);
- Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS);
- Linhas de bordo (LBO);
- Linhas de continuidade (LCO).

As linhas longitudinais possuem largura variável, em função da velocidade regulamentada na rodovia, conforme mostra a tabela a seguir retirada do Manual Brasileiro de Sinalização – Volume IV – Sinalização Horizontal – Resolução 2007 - CONTRAN:

Tabela Largura das linhas longitudinais em função da velocidade

VELOCIDADE – v (km/h)	LARGURA DA LINHA – l (m)
$v < 80$	0,10*
$v \geq 80$	0,15

** Pode ser utilizada largura de até 0,15m em casos que estudos de engenharia indiquem a necessidade, por questões de segurança.*

Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO)

As Linhas de Fluxos Opostos (LFO) separam os fluxos de tráfego em sentidos opostos, regulamentam a proibição ou permissão de ultrapassagem e são sempre na cor amarela. As dimensões adotadas estão em conformidade com o Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT – IPR 743/2010.

LFO-2 – Linha simples seccionada: com largura de 0,15 m, foi utilizada nas aproximações das linhas de proibição de ultrapassagem na proporção de 1:1, numa extensão de 152 metros, sendo 4 metros de pintura e 4 metros de espaçamento; e na proporção de 1:3 sendo 4 metros de pintura e 12 de espaçamento nas demais situações de linhas de eixo tracejadas.

LFO-3 – Linha dupla contínua: com largura de 0,15 m e distância entre linhas de 0,15 m, utilizada nos trechos onde há proibição de ultrapassagem nos dois sentidos de circulação.

LFO-4 – Linha contínua/seccionada: largura das linhas e distância entre elas de 0,15 m, onde o trecho seccionado atende aos critérios de espaçamento recomendados pelo Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT – IPR 743/2010 (*Tabela 20 – Dimensões recomendadas para a LFO-4*), mantendo a mesma cadência da LFO-2 nas aproximações de trechos com ultrapassagem proibida. Portanto, adotou-se para a LFO-4 traço de 4 metros e espaçamento de 4 metros.

O comprimento mínimo a ser adotado para as LFO é de 152 metros. Caso o comprimento da zona de proibição de ultrapassagem seja inferior a esse valor, a pintura da linha de proibição de ultrapassagem deve ser iniciada antes, de maneira a completar os 152 metros.

Para a realização do movimento de ultrapassagem com segurança é necessária uma distância mínima de visibilidade de ultrapassagem, determinada pelas características operacionais da rodovia e varia em função da velocidade regulamentada do tráfego. Neste

projeto, cuja velocidade é de 80 km/h, a distância de visibilidade de ultrapassagem adotada foi de 420 metros.

Entre dois trechos de proibição de ultrapassagem deve haver uma distância mínima igual a distância de visibilidade conforme preconiza o Manual Brasileiro de Sinalização – Volume IV – Sinalização Horizontal – Resolução 2007 – CONTRAN (*Tabela 1 - Distância de Visibilidade x Velocidade*), caso contrário, as linhas referentes a cada trecho devem ser unidas. Neste projeto foi utilizada a distância de 120 metros.

Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS)

As LMS separam movimentos veiculares de mesmo sentido delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito. São sempre na cor branca e podem ser contínuas (LMS-1) ou seccionadas (LMS-2).

Em função da velocidade regulamentada na via, neste projeto a largura adotada foi de 0,15m, e quando tracejadas, a cadência de 1:3, sendo traço de 4 metros e espaçamento de 12 metros.

Linhas de bordo (LBO)

As Linhas de Bordo delimitam para o usuário a parte da pista destinada ao tráfego, separando-a dos acostamentos, das faixas de segurança ou simplesmente do limite da superfície pavimentada (quando a pista não for dotada de acostamento ou faixa de segurança).

Para o presente projeto foi utilizado uma largura de 0,15 metros para as faixas de bordo estabelecendo seus limites laterais.

Linhas de Continuidade (LCO)

A LCO dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas. E deve manter a largura da linha que a antecede, que foi de 0,15m.

A LCO é utilizada quando estudos de engenharia indiquem sua necessidade por questões de segurança. Também é utilizada para dar continuidade à linha de divisão de fluxos no mesmo sentido, quando há supressão ou acréscimo de faixas de rolamento. Foi adotada o traço de 2 metros e espaçamento de 2 metros neste projeto.

Marcas transversais

As marcas transversais ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e dos pedestres, assim como informam os condutores sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indicam travessia de pedestres e posições de parada.

Abaixo descrevemos os tipos de marcas transversais utilizadas neste projeto:

Linha de “Dê a preferência” (LDP) - foi adotada uma LDP com 0,40 metros de largura e medidas de traço e espaçamento de 0,50 metros, como recomenda a norma, e cor branca.

Linha de retenção (LRE) – linha contínua, cor branca e largura de 0,40 m.

Marcas de canalização

As marcas de canalização são utilizadas para orientar e regulamentar os fluxos de veículos, direcionando-os a fim de garantir maior segurança e melhor desempenho, em situações que exijam reorganização quanto ao percurso a ser seguido.

São constituídas pela Linha de Canalização em conjunto com o Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável.

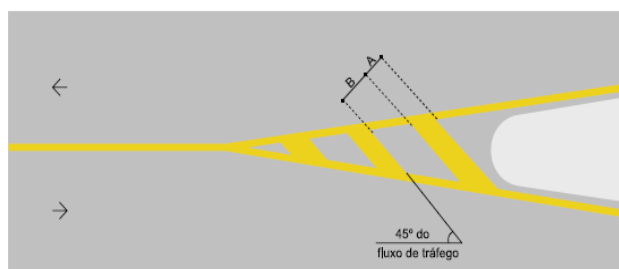
Linha de Canalização – LCA

Delimita o pavimento reservado à circulação de veículos, orientando os fluxos por motivos de segurança e fluidez. Quando direciona fluxo de mesmo sentido, cor branca; e quando fluxo de sentido oposto, cor amarela. A largura utilizada foi de 0,15 m.

Zebrados – ZPA

Tem como finalidade básica preencher áreas pavimentadas não trafegáveis, geralmente nas extremidades de ilhas, rótulas e canteiros, decorrentes das canalizações de fluxos divergentes ou convergentes de tráfego, ou ainda se estreitamentos ou alargamentos de pista (áreas neutras), delimitadas pelas linhas de canalização de tráfego. Estas áreas são compostas por linhas diagonais, pintadas na cor branca (ou amarelas, conforme o caso) e posicionadas em função do fluxo, de tal forma a sempre conduzir o veículo para a pista trafegável e formando um ângulo igual ou próximo a 45° com a linha de canalização adjacente. As dimensões de ZPA recomendadas estão na figura abaixo:

Dimensões ZPA



DIMENSÕES	CIRCULAÇÃO	ÁREA DE PROTEÇÃO DE ESTACIONAMENTO
Largura da linha interna A	mínima 0,30 m	mínima 0,10 m
	mínima 0,50 m	mínima 0,40 m
Distância entre linhas B	mínima 1,10 m	mínima 0,30 m
	mínima 3,50 m	mínima 0,60 m

Para o presente projeto foi utilizado uma largura de linha de 0,30m e espaçamento 1,10m em todas as ocorrências de ZPA.

Inscrições no pavimento

Se apresentam como setas, símbolos e legendas aplicados sobre a pista de rolamento com o objetivo de advertir, orientar e complementar a regulamentação do tráfego, ampliando a percepção do condutor quanto às condições de operação da via e permitindo tomar a decisão adequada na condução do veículo.

Todos os tipos de inscrições no pavimento utilizados estão nas pranchas de detalhes e locados no esquema geral da sinalização, contidos no Volume 2.

Dispositivos auxiliares

Os dispositivos auxiliares de sinalização horizontal são constituídos por superfícies refletivas aplicadas ao pavimento da rodovia, dispostas em conjunto com as linhas longitudinais, com o objetivo de delimitar a pista, as faixas de rolamentos e as áreas zebreadas. Permitindo ao usuário melhores condições de operação, principalmente em locais com ocorrência de neblina, altos índices pluviométricos ou mesmo, no período noturno.

Estes dispositivos auxiliares são constituídos por tachas monodirecionais (com elementos refletivos em somente uma face) ou bidirecionais (com elementos refletivos em ambas as faces), podendo ser da cor branca ou amarela, de acordo com a marca viária a ela conjugada. A disposição das tachas ao longo de toda a extensão da malha rodoviária nas linhas de bordo e de eixo, deverá seguir os parâmetros descritos na tabela abaixo.

Tabela Cadência de utilização de tachas

Características do Segmento	Cadência
Trechos em tangente	1 a cada 16 metros
Trechos em curvas	1 a cada 8 metros
Trechos que antecedem obstáculos ou OAE	1 a cada 4 metros numa extensão de 150 metros nos dois sentidos
Nas marcas de canalização de fluxos	Deve ser colocada em cada área neutra entre as faixas do zebreado ao lado das linhas de canalização

*Fonte: Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária BR-LEGAL.

Na sua implantação, deverá ser observado os seguintes aspectos:

- Preferencialmente não devem ser implantadas sobre a sinalização horizontal;
- Deverão ser implantadas junto a linha de bordo deslocadas para o lado externo em cerca de 0,10 m de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação;
- Deverão ser implantadas no espaço entre as linhas, quando duplas, ou no meio dos segmentos sem pintura, quando forem seccionadas.

Especificações dos materiais

Os materiais a serem utilizados na sinalização horizontal, são os preconizados pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DNIT ou pelas normas a seguir. Para a escolha, foram

considerados diversos fatores e soluções, como as apresentadas na **Tabela 9** do Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária BR-LEGAL.

- EM-373/2000 Microesferas de vidro retrorrefletivas para sinalização horizontal rodoviária
- NBR 16184 Sinalização horizontal viária - Esferas e microesferas de vidro
- NBR 5829:2014 Tintas, Vernizes e Derivados - Determinação da Massa Específica
- NBR 7396:2017 Sinalização horizontal viária - Material para Sinalização Horizontal
- NBR 9676:2014 Tintas — Determinação do poder de cobertura
- NBR 15438:2020 Sinalização horizontal viária — Tintas
- NBR 13699:2021 Sinalização horizontal viária - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água

TABELA 9 - SOLUÇÕES OBRIGATÓRIAS A SEREM UTILIZADAS

Especificação do Serviço	Aplicação
Sinalização horizontal com plástico a frio (metilmetacrilato) estrutura a dispersão com espessura variável de 0 a 5 mm – ABNT NBR 15870 - Sinalização horizontal viária — Plástico a frio à base de resinas metacrílicas reativas — Fornecimento e aplicação.	No mínimo em 15% dos segmentos com raio de curvatura menor do que 450 m e com ângulo central maior* ou igual do que 45°. Prioritariamente aplicados nos segmentos com características de alta incidência de chuva.
Sinalização horizontal com material termoplástico em alto relevo aplicada por extrusão mecânica ABNT NBR 15543 - Sinalização horizontal viária - Termoplástico alto relevo aplicado pelo processo de extrusão mecânica.	Nos demais trechos com curvas horizontais com raio de curvatura menor do que 450 m e com ângulo central maior* do que 45°.
Sinalização horizontal com material termoplástico pré-formado ou laminado elastoplástico (1,0 mm) – manual.	Na execução de marcas/faixas/símbolos na sinalização ostensiva em travessias urbanas.

*Fonte: Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária BR-LEGAL

Neste projeto, as pinturas deverão ser executadas com Tinta Acrílica emulsionada em água, conforme NBR 13699:2021 da ABNT, espessura de 0,5 mm e garantia de 36 meses. Estas tintas deverão ser retrorefletorizadas com Microesferas de vidro do Tipo I-B (“premix”), incorporadas à tinta antes da aplicação, as quais fornecem retrorrefletorização após o desgaste da película aplicada.

A retrorrefletividade inicial mínima recomendada é de 250 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor branca e de 150 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor amarela, verificada em campo para sinalização definitiva. E de 150 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor branca e de 100 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor amarela, para sinalização definitiva de curta duração.

A retrorrefletividade residual independe do material especificado no projeto e será de 100 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor branca e de 80 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor amarela, sob quaisquer condições físicas ou operacionais da rodovia.

A avaliação da retrorrefletividade inicial se dá em até 15 dias após a aplicação na via, enquanto a residual é avaliada e definida após um determinado período de tempo.

Quanto às tachas refletivas, o padrão especificado será Tipo III bidirecionais, NBR 14636:2021.

11.2. Sinalização vertical

É a sinalização viária composta por placas, e dispositivos auxiliares, situados na posição vertical e localizados à margem da via, com as seguintes características:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagens simples e claras;
- Padronização.

11.2.1. Características Técnicas

Sinais de regulamentação

Os sinais de regulamentação têm por objetivo notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Trânsito.

Devem ser sempre observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme tabelas apresentadas no Manual Brasileiro de Sinalização – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação– Resolução 2007 – CONTRAN.

No presente projeto as placas de regulamentação circulares foram adotadas com diâmetro de 1,00m, octogonais com lado de 0,50m e as placas de “Dê a Preferência” adotadas com lado igual a 1,00m.

Sinais de advertência

Os sinais de advertência são utilizados para informar o usuário sobre situações adiante que requeiram maior atenção de sua parte. As medidas a serem tomadas, vão desde um estado de alerta, para uma situação eventual, a uma operação mais complexa de direção, redução de velocidade ou até uma parada do veículo.

Para os sinais de advertência devem sempre ser observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme Manual Brasileiro de Sinalização – Volume II – Sinalização Vertical de Advertência– Resolução 2007 – CONTRAN. Possuem forma quadrada e estão dispostos com uma das diagonais na vertical. A cor de fundo é o amarelo, com o símbolo ou legenda na cor preta. Neste projeto adotou-se lado de 1,00m.

Sinais de indicação

Os sinais de indicação têm como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, bem como as informações quanto às distâncias a serem percorridas.

Quanto ao formato e cores utilizadas as placas indicativas são geralmente retangulares com o lado maior na horizontal, sendo em fundo verde ou azul, e as legendas, setas e diagramas na cor branca.

As placas são compostas pelos seguintes elementos:

Legendas

- Orlas e tarjas
- Setas
- Pictogramas
- Símbolos
- Diagramas

Os sinais de indicação devem ter boa visibilidade, letras e símbolos de forma, tamanho e espaçamentos adequados e mensagens curtas, assegurando a necessária distância para percepção, leitura e rápida compreensão das mensagens por parte dos motoristas (distância de legibilidade).

O dimensionamento dos sinais de indicação é função do tamanho das mensagens e símbolos neles contidos. O dimensionamento das mensagens, por outro lado, depende basicamente do tamanho de letra a ser adotado, bem como da quantidade de caracteres relativos a cada mensagem a ser transmitida.

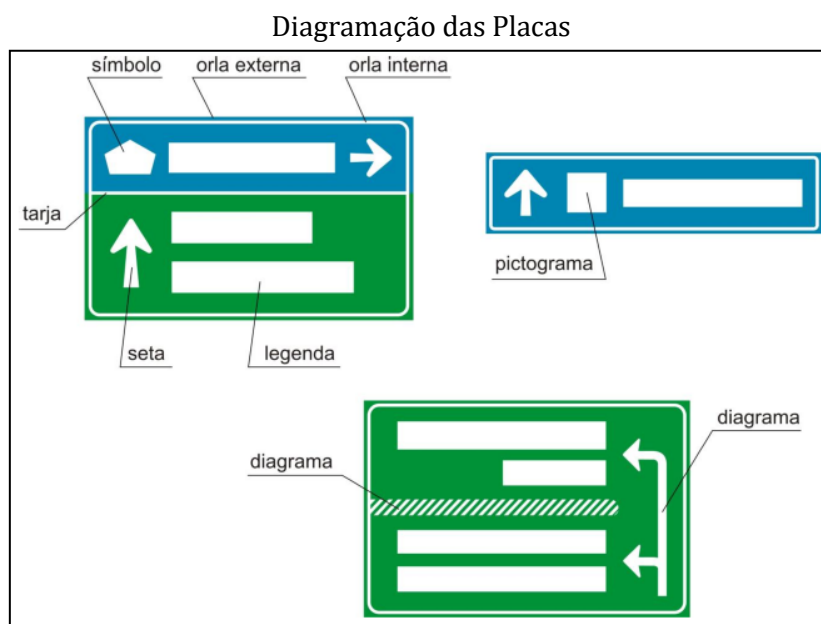
O tamanho de letra a ser usado é função das características da via e tipo de placa, principalmente no tocante à sua velocidade de operação. Ainda que a distância de legibilidade de qualquer sinal varie essencialmente com a velocidade de aproximação, a padronização das letras (tamanho, forma, espaçamento) deve também levar em conta as características físicas e principalmente operacionais da rodovia, tais como tráfego intenso (com bloqueio de visão do sinal por outros veículos) e sucessão de interseções próximas. Para os sinais de indicação, as placas serão dimensionadas para altura de letra de 200mm.

As letras e números adotados nos projetos de sinalização obedecem aos padrões Série D e Série E do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings – FHWA e Arial Rounded MT Bold.

O alfabeto na série D deve ser utilizado para compor mensagens em letras maiúsculas, mensagens operacionais e institucionais. Nas demais mensagens, associadas a nomes de estados, localidades e atrativos turísticos devem-se utilizar os caracteres relativos à Série E.

A exceção fica por conta das unidades métricas “km” e “m”, usadas em vários tipos de placas indicativas, que também são apresentadas em caracteres da Série E.

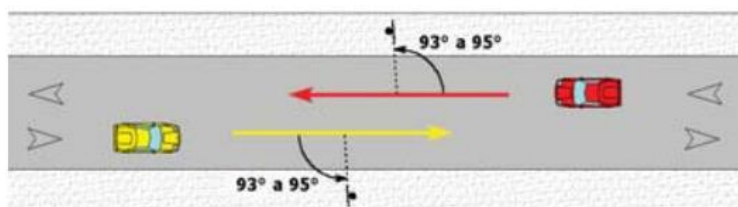
Todas as medidas para diagramação, como distância entre letras, alturas, espaçamentos em relação às orlas, espessura de letras e algarismos, dimensionamento de orlas, setas, pictogramas, etc, deverão obedecer aos parâmetros apresentados no Manual Brasileiro de Sinalização – Volume III – Sinalização Vertical de Indicativa– Resolução 2014 – CONTRAN.



Posicionamento das placas

As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via (figura abaixo). Esta inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa.

Posicionamento horizontal da sinalização vertical



Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também no valor de $\pm 3^\circ$.

A altura e o afastamento lateral das placas de sinalização estão especificados de acordo com o tipo e são apresentados no Volume 2, detalhados.

Especificações dos materiais

Chapas

As placas de sinalização lateral de regulamentação, advertência e indicativa, deverão ser confeccionadas em chapas de aço planas, zincadas nº16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140°C.

São classificadas em simples e as moduladas. As simples incluem as placas de regulamentação e de advertência padronizadas e as placas indicativas com largura até 3,00 m e/ou altura de 1,20 m.

As moduladas se referem as placas com largura superior a 3,00 m e/ou altura superior a 1,20 m e que devem ser contornadas por um perfil fixado à placa por meio de fita dupla face ou rebites. O espaçamento entre fitas ou rebites deve ser inferior a 0,15 m.

Película Refletiva

A película a ser utilizada: Películas Retrorrefletivas tipo III A

As películas retrorrefletivas tipo III A são constituída, tipicamente, por lentes prismáticas gravadas em resina sintética transparente e seladas por fina camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, permitindo, assim, apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis dos veículos. São utilizadas, normalmente, nas cores branca, amarela, verde, vermelha, azul, laranja e marrom.

Retrorreflexão

As películas devem apresentar os valores mínimos de retrorreflexão preconizados na NBR 14644.

A película retrorrefletiva deve apresentar os valores mínimos de coeficiente de retrorreflexão constantes da Tabela 1, utilizando equipamento que possua ângulo de observação de 0,1º, 0,2º e 0,5º e ângulo de entrada de -4º e +30º. As medidas devem ser feitas em candelas por lux por metro quadrado ($\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$), de acordo com o método ASTM E 810.

A película deve manter cerca de 90% dos valores da tabela 34, quando submetida às condições de chuva ou umidade sobre a superfície.

Tabela Películas Tipo III A

Ângulo de Observação	Ângulo de Entrada	Branca	Amarela	Laranja	Verde	Vermelha	Azul	Marrom
0,1	-4	850	675	400	85	200	45	34
0,1	+30	400	350	160	40	74	22	14
0,2	-4	600	450	250	80	110	40	24
0,2	+30	275	200	110	32	48	20	10
0,5	-4	200	160	100	20	45	9	8
0,5	+30	100	80	50	10	26	5	3

Cor e Luminância

As películas retrorrefletivas devem apresentar os valores de cromaticidade e luminância discriminados a seguir, conforme a ASTM D 4956.

As cores e luminância das películas retrorrefletivas tipo III A devem estar de acordo com os valores descritos na Tabela 35.

Tabela Películas Tipo III A

Cor	1		2		3		4		Luminância Y%	
	X	y	x	Y	x	y	x	y	Min.	Max.
Branca	0,305	0,305	0,355	0,355	0,335	0,375	0,285	0,325	40,0	-
Amarela	0,487	0,423	0,545	0,454	0,465	0,534	0,427	0,483	24,0	45,0
Laranja	0,550	0,360	0,630	0,370	0,581	0,418	0,516	0,394	12,0	30,0
Verde	0,030	0,380	0,166	0,364	0,286	0,446	0,201	0,794	3,0	9,0
Vermelha	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,658	0,345	3,0	15,0
Azul	0,078	0,171	0,150	0,220	0,210	0,160	0,137	0,038	1,0	10,0
Marrom	0,430	0,340	0,430	0,390	0,580	0,450	0,450	0,610	4,0	6,0

Garantias

As películas do tipo III A devem ter garantida de desempenho de 10 anos.

Nesse período a retrorrefletância residual deve ser de no mínimo 80% dos valores.

As cores devem permanecer dentro dos limites especificados durante a vigência da garantia.

Fixação

Os suportes de fixação das placas deverão apresentar seção quadrada de 8 cm de lado, comprimento variável de acordo com as características do terreno. Devem ser confeccionados com madeira de eucalipto tratado, serrada, aparelhada e devidamente tratada com material protetor hidrossolúvel. Os postes deverão ser pintados com duas demãos com tinta à base de borracha clorada ou esmalte sintético na cor branca.

O sistema de fixação, parafusos, arruelas, porcas e outros elementos metálicos devem ser galvanizados interna e externamente, com deposição de zinco mínima de 350 g/m², na espessura mínima de 50 micra, atendendo a NBR 7397.

11.3. SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Durante o período de construção é de maior importância o emprego de intensa sinalização nas proximidades das frentes de trabalho a fim de que sejam garantidas aos usuários as informações necessárias à sua segurança além da segurança daqueles que trabalham nestes locais.

Os elementos que compõem a sinalização de obras devem atender as normas do Código de Trânsito Brasileiro e o Manual de Sinalização de Obras e Emergenciais em rodovias do DNIT. Para a execução dos serviços, a colocação dos sinais deverá ser tal que permita transmitir a mensagem sem restringir a distância de visibilidade, ou reduzir a largura da pista.

Objetivos

Definir e padronizar os procedimentos a serem adotados para a elaboração do projeto básico de sinalização durante a execução de obras e serviços em rodovias no âmbito da construção da rodovia em estudo.

O projeto consiste na definição de dispositivos de sinalização cuja principal finalidade deve ser a segurança do tráfego, devendo, portanto:

- Advertir com antecedência a existência de obras ou de serviços de conservação;
- Regular a circulação, a velocidade e outras condições para a segurança local;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, reduzir os riscos de acidentes e minimizar os congestionamentos;
- Transmitir informações claras e padronizadas aos usuários da via;
- Delimitar o contorno da obra de forma visível, protegendo não só os condutores de veículos e os pedestres, mas também os trabalhadores das obras.

Elementos do Projeto

Dependendo da natureza dos trabalhos que afetarão o trânsito, em especial a duração e a mobilidade dos serviços, o projeto de sinalização deve constar de:

- Sinalização vertical, contendo as placas de regulamentação, de advertência e indicativas;
- Sinalização horizontal, incluindo as linhas, marcas de canalização, setas, legendas e tachas;
- Dispositivos auxiliares, incluindo as barreiras, balizas, balizadores, marcadores de perigo, marcações de obstáculos, marcadores de alinhamento, cones e cúpulas luminosas, luzes intermitentes, painéis com seta iluminada, bandeiras, o sinal

“PARE” portátil, a operação leva- bandeira, os acessórios de segurança individual e a sinalização de veículos de serviço;

- Sinalização semafórica.

Característica da Sinalização

A sinalização de obras deverá ser constituída de:

- **Pré-sinalização** - Destinada a advertir a existência de obras adiante que modifiquem a circulação dos veículos. Serão implantados sinais de regulamentação, advertência indicando aos motoristas qual deverá ser seu comportamento ao trafegarem junto ao canteiro de obras;
- **Sinalização de posição** - Representado pelo trecho onde estão regulamentadas as condições de trafegabilidade. Neste local deverão ser implantadas placas de regulamentação e dispositivos de canalização e/ ou de controle de tráfego;
- **Sinalização de fim de obras** - Estabelecida a situação normal de circulação, deverá ser informado o final da obra e a rodovia receber a regulamentação de velocidade máxima permitida desse trecho em diante, conforme as características da estrada, caso a velocidade tenha sido reduzida através de sinalização anterior.

- **Sinalização Vertical**

Para a execução dos serviços, a colocação dos sinais deverá ser tal que permita transmitir a mensagem sem restringir a distância de visibilidade, ou reduzir a largura da pista.

A distância entre sinais deverá ser:

Para sinais de advertência:

- Velocidade de segurança: 100 km/h, 80 Km/h e 60 Km/h - 150 m
- Velocidade de segurança: 40 Km/h - 100 m

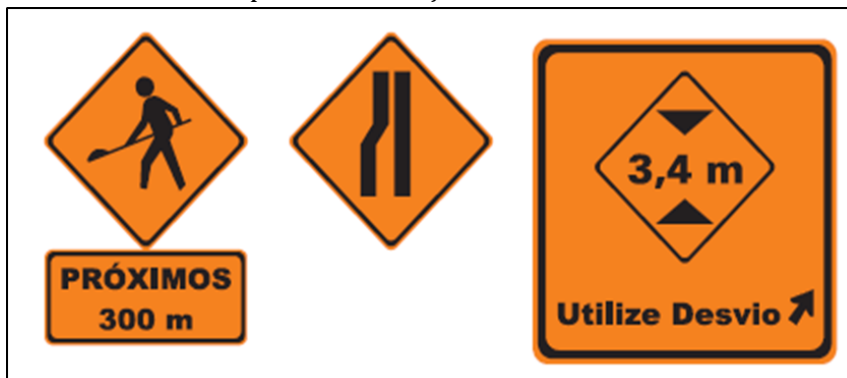
Para os demais sinais:

- Velocidade de segurança: 100 km, 80 Km/h - 100 m
- Velocidade de segurança: 60 Km/h - 80 m
- Velocidade de segurança: 40 Km/h - 50 m

Esses sinais serão do tipo, forma, cor e dimensões dos preconizados no Manual de Sinalização do DNIT e serão colocados em suportes próprios ou cavaletes.

É de grande importância observar-se que um sinal colocado em determinado local, por uma condição excepcional, deverá ser imediatamente removido quando essa condição deixar de existir.

Exemplo de sinalização vertical de obras

**Sinalização Horizontal**

No caso de obras com duração prevista superior a 30 dias, se faz necessária a colocação de nova sinalização horizontal em complementação aos dispositivos de canalização e sinalização vertical correspondente.

A pintura provisória deverá ser executada com tinta acrílica. As linhas demarcadoras serão na cor branca com largura de 0,10m, quando utilizadas no bordo e na divisão de fluxos de mesmo sentido, e na cor amarela com largura de 0,10m, quando utilizadas para dividir fluxos de sentidos opostos.

As setas, sinais de canalização, serão utilizadas na cor branca, com comprimento igual a 3,60m. Mensagens e números serão na cor branca com altura de 2,40m.

Dispositivo de Segurança Individual

Além dos equipamentos e vestimentas exigidos por lei e normas de segurança, os funcionários deverão apresentar-se uniformizados e portar crachá de identificação, preso no uniforme em local visível, para facilitar sua identificação.

Dispositivo de Canalização e Segurança

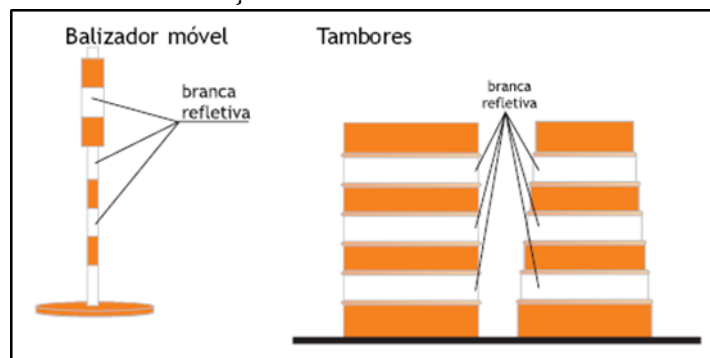
Além dos sinais, podem ser utilizados ainda outros dispositivos de segurança:

- Barreiras;
- Balizadores;
- Piquetes;
- Delineadores Direcionais;
- Cones;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Luz Intermitente;
- Bandeiras;
- Sinal – PARE – Portátil; e
- Barreiras Amortecedoras de Choque.

Dentre estes se destacam:

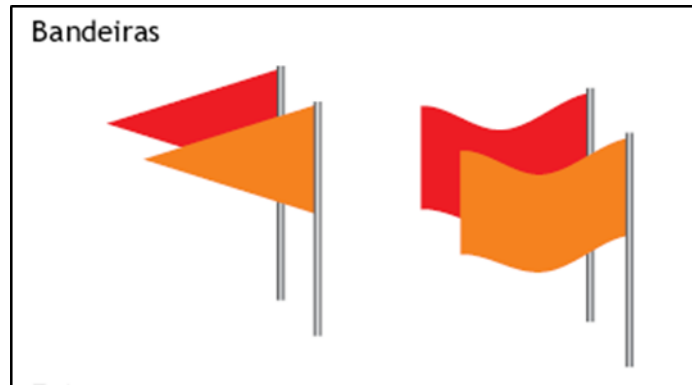
- **Delineadores direcionais** - Atuam informando aos motoristas que houve uma alteração no alinhamento horizontal da rodovia, tendo assim a função de desviar, canalizar e direcionar o fluxo dos veículos no trecho em obras.
- **Sinal de “PARE” portátil** - Dispositivo utilizado quando a rodovia, por conta da obra, só dispor de uma faixa de tráfego, sendo necessária, assim, a interrupção momentânea de um sentido para que haja o fluxo do outro. Serão utilizados pelos sinalizadores, bandeiras com cabo, de forma circular ($\varnothing = 0,40\text{m}$), tendo uma das faces o fundo verde e a palavra SIGA, em branco, na outra face, fundo vermelho, com a palavra PARE, em branco.
- **Tambores e Balizadores** - Empregados para delimitar o local das obras. Serão pintados nas cores preta e amarela, sendo a segunda com tinta refletorizada. A largura das faixas será de 0,1m. No caso dos balizadores, serão inclinados, formando um ângulo de 45° com a horizontal e, no caso dos tambores, serão horizontais. Durante o período noturno funcionará nos locais das obras um sistema de sinalização luminosa. Deverá ser tomado o cuidado para evitar o ofuscamento dos motoristas.

Ilustração de balizador e tambores



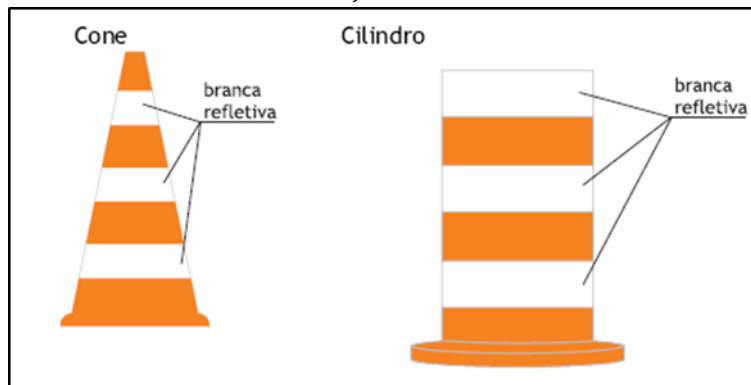
- **Bandeira** – É utilizado como um elemento de controle complementar de controle do fluxo em situação de volume de tráfego muito alto, altas velocidades, necessidade de interrupção do fluxo e obras móveis durante o dia. O sinalizador deve portar uma bandeira ou um dispositivo luminoso, caso a obra seja realizada durante a noite, período no qual se faz necessário o uso nos locais onde há pouca visibilidade.

Ilustração de bandeiras



- **Cones** - Dispositivo de canalização do trânsito, utilizado em obras de pequena duração e/ou de grande mobilidade. Estes devem ser em materiais que não ofereçam resistência, em caso de colisão com veículos, tais como plástico ou borracha. Devem possuir faixas horizontais nas cores, alternadas, branca e laranja, com no mínimo a cor branca com tinta refletiva. Na definição do espaçamento utilizado para a implantação dos cones é necessário levar em conta a velocidade de tráfego no trecho.

Ilustração de cones



- **Barreiras** - destinam à obstrução total ou parcial da rodovia, podem ser de classe I (1 travessa), II (duas travessas) ou III (três travessas). Terão 1,9m de comprimento e 1,2m de altura, confeccionados em madeira de lei. Serão pintados, com tinta refletiva, faixas brancas e laranja, alternadas com 0,1m de largura, formando um ângulo de 45º com a horizontal.

Ilustração de fita zebra



Ilustração de cavaletes

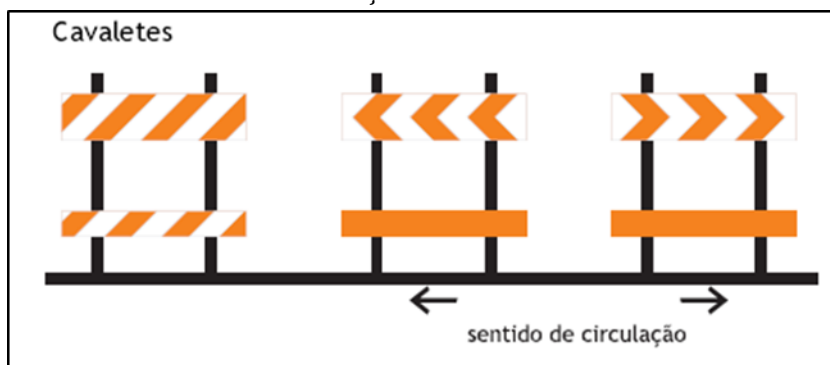


Ilustração de barreiras

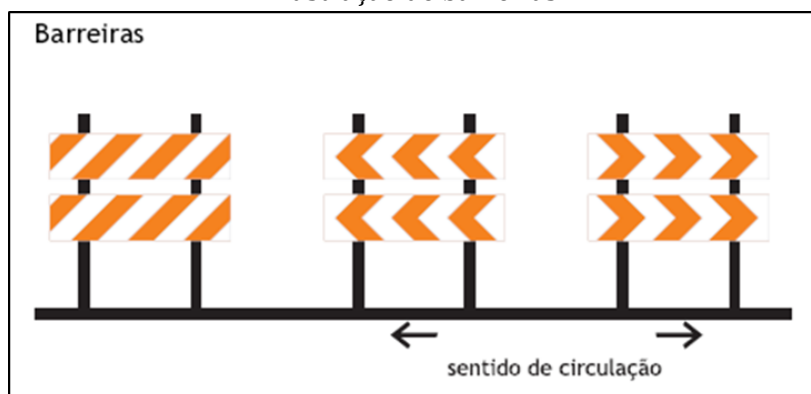
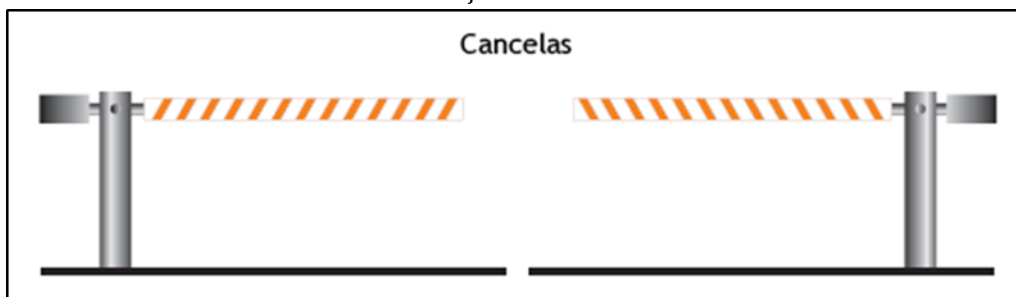


Ilustração de cancelas



- **Barreira em módulos plásticos** - As barreiras plásticas devem ser utilizadas para canalizar o fluxo de veículos para faixas de tráfego diferentes daquelas em que estão circulando. É composta por módulos ocos, que podem ser acoplados lateralmente e que possuem orifícios que permitem o preenchimento com água ou areia, para aumentar a estabilidade e a resistência a choques leves.

Para melhor operação da rodovia e com o intuito de preservar a segurança dos usuários da via e daqueles que trabalham na obra deverão ser projetados e executados desvios provisórios de tráfego.

Nestes casos, o pavimento da pista nova deverá estar, preferencialmente na penúltima camada de revestimento, uma vez que não são admitidas aplicações posteriores de pinturas para cobrir a sinalização horizontal provisória.

- **Materiais e Especificações** – A sinalização para construção não será objeto de medição. As características dos materiais a serem empregados e as técnicas de execução deverão seguir as especificações:

Documentos de referência

- DNIT IPR 738 Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias – 2010
- DNIT ES 100/2009 Obras Complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal
- DNIT ES 101/2009 Obras Complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical - Especificação de serviço.

12. PROJETO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

“Os acidentes de trânsito são um dos problemas socioeconômicos mais graves nos países em desenvolvimento” (GOLD, 2002).

O ato de dirigir é uma tarefa difícil e complexa. Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos concluiu que o motorista comete um erro a cada dois minutos, envolvendo-se em uma situação perigosa a cada uma ou duas horas (PETZHOLD, apud GEIPOT, 1987).

O estudo de segurança de trânsito tem a finalidade de analisar as condições operacionais da rodovia. Tradicionalmente, a engenharia de segurança viária enfatiza a redução de acidentes pela adoção de medidas corretivas em pontos com grande concentração de acidentes, denominadas de pontos críticos. Porém, nos últimos anos, vem crescendo a importância de tratar a segurança viária de forma preventiva.

A adoção de medidas preventivas na fase de projeto e continuadas nas fases de operação e manutenção pode resultar em economia significativa de recursos. Os benefícios incluem desde a redução das despesas referentes aos acidentes que deixam de ocorrer ou cuja severidade é diminuída, até a eliminação dos gastos decorrentes de obras de correção que podem ser evitadas pela análise criteriosa nas fases de projeto e construção, período no qual as ações, normalmente, são mais fáceis e menos onerosas.

Nos últimos anos tem-se verificado um progresso significativo na segurança quanto ao melhoramento no traçado geométrico, em demarcação e no equipamento de sinalização. Entretanto a segurança depende da qualidade da superfície da pista que é o único elemento que tem contato direto e permanente com o tráfego. Ainda hoje se tem dado mais importância às propriedades relacionadas com a resistência e durabilidade em detrimento à segurança do usuário.

Há alguns aspectos que influenciam na segurança do trânsito:

- Camada do Pavimento;
- Sinalização da Rodovia;
- Condições dos Veículos;
- Educação do Usuário.

12.1. Fatores de segurança rodoviária

Quando a segurança é considerada desde o início, ainda nas fases de planejamento e concepção da rodovia, a necessidade de introduzir medidas de correção após a execução é menor. No entanto, através da análise rigorosa dos dados relativos à sinistralidade será possível identificar os locais de risco elevado. A inspeção rigorosa dos locais de maior sinistralidade permite frequentemente esclarecer o problema e identificar formas de melhorar a segurança, preferencialmente através de medidas de engenharia de baixo custo. Com a ajuda de instrumentos e processos específicos é possível identificar as medidas de

correção prioritárias e aplicar aquelas com melhor relação custo/benefício nos locais de maior sinistralidade.

Normalmente concorda-se que acidentes de trânsito são eventos complexos que geralmente envolvem a interação de muitos fatores contribuintes. Diversos autores citam como fatores que influem na ocorrência de acidentes as características e geometria da via, o meio ambiente, o tráfego, as condições do veículo, as condições do tempo e de iluminação e fatores humanos.

A rodovia é um fator de reconhecida importância, e os seus elementos que contribuem de forma mais significativa para a ocorrência de acidentes são: largura da pista de rolamento, raio e grau das curvas horizontais, extensão e declividade das rampas, distância de visibilidade, volume de tráfego, velocidade de projeto, taludes laterais, pontes (principalmente a largura), características do canteiro central, zonas de escape (área lateral adjacente à pista e acostamento).

Segundo GOLD (2002), a ideia de que 90% dos acidentes de trânsito são causados por falha humana (condutores e pedestres) não corresponde à verdade, pois, por exemplo, no caso de motoristas embriagados, estes provavelmente vão se acidentar mais quando estiverem sob a influência de deficiência da via, sinalização ou manutenção inadequada do veículo. Entretanto deve-se considerar que dentro do sistema de trânsito, o usuário é o único componente de todo o sistema que pode tomar decisões (SHINAR, 1978 apud BRAGA, 1989), o que pode servir de base para explicar os acidentes como falha do usuário.

NOGUEIRA (1995) analisou a relação entre a geometria de rodovias e acidentes de trânsito com veículos de carga e afirmou que, no Brasil, 70% dos acidentes em rodovias ocorrem devido a falha humana, 20% pelas deficiências das estradas e apenas 10% por defeitos mecânicos dos veículos. Essa diferença nas porcentagens atribuída à via pode ser devido à forma com que os acidentes no Brasil são documentados, ou seja, amenizando a influência das vias e dos veículos nos acidentes.

Os elementos geométricos de uma rodovia que podem ser associados com o número de acidentes são normalmente referentes às variáveis do traçado em planta, em perfil ou da seção transversal. PÉREZ (2002) concluiu que a variável geométrica mais significativa do ponto de vista da segurança viária é o grau da curva, que é uma variável de curva horizontal, sendo, portanto, do traçado em planta.

Em um estudo envolvendo rodovias rurais de duas faixas sem canteiro central, VOGT e BARED (1997) concluíram que as mesmas são rodovias com taxas de acidentes mais altas em relação às rodovias com canteiro central. De acordo com GOLD (2002), a duplicação de rodovias com introdução de canteiro central tende a eliminar acidentes tipo colisão frontal, que normalmente resultam em vítimas fatais. Entretanto, em áreas de circulação de pedestres, a simples duplicação da pista, sem a implantação de outras melhorias como passarelas ou passagens inferiores, tende a aumentar a possibilidade de atropelamento. Nas rodovias brasileiras mais antigas é comum a existência de aclives acentuados e longos, que provocam atrito entre o tráfego pesado e o tráfego leve, induzindo o motorista a

possíveis ultrapassagens perigosas e criando situações potenciais para a ocorrência de acidentes. Segundo CHOUERI et al., 1994, incrementos na declividade do greide de até 6% provocam leve aumento na taxa de acidentes, porém acima de 6%, provocam aumentos notáveis na taxa de acidentes.

Os acessos à rodovia, de propriedades particulares e de estabelecimentos comerciais, principalmente os irregulares, também podem ser considerados potenciais causadores de acidentes, especialmente aqueles situados em locais com distância de visibilidade insuficiente.

Fatores de Segurança Rodoviária

FATORES DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA			
Fator / Situação	Pré-impacto	No Impacto	Pós-impacto
Humano	✓ Treinamento. ✓ Conhecimento. ✓ Habilidade. ✓ Motivações e Atitudes.	✓ Dispositivos de Proteção (Capacete, Cinto e Air bag).	✓ Serviços de Primeiro Socorros.
Veículo	✓ Projeto do Sistema de Controle. ✓ Projeto dos Sistemas de Conforto. ✓ Projeto do Sistema de Informação. ✓ Leis e Policiamento.	✓ Sistema de Proteção ao Ocupante. ✓ Projeto do Sistema de Controle.	
Meio Ambiente	✓ Geometria. ✓ Policiamento. ✓ Sistema de Controle. ✓ Clima e Luminosidade. ✓ Condições da Superfície. ✓ Apelo Informativo.	✓ Geometria e dispositivos de absorção de energia.	✓ Geometria para facilitar o acesso de emergência. ✓ Limpeza dos estilhaços e partes dos veículos acidentados. ✓ Esquemas de tráfego e reabertura da via.

Medidas preventivas de acidentes implantadas em projetos ou na execução de obras rodoviárias, tais como a sinalização horizontal e vertical, e ainda providências geométricas, algumas previstas em normas técnicas, tais como limites de alguns parâmetros (por exemplo: raio de curvas, superelevação, declividade longitudinal das rampas, distância mínima de visibilidade etc.), visam minimizar o potencial de ocorrência de acidentes.

Camada do pavimento

A camada do pavimento ou superfície de rolamento é responsável por um bom percentual dos acidentes, principalmente quando são mal constituídos. Podem-se citar alguns problemas que ocasionam uma derrapagem de veículos:

- Coeficiente de atrito;
- Textura da superfície;
- Componentes da camada de rolamento;
- Umidade superficial;
- Pneu e veículo;
- Refletividade da pista;
- Regularidade da pista.

O fenômeno de derrapagem tem contribuído em torno de 35 a 70% nos acidentes de tráfego, principalmente na época chuvosa. Este fenômeno depende diretamente da resistência ao deslizamento da pista, medida pelo coeficiente de atrito. Este por sua vez depende das características da superfície do pneu, do veículo, velocidade, temperatura, água e sujeira na pista.

O coeficiente de atrito indica um conjunto de forças transmitidas entre o veículo e a camada de rolamento.

A textura da superfície deve ser bem dosada para se obter um coeficiente de atrito satisfatório, deve ser suficientemente aberta para permitir a expulsão da água superficial e ao mesmo tempo suficientemente fechada para se conseguir uma área adequada de contato pneu/pista, para a transmissão das forças em questão.

Componente da camada de rolamento

Para se ter um atrito máximo, deve-se ter certo equilíbrio entre a micro e macro rugosidade, um número suficiente de projeções angulares, para a quebra completa da película d'água e pela deformação do pneu.

Em pavimento asfáltico de textura aberta a micro rugosidade da superfície depende da irregularidade superficial das partículas grandes e da resistência contra o polimento. Os pavimentos asfálticos fechados onde predomina a argamassa de agregado miúdo / filler e ligante, na área de contato pneu / pista, acusam frequentemente um atrito muito baixo em alta velocidade.

Umidade superficial

A película d'água superficial em tempo chuvoso influi bastante no atrito por seu efeito lubrificante. A configuração geométrica e a rugosidade da superfície são fatores importantes para se reduzir a espessura da película d'água.

Influência do pneu e do veículo

Como já se viu anteriormente, é importante para os pneus uma macro rugosidade da superfície da pista para a expulsão da água e para provocar a histerese a alta velocidade.

Entretanto convém lembrar que em superfície fechada pode-se conseguir uma boa melhora no atrito, com o emprego de pneu de banda de rolamento esculpido. Mesmo assim é necessário que os pneus estejam também com a pressão de ar correta para obter-se o atrito máximo.

Refletividade da pista

Um dos problemas que causam muitos acidentes noturnos é a refletividade da pista. Deve evitar-se superfície com refletividade que cause ofuscamento pelo efeito espelho. É de preferência que os agregados graúdos empregados sejam rugosos e de cor clara, pois com eles conseguem-se boas características tanto no tempo úmido como no tempo seco, de dia ou à noite.

Regularidade na pista

A regularidade da superfície da estrada é muito importante para o conforto do tráfego e para a durabilidade do pavimento. Uma superfície irregular pode influir negativamente no atrito e na refletividade.

Das considerações acima citadas pode-se concluir o seguinte: quando da composição de uma dosagem para emprego em rodovia é de se providenciar que as mesmas tenham uma micro rugosidade e uma macro rugosidade bem equilibradas. Deve ter cor clara e regular, e uma superfície com um bom número de arestas agudas. Se forem tomadas providências neste sentido tem-se uma superfície bem segura.

12.2. RESULTADOS OBTIDOS

As soluções do Projeto de Segurança de Trânsito encontram-se apresentadas nos vários itens deste Projeto Executivo de Engenharia.

Documentos de Referência

DNER - Manual de Análise, Diagnóstico, Proposição de Melhorias e Avaliações Econômicas dos Segmentos Críticos, 1988.

12.3. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Sinalização é apresentado no Volume 2 – Projetos Executivos.

13. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares envolve os projetos das seguintes obras ou serviços:

- **Cercas**
- **Defensas**
- **Passagem de gado, quando julgar necessária.**

Na sequência, descrevem-se os critérios e metodologias utilizados em cada um.

13.1. Cercas

13.1.1. Execução da cerca

Limpeza da faixa:

Antes da implantação da cerca, deverá ser feita a limpeza de conservação. Esta consistirá no desmatamento e destocamento, com a finalidade de deixar a faixa de implantação isenta de qualquer vegetal.

13.1.2. Implantação da cerca

- Os mourões deverão ser bem alinhados e aprumados e o reaterro de suas fundações compactadas de modo a não sofrerem nenhum deslocamento;
- Durante o estiramento dos fios, os mourões esticadores deverão ser escorados;
- Serão usados para os mourões de suporte, 4 fios de arame farpado esticados com espaçamento conforme a figura do Volume 2 – Projetos Executivos. Os arames serão fixados por meio de braçadeiras de arame liso de aço zincado nº 14;
- Os mourões de suporte serão cravados a uma profundidade de 0,50m e espaçados de 2,50m;
- Os mourões esticadores serão cravados a uma profundidade de 0,60 m, espaçados de 50,0 m, e também nos pontos de mudança dos alinhamentos horizontal e vertical da cerca;
- Nos locais onde existem cercas cortando a rodovia projetada foi indicado a sua relocação, conforme pode ser visto no projeto geométrico (Volume 2) e nota de serviço em anexo.
- No Volume 2 – Projetos Executivos (Projeto de Obras Complementares), encontra-se detalhado o projeto da cerca.

Localização da Remoção e implantação de cercas

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 15				
PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES				
CERCA DE VEDAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO				
LOCALIZAÇÃO		LADO	EXTENSÃO (m)	SERVIÇO
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL			
0 + 0,00	168 + 0,00	LE	3.360,00	Cerca de ved. de faixa de domínio em madeira
0 + 0,00	166 + 0,00	LD	3.320,00	Cerca de ved. de faixa de domínio em madeira
REMOÇÃO DE CERCA				
LOCALIZAÇÃO		LADO	EXTENSÃO (m)	SERVIÇO
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL			
1 + 0,00	12 + 5,00	D	236,44	
15 + 0,00	21 + 0,00	D	120,77	
50 + 0,00	61 + 0,00	D	306,24	
59 + 0,00	61 + 0,00	E	38,49	
64 + 0,00	74 + 0,00	D	316,44	
82 + 0,00	106 + 0,00	E	491,00	
85 + 0,00	105 + 10,00	D	415,93	
118 + 15,00	125 + 0,00	E	125,53	
129 + 5,00	129 + 5,00	D	2,61	
+	+		73,41	Rotatória
TOTAL	Item 40800 - Cerca de ved. de faixa de domínio em madeira (m) :			6680,00
	Item 40804 - Remoção de cerca (m):			2126,87
	Item 40805 - Remoção e recolocação de cerca (m):			0,00

13.2. DEFENSAS

São sistemas de proteção contínua, fabricadas de aço, de forma, resistência e dimensões adequadas. As defensas serão utilizadas para atenuar o choque de um veículo desgovernado contra as estruturas fixas, ou evitar a sua saída da plataforma da estrada, sempre que houver perigo de o veículo rolar pelo talude dos aterros.

As defensas se justificam quando as consequências de um possível choque do veículo contra as estruturas fixas forem mais graves que o choque contra a própria defesa.

Elas devem ser dimensionadas com atenção à máxima absorção da energia cinética dos veículos que contra elas se choquem.

Para colocação das defensas, foram examinadas as três condições críticas:

- Em segmentos em aterro alto e/ou com taludes íngremes;
- Curvas acentuadas;
- Proximidade de obras de arte especiais.

Critério adotado para colocação de defensas nos aterros altos.

Para determinar os locais na rodovia onde seria necessária a colocação de defensas nos trechos em aterro e/ou com taludes íngremes seguiram-se às recomendações expostas no "Special Report 81 - Highway Guardrail - Determination of Need and Geometric

Requirement", do HER. Esta publicação expõe que a necessidade de defesa depende, principalmente, dos seguintes elementos:

- Altura do aterro;
- Declividade transversal do aterro;
- Largura do acostamento;
- Curvatura horizontal;
- Declividade longitudinal do segmento;
- Condições da rodovia;
- Condições climáticas;
- Experiência em acidentes;
- Classe da rodovia;
- Características do tráfego.

Baseado em estudos desenvolvidos pela AASHTO a publicação apresenta um ábaco que, levando em consideração os elementos antes citados, determinou o "índice de necessidade de defesa".

As defensas projetadas para a rodovia são do tipo metálico de seção transversal em W (Flex Bean) parafusadas em peças de primeira qualidade.

Os detalhes de colocação das defensas estão apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos (Projeto de Obras Complementares).

Localização da implantação de defensas

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 16								
DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA								
DEFENSA METÁLICA								
LOCALIZAÇÃO		LADO	EXTENSÃO (m)	TIPO	ANCORAGEM (m)	TERMINAL	ANCORAGEM (m)	TERMINAL
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL							
0 + 0,00	4 + 10,00	LE (eixo)	90,00		12,00	Ancoragem em solo	12,00	Transição p/ Barr. Ríg.
0 + 0,00	4 + 10,00	LD (eixo)	90,00		12,00	Ancoragem em solo	12,00	Transição p/ Barr. Ríg.
7 + 0,00	12 + 0,00	LE (eixo)	100,00		12,00	Transição p/ Barr. Ríg.	12,00	Transição p/ Barr. Ríg.
7 + 0,00	12 + 0,00	LD (eixo)	100,00		12,00	Transição p/ Barr. Ríg.	12,00	Transição p/ Barr. Ríg.
10 + 0,00	12 + 0,00	LE			12,00	Realocar existente	12,00	Realocar existente
13 + 10,00	19 + 0,00	LE	110,00		12,00	Transição p/ Barr. Ríg.	12,00	Ancoragem em solo
13 + 10,00	19 + 0,00	LE (eixo)	110,00		12,00	Transição p/ Barr. Ríg.	12,00	Ancoragem em solo
13 + 10,00	19 + 0,00	LD (eixo)	110,00		12,00	Transição p/ Barr. Ríg.	12,00	Ancoragem em solo
55 + 0,00	76 + 0,00	LD	420,00		12,00	TAE	12,00	Ancoragem em solo
73 + 0,00	81 + 0,00	LE	160,00		12,00	Ancoragem em solo	12,00	TAE
108 + 0,00	118 + 0,00	LD	200,00		12,00	TAE	12,00	Ancoragem em solo
119 + 0,00	126 + 10,00	LE	150,00		12,00	Ancoragem em solo	12,00	TAE
SUBTOTAL:			1.640,00					
TOTAL DE DEFENSAS H2-L2 (m):					1.640,00			
TERMINAL ANCORADO EM SOLO (unid.):					9,00			
TERMINAL DE TRANSIÇÃO PARA BARREIRA DE CONCRETO (unid.):					9,00			
TERMINAL ABSORVEDOR DE ENERGIA - TL2 (unid.):					4,00			

BARREIRA RÍGIDA DE CONCRETO - "NEW JERSEY"				
LOCALIZAÇÃO		LADO	EXTENSÃO (m)	TIPO
ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL			
4 + 10,00	7 + 0,00	LE/LD (eixo)	50,00	
SUBTOTAL:			50,00	
			TOTAL DE DEFENSAS (m):	
			50,00	

Remoção de postes

TABELA DE QUANTIDADES				
A REMOVER				
POSTES	LADO (E/D)	COORDENADAS		OBS
		Long	Lat	
1	Eixo	W049° 25' 39.91"	S017° 30' 57.11"	-
2	E	W049° 24' 40.69"	S017° 30' 34.37"	-

13.3. Resultados obtidos

Serão apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos, todos os desenhos, listagens e detalhes que vierem a elucidar o projeto.

14. PROJETO PAISAGÍSTICO E MANEJO AMBIENTAL

O presente Plano de Manejo Ambiental inclui uma série de medidas de prevenção e mitigação dos efeitos ambientais negativos do projeto, uma série de medidas de compensação dos efeitos não mitigáveis, com o fim de fazer as comunidades aproveitarem dos benefícios que apresenta o projeto e um Plano de Monitoração e Acompanhamento, o qual permitirá avaliar os benefícios das medidas propostas.

O estudo de impacto ambiental tem por objetivo identificar alguns prováveis impactos decorrentes da implantação do empreendimento.

No caso deste trecho por se tratar de uma região agrícola e de pastagem, os impactos deverão ocorrer na exploração de empréstimos de materiais granulares de construção e terraplenagem, na execução das obras e ainda na operação de canteiros e acampamentos. Os impactos prognosticados sobre os diversos elementos são os seguintes:

AÇÃO	ELEMENTO	IMPACTO	MAGNITUDE	DURAÇÃO	MITIGABIL. / OTIMIZ.
Execução das obras	Ar	Negativo	Moderada	Curta	Moderada
Desmatamentos	Fauna/Flora	Negativo	Moderada	Permanente	Baixa
Execução de terraplenagem	Flora/Fauna	Negativo	Moderada	Permanente	Moderada
Execução do pavimento	Ar/Água/Solo	Negativo	Baixa	Temporário	Alta
Geração de empregos	Socioeconômico	Positivo	Moderada	Curta	-
Operação de canteiros e acampamentos	Físico/Biótico	Negativo	Moderada	Curta	Alta
Operação da rodovia	Ar	Negativo	Baixa	Permanente	Moderada

14.1. Identificação dos Impactos Ambientais Significativos

O conjunto de atividades construtivas pode ameaçar vários componentes ambientais se realizados de forma descuidada. São exemplos, entre outros, o patrimônio arqueológico, passível de destruição caso não sejam tomadas medidas para o levantamento e o resgate, e os mananciais ameaçados por assoreamentos e contaminações. Assim, a solução para os impactos derivados de processos construtivos reside em projetos criteriosos e devidamente fiscalizados.

Para tanto deverão ser adotados os seguintes itens, visando o controle e a mitigação dos referidos impactos:

- Controle do processo erosivo;
- Paisagismo;
- Proteção à fauna e flora;
- Melhoria de travessias urbanas;
- Transporte de produtos perigosos se houver;
- Reabilitação ambiental de áreas degradadas;
- Recuperação do passivo ambiental;
- Redução de desconforto e acidentes na fase de obras;
- Segurança e saúde da mão de obra;
- Controle de gases, ruídos e material particulado.

a) Fase de Implantação

Desapropriações na Faixa de Domínio

As áreas ao longo do segmento da rodovia a ser implantada tem sua desapropriação a cargo da Prefeitura, por se tratar de perímetro urbano e se constituir de um contorno viário, beneficiando o município e seus usuários.

Contratação de Mão de Obra

A contratação de mão-de-obra tende a se restringir ao pessoal não especializado, tendo em vista que as empreiteiras contratadas para a execução da obra em geral contam com um quadro técnico formado. A mão de obra local não especializada poderá ser mobilizada com impactos positivos, ainda que de pequena magnitude, sobre o emprego e a renda.

Instalação de Canteiros e Desmobilização

A instalação dos canteiros e o conjunto de atividades relacionadas à construção podem gerar impactos sobre o solo (uso do espaço físico e contaminação com óleos e graxas, com cimento, com resíduos domésticos e outros), sobre a água (óleos e graxas, despejos sanitários) e sobre o ar a emissão de poeiras, fumaça e gases de exaustão, (ruídos e vibrações). Todos são impactos próprios de atividades de construção, quando inevitáveis são temporários e de mitigação fácil e não muito custosa.

Esses impactos afetam em maior ou menor grau, a flora e a fauna.

Desmatamento e Limpeza do Terreno

Os desmatamentos e a limpeza dos terrenos são etapas de construção que requerem atenção devido aos impactos ambientais. Os desmatamentos devem ser amplos o suficiente para garantir a construção da obra e restrito à área de licenciamento de supressão vegetal, garantindo ao mesmo tempo, às necessidades mínimas exigidas para as operações de construção e de visibilidade dos motoristas (segurança do tráfego). Dessa forma, os desmatamentos devem ser conduzidos de forma criteriosa para não provocar maiores impactos como:

- A exposição dos solos e dos taludes naturais à erosão, que podem evoluir facilmente para a formação de processos erosivos profundos e extensos, afetando a rodovia e as propriedades vizinhas;
- Maior ocorrência de assoreamento e sobrecarga nos sistemas de drenagem, causando obstruções nas entradas de água e erosões nas saídas, frequentemente ameaçando de colapso o corpo estradal.

As soluções para estes impactos, como já observados no item anterior, residem na execução criteriosa dos projetos de engenharia.

Abertura de Caminhos de Serviço

Os caminhos de serviços, abertos para uso provisório durante a execução das obras para permitir a operação mais eficiente das máquinas e equipamentos de construção ou para garantir o acesso a áreas de exploração de materiais e insumos (água, areia, pedra, etc.). São, pelo próprio caráter de provisoriedade, implantados com o menor custo possível, economizando-se na abertura de vegetação, no movimento de terra, na transposição de talvegues, e dessa forma devem continuar sendo feitos.

Contudo, o simples abandono dos caminhos de serviço, a partir do momento em que se tornam desnecessários, pode acarretar problemas graves capazes de ameaçarem até mesmo a rodovia existente. Estes caminhos de serviço, cujos impactos ambientais são negativos, diretos e locais, são, contudo, reversíveis, bastando para isso, que se proceda a recuperação total das condições originais de toda e qualquer parte do terreno afetado pela sua construção, permitindo que as águas superficiais percorram seus trajetos naturais, sem impedimentos ou captações que fiquem fora do controle dos responsáveis pela conservação da rodovia.

Terraplenagem, Empréstimos e Bota-foras

As obras de terraplenagem exigem, em geral, o movimento de grandes volumes, gerando tráfego intenso de veículos pesados, onde a produtividade é associada à velocidade, modo comum de medir a recompensa pelo trabalho de operadores de máquinas e motoristas de caçambas (carreteiros).

As nuvens de poeira e a lama, nos trechos rurais, e a interferência com o público nas áreas mais povoadas (apesar de quase inexistentes no trecho em questão) preenchem o quadro necessário e suficiente para a ocorrência de acidentes.

Esta atividade deverá ser realizada de modo a não impactar os fundos de vale e drenagens, com disposição de materiais de bota-foras em locais apropriados.

Drenagem e Obras de Arte Correntes

Os sistemas de drenagem deficiente têm sido sempre os maiores causadores de problemas para a conservação das rodovias, afetando as propriedades lindeiras e gerando problemas sanitários para a população, as quais a rodovia deveria servir. Como já assinalado, o controle

dos impactos negativos derivados, dependerá da elaboração e fiscalização da execução do projeto e o atendimento às recomendações.

Impactos sobre a Flora e a Fauna

Deverão ser implantadas medidas de proteção durante a construção e visando a operação da rodovia como: construção de passagens de animais, implantação de bloqueio nos trechos em que a rodovia corta os remanescentes florestais; adaptação do sistema de drenagem para incorporar características que permitam o fluxo de animais e recomposição da vegetação na faixa de domínio onde necessário de acordo com as normas de segurança rodoviária com espécies nativas.

Exploração de Materiais de Construção

A exploração de materiais de construção tem causado perdas ambientais consideráveis, pela falta permanente de recuperação da área das escavações. Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação e conformação topográfica.

b) Fase de Operação e Conservação da Rodovia

A avaliação dos impactos ambientais decorrentes da fase de conservação diz respeito apenas à manutenção da rodovia, em perfeito estado de utilização operacional pelos seus usuários.

As atividades impactantes evidenciam-se pelo aumento do volume de tráfego de veículos, pela instalação e operação de postos de serviços e pela conservação.

Tais atividades podem induzir:

- Um moderado aumento de poluentes atmosféricos;
- Materiais particulados e gases;
- Erosão e instabilidade estrutural do solo;
- Desmatamento em pequena escala.

Deve-se considerar a poluição dos mananciais que poderá se causadas por operações de conservação ou por acidentes envolvendo cargas perigosas.

A operação da rodovia poderá desencadear, ainda, o surgimento de uma nova expectativa de crescimento econômico para a região pelo incremento às atividades turísticas, com a melhoria do nível de vida da população, fomento da estrutura produtiva e de serviço, geração de impostos e tributos, em função da melhoria das condições de acessibilidade à região.

14.2. Levantamentos ambientais

Levantamento do Passivo Ambiental

O levantamento do passivo ambiental consiste na localização e caracterização efetuadas em vistoria e medições em campo, abrangendo os elementos a seguir discriminados:

- Ocupações irregulares da faixa de domínio ou margem de rio por terceiros (lavouras, indústrias, loteamentos, etc.): que interfiram ou que tenham possibilidade de interferir com a implantação ou operação do empreendimento;
- Áreas de uso (canteiros, usinas, jazidas, pedreira areal, bota foras);
- Áreas de Valor Histórico, cultural, sítios arqueológicos, patrimônio natural e paisagístico;
- Áreas de Preservação Permanente;
- Remanescentes de Vegetação Nativa.

Todos estes levantamentos estão apresentados no Volume 3D - Componentes Ambientais.

14.3. Avaliação dos impactos ambientais

O diagnóstico ambiental mostra que a área de influência é uma região de fronteira econômica e como tal requer cuidado especial.

Dos impactos analisados quanto aos aspectos socioeconômicos, apresentam características positivas e referem-se principalmente a possibilidade de aquecimento na economia local, pelo aumento de postos de trabalho, diretos e indiretos e melhoria da circulação de pessoas.

14.4. Levantamento dos impactos e ações mitigadoras

No presente projeto foi previsto medidas para redução do impacto das obras sobre o meio ambiente. O aspecto mais importante destas medidas é o de evitar que as valas abertas para retirada de material para confecção do corpo estradal sejam causadoras de pontas de erosão ou geração de focos de enfermidade, e a eliminação dos efeitos causados na paisagem regional pelos terrenos desmatados para exploração de caixas de empréstimo, jazidas, execução de bota-fora, canteiros de obra, etc. Através da regeneração da natureza nestes locais.

Com o intuito de minimizar estes aspectos, são propostas algumas medidas para recompor os danos causados pela ação do homem. Tais medidas necessárias ao controle do impacto ambiental se relacionam com:

- Prevenção de danos ambientais;
- Proteção de áreas de taludes;
- Recuperação de danos físicos;
- Regeneração da natureza.

Proteção das Áreas de Taludes

Para as áreas a serem desmatadas ao longo do trecho, para a implantação de cortes e de aterros, foram previstos revestimentos vegetais, conforme quantitativos apresentados no projeto.

Para o revestimento vegetal foi escolhida grama comum compatível com a vegetação da região que apresenta compatibilidade com o tipo do solo local e possui boa capacidade de retenção no solo. Aliados ao revestimento, foram projetados dispositivos de drenagem superficial como dissipadores de energia hidráulica nos deságues, para redução da possibilidade de erosões.

Recuperação dos Danos Físicos

Apesar dos cuidados tomados nos projetos não é possível executar-se a obra sem haver danos físicos à natureza. Isto ocorre principalmente nas caixas de empréstimo, nas jazidas de solos e no canteiro de obras, onde a ação do homem pode provocar erosão, geração de focos de enfermidades ou assoreamento/poluição de mananciais.

Para mitigar os danos físicos nestes locais, foram previstos os serviços de estocagem de camada vegetal, conformação, drenagem e reposição de camada vegetal nas jazidas, além das medidas listadas a seguir.

Cuidados a serem tomados na exploração de jazidas de solo:

- Estocagem prévia da camada vegetal existente, para posterior reaproveitamento;
- Conformação dos taludes e do fundo das áreas exploradas, incluindo a execução de valetas de drenagem direcionadas para os cursos d'água mais próximos, e de eventuais barragens de contenção, para evitar-se o surgimento de erosão;
- Reposição de camada vegetal estocada, no fundo e nos taludes das jazidas;
- Utilização de terra vegetal e gramíneas para revestimento dos locais em que o material estocado for insuficiente.

Cuidados a serem tomados nos bota-fora:

- Estocagem prévia da camada vegetal existente no local, para reaproveitamento;
- Execução do bota-fora, com camadas com espessura máxima de 15 cm, compactadas;
- Conformação dos taludes do bota-fora, evitando-se arestas vivas adotando-se taludes suaves;
- Reposição da camada vegetal estocada sobre o bota-fora, complementando por terra vegetal e gramíneas, se o material estocado for insuficiente.

As outras áreas passíveis de movimentação tais como: áreas de canteiros de obras e caminhos de serviços deverão receber os seguintes tratamentos após utilização:

- Fechamento de fossas e outras depressões através de reaterro;
- Eliminação de áreas sujeita à estagnação de águas, através de drenagem feita com sistema de valetas;
- Implantação de revestimento vegetal.

Serviços de Preservação Ambiental

Os serviços de preservação e proteção ambiental a serem executados são:

- Revestimento vegetal por semeadura manual;
- Plantio de árvores e arbustos;
- Conformação de caixas de empréstimos e jazidas;
- Reposição de camada vegetal em caixas de empréstimo, jazidas e bota-foras.

Conclusões e ações a serem realizadas

Optou-se pela adoção dos seguintes métodos de revegetação nos diversos pontos de recuperação da rodovia.

Taludes de Cortes e Aterro

A semeadura manual se mostrou a melhor solução técnica econômica para a recuperação ambiental de caixas de empréstimo lateral e taludes do corpo estradal, uma vez que atende perfeitamente às necessidades de revegetação pretendidas com custo mais baixo do que os demais métodos de execução de cobertura vegetal normalmente utilizado.

Na sequência, apresentamos a tabela com as áreas devidas a serem recuperadas:

Tabela Áreas de Taludes de Corte e Aterro

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 25						
NOTA DE SERVIÇO DE SEMEADURA MANUAL						
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	OBSERVAÇÃO
INICIAL	FINAL					
GO-215						
0 + 0,00	12 + 0,00	E	240,00		188,56	
13 + 10,00	28 + 10,00	E	300,00		911,15	
30 + 0,00	168 + 0,00	E	2760,00		4.644,79	
15 + 0,00	145 + 0,00	D	2600,00		6.057,59	
TOTAL (m²):					11.802,08	

Áreas de Jazidas de Cascalho

Para as jazidas de cascalho como é previsto o fornecimento do material, com indenização devida, a recuperação é de responsabilidade do fornecedor.

Interseções

Para estas áreas especificamente, optou-se pela adoção do método de enleivamento para o revestimento vegetal. Uma vez que os acessos exigem maior atenção dos usuários, a eficiência do revestimento faz com que rapidamente os acessos estejam revestidos e sabemos que a vegetação tem a função também de informar aos usuários à ocorrência de situações que exigem maior atenção.

Tabela Áreas de Revestimento Vegetal em Mudras (Interseções)

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 24						
NOTA DE SERVIÇO DE ENLEIVAMENTO						
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	OBSERVAÇÃO
INICIAL	FINAL					
GO-215						
0 + 0,00	168 + 0,00	LE/LD	3360,00	var	39.186,45	Canteiro Central - incluindo interseção e retornos
TOTAL (m²):					39.186,45	

14.5. Quadro resumo de quantidades

Quadro Resumo de quantidades

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
Semeadura Manual	11.802,08	m²
Revestimento vegetal em mudras	39.186,45	m²

15. PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS

É objeto do presente, o enfoque pormenorizado do Canteiro de Obras, que é de fundamental importância do ponto de vista estratégico para perfeito desenvolvimento dos serviços. São aqui enfocados a logística do canteiro, das instalações industriais e itens específicos de cada frente de serviço.

Na fase inicial, com todos os recursos sendo mobilizados, com as equipes sendo formadas e com a infraestrutura básica em montagem, é originada uma série de problemas que abrangem desde as necessidades de refeições e escolha de fornecedores, às liberações de áreas de implantação, ao recrutamento e seleção do pessoal para os serviços iniciais e à mobilização e apoio dos primeiros equipamentos.

A solução rápida e eficaz dos vários aspectos da questão determinará o sucesso obtido na implantação, com consequências diretas ao desenvolvimento futuro da obra.

Têm-se assim condições de identificar e quantificar perfeitamente os vários problemas a resolver e através da estrutura existente, prestar eficiente apoio aos serviços iniciais de implantação da obra, garantindo uma mobilização inicial adequada.

A conveniência gerencial de se agruparem numa mesma área as estruturas técnicas, administrativa e de produção, é a obtenção de melhorias sensíveis na eficiência de comando e no apoio logístico, além de economia de transportes, com evidentes benefícios a obra.

Todas as instalações do canteiro de obras devem ser projetadas e dimensionadas de modo a atender às necessidades da obra em suas várias fases, cumprir as normas, especificações e possibilitar seu reaproveitamento em outras obras.

Deverão ser adotados quatro tipos básicos de construção, conforme sua utilização:

- **Madeira:** Tipo pré-fabricado, para utilização principalmente em edificações administrativas e comunitárias;
- **Alvenaria:** Utilizadas onde principalmente as condições sanitárias exigirem, tais como cozinhas e sanitários;
- **Metálica:** Galpões modulados utilizados de modo geral nas instalações industriais,
- **Container:** Utilizados nos canteiros com áreas de trabalho restritas e estruturas de menor monta, simplificando os serviços de instalação e remoção do canteiro e sua reutilização. Será utilizado na fase de mobilização da obra.

A firma executora irá determinar o melhor local para a instalação do canteiro.

A seguir descrições de áreas com sugestão de dimensões, que poderão ser adequadas de acordo com a necessidade e disponibilidade da área disponibilizada ou escolhida, como ponto estratégico para a execução das obras do contorno e duplicação.

15.1. Descrição das instalações

15.1.1. Escritório de Obra

Deverá abrigar toda a equipe técnica-administrativa da obra, a quem caberá a coordenação e controle dos serviços executados.

Estas unidades deverão ser pré-fabricadas em madeira, tipo Madezatti, ou similar.

Este sistema apresenta grandes vantagens para construções provisórias, além de atender perfeitamente as condições desejáveis de conforto, estética e economia de custos. Terá uma área de 160,00m² (20 x 8m).

15.1.2. Guarita

Esta edificação deverá ter uma área total de 15,00 m², e ser construída em madeira.

15.1.3. Laboratório

A fim de controlar a qualidade dos materiais, tanto antes como depois de processados, deverá ser montado um laboratório central na área das instalações industriais, o qual terá também, a incumbência de regular as unidades de produção e acompanhar suas condições de funcionamento para garantir o atendimento das Especificações Técnicas.

Sua área construída será de 120,00 m² e deverá ser de madeira pré-fabricada.

Para acompanhar os trabalhos de campo, o laboratório central deverá contar com dois pequenos laboratórios volantes, equipados conforme as tarefas que lhes forem atribuídas.

15.1.4. Almoxarifado

A estocagem de peças e materiais de consumo na construção da obra, com exceção do aço, cimento, aditivos para concreto e madeira para formas, os quais terão estocagem específica, será feita em um único almoxarifado.

Com área de 50,00 m² e pé-direito de 3,50 m, o almoxarifado garantirá a estocagem do material, suficiente para o cumprimento do cronograma da obra.

Além da referida área coberta, foram previstas anexas ao mesmo, áreas complementares para depósito e guarda de materiais e equipamentos brutos, não deterioráveis com a ação do tempo.

15.1.5. Lavador

A área destinada ao lavador deverá ser de aproximadamente 99,00 m². A seguir mostraremos a memória de cálculo do mesmo.

15.1.6. Estacionamento de Veículos Leves

A área destinada a estacionamento de veículos leves com aproximadamente 100,00 m², será construída em estrutura de madeira, cobertura em telha de amianto, abertura nas laterais e piso com forro de brita.

15.1.7. Oficina de Manutenção

Para atendimento das manutenções preventivas e corretivas dos equipamentos, deverá ser montada, no próprio canteiro industrial, uma oficina mecânica, abrangendo seções de solda, máquinas operatrizes, eletricidade, mecânica geral, borracharia e escritório. Sua área coberta será de 180,00 m² (20 x 9m).

15.1.8. Estacionamento de Máquinas

A área destinada ao estacionamento de máquinas não será coberta, apenas o piso receberá forro de brita.

15.1.9. Gerador

O gerador será instalado num galpão de madeira com área de 25,00m².

15.1.10. Tanque de Combustível e Estocagem de Asfalto

A estocagem de combustível será composta de 2 tanques para óleo diesel de 15.000,00 mil litros e 1 tanque para gasolina de 15.000,00 mil litros e a estocagem de asfalto com 2 tanques de 10.000,00 mil toneladas.

15.1.11. Pátio de Pré-moldados

O pátio de pré-moldados será construído numa área de 80,00 m² com piso em concreto de 10 cm de espessura, para estocagem dos tubos de concreto.

15.1.12. Central de Concreto

A central de concreto terá uma área coberta de 24,00 m² com piso em concreto de 10 cm de espessura.

A produção de concreto visa especificamente a confecção de tubos de concreto para bueiros.

A central será equipada com uma betoneira de 320 litros e carrinhos de mão.

15.1.13. Central de Armação

A central de armação constará de um galpão de madeira, com 60,00 m² de área construída e, como na carpintaria, possui áreas externas para a estocagem de ferro bruto e armação

beneficiada. Nesta central terão máquinas para corte e dobra de ferros, como também mesa para fabricação de cabos com as respectivas áreas de estoque para cabos e bainhas.

15.1.14. Central de Carpintaria

A carpintaria constará de um galpão de madeira com 60,00 m² de área construída e áreas para estocagem de madeira bruta e fôrmas. Prevê-se que praticamente todas as fôrmas da obra sejam fabricadas nesta central.

15.1.15. Refeitório e Cozinha

O prédio do refeitório deverá ser construído de madeira, com painéis modulados, tendo sido dimensionado para fornecer alimentação em suas dependências para 60 pessoas simultaneamente.

A construção deverá obedecer todos os preceitos necessários à higiene e segurança, e conterá todos os equipamentos especificados e necessários à sua boa operação. A área de construção deverá ser de 240,00 m².

Deverá ser previsto também, sanitário para atendimentos aos comensais.

15.1.16. Sanitários

Os sanitários de campo a serem utilizados serão do tipo SANITÁRIO QUÍMICO, modelo padrão de mercado de fácil instalação e remoção.

15.1.17. Área de Estacionamento e Pátio

A área de estacionamento e pátio, com aproximadamente 1.600,00m², destina-se a estacionamento de veículos leves ou não, bem como circulação e manobra dos mesmos, sendo construído sem cobertura, com piso forrado de brita.

16. ESPECIFICAÇÕES

São as seguintes as especificações a serem empregadas nas obras:

Terraplenagem

GOINFRA-ES-T 001/2019 - Serviços Preliminares

GOINFRA-ES-T 002/2019 - Caminhos de Serviço

GOINFRA-ES-T 003/2019 - Cortes

GOINFRA-ES-T 004/2019 - Empréstimos

GOINFRA-ES-T 005/2019 - Aterros.

Drenagem

GOINFRA-ES-DRE 007/2019 - Sarjetas e Valetas

GOINFRA-ES-DRE 006/2019 - Meio-Fio

GOINFRA-ES-DRE 008/2019 - Entradas e Descidas D'Água em Taludes

GOINFRA-ES-DRE 002/2019 - Dissipadores de Energia

GOINFRA-ES-DRE 009/2019 - Bueiros Tubulares de Concreto

GOINFRA-ES-DRE 003/2019 - Drenos Subterrâneos

Pavimentação

GOINFRA-ES-PAV 01/2019 - Regularização do Subleito

GOINFRA-ES-PAV 002/2019 - Sub-base e Base Estabil. Granulometr. com ou sem mistura.

GOINFRA-ES-PAV 04/2019 - Sub-base e Base de Solo Melhorado com Cimento

GOINFRA-ES-PAV 007/2019 - Imprimação

GOINFRA-ES-PAV 008/2019 - Pintura de Ligação

GOINFRA-ES-PAV 010/2019 - Tratamento Superficial Duplo

GOINFRA-ES-PAV 012/2020 - Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente

Obras complementares

GOINFRA-ES-OC 01/2019 - Cercas

GOINFRA-ES-OC 002/01 – Proteção Vegetal

Sinalização

GOINFRA ES-SIN 001/2019 - SEGURANÇA NO TRÁFEGO RODOVIÁRIO SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

GOINFRA ES-SIN 002/2019 - SEGURANÇA NO TRÁFEGO RODOVIÁRIO SINALIZAÇÃO VERTICAL

Recebimento de Obra

GOINFRA- IT - 003/2019 – Recebimento de Obras

17. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

18. TERMO DE ENCERRAMENTO

Este projeto de Engenharia Duplicação da GO-215 (Trecho: Perímetro Urbano de Pontalina e Entr. GO-040), sentido acesso à BR-153, com extensão de 3,38 km, possui 224 (duzentos e vinte e quatro) páginas, incluindo esta, e é encerrado por este termo.

Goiânia, 07 de agosto de 2025.