



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS

**AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
GOINFRA**

ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA DO CONTORNO DE PONTALINA, LIGAÇÃO DAS RODOVIAS GO-215 E GO-040

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO

JULHO/2025

1	Sumário	
1	APRESENTAÇÃO.....	8
1.1	INTRODUÇÃO	8
1.2	COMPOSIÇÃO DO VOLUME	8
1.3	DESCRIÇÃO DA RODOVIA.....	8
1.4	MAPA DE SITUAÇÃO	9
2	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	11
2.1	METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DOS ESTUDOS.....	11
2.2	DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E SUAS RESPOECTIVAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	12
2.3	IMPLANTAÇÃO DA REDE MARCOS DE APOIO TOPOGRÁFICO.....	14
2.3.1	METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO.....	14
2.3.2	QUADRO RESUMO DO PROCESSAMENTO DE LINHAS DE BASE.....	18
2.3.3	AJUSTAMENTO DE REDE	19
2.3.4	TABELA DE COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS FINAIS PÓS PROCESSADAS DOS MARCOS DE CONTRAOLE.....	21
2.3.5	VERIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA E ERRO LINEAR RELATIVO	21
2.3.6	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REDE DE MARCOS DE CONTROLES IMPLANTADOS.....	23
2.3.7	MONOGRAFIA DOS MARCOS GEODÉSICOS DE APOIO TOPOGRÁFICO ..	24
2.3.8	LEVANTAMENTOS CADASTRAIS PLANIALTIMÉTRICO	27
2.3.9	LEVANTAMENTO CADASTRAL DOS PONTOS NOTÁVEIS.....	27
2.3.10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
3	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	30
3.1	Caracterização da Área de Projeto.....	31
3.1.1	Relevo	31
3.1.2	Vegetação	31
3.1.3	Hidrografia.....	32
3.1.4	Clima	33
3.2	Pluviometria.....	36
3.3	Metodologia do Estudo Hidrológico	42
3.3.1	Período de Retorno	43
3.3.2	Determinação da Intensidade de Chuva.....	44
3.3.3	Justificativa para Adoção das Estações Pluviométricas.....	53
3.3.4	Método de Dimensionamento das Vazões Excedentes	53
3.3.5	Determinação do coeficiente de escoamento.....	54
3.3.6	Coeficiente de escoamento superficial - C.....	54
3.3.7	Método do “Soil Conservation Service (SCS)” - CN.....	55
3.4	Definição dos dados físicos das bacias hidrográficas	59
3.4.1	Tempo de concentração	59
3.4.2	Método racional	60
3.4.3	Método racional corrigido	61

3.4.4	Hidrograma unitário	62
3.5	Bases Cartográficas e Dados Topográficos	70
3.5.1	Bacia 01 –CORREGO MATEIRO – HUT	71
	72	
3.5.2	Memoria de calculo das vazoes.....	77
3.5.3	Resumo das Obras de Arte Correntes e Especiais.....	79
3.6	Mapa das Bacias Hidrográficas.....	80
4	ESTUDOS GEOLÓGICOS.....	85
4.1	Execução dos Estudos	85
4.2	Aspectos Regionais.....	85
4.2.1	Localização	85
4.2.2	Caracterização Geológica	86
4.2.3	Ocorrências para o contorno em estudo	89
5	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	101
5.1	Introdução	101
5.2	Estudo do Subleito	101
5.3	Coleta de Amostras.....	101
5.4	Ensaio.....	102
5.5	Estudos de Empréstimos para Aterros	102
5.6	Estudos de Ocorrências de Materiais para Pavimentação	102
5.7	Ocorrência de Material Granular	103
6	ESTUDO DE TRÁFEGO	105
6.1	Introdução	105
6.2	Posto de Contagem e Resultado da Contagem	105
6.3	Classificação da Via	106
6.4	Cálculo do Número N	107
6.5	Apresentação do Resultado	109
7	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	110
7.1	Introdução	110
7.2	Cálculo dos Volumes de Terraplenagem.....	110
7.3	Fator de Homogeneização (F):.....	115
7.4	Resumo da distribuição de massas.....	119
7.5	Crerios Adotados para Elaboração das Notas de Serviço	120
8	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	123
8.1	Introdução	123
8.2	Dimensionamento do Pavimento.....	123
8.3	Memória de Cálculo.....	126

8.3.1	Regularização do subleito	127
8.3.2	Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura	127
8.3.3	Base estabilizada granulometricamente	127
8.3.4	Imprimação.....	128
8.3.5	Pintura de Ligação.....	128
8.3.6	C.B.U.Q.....	128
8.3.7	Consumo	129
8.3.8	Distâncias de Transporte	130
9	PROJETO DE DRENAGEM.....	131
9.1	PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL	131
9.1.1	Meio-fio	132
9.1.2	Valetas de Proteção.....	133
9.1.3	Sarjetas de corte.....	136
9.1.4	Entradas e Descidas D'água.....	137
9.2	Drenagem Subterrânea	140
9.3	Dissipadores de energia	142
9.4	Aplicação	143
9.4.1	Período de Retorno.....	143
9.4.2	Coeficiente de Run-Off.....	144
9.4.3	Tempo de Concentração	145
9.4.4	Vazões de Projeto	146
9.4.5	Determinação da Intensidade de Chuva	146
9.5	Velocidade de Projeto	154
9.6	Área de Contribuição.....	155
9.7	Comprimento limite dos Dispositivos Projetados.....	155
9.7.1	Meio Fio com Sarjeta.....	155
9.7.2	Valeta de Proteção de Corte e Aterro	161
9.7.3	Sarjeta de Corte	164
9.7.4	Dreno	166
9.8	Meios-fios	168
9.8.1	Meios-fios	168
9.8.2	Guias.....	168
9.8.3	Materiais.....	169
9.8.4	Concreto de cimento.....	169
9.8.5	Controle Tecnológico.....	169
9.8.6	Controle da produção (execução)	169
9.8.7	Controle geométrico	170
9.8.8	Controle de acabamento.....	170
9.9	Entradas e Descidas D`águas.....	170
9.9.1	Descidas d`água.....	170
9.9.2	Entradas d`água	170
9.9.3	Materiais.....	171
9.9.4	Controle dos insumos	171

9.9.5	Controle da produção (execução)	171
9.9.6	Controle geométrico	171
9.9.7	Controle de acabamento	172
9.10	Sarjetas e Valetas	172
9.10.1	Sarjetas	172
9.10.2	Valetas	172
9.10.3	Condições gerais	173
9.10.4	Materiais	173
9.10.5	Concreto de cimento	173
9.10.6	Revestimento vegetal	173
9.10.7	Controle dos insumos	173
9.10.8	Controle da produção (execução)	174
9.10.9	Controle geométrico	174
9.10.10	Controle de acabamento	174
9.1.	Dreno Longitudinal	175
9.10.11	Drenos profundos	175
9.10.12	Materiais	175
9.10.13	Tubos dreno perfurados	175
9.10.14	Tubos dreno corrugados de polietileno de alta densidade – PEAD	175
9.10.15	Controle de insumos	176
9.10.16	Controle da produção (execução)	176
9.10.17	Controle geométrico	177
9.11	Dissipadores de Energia	177
9.11.1	Materiais	177
9.11.2	Concreto de cimento	177
9.11.3	Concreto ciclópico	178
9.11.4	Concreto armado	178
9.11.5	Controle dos insumos	178
9.11.6	Controle da produção (execução)	178
9.11.7	Controle geométrico	179
9.11.8	Controle de acabamento	179
9.12	Projeto de Obras de Arte Correntes	179
9.12.1	Bueiros Tubulares	180
9.12.2	Metodologia	180
9.12.3	Dimensionamento dos Bueiros	180
9.12.4	Declividade de Instalação	181
9.12.5	Comprimento dos Bueiros	182
9.12.6	Estrutural	183
9.12.7	Resultados Obtidos	184
9.13	Memória de Cálculo	189
9.13.1	Meio-fio	189
9.13.2	Dreno Longitudinal Profundo	190
9.13.3	Escavação de Material para a Execução do Dreno	191
9.13.4	Boca de Dreno (saída)	191
9.13.5	Valeta de Corte	191

9.13.6	Sarjeta de Corte	192
9.13.7	Entrada D`água/ Descida D`água	194
9.13.8	Obra de Arte Corrente	195
9.13.9	Apresentação do Projeto de Drenagem e OAC	195
10	PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	197
10.1	Introdução	197
11	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	198
11.1	Introdução	198
11.2	Sinalização Horizontal	198
11.2.1	Introdução	198
11.2.2	Características técnicas.....	199
11.3	Sinalização vertical.....	205
11.3.1	Introdução	205
11.3.2	Características Técnicas	205
12	PROJETO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO	216
12.1	Introdução	216
12.2	Fatores de segurança rodoviária.....	217
12.3	RESULTADOS OBTIDOS	220
12.4	APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	220
13	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	221
13.1	Introdução	221
13.2	Defensas	222
13.3	Resultados obtidos.....	224
14	PROJETO PAISAGÍSTICO E MANEJO AMBIENTAL.....	225
14.1	Introdução	225
14.2	Identificação dos Impactos Ambientais Significativos.....	225
14.3	Levantamentos ambientais.....	228
14.4	Avaliação dos impactos ambientais.....	229
14.5	Levantamento dos impactos e ações mitigadoras.....	229
14.6	Quadro resumo de quantidades	232
15	PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS.....	233
15.1	Introdução	233
15.2	Descrição das instalações.....	234
15.2.1	Escritório de Obra.....	234
15.2.2	Guarita	234
15.2.3	Laboratório	234
15.2.4	Almoxarifado	234
15.2.5	Lavador	234
15.2.6	Estacionamento de Veículos Leves.....	235

15.2.7	Oficina de Manutenção.....	235
15.2.8	Estacionamento de Máquinas.....	235
15.2.9	Gerador	235
15.2.10	Tanque de Combustível e Estocagem de Asfalto	235
15.2.11	Pátio de Pré-moldados.....	235
15.2.12	Central de Concreto	235
15.2.13	Central de Armação	235
15.2.14	Central de Carpintaria	236
15.2.15	Refeitório e Cozinha.....	236
15.2.16	Sanitários	236
15.2.17	Área de Estacionamento e Pátio	236
16	especificações.....	237
	GOINFRA- IT - 003/2019 – Recebimento de Obras	238
17	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	239
18	TERMO DE ENCERRAMENTO	240

1 APRESENTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

O Volume 1 - RELATÓRIO DO PROJETO compõe a coleção de Volumes referentes ao Projeto Executivo de Engenharia do Contorno de Pontalina, interligando a GO-215 e a GO-040, na região sul do município, com extensão total de 2,66 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;
- 4 - Quantitativos.

1.3 DESCRIÇÃO DA RODOVIA

O contorno de Pontalina tem sua estaca 0 no entroncamento com a GO-215, já nas proximidades do perímetro urbano do município em questão, desenvolvendo uma extensão de 2,66 km no sentido leste até alcançar o entroncamento com a rodovia GO-040.

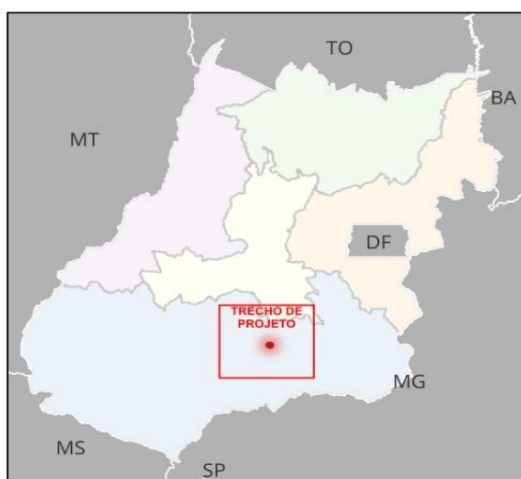
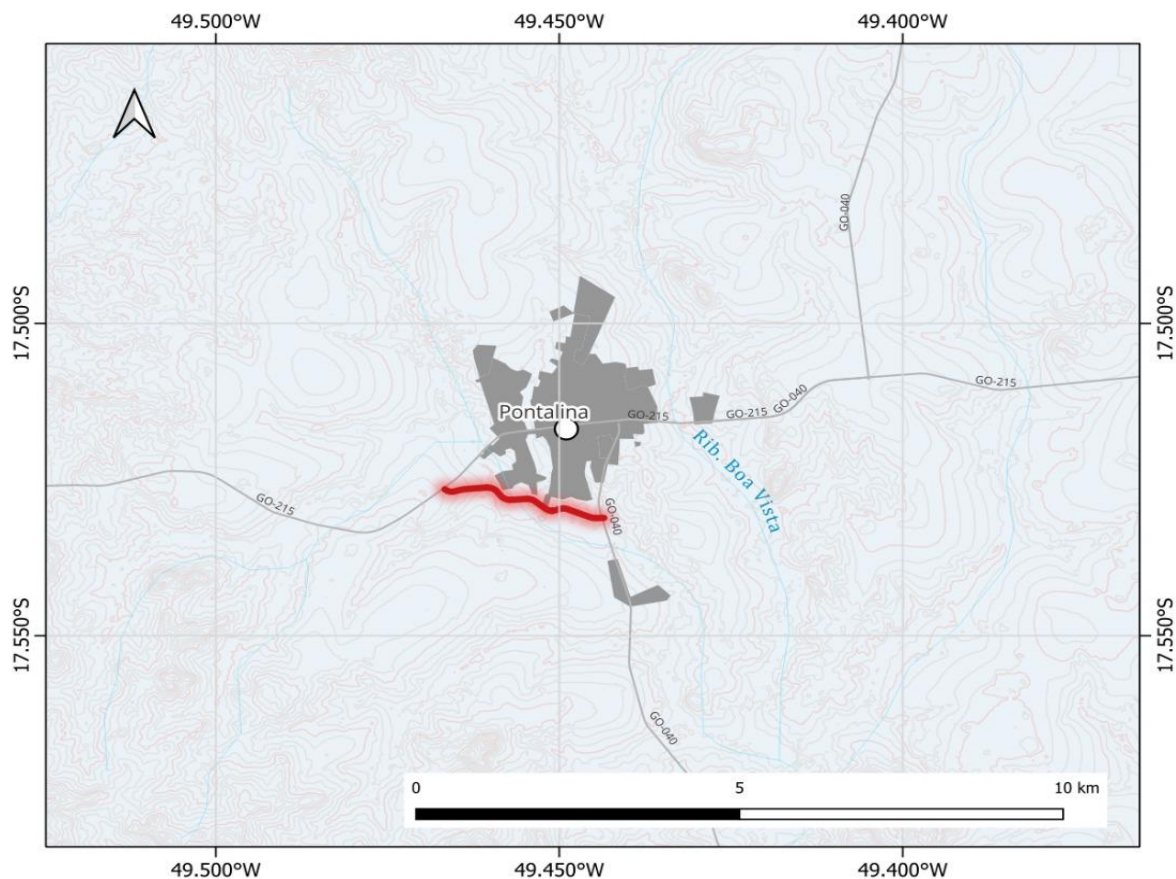
O segmento em questão atravessa uma região ondulada, onde predominam os latossolos vermelhos. A diretriz da via, em estudo, apresenta um greide moderado, de acordo com a topografia local, atendendo às especificações e normas da GOINFRA, devendo ser implantada com plataforma de terraplenagem de 12,60 m.

O sistema de drenagem ao longo do contorno, de acordo com a diretriz adotada, foi projetado para atender às necessidades do segmento em questão. Ao longo deste segmento, a diretriz atravessa o Córrego Mateiro e o Ribeirão Lava-pés, como os mais significativos cursos d'água a serem transpostos.

1.4 MAPA DE SITUAÇÃO

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

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- LOCALIDADE
- TRECHO DE PROJETO
- RODOVIA ESTADUAL
- PAVIMENTADA
- NÃO PAVIMENTADA
- RODOVIA FEDERAL
- MESORREGIÕES DE GOIÁS
- CENTRO GOIANO
- LESTE GOIANO
- NOROESTE GOIANO
- NORTE GOIANO
- SUL GOIANO

FONTE: GOINFRA, SIEG, IBGE

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 para Pavimentação do Anel Viário de ligação das Rodovias GO-215/Entr. GO-040, no município de Pontalina, Estado de Goiás.

A atividade integra o escopo de atendimento ao Processo SEI nº 202100036004759, 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.

Este estudo apresenta, de forma detalhada, os procedimentos metodológicos adotados, os equipamentos utilizados, os dados obtidos, bem como o processamento e análise das informações geoespaciais que compõem a base cartográfica do empreendimento.

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 foi inicialmente fornecida pela Prefeitura Municipal de Pontalina, servindo como base preliminar para a definição do traçado. Com base nessa diretriz, foram realizados levantamentos em campo para validação, correção de alinhamentos e ajuste às condições topográficas e ambientais locais. A diretriz definitiva foi georreferenciada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SIRGAS 2000), reprojeta para o sistema UTM, com indicação do fuso correspondente, conforme orientações da IP-02/2024.

b) Implantação da Rede Geodésica de Apoio Topográfico

A implantação da rede geodésica seguiu as diretrizes do Capítulo 5 da IP-02/2024, utilizando tecnologia GNSS de dupla frequência e metodologia de Posicionamento Relativo Estático (PRE). Os marcos de controle (1ª ordem) foram estrategicamente distribuídos de forma a cercar e dar suporte topográfico à área do projeto devidamente georreferenciados ao sistema SIRGAS 2000, com processamento baseado em estações da RBMC GOJA e MGUB com tempo mínimo de rastreamento de 5 horas consecutivas e ajustamento por Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). Dada a curta extensão do trecho (3,26 km), não houve necessidade de implantação da rede da poligonal principal (2ª ordem), pois a rede de marcos de controle foi suficiente para garantir a precisão e estabilidade dos levantamentos.

c) Levantamento Planialtimétrico Cadastral

O levantamento da superfície do terreno e das feições relevantes foi realizado com o uso de tecnologia GNSS/RTK, a partir da rede geodésica implantada, garantindo acurácia e consistência nas coordenadas planialtimétricas.

Posteriormente, com o objetivo de refinar as informações topográficas e obter maior densidade e detalhamento, foi executado aerolevantamento com tecnologia LIDAR (Light Detection and Ranging), o qual permitiu a geração de um Modelo Digital de Terreno (MDT) de alta resolução. Essa combinação de métodos assegurou uma representação precisa do relevo, mesmo em áreas com cobertura vegetal densa.

d) Definição do Eixo Longitudinal

A partir dos dados do levantamento cadastral e do MDT obtido, foi definida a geometria do eixo longitudinal do projeto. Os pontos do eixo foram locados em campo com intervalo regular de 20 metros, utilizando tecnologia GNSS. A materialização dos pontos do eixo seguiu as recomendações da IP-02/2024, permitindo o seu uso como referência para futuras etapas do projeto executivo e implantação da obra.

e) Apresentação dos Produtos Finais

Os produtos finais 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 $\pm 8 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ (horizontal) e $\pm 15 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ (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 $\pm 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ (horizontal) e $\pm 15 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ (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 $\pm 1 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ (horizontal) e $\pm 1,5 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ (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 $\pm 2 \text{ cm}$ 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 $\pm 1 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ (horizontal) e $\pm 2 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ (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 traslado 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

configuração foi adotada para garantir a cobertura de toda a extensão de 2,5 km, respeitando o critério de geometria triangular adequada da rede.

Os tempos de rastreio registrados para cada ponto foram os seguintes:

Tabela 1 - Tempo de operação de rastreio relativo estático.

Marco	Início	Fim	Duração	Épocas	Método de Campo	Altura antena
M-01	17/01/2025 5 12:36	17/01/2025 18:21	05:45:40	2074	Estático	1,6785
M-02	20/01/2025 5 12:23	20/01/2025 19:11	06:48:25	4901	Estático	1,6762
M-03	22/01/2025 5 12:32	22/01/2025 20:39	08:07:05	5845	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): GOJA (Jataí /GO) e MGUB (Uberlândia/MG).

**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		

Figura 2 – Estação RBMC GOJA

**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 3 – 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 (International 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.

Os resultados atenderam plenamente aos critérios de acurácia e confiabilidade posicional estabelecidos.

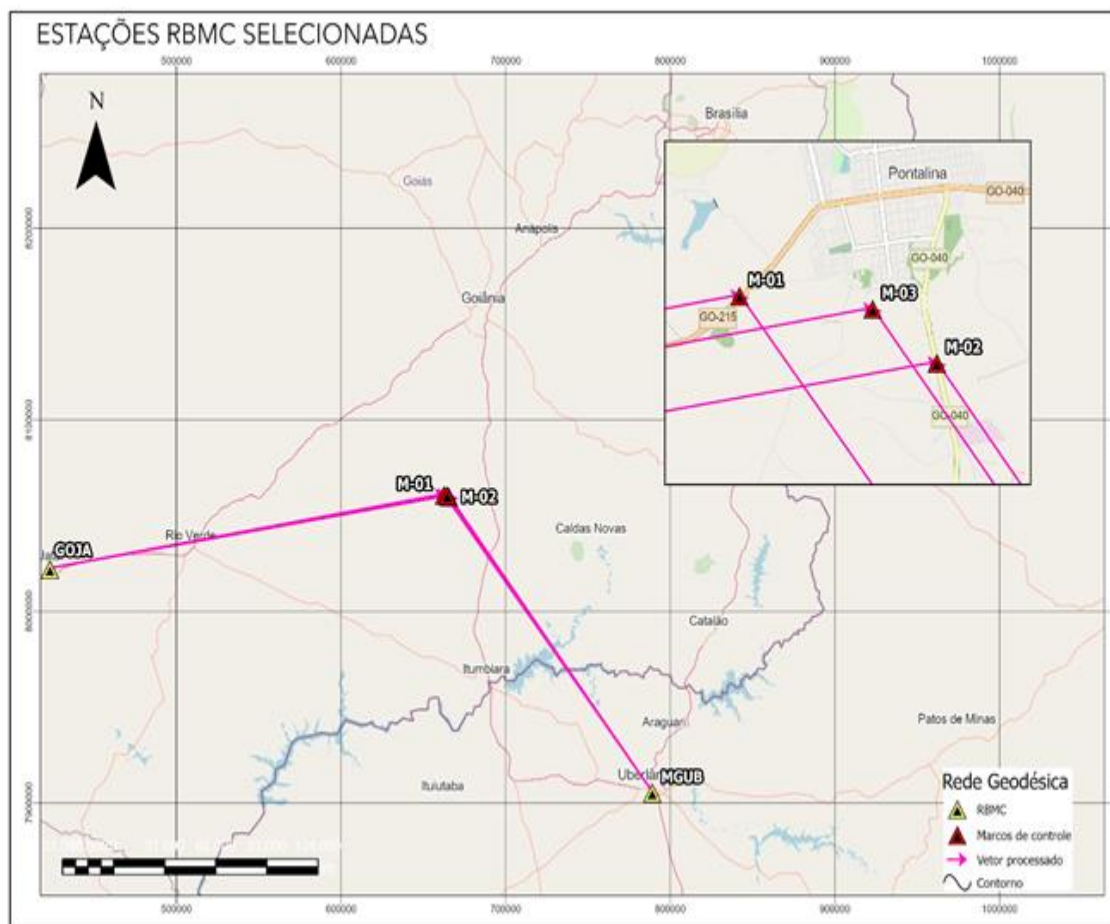


Figura 4 – Exemplo para escolha de estação de rede ativa da RBMC.

2.3.2 QUADRO RESUMO DO PROCESSAMENTO DE LINHAS DE BASE

Relatório de processamento das linhas de base								
Resumo do processamento								
Observação	De	Para	Tipo de solução	Precisão de H (Metro)	Prec. V (Metro)	Azimute geodésico	Distância do elip. (Metro)	ΔAltura (Metro)
MGUB --- M-02 (B144)	MGUB	M-02	Fixo	0,021	0,075	320°29'32"	197985,612	-283,027
MGUB --- M-01 (B136)	MGUB	M-01	Fixo	0,028	0,095	320°00'18"	200423,029	-232,095
MGUB --- M-03 (B146)	MGUB	M-03	Fixo	0,011	0,037	320°24'17"	199088,392	-272,990
GOJA --- M-03 (B114)	GOJA	M-03	Fixo	0,028	0,095	81°07'41"	244500,423	-159,013
GOJA --- M-02 (B115)	GOJA	M-02	Fixo	0,026	0,096	81°19'01"	245310,818	-169,093
GOJA --- M-01 (B116)	GOJA	M-01	Fixo	0,023	0,097	81°01'06"	242627,972	-118,251

Figura 5 – Resumo do Processamento de linhas de base.

2.3.3 AJUSTAMENTO DE REDE

Observações de GNSS ajustadas					
Parâmetros de transformação					
Rotação de azimute: 0,006 seg (DRMS) 0,002 seg					
Fator de escala: 0,99999991 (DRMS) 0,00000001					
ID de observação		Observação	Erro a posteriori	Residual	Padronizado Residual
MGUB -> M-01 (PV136)	Az.	320°00'18"	0,004 seg	-0,002 seg	-0,970
	ΔAlt.	-232,187 m	0,026 m	-0,048 m	-1,794
	Dist. elips.	200423,037 m	0,005 m	0,008 m	1,205
MGUB -> M-03 (PV146)	Az.	320°24'17"	0,002 seg	0,000 seg	1,096
	ΔAlt.	-272,982 m	0,014 m	0,008 m	1,444
	Dist. elips.	199088,391 m	0,003 m	-0,001 m	-1,033
GOJA -> M-03 (PV114)	Az.	81°07'41"	0,003 seg	-0,001 seg	-0,452
	ΔAlt.	-159,049 m	0,014 m	-0,037 m	-1,059
	Dist. elips.	244500,413 m	0,005 m	-0,009 m	-1,298
GOJA -> M-01 (PV116)	Az.	81°01'06"	0,003 seg	0,000 seg	0,127
	ΔAlt.	-118,254 m	0,026 m	0,032 m	1,155
	Dist. elips.	242627,977 m	0,005 m	0,005 m	1,011
MGUB -> M-02 (PV144)	Az.	320°29'32"	0,003 seg	0,000 seg	-0,020
	ΔAlt.	-283,031 m	0,023 m	0,004 m	0,200
	Dist. elips.	197985,611 m	0,005 m	0,000 m	-0,095
GOJA -> M-02 (PV115)	Az.	81°19'01"	0,003 seg	0,000 seg	-0,068
	ΔAlt.	-169,098 m	0,023 m	-0,006 m	-0,196
	Dist. elips.	245310,818 m	0,005 m	0,000 m	0,074

Figura 6 – 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°19'55"	0,003 seg	1 : 26985890	1 : 27042851
		ΔAlt.	118,255 m	0,026 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	242627,956 m	0,005 m		
M-01	MGUB	Az.	140°23'03"	0,004 seg	1 : 21869749	1 : 21831670
		ΔAlt.	232,187 m	0,026 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	200423,020 m	0,005 m		
M-02	GOJA	Az.	260°37'19"	0,003 seg	1 : 31720748	1 : 31830505
		ΔAlt.	169,099 m	0,023 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	245310,796 m	0,004 m		
M-02	MGUB	Az.	140°51'48"	0,003 seg	1 : 22646703	1 : 22607698
		ΔAlt.	283,031 m	0,023 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	197985,594 m	0,004 m		
M-03	GOJA	Az.	260°26'09"	0,003 seg	1 : 38602031	1 : 38733830
		ΔAlt.	159,050 m	0,014 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	244500,392 m	0,003 m		
M-03	MGUB	Az.	140°46'42"	0,003 seg	1 : 28385116	1 : 28315065
		ΔAlt.	272,982 m	0,014 m		
		ΔElev.	?	?		
		Dist. elips.	199088,373 m	0,004 m		

Figura 7 – Termos da covariância.

2.3.4 TABELA DE COORDENADAS PLANIALTIMÉTRICAS FINAIS PÓS PROCESSADAS DOS MARCOS DE CONTROLE

Tabela 2: Coordenadas finais pós processadas.

MARCOS DE CONTROLE - SRG SIRGAS 2000								
Marco	Fuso	Este	Norte	Latitude	Longitude	Hgeo (m)	Ondulação geoidal (m)	Hnor (m)
M-01	22L	662507,5800	8061377,0310	S17°31'40,8794350"	O49°28'08,7297931"	637,054	-10,77	647,824
M-02	22L	665356,7820	8060544,7430	S17°32'07,2000284"	O49°26'31,8967594"	586,210	-10,77	596,980
M-03	22L	664430,1000	8061215,2030	S17°31'45,6371557"	O49°27'03,5022074"	596,259	-10,77	607,029

2.3.5 VERIFICAÇÃO DE TOLERÂNCIA E ERRO LINEAR RELATIVO

Tabela 3: Verificação de tolerância e erro linear relativo.

COORDENADAS 01						COORDENADAS 02						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	662507,580	8061377,031	637,054	-10,77	647,824	M-01	662507,590	8061377,019	637,051	-10,77	647,821	0,01000	-0,01200	0,003
M-02	665356,782	8060544,743	586,210	-10,77	596,980	M-02	665356,782	8060544,744	586,224	-10,77	596,994	0,00000	0,00100	-0,014

M-03	664430,100	8061215,203	596,259	-10,77	607,029	M-03	664430,102	8061215,201	596,282	-10,77	607,052	0,00200	-0,00200	-0,023
------	------------	-------------	---------	--------	---------	------	------------	-------------	---------	--------	---------	---------	----------	--------

Tabela 4: Exemplo de 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-02	-2849,202	832,288	50,844	2,969	-2849,192	832,275	50,827	2,969	-0,010	0,013	0,017	0,024	7,956999	1:125.675,52
M-02M-03	926,682	-670,460	-10,049	1,144	926,680	-670,457	-10,058	1,144	0,002	-0,003	0,009	0,010	8,476192	1:117.977,51
M-03M-01	1922,520	-161,828	-40,745	1,930	1922,512	-161,818	-40,769	1,930	0,008	-0,010	0,024	0,027	14,096621	1:70.938,99

2.3.6 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REDE DE MARCOS DE CONTROLES IMPLANTADOS



Figura 8 - Exemplo de mapa de localização da rede marcos 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	17/01/25
Estado	GO	Município	Pontalina	Tempo de Rastreio	05:45:40
Receptor	CONNAV56	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBMC - GOJA e MGUB
Antena	S6 internal	Altura da antena (m)	1,679	Meridiano Central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
COORDENADAS GEODESICAS					
Latitude	S17°31'40,8798316"	Longitude	O49°28'08,7294338"	Altitude Geométrica (m)	637,054
Norte (m)	8061377,031	Este (m)	662507,58	Fuso	22L
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,77	Modelo	hgoidINOR_IMBITUBA	Altitude Normal	647,824
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,006	σ Longitude (m)	0,007	σ Altitude (m)	0,038
DESCRIÇÃO					
Marco de concreto com chapa de alumínio no topo.					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					
Marco localizado na margem direita da GO-215 próximo a entrada oeste de Pontalina					

Figura 9: Monografia M-01.

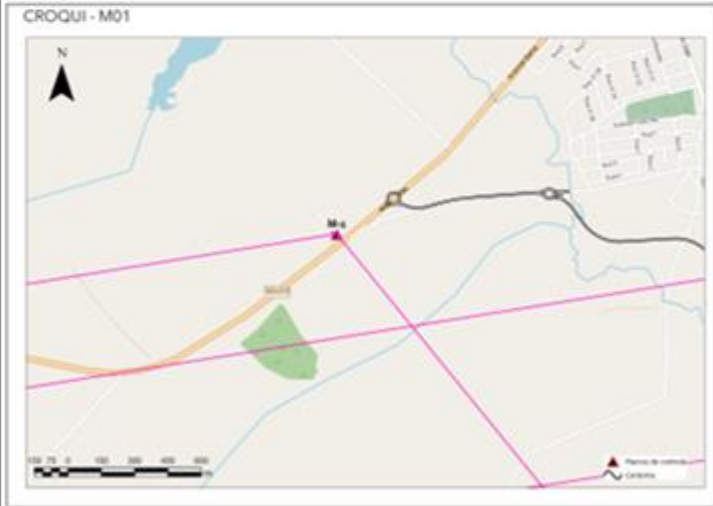
MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)					
Nome	M1	Referência	RBMC - IBGE	Data rastreio	17/01/25
Estado	GO	Município	Pontalina	Tempo de Rastreio	05:45:40
Receptor	CONNAV56	Elipsóide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBMC - GOJA e MGUB
Antena	S6 internal	Altura da antena (m)	1,679	Merdiano Central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
COORDENADAS GEODESICAS					
Latitude	S17°31'40,8798316"	Longitude	O49°28'08,7294338"	Altitude Geométrica (m)	637,054
Norte (m)	8061377,031	Este (m)	662507,58	Fuso	22L
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,77	Modelo	hgao11NOR_1M51TUBA	Altitude Normal	647,824
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,006	σ Longitude (m)	0,007	σ Altitude (m)	0,038
DESCRIÇÃO					
Marco de concreto com chapa de alumínio no topo.					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					
Marco localizado na margem direita da GO-215 próximo a entrada oeste de Pontalina					

Figura 10: Monografia M-02.

MONOGRAFIA DE MARCO GEODESICOS DE APOIO (GNSS)					
Nome	M3	Referência	RBMC - IBGE	Data rastreio	22/01/25
Estado	GO	Município	Pontalina	Tempo de Rastreio	08:07:00
Receptor	R8s Trimble	Elipsoide	GRS 1980	Tipo de processamento	RBMC - GOJA e MGUB
Antena	R8s Internal	Altura da antena (m)	1,692	Merdiano Central	-51°W
DATUM: SIRGAS 2000 (ÉPOCA 2004.5)					
COORDENADAS GEODESICAS					
Latitude	S17°31'45,6370705"	Longitude	O49°27'03,5021948"	Altitude Geométrica (m)	596,259
Norte (m)	8061215,203	Este (m)	664430,1	Fuso	22L
Correção Ondulação Geoidal Mapgeo2020	-10,77	Modelo	HydroidNOR_IMBITUBA	Altitude Normal	607,029
DESVIO PADRÃO PÓS AJUSTAMENTO					
σ Latitude (m)	0,002	σ Longitude (m)	0,007	σ Altitude (m)	0,008
DESCRIÇÃO					
Marco em estrutura cilíndrica de concreto.					
FOTOGRAFIAS					
					
ITINERÁRIO					
Marco localizado a 88 metros da rua do gogó próximo a fábrica da Italcac					

Figura 11: Monografia M-03.

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-03**. 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 aerolevantamento 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 fundiárias ao longo do traçado.



Figura 12: 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.

A tabela de coordenadas dos pontos cadastrados, representando os vértices georreferenciados do levantamento planialtimétrico executado encontra-se em **ANEXO** neste Volume.

2.3.10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133:2021 – Execução de Levantamento Topográfico. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15777:2018 – Convenções Topográficas para Cartas e Plantas Cadastrais. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretrizes Básicas de Projetos Rodoviários. Brasília: DNIT, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Instrução Normativa nº 55, de 16 de setembro de 2021. Estabelece diretrizes para o levantamento de estações de referência materializadas em campo. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 17 set. 2021.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos Associados ao Sistema Geodésico Brasileiro. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Modelo hgeoHNOR2020 para conversão de altitudes geométricas em altitudes normais. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. (Relatórios Metodológicos, v. 47).
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS. Rio de Janeiro: IBGE, abr. 2008.
- GOINFRA – AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. IP-02/2024 – Instrução de Projetos Rodoviários: Estudos Topográficos. Goiânia: GOINFRA, 2024.
- SPECTRA GEOSPATIAL. Survey Office – User Guide. Version 5.10. Westminster, CO: Spectra Precision, 2023.
- INTERNATIONAL GNSS SERVICE (IGS). Precise Ephemerides Product Overview. [S.l.]: NASA Jet Propulsion Laboratory, 2023. Disponível em: <https://igs.org/products>. Acesso em: 22 maio 2025.
- DJI ENTERPRISE. Zenmuse L2 Specifications. Shenzhen: DJI, 2024. Disponível em: <https://enterprise.dji.com/zenmuse-l2/specs>. Acesso em: 22 maio 2025.
- DJI ENTERPRISE. Matrice 350 RTK – Specifications. Shenzhen: DJI, 2024. Disponível em: <https://enterprise.dji.com/matrice-350-rtk/specs>. Acesso em: 22 maio 2025.
- AUTODESK. Autodesk Civil 3D 2024 – System Requirements. San Rafael, CA: Autodesk Inc., 2024. Disponível em: <https://www.autodesk.com>. Acesso em: 22 maio 2025.

3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

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 talvegues 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.

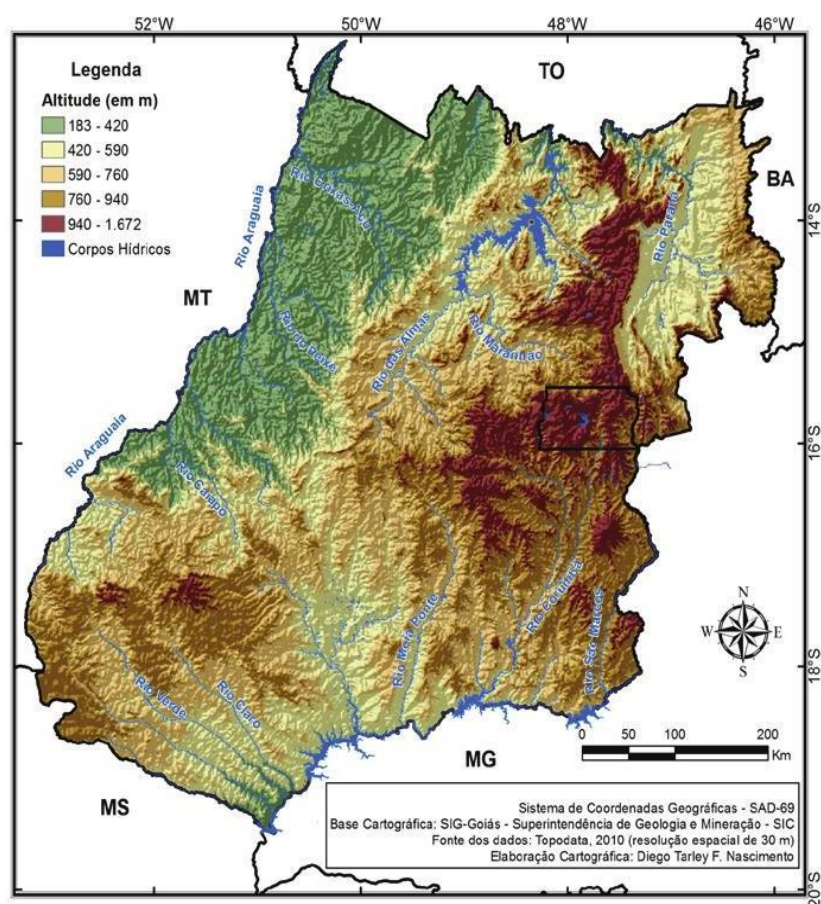


Figura 4 - Altimetria do estado de Goiás (Fonte: Oliveira, Ivanilton José de - 2016).

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.

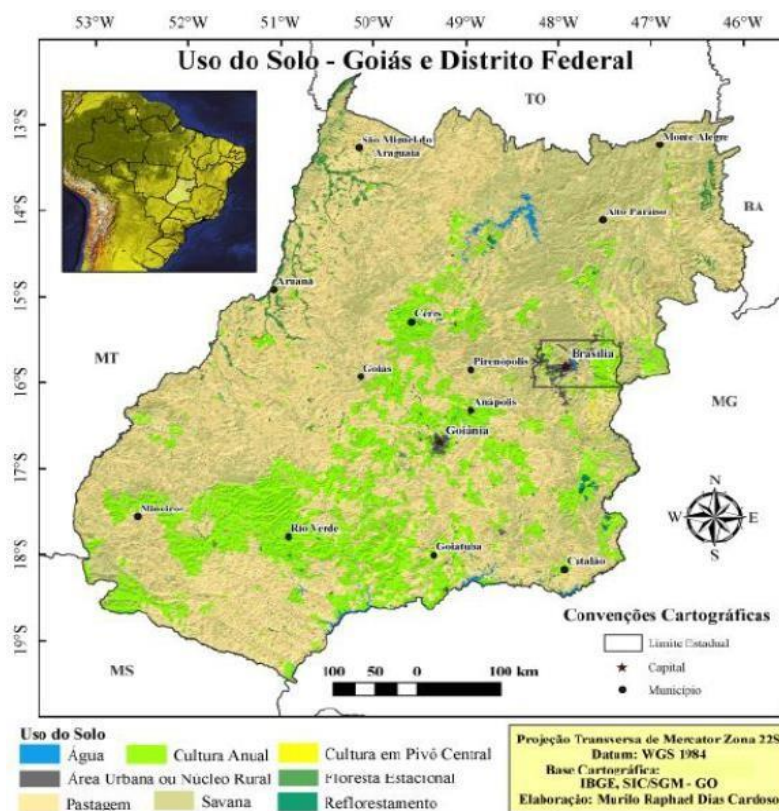


Figura 5 - Uso do solo no estado de Goiás (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012)

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 a Avenida Contorno são o Corrego Mateiro e o Ribeirão Lavapes.

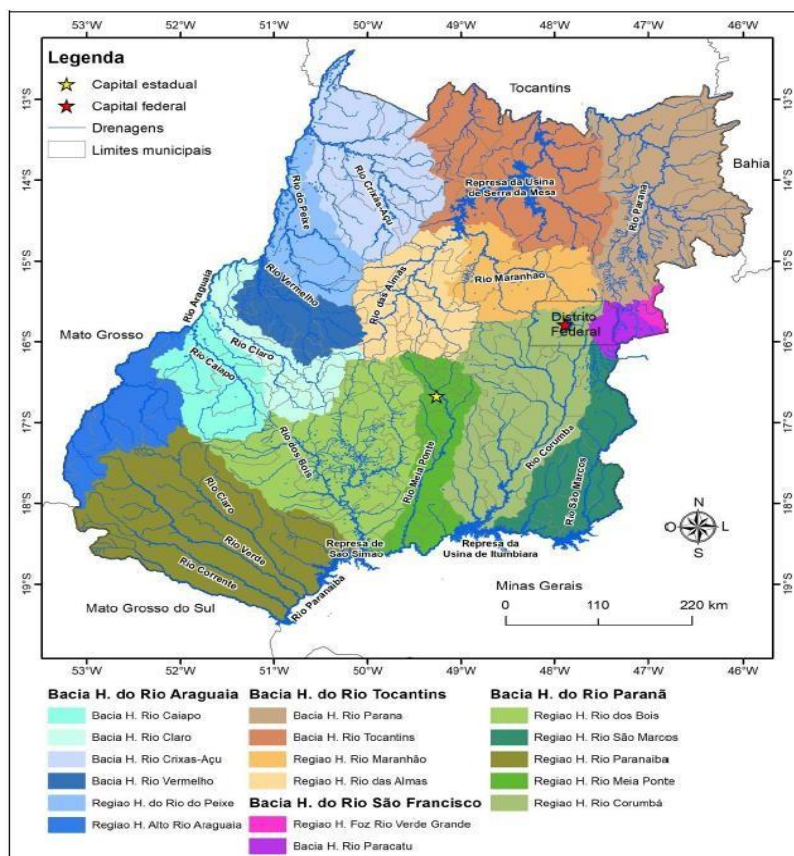


Figura 6 - Hidrografia do estado de Goiás (Fonte: Ferreira Nascimento, Diego T.).

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.

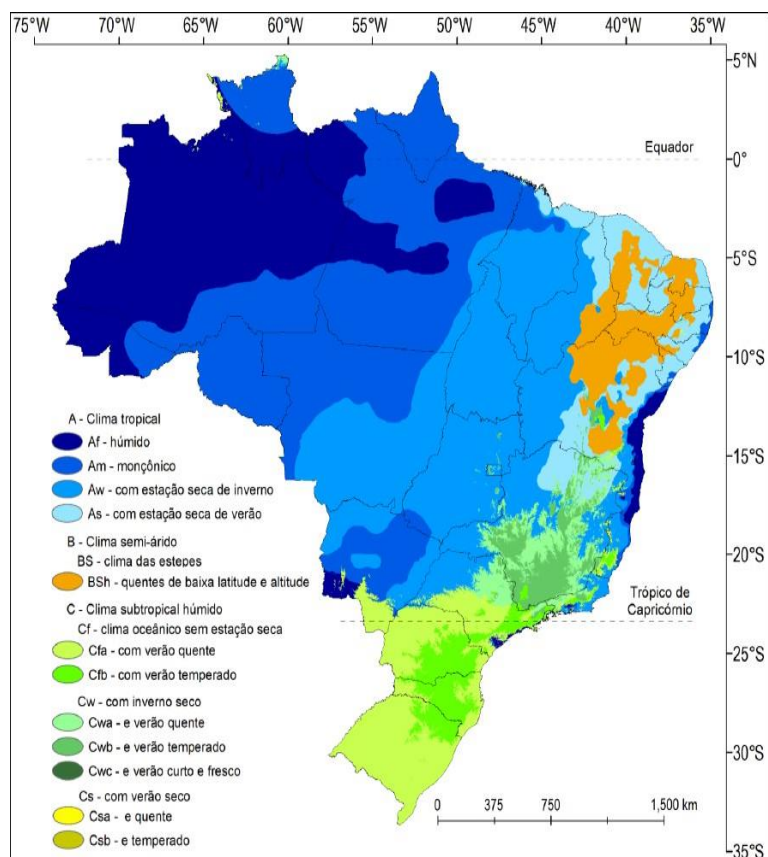


Figura 7 - Classificação climática de Köppen-Geiger para o Brasil (Fonte: Geografando, 2014).

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.

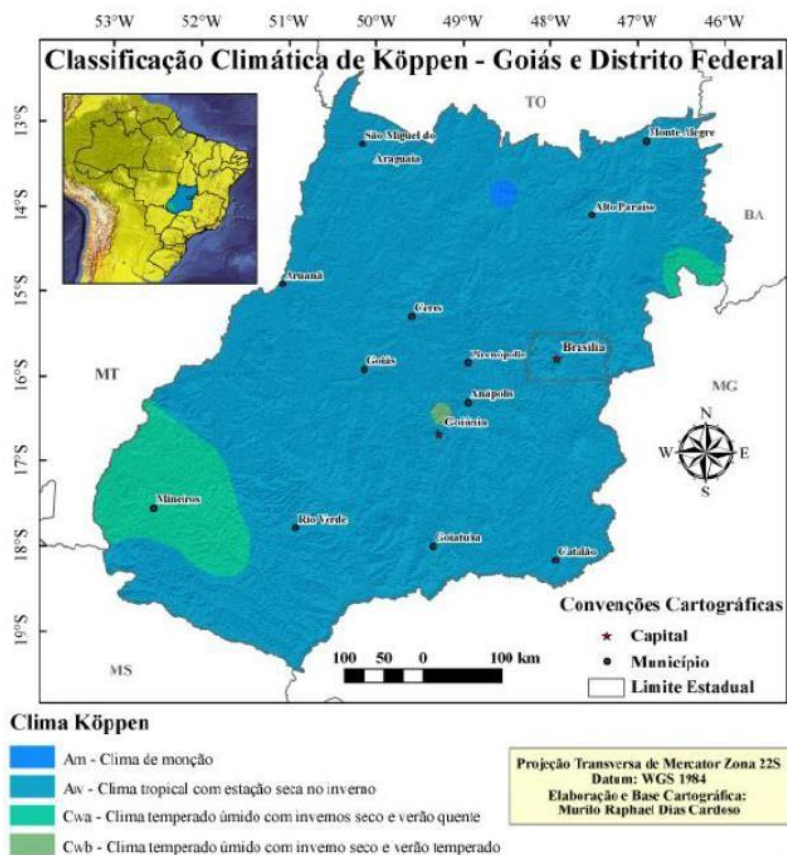


Figura 8 – Classificação climática de Koppen-Geiger para Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

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.

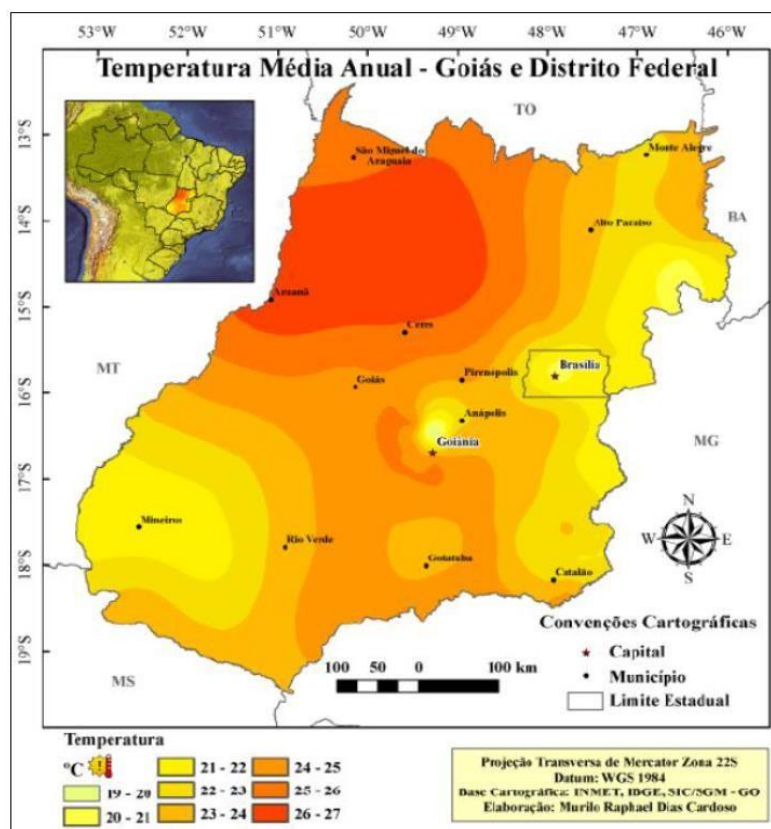


Figura 9 - Temperatura média anual Goiás e DF (Fonte: Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros – 2012).

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.

3.2 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 PARANÁ
Sub-bacia	-
Rio	-
Estado	GOIÁS
Município	PONTALINA
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-17,52
Longitude	-49,44
Altitude (m)	-
Área 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
TRECHO: CONTO RNO 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 04/02/2025
PERÍODO : 1974 A 2006 (25 ANOS)
UF : Goiás
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	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	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	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.

Estação N° 01749004 – Pontalina

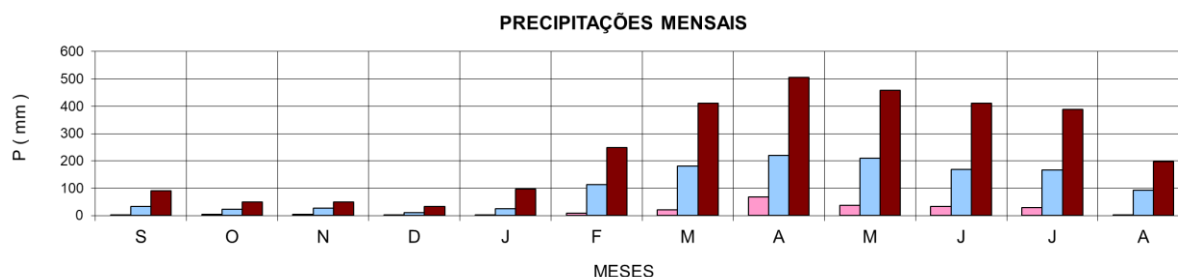


Figura 14 – Precipitações totais mensais (ano civil)

**HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES DE CHUVAS DE 1970 A 2004
ESTAÇÃO DE PONTALINA**

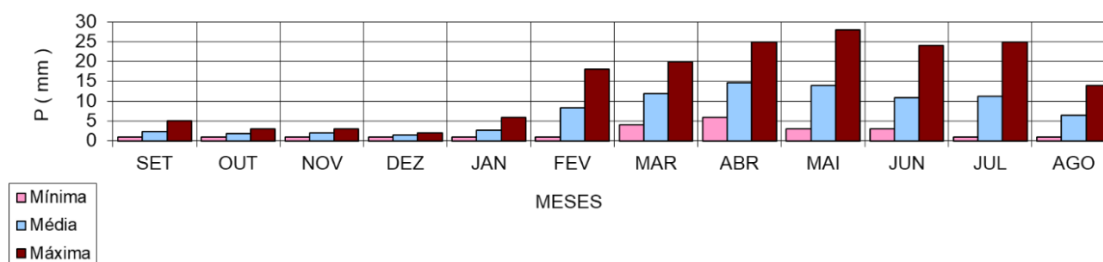


Figura 15 – Precipitações totais mensais (ano hidrológico)

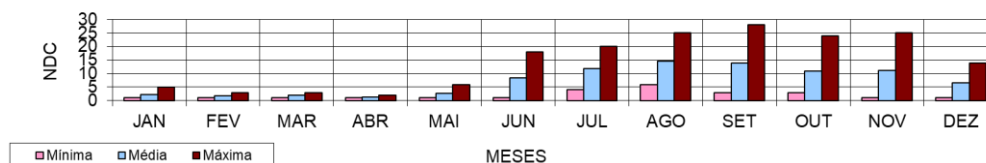
MÉDIA DO NÚM. DE DIAS DE CHUVAS (NDC) DE 1970 A 2004
ESTAÇÃO DE PONTALINA

Figura 16 – 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).

Nmin = 39 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).

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.

3.3 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).*

3.3.1 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.

3.3.2 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					ENTIDADE : ANA			
CÓDIGO : 01749004					LATITUDE : 17°31'00"			
PERÍODO : 1974 A 2006					LONGITUDE : 49°26'28"			
DATA DIA/MÊS/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

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 - Pr (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.

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: $\bar{P} = 80,08$ $\sum P = 2.002,10$ $\sum (\bar{P} - P)^2 = 10.024,65$ $m - 1 = 24$ $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{m - 1}} = 20,44$
	$Pr = \bar{P} + \sigma \times K$ $Pr = 80,08 + K \times 20,44$

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

Tabela 20 - Valores de Ven Te Chow – Pontalina Nº 01949004

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.

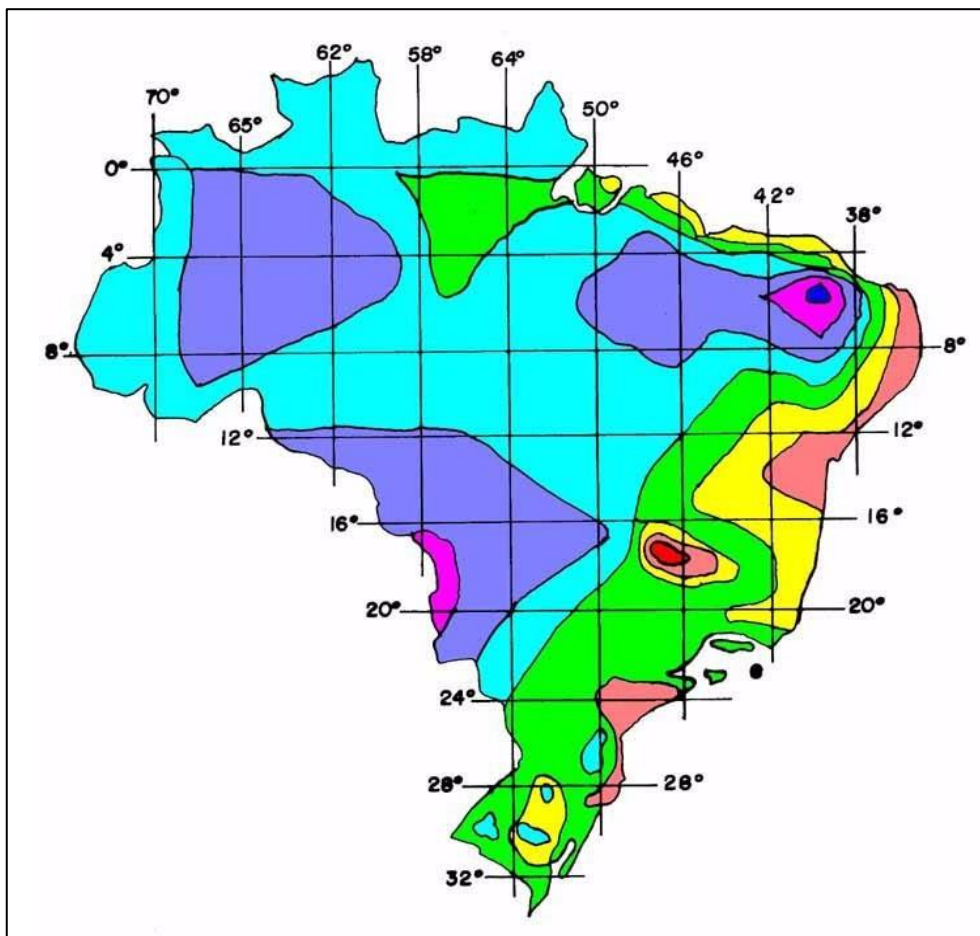


Figura 22 - Mapa de
Isozonas Tabela 22 – Tabelas
de Isozonas

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 24 – 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) = $P_{Tr}(mm) \times 1,10$, onde $P_{Tr}(mm)$ 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.

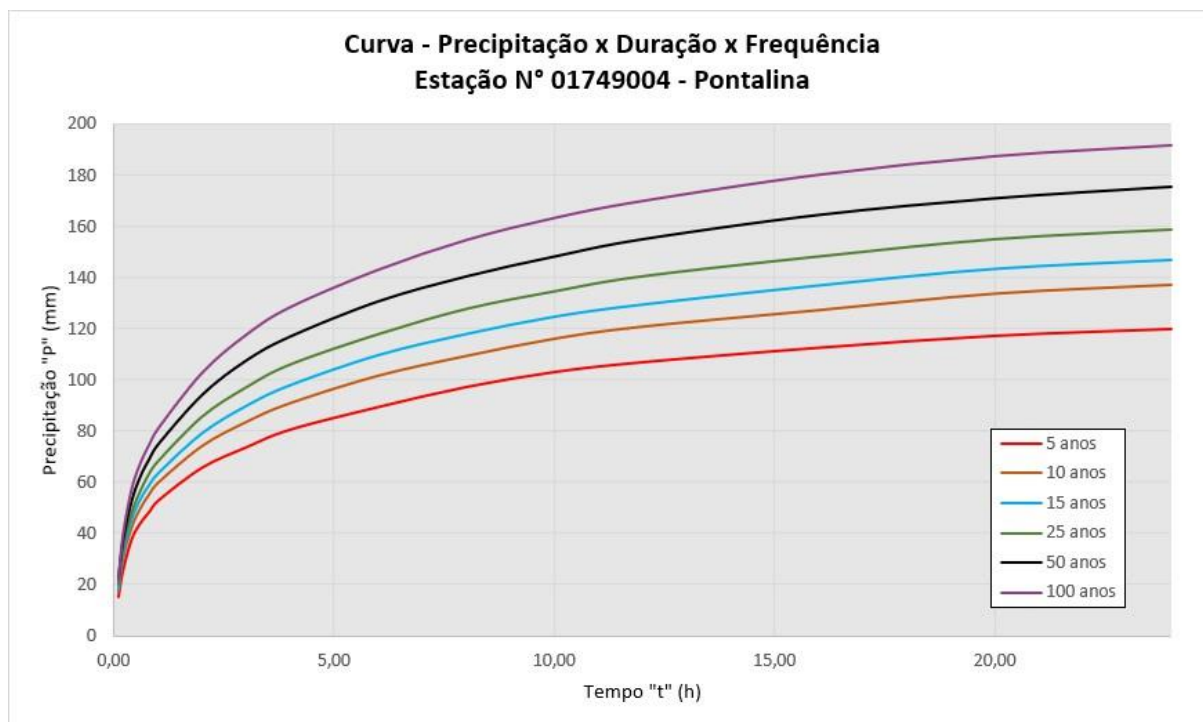


Figura 25 - Precipitação x Duração x Frequência

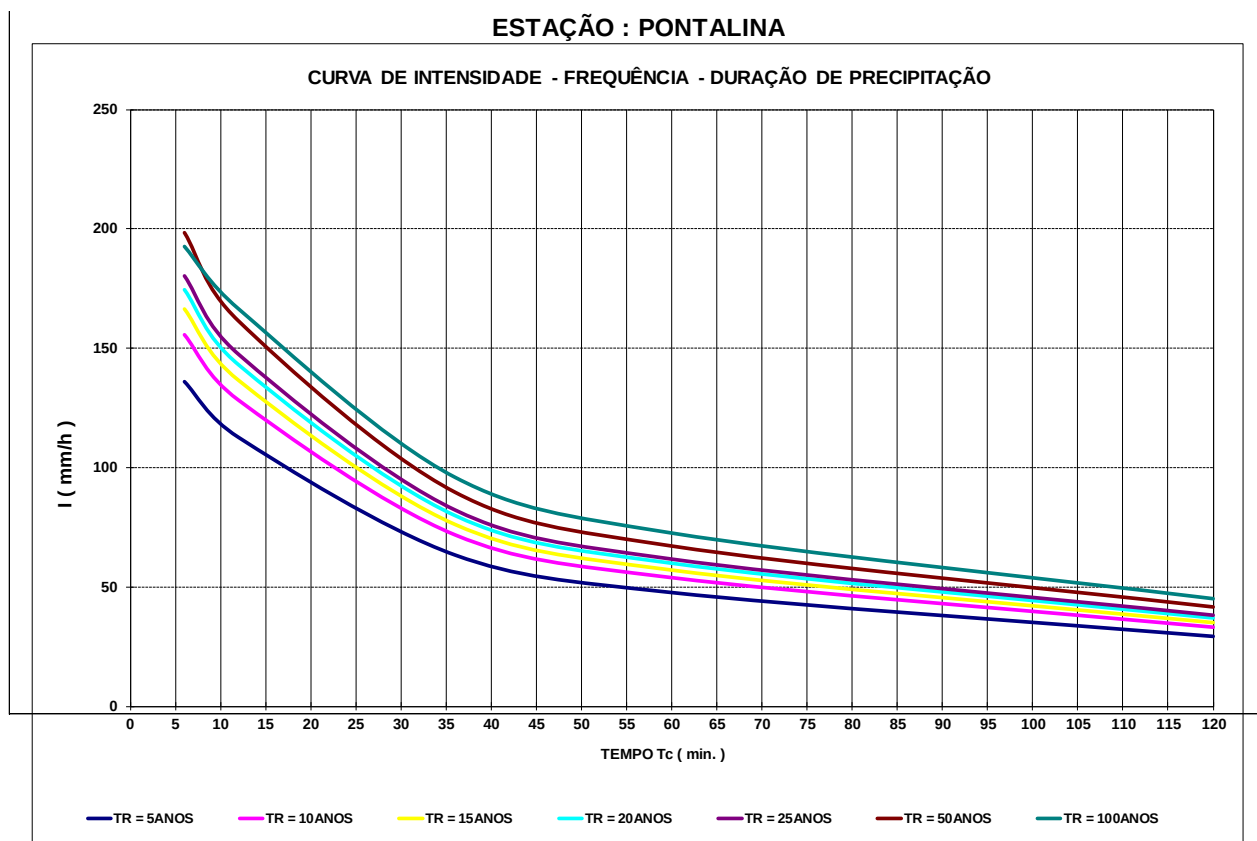
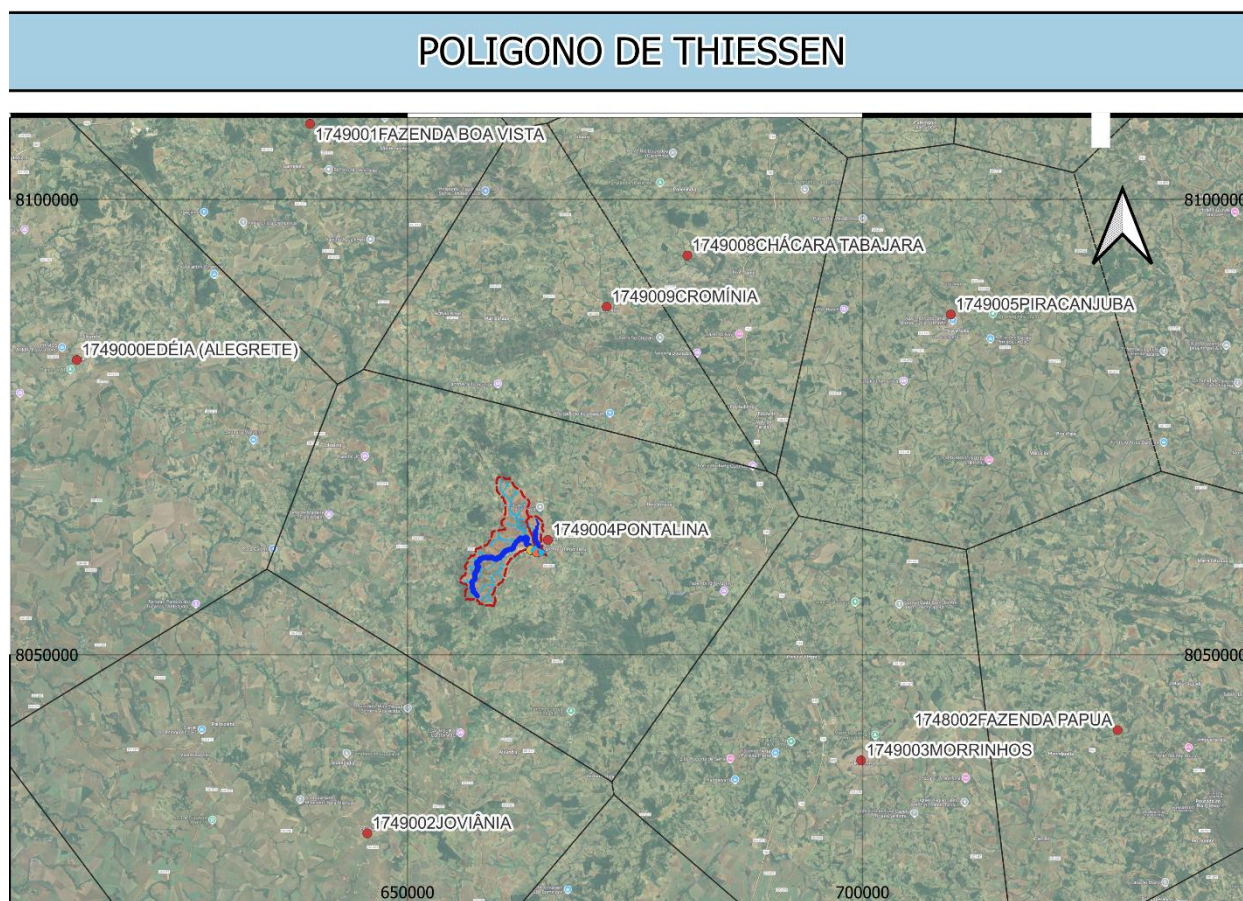


Figura 26 - Intensidade x Duração x Frequência

3.3.3 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.



3.3.4 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 ($hexc$), multiplicada pela área de drenagem (A), fornece o volume de escoamento superficial direto.

$$V_{esd} = A \times hexc$$

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.

3.3.5 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.

3.3.6 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 no *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 25 - 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.

3.3.7 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.

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

$$P + 0,8 S_R$$

Equação 2 - SCS

$$P > 0,2S$$

Onde:

QD = altura do escoamento superficial
direto, mm; P = altura da precipitação, mm;

SR = 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 SR 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 SR na seguinte equação:

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

$$CN-254$$

Equação 3 - Sr

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 26 – 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.

3.4 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.

3.4.1 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 consequentemente 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:

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

Equação 4.1 - Tempo de concentração (Kirpich)

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

Equação 4.2 - Tempo de concentração (Kirpich Modificada)

Sendo:

TC= tempo de concentração, em
horas; L= comprimento do curso
d'água, em km;

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

3.4.2 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:

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

Equação 5 - Vazão método Racional

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, Tc. 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 Tc de 10 minutos para a drenagem superficial.

3.4.3 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:

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

Equação 7 - Coeficiente de retardo

Onde:

A= área da bacia, em km²;

L= Comprimento do talvegue, em km.

3.4.4 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.

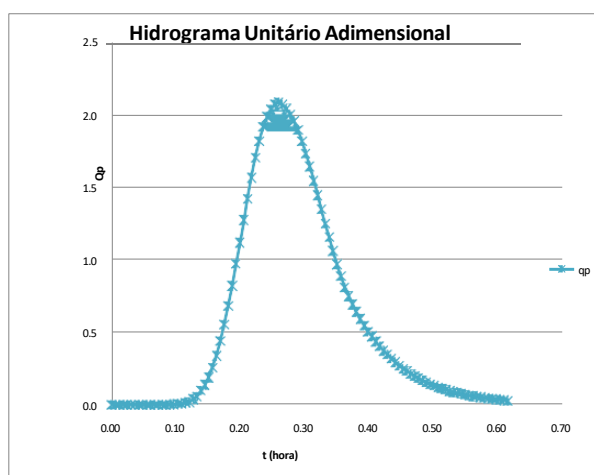


Figura 28 - Gráfico HUT (Autor)

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:

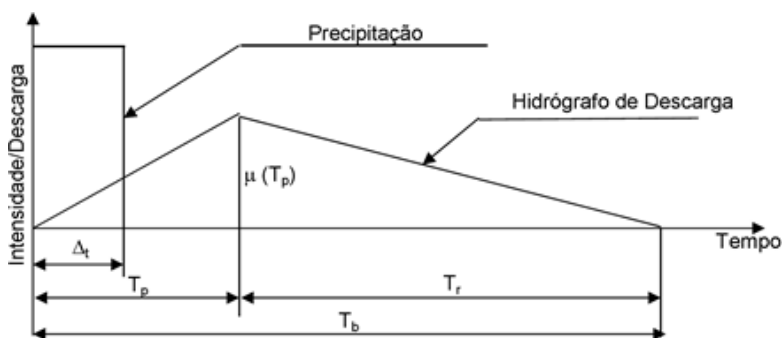


Figura 29 – Principais variáveis do Hidrograma Triangular (Autor).

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 2 - 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 3 - Bueiros Celulares 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

Para a realização dos cálculos das descargas, utilizou-se da declividade efetiva dos talwegues 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 talwegues 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.

1.
$$i = \left[\frac{L}{\frac{L1}{\sqrt{i1}} + \frac{L2}{\sqrt{i2}} + \frac{L3}{\sqrt{i3}} + \dots + \frac{Ln}{\sqrt{in}}} \right]^2$$

2. Onde,

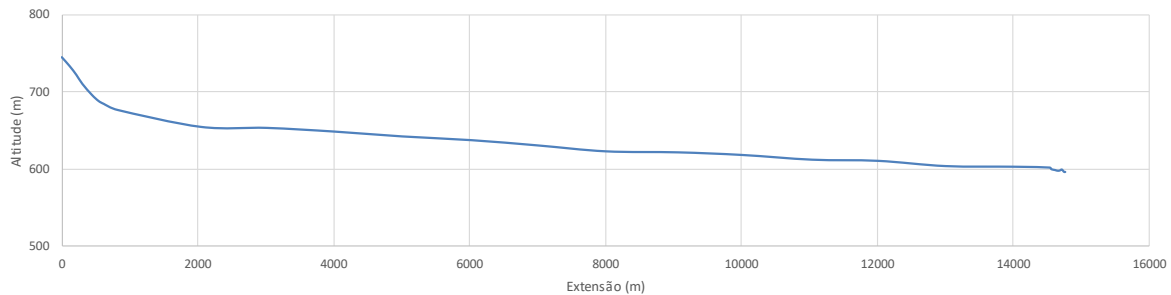
L = Comprimento total do talvegue em Km;

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 talwegues estão apresentados na tabela a seguir.

TALVEGUE PRINCIPAL - BACIA MATEIRO

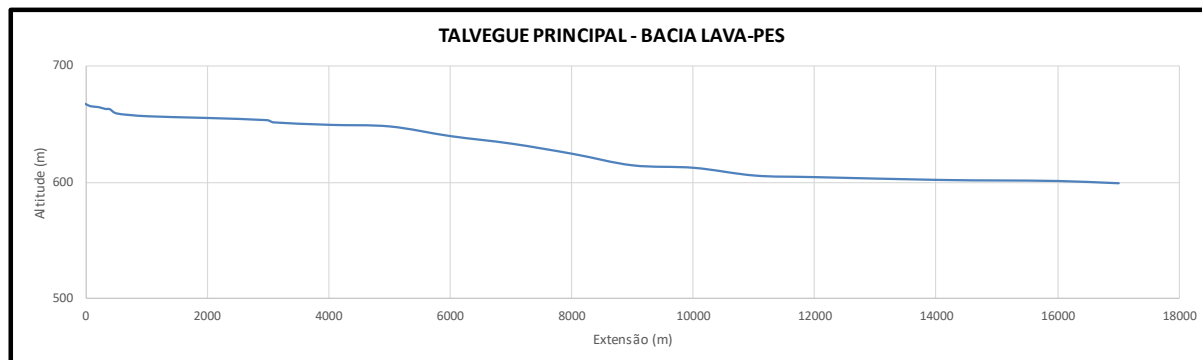


X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0	113,8705	744,938	733,549	113,8705361	11,389	0,100014747	360,063703
113,8705	213,9708	733,549	722,0572	100,1002492	11,49176025	0,114802514	295,433309
213,9708	302,8614	722,0572	710,293	88,89062331	11,76422119	0,132344906	244,34437
302,8614	442,9723	710,293	696,0297	140,1109311	14,26324463	0,101799656	439,13582
442,9723	539,9568	696,0297	688,2095	96,98450207	7,820251465	0,080634032	341,54124
539,9568	617,9396	688,2095	684,3555	77,98275065	3,853942871	0,049420453	350,788372
617,9396	821,7448	684,3555	676,4897	203,8052424	7,865783691	0,038594609	1037,41381
821,7448	2049,697	676,4897	654,5	1227,952053	21,98974609	0,017907659	9176,18174
2049,697	3018,478	654,5	653,2341	968,7813083	1,265930176	0,001306724	26799,9356
3018,478	4010,213	653,2341	648,4551	991,7349433	4,778991699	0,00481882	14286,4816
4010,213	5006,136	648,4551	642,1931	995,9228513	6,261962891	0,006287598	12559,8167
5006,136	6030,506	642,1931	637,2886	1024,370059	4,904541016	0,004787861	14804,2404
6030,506	7008,22	637,2886	630,46	977,7142181	6,828552246	0,006984201	11699,1303
7008,22	8003,216	630,46	622,8233	994,9952659	7,63671875	0,007675131	11357,3791
8003,216	9064,611	622,8233	621,5038	1061,395255	1,319458008	0,001243135	30103,5647
9064,611	10010,35	621,5038	618,1205	945,7392997	3,383300781	0,003577414	15812,0016
10010,35	11039,56	618,1205	612	1029,214022	6,120544434	0,005946814	13346,3809
11039,56	12010,53	612	610,4916	970,9611955	1,508422852	0,001553536	24634,3586
12010,53	13002,64	610,4916	603,6907	992,1191385	6,80090332	0,006854926	11982,914
13002,64	14000,14	603,6907	602,8791	997,4950471	0,811584473	0,000813623	34970,2919
14000,14	14535,95	602,8791	601,7556	535,8066687	1,123474121	0,00209679	11701,2063
14535,95	14559,62	601,7556	599,6325	23,67172705	2,12310791	0,089689608	79,042175
14559,62	14614,49	599,6325	598,5602	54,87594096	1,072265625	0,019539813	392,574222
14614,49	14646,81	598,5602	597,7301	32,31999052	0,83013916	0,025685006	201,665397
14646,81	14682,13	597,7301	597,8862	35,31401436	-0,15612793	-0,004421132	0
14682,13	14702,34	597,8862	599,0121	20,21697069	-1,125915527	-0,055691604	0
14702,34	14720,11	599,0121	598,8942	17,76592727	0,117980957	0,006640856	218,009723
14720,11	14744,33			24,22206305	0	0	0
TOTAL				14720,11073			247193,895

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 0,355\%$$

* dados obtidos por georeferenciamento

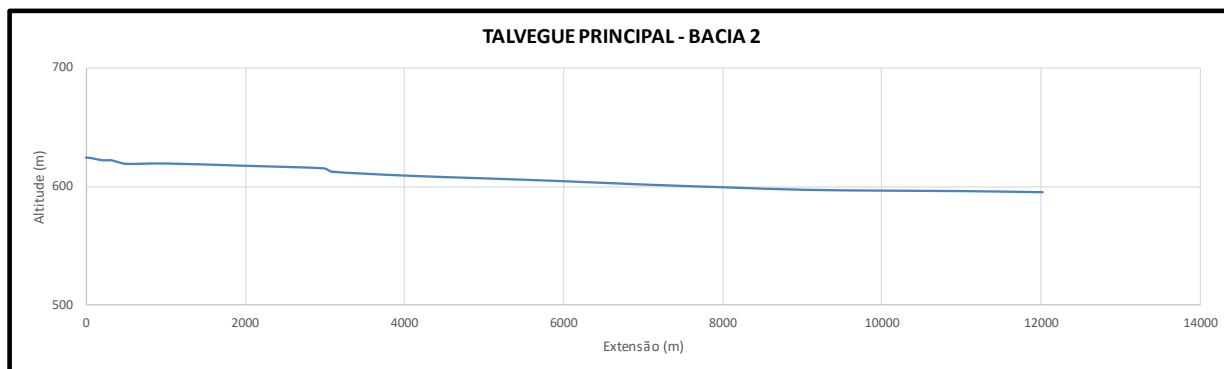


X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0	31,93511	667,595	665,6004	31,93510688	1,994	0,062451169	127,790358
31,93511	63,82074	665,6004	664,8215	31,88563294	0,778930664	0,024428891	204,006104
63,82074	202,0578	664,8215	663,2845	138,2370413	1,536987305	0,011118491	1310,99642
202,0578	373,9574	663,2845	662,9528	171,8995997	0,331665039	0,001929411	3913,47398
373,9574	404,0661	662,9528	659,2841	30,10870752	3,668701172	0,121848511	86,2545473
404,0661	514,8763	659,2841	656,8784	110,8102005	2,405700684	0,021710101	752,053636
514,8763	601,7146	656,8784	655,5154	86,83826255	1,363037109	0,015696273	693,127051
601,7146	727,5791	655,5154	653,5089	125,8645542	2,006469727	0,015941499	996,870759
727,5791	802,0449	653,5089	651,5384	74,46577545	1,97052002	0,02646209	457,767176
802,0449	902,1606	651,5384	649,4124	100,1156909	2,126037598	0,021235808	687,017426
902,1606	1012,971	649,4124	648,0227	110,8102005	1,389648438	0,012540799	989,503054
1012,971	1449,342	648,0227	639,6697	436,3711965	8,353027344	0,019142023	3154,00344
1449,342	2079,709	639,6697	633,1213	630,3668608	6,548339844	0,010388141	6184,78284
2079,709	2520,81	633,1213	624,1411	441,1010419	8,980224609	0,020358657	3091,45925
2520,81	3004,656	624,1411	614,2671	483,8461232	9,874023438	0,020407363	3386,98928
3004,656	3492,961	614,2671	612,1134	488,3049152	2,153686523	0,004410536	7352,67549
3492,961	4001,651	612,1134	605,3978	508,6900453	6,715576172	0,013201706	4427,29253
4001,651	4044,231	605,3978	604,0248	42,58014251	1,37298584	0,032244745	237,12516
4044,231	4065,521	604,0248	601,629	21,29007126	2,395874023	0,112534805	63,4649121
4065,521	4124,933	601,629	601,1512	59,41142169	0,477722168	0,008040915	662,547806
4124,933	4178,108	601,1512	600,6778	53,17570419	0,473449707	0,008903497	563,550642
4178,108	4232,575	600,6778	598,7314	54,46716357	1,946411133	0,035735496	288,127592
4232,575	0	598,7314	0	-4232,575458	598,7313843	-0,141457935	0
TOTAL				4232,575458			39630,8794

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 1,141\%$$

* dados obtidos por georeferenciamento

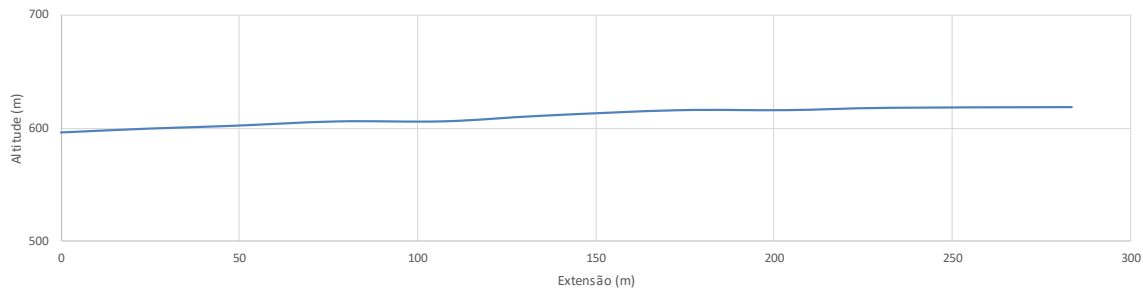
[illegible]

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 4,526\%$$

* dados obtidos por georeferenciamento

TALVEGUE PRINCIPAL - BACIA 4



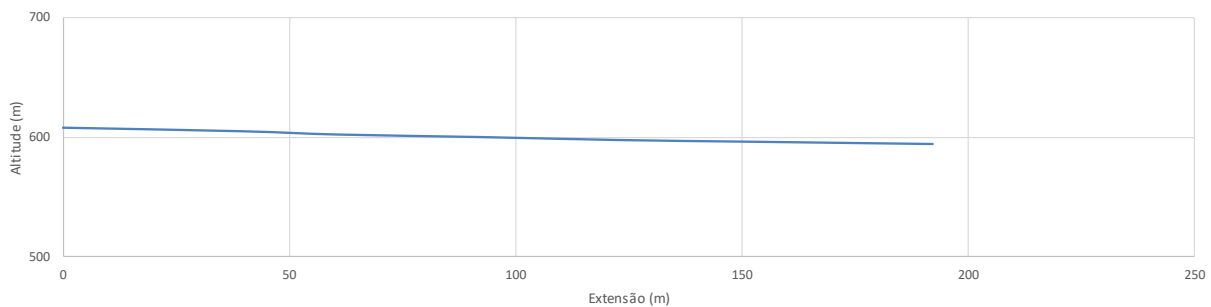
X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0	25,29926	596,505	599,8864	25,29925958	-3,381	0,133646779	69,2035802
25,29926	46,42691	599,8864	601,9808	21,12764565	-2,094421387	0,099131793	67,1034153
46,42691	77,62698	601,9808	605,9708	31,20007064	-3,99005127	0,127885969	87,2457194
77,62698	107,4404	605,9708	606,0408	29,8133857	-0,070007324	0,002348184	615,240914
107,4404	135,0399	606,0408	610,8312	27,59957316	-4,790344238	0,173565881	66,2476057
135,0399	172,9014	610,8312	615,5591	37,86145338	-4,727966309	0,124875457	107,14175
172,9014	203,6742	615,5591	615,64	30,77284549	-0,080871582	0,002628018	600,279504
203,6742	232,468	615,64	617,6277	28,79381095	-1,987670898	0,069031185	109,591402
232,468	283,6533	617,6277	618,2213	51,18524182	-0,59362793	0,011597638	475,291422
283,6533	0	618,2213	0	-283,6532864	618,2213135	2,179496389	-192,13644
TOTAL				283,6532864			2197,34531

* dados obtidos por georeferenciamento

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 1,666\%$$

TALVEGUE PRINCIPAL - BACIA 5

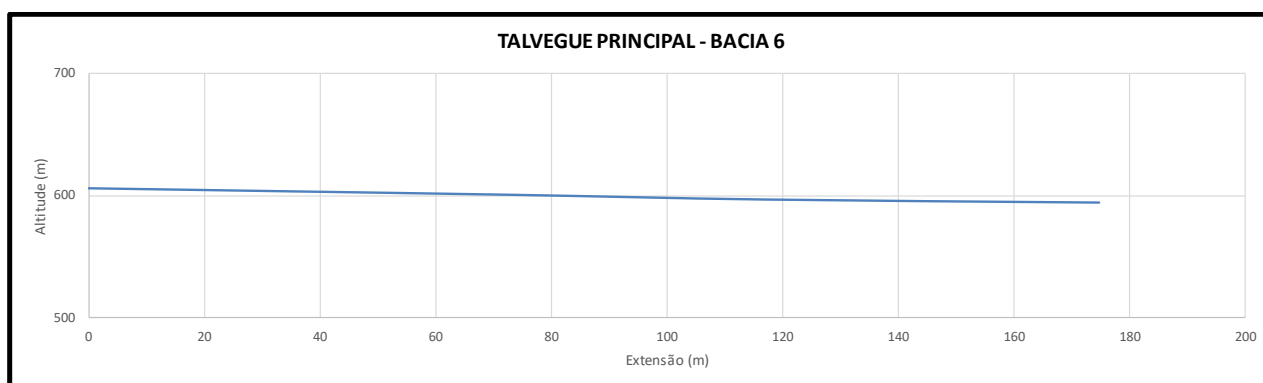


X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0	39,41281	607,835	604,8417	39,41280982	2,993	0,075942391	143,019503
39,41281	60,70288	604,8417	602,0631	21,29007126	2,778564453	0,130509871	58,9325773
60,70288	92,58851	602,0631	599,899	31,88563293	2,1640625	0,067869517	122,393305
92,58851	122,6972	599,899	597,4121	30,10870752	2,486938477	0,082598646	104,762451
122,6972	152,8059	597,4121	595,9424	30,10870751	1,469726563	0,048814004	136,276163
152,8059	192,1358	595,9424	594,0406	39,32982439	1,901733398	0,048353468	178,857927
192,1358	0	594,0406	0	-192,1357534	594,0406494	3,091775679	-109,27082
TOTAL				192,1357534			744,241926

* dados obtidos por georeferenciamento

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 6,665\%$$



X		Y		EXTENSÃO "L" (m)	DIF. NIV (m)	DECLIVIDADE "I"	$\frac{L_i}{\sqrt{I_i}}$
DE	PARA	DE	PARA				
0	31,93511	606,347	603,8726	31,93510688	2,475	0,077496328	114,717008
31,93511	74,51525	603,8726	600,4886	42,58014251	3,383972168	0,079473012	151,041842
74,51525	117,0954	600,4886	596,4355	42,58014251	4,053100586	0,095187577	138,01204
117,0954	174,6986	596,4355	593,7643	57,60324064	2,671264648	0,046373513	267,492689
174,6986	0	593,7643	0	-174,6986326	593,7642822	3,398791814	-94,760474
TOTAL				174,6986326			671,26358

* dados obtidos por georeferenciamento

MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA

$$I_{eq} = \left[\frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2 = 6,773\%$$

3.5 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.

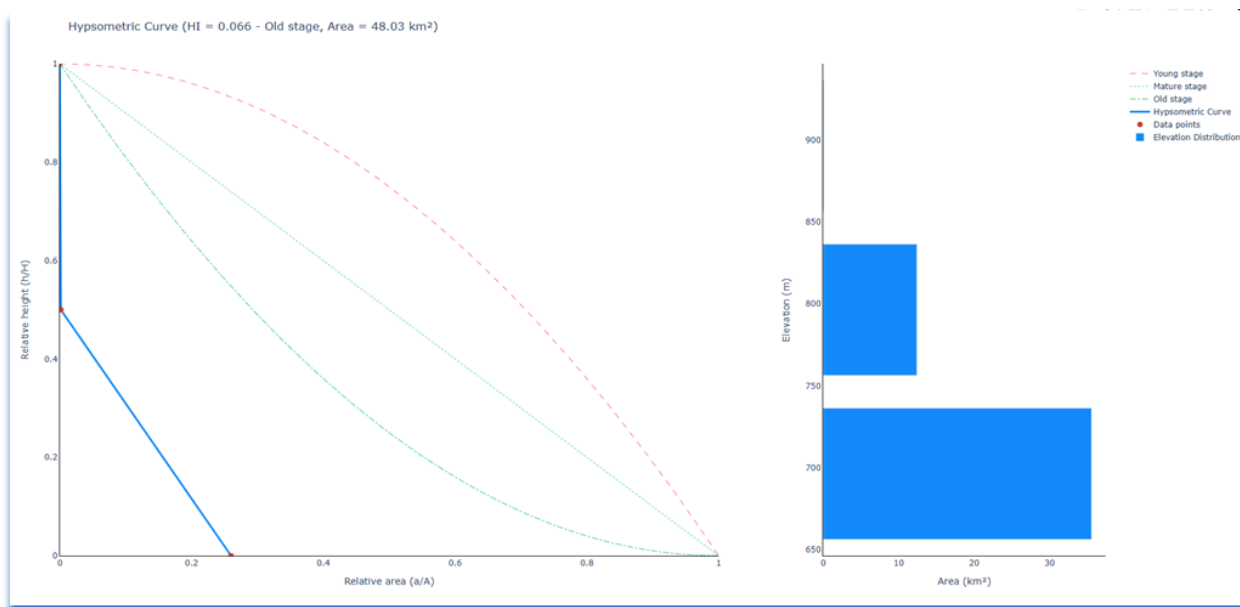
Em sua função primordial, a drenagem de uma via deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo estradal, captando-a e conduzindo-a para locais em que não mais afete a segurança daqueles que trafegam sobre a pista.

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.

3.5.1 Bacia 01 –CORREGO MATEIRO – HUT

ESTAÇÃO: Pontalina						C.N.: 75										
ESTACA: 45+00						COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,9716382										
CURSO D'ÁGUA: CORR. MATEIRO						TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 6,9871683 h										
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 48,04 km2						TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 1,7467921 h										
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 14,76 km						TEMPO DE PICO(Tp): 5,065697 h										
DESNÍVEL(DELTA H): 148,89 m						TEMPO DE RETORNO(Tr): 8,459714 h										
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 0,355 %						TEMPO DE BASE(Tb): 13,525411 h										
VEGETAÇÃO: Cerrados, pastagens e matas ralas, superfície semipermeável (solos siltosos e argilosos)						TEMPO DE RECORRÊNCIA(TR): 100 anos										
						φ(Tp): 19,723406 m/s/cm										
Ti(h)	Pi(cm)	Pm(cm)	Pei(cm)	ΔPei(cm)	HUTi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Qc
1,747	8,640	8,395	2,961	2,961	6,801	20,138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,138
3,494	10,430	10,134	4,214	1,253	13,602	40,275	8,522	-	-	-	-	-	-	-	-	48,798
5,240	11,600	11,271	5,084	0,870	20,404	60,413	17,045	5,915	-	-	-	-	-	-	-	83,373
6,987	12,580	12,223	5,837	0,753	15,244	45,135	25,567	11,830	5,122	-	-	-	-	-	-	87,654
8,734	13,320	12,942	6,418	0,581	11,171	33,076	19,102	17,745	10,244	3,954	-	-	-	-	-	84,121
10,481	13,990	13,593	6,953	0,535	7,098	21,018	13,998	13,257	15,365	7,908	3,637	-	-	-	-	75,184
12,228	14,460	14,050	7,332	0,379	3,026	8,959	8,895	9,715	11,480	11,862	7,274	2,581	-	-	-	60,767
13,974	14,940	14,516	7,723	0,391	-1,047	-3,099	3,792	6,174	8,413	8,863	10,911	5,162	2,66	-	-	42,874
15,721	15,500	15,060	8,184	0,460	-5,119	-15,157	-1,312	2,632	5,346	6,495	8,152	7,743	5,32	3,130	-	19,216
13,525	14,820	14,400	7,625	-0,558	0,000	0,000	-6,415	-0,910	2,279	4,127	5,974	5,785	7,98	6,260	-3,797	21,280

OAE : PCA 30M VAZÃO MÁXIMA ACIMA DE 87,65m³/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 30 metros de acordo com o preconizado pelo IPR

724 – Manual de Drenagem do DNIT (2006).

CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA OBRA-DE-ARTE ESPECIAL

RODOVIA: AVENIDA CONTORNO

SUBTRECHO: PONTALINA

CURSO D'ÁGUA: CORREGO MATEIRO

ESTACA:

45+00

1 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ (SOB CONDIÇÃO DO PROJETO) Q_p 87,654 m^3/s

n 0,033

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

i 0,00133 m/m

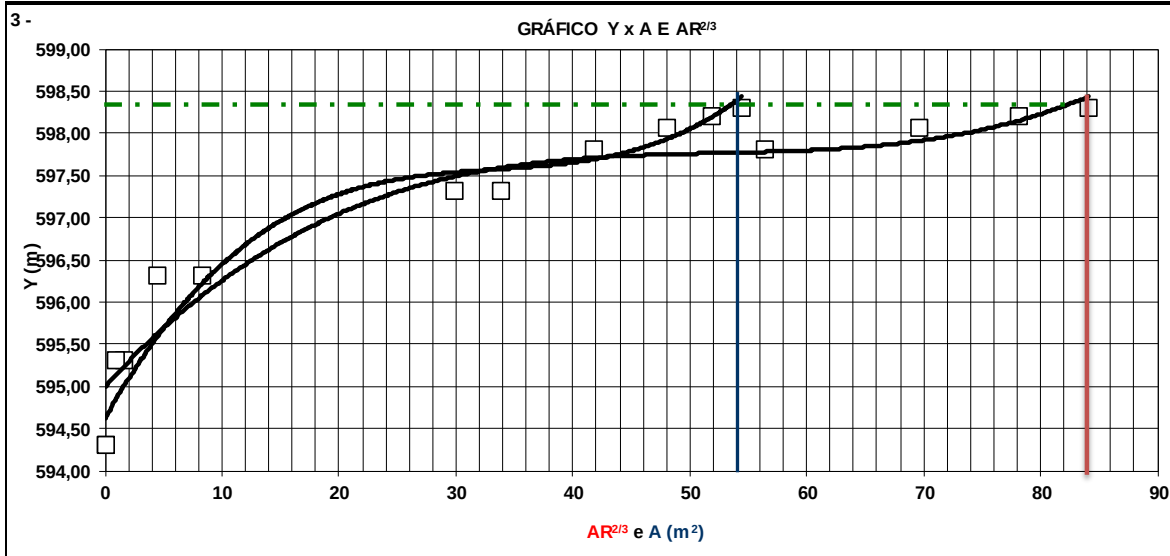
$$Q = (A \times R^{2/3} \times I^{1/2}) / n$$

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

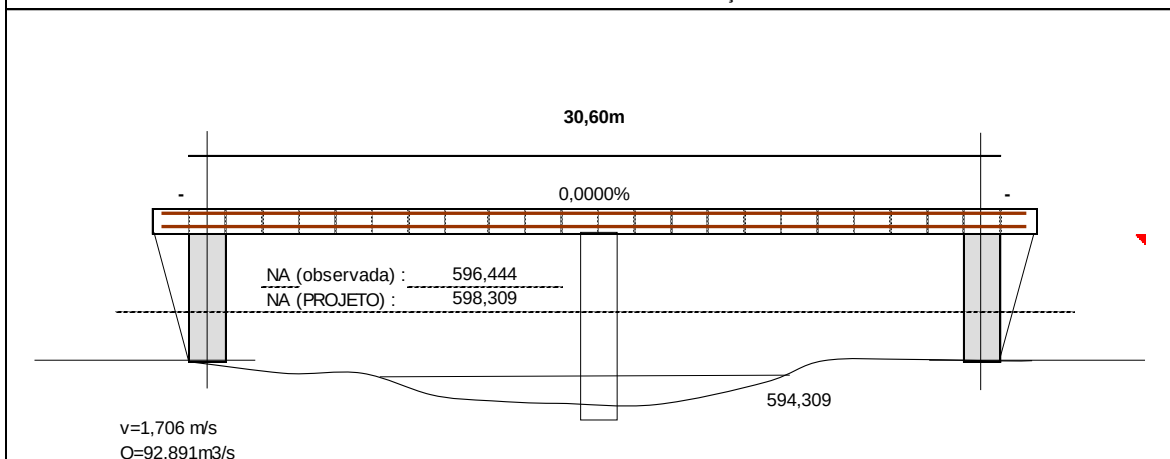
79,32

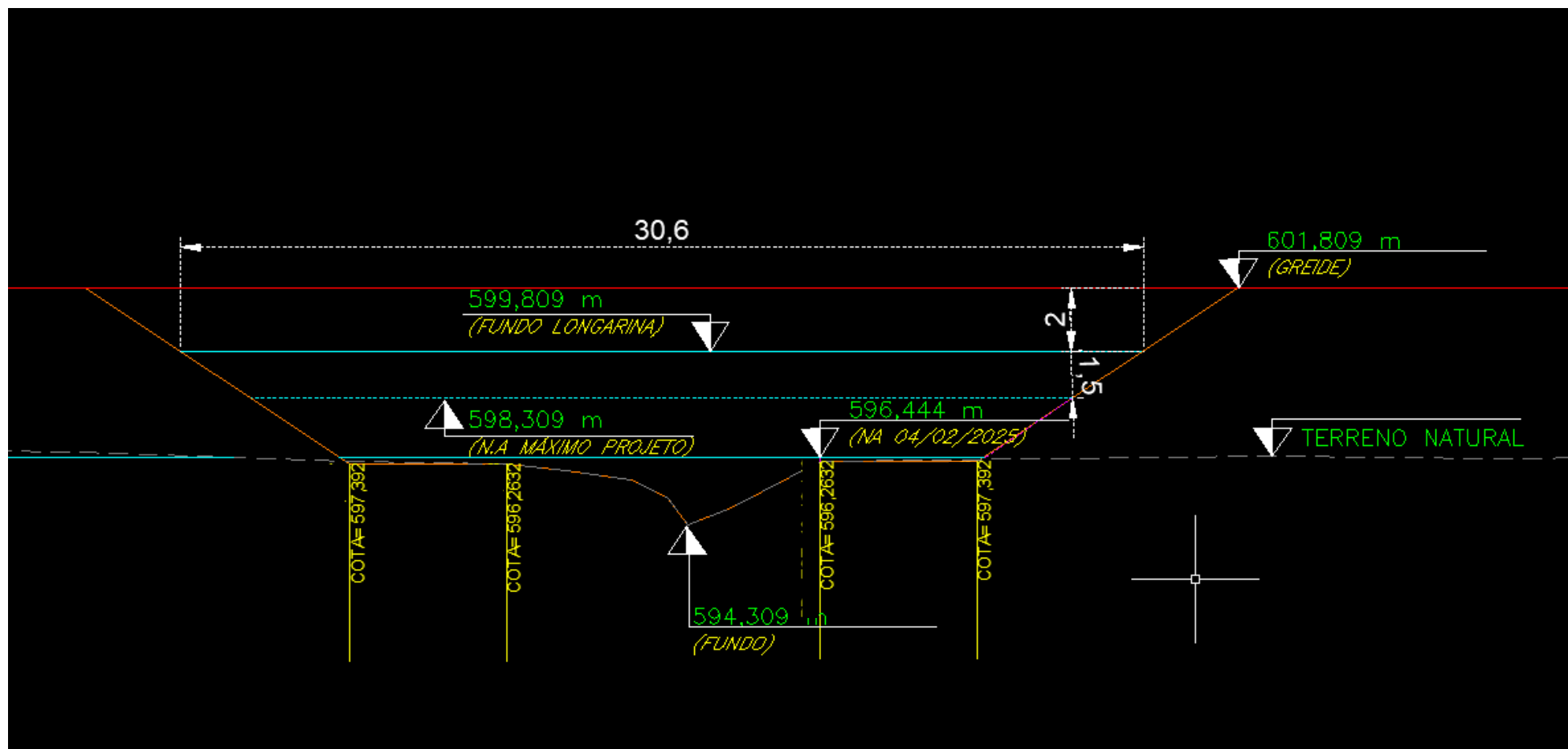
2 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ EM FUNÇÃO DE Y

Cota (m)	Y (m)	A (m^2)	P (m)	R (m)	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$
594,3085	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
595,3085	1,000	1,64	3,92	0,418	0,559	0,915
596,3085	2,000	8,25	21,17	0,390	0,533	4,400
597,3085	3,000	29,85	24,78	1,205	1,132	33,791
597,8085	3,500	41,77	26,58	1,572	1,352	56,462
598,0585	3,750	48,01	27,48	1,747	1,451	69,651
598,209	3,900	51,85	28,02	1,850	1,507	78,149
598,309	4,000	54,45	28,38	1,918	1,544	84,055



4 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA SEÇÃO DE VAZÃO





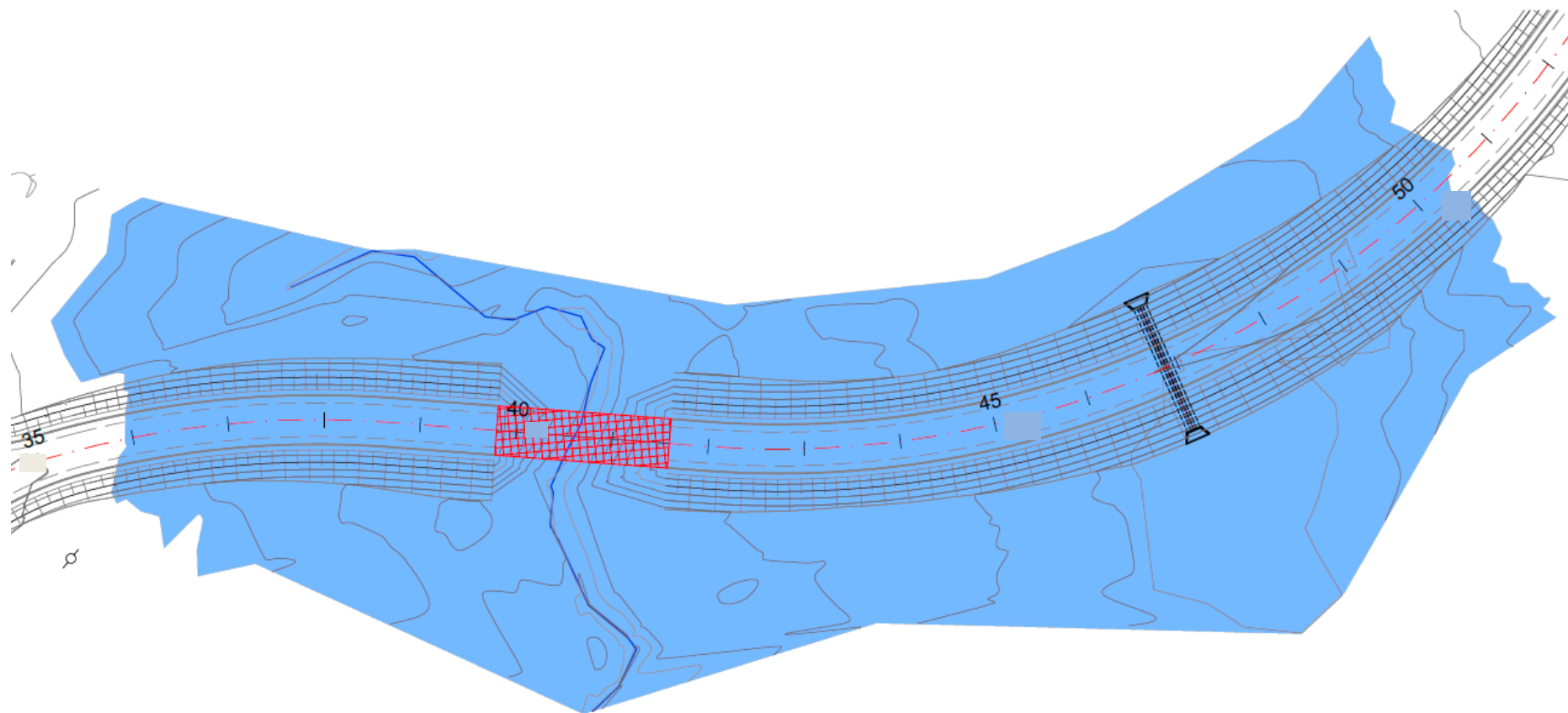


Figura 30 – Mancha de inundação da enchente máxima de projeto

3.5.2 Memória de cálculo das vazões

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

b) BACIA - 51+4,066

$$Ad = 0,152 \text{ km}^2$$

$$L = 0,6430381 \text{ km}$$

$$\Delta H = 29,28 \text{ m}$$

$$s = 29,28 / 643,0381 = 4,55 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,6430381^{0,385} / 4,5) \Rightarrow Tc = 0,15 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,16 \text{ h}$$

$$P = 23 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 23 / 0,16 = 143,75 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,7 \times 143,75 \times 0,152 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,20**

OBRA EXISTENTE =

Obs: SEM NOME

c) BACIA - 77+0,566

$$Ad = 4,273 \text{ km}^2$$

$$L = 4,232 \text{ km}$$

$$\Delta H = 68,863 \text{ m}$$

$$s = 68,863 / 4232 = 1,63 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (4,232^{0,385} / 1,63) \Rightarrow Tc = 0,98 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 1,70366343069333 \text{ h}$$

$$P = 72 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 72 / 1,7 = 42,35 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,7 \times 42,2618685726551 \times 4,273 = 35,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BTCC 2,50 x 2,50**

OBRA EXISTENTE = C

Obs: CORR. LAVAPES

d) BACIA - 98+0,558

$$Ad = 0,055 \text{ km}^2$$

$$L = 0,2836533 \text{ km}$$

$$\Delta H = 22,25 \text{ m}$$

$$s = 22,25 / 283,6533 = 7,84 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,2836533^2/7,84)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,07 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,12 \text{ h}$$

$$P = 19 \text{ mm (Tr = 15 anos)}$$

$$I = 19 / 0,12 = 158,33 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,7 \times 158,333333333333 \times 0,055 = 1,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,20**

OBRA EXISTENTE =

e) BACIA - 119+6,466

$$Ad = 0,063 \text{ km}^2$$

$$L = 0,17469 \text{ km}$$

$$\Delta H = 12,236 \text{ m}$$

$$s = 12,236 / 174,69 = 7 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,17469^2/7)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,05 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

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

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

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,7 \times 170 \times 0,063 = 2,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ **BUEIRO DIMENSIONADO = BSTC Ø 1,20**

OBRA EXISTENTE =

3.5.3 Resumo das Obras de Arte Correntes e Especiais

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

ESTACA OU BACIA	BACIA (km ²)	TALVEGUE (km)	DESNÍVEL (m)	C	CN	Tr	OBRA EXISTENTE	OBSERVAÇÃO	SERV. A REALIZAR (S, P, C, M)	OBRA PROJETADA	EQÜÊNCI	OBRA INDICADA	ESCONS. (°)	LADO MONTANTE	MÉTODO	INTENS. (mm/h)	tc (h)	VAZÃO
45+00	48,0350	14,7640	148,89		75	100		CORR. MATEIRO	C	PCA 30M	45,00	PCA 30M		E	HUT		6,99	87,65
77+0,566	4,2730	4,2320	68,86	0,70		25		CORR. LAVAPES	C	BTCC 2,50 x 2,50	77,03		0	E	MR	42,26	1,70	35,14
51+4,066	0,1520	0,6430	29,28	0,70		15		SEM NOME		BDTC Ø 1,20	51,20		0	E	MR	143,75	0,16	4,25
98+0,558	0,0550	0,2837	22,25	0,70		15		SEM NOME		BSTC Ø 1,20	98,03		0	E	MR	158,33	0,12	1,69
119+6,466	0,0630	0,1747	12,24	0,70		15		SEM NOME		BSTC Ø 1,20	119,32		0	E	MR	170,00	0,10	2,08

Tabela 28 - Obras de Arte Correntes

3.6 Mapa das Bacias Hidrográficas

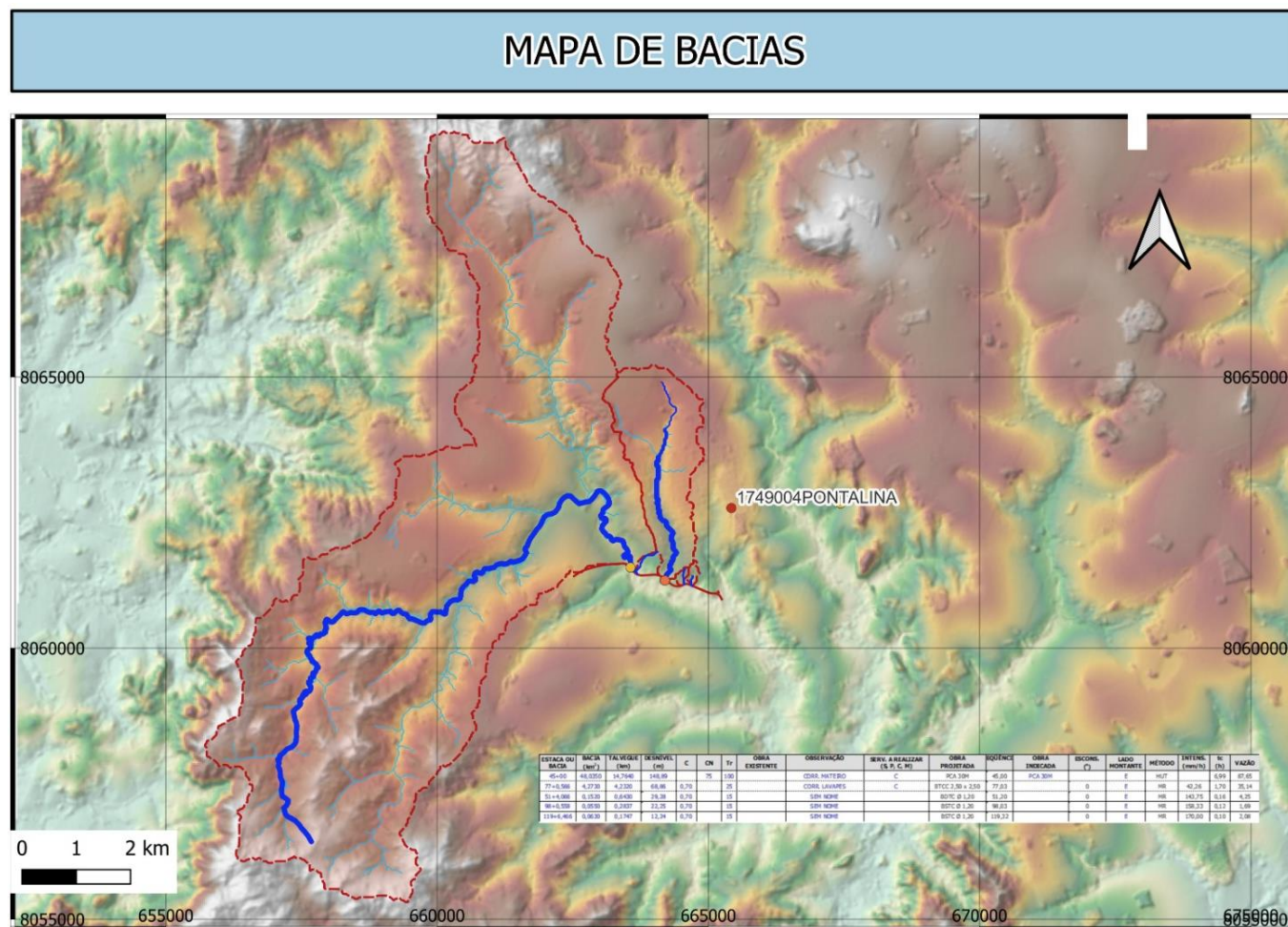
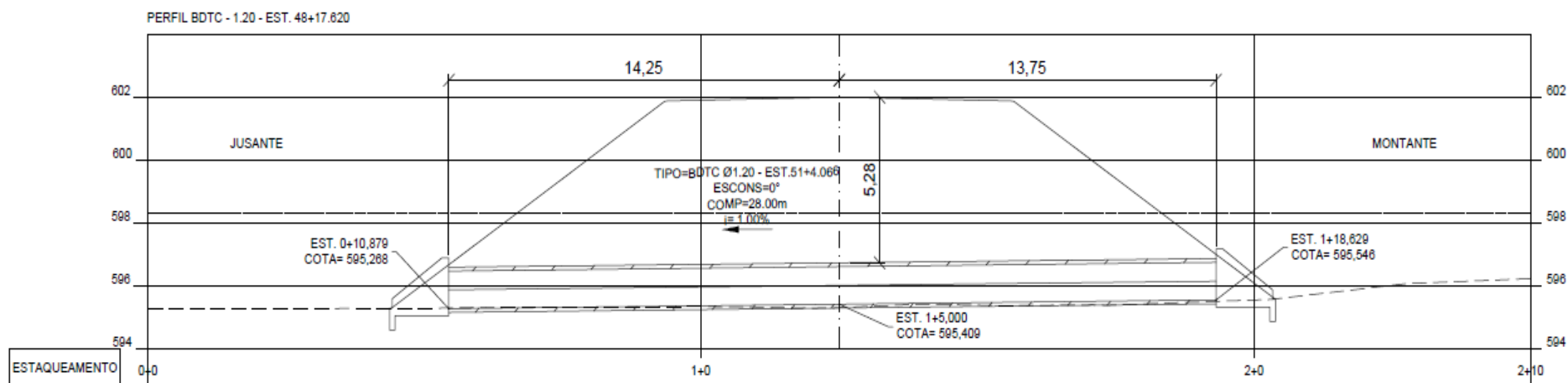
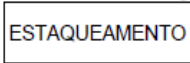


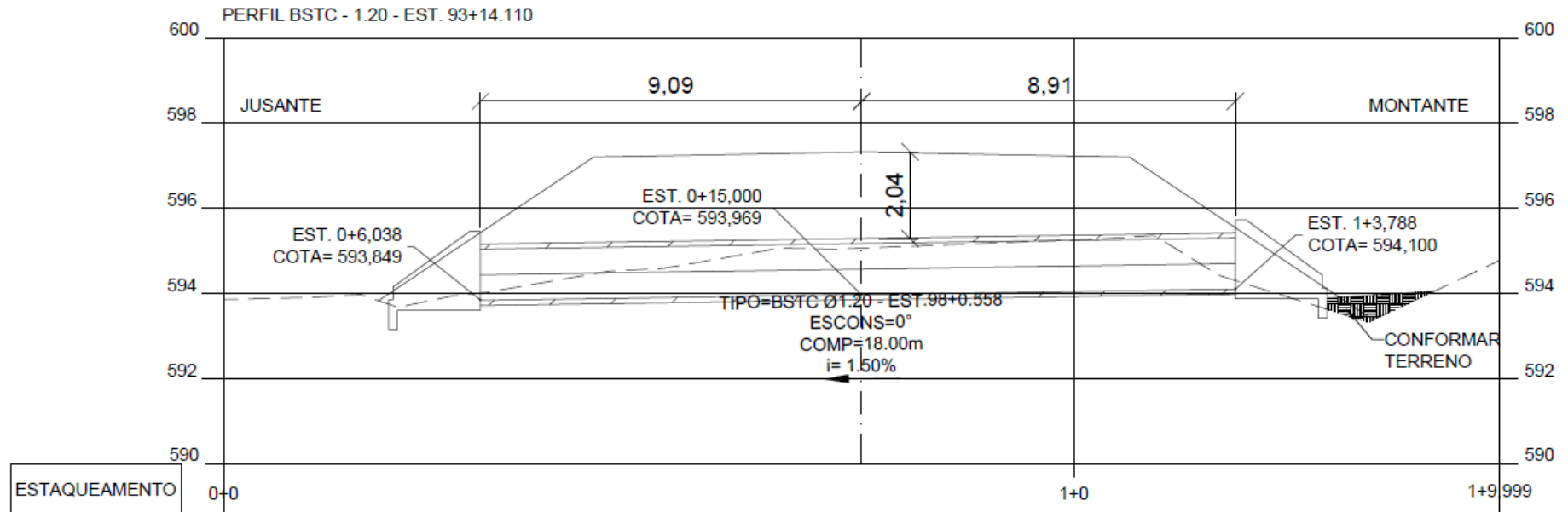
Figura 30 – Mapa de Bacias

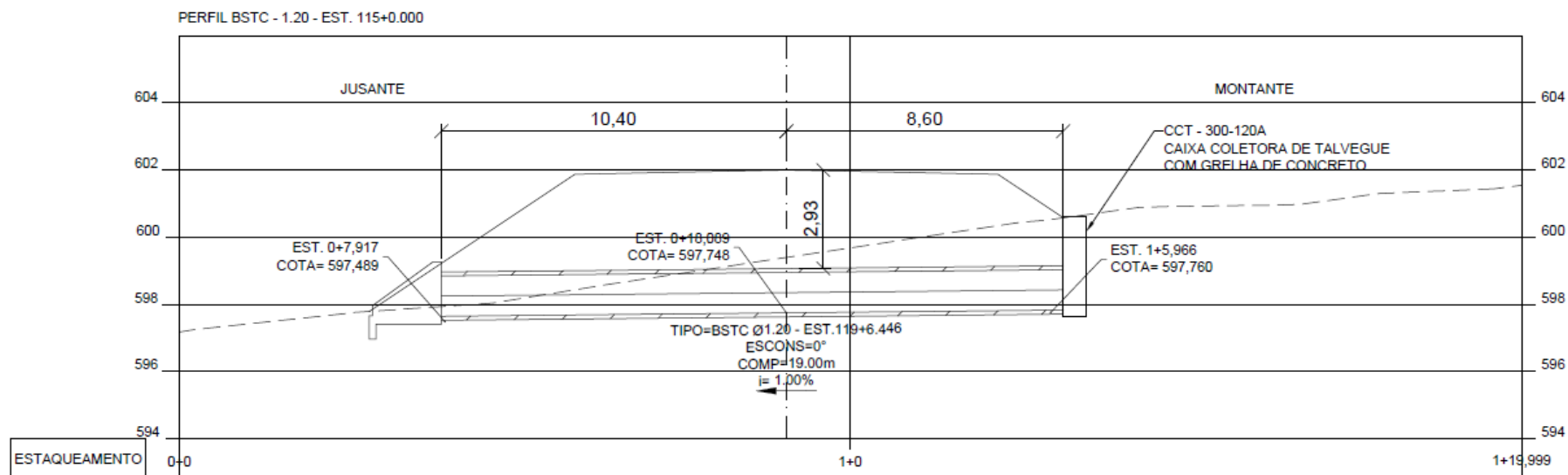
RESUMO DAS OBRAS DE ARTE CORRENTES EXISTENTES

A seguir são apresentadas as seções transversais das obras de arte correntes existentes no Contorno de Pontalina.









4 ESTUDOS GEOLÓGICOS

Apresenta-se neste capítulo os estudos geológicos realizados para o desenvolvimento do Projeto Executivo do Contorno viário de Pontalina, localizado na região sul do município, com uma extensão total de 2,66 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:

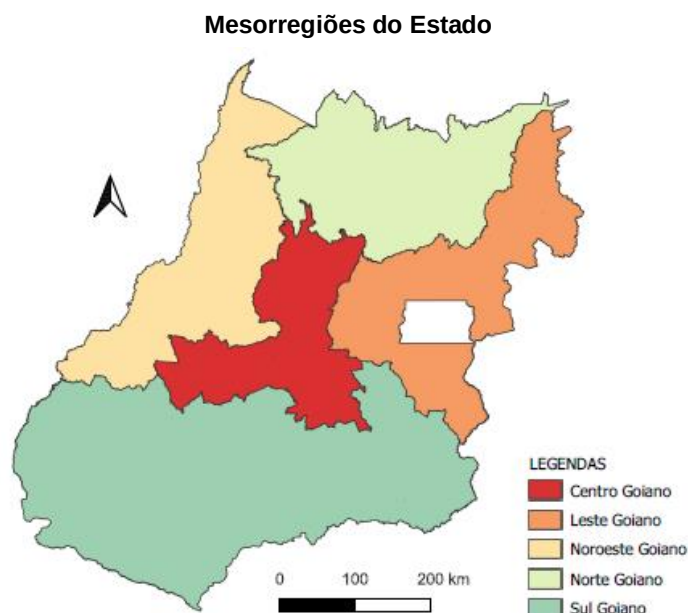
- Mapa Altimétrico;
- Mapa Geomorfológico - Base Geomorfologia IBGE (2006);
- Mapa das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas;
- Mapa do Brasil de Climas, Base Hidrográfica Ottocodificada ANA (2020);
- Mapeamento Geológico – Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2006);
- Mapa Pedológico – Base Pedologia IBGE (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.**



Fonte: IBGE, 2022. Adaptado por ETEL, 2023

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 porção central e leste de Goiás está associada a Faixa Brasília, com rochas do Cráton do São Francisco e rochas do embasamento cristalino compostas pelo Arco Magmático de Goiás, com destaque para granitos e gnaisses e sequências vulcanossedimentares. Na porção oeste, em especial na divisa com o estado de Mato Grosso, encontramos influências da Faixa Móvel Paraguai-Araguaia. Essa faixa está associada a eventos tectônicos mais recentes, envolvendo dobramentos e falhamentos, resultando em uma geologia mais complexa e deformada. Ao Sul, próximo à divisa com o estado de Minas Gerais, a transição para a Bacia Sedimentar do Paraná, uma bacia tectonicamente estável que desempenha um papel importante na deposição de sedimentos e na formação de estruturas geológicas associadas.

A região do empreendimento compreende a região da Faixa Brasília, onde há evidências de fechamento de bacias sedimentares, vulcanismo, blocos cratônico (Paranapanema), terrenos como o Arco Magmático de Goiás, justapostos por sequência de eventos de dobramento e cavalgamento. A região da Faixa de Brasília é dividida entre Zona Interna e Externa, separada pelo grau de metamorfismo e intensa deformação das rochas pelos eventos do Ciclo Orogênico Brasileiro., sendo o empreendimento localizado na Faixa Interna, de expressiva deformação. Também engloba o contexto da Bacia do Paraná, sendo presentes na região as unidades vulcânicas do Grupo Serra Geral das deposições finais da Bacia representantes da separação do Supercontinente Pangea.

4.2.2.3 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

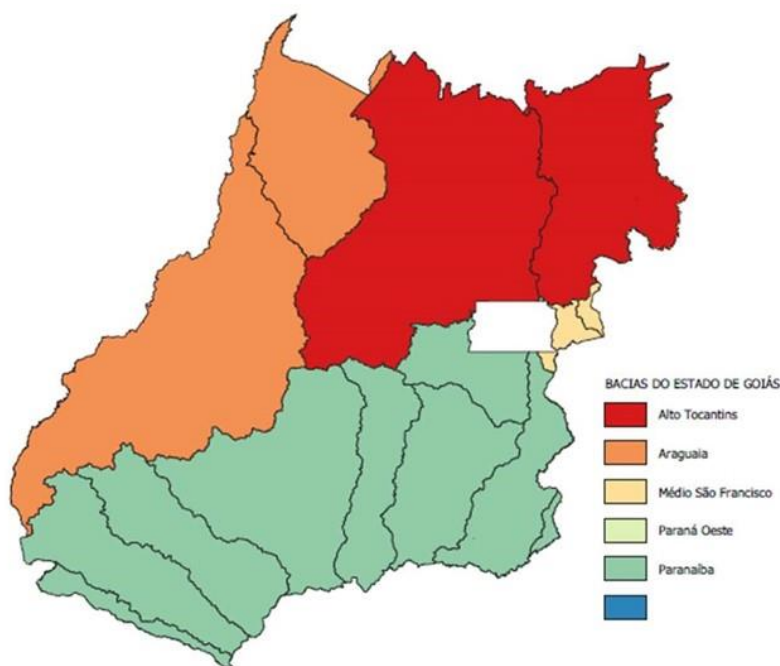
sequências metassedimentares do Arco Magmático e unidades vulcânicas da Bacia do Paraná, como descritos posteriormente neste estudo.

4.2.2.4 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. Os principais talwegues que cortam a Avenida Contorno são o Córrego Mateiro e o Ribeirão Lavapes

4.2.2.5 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.

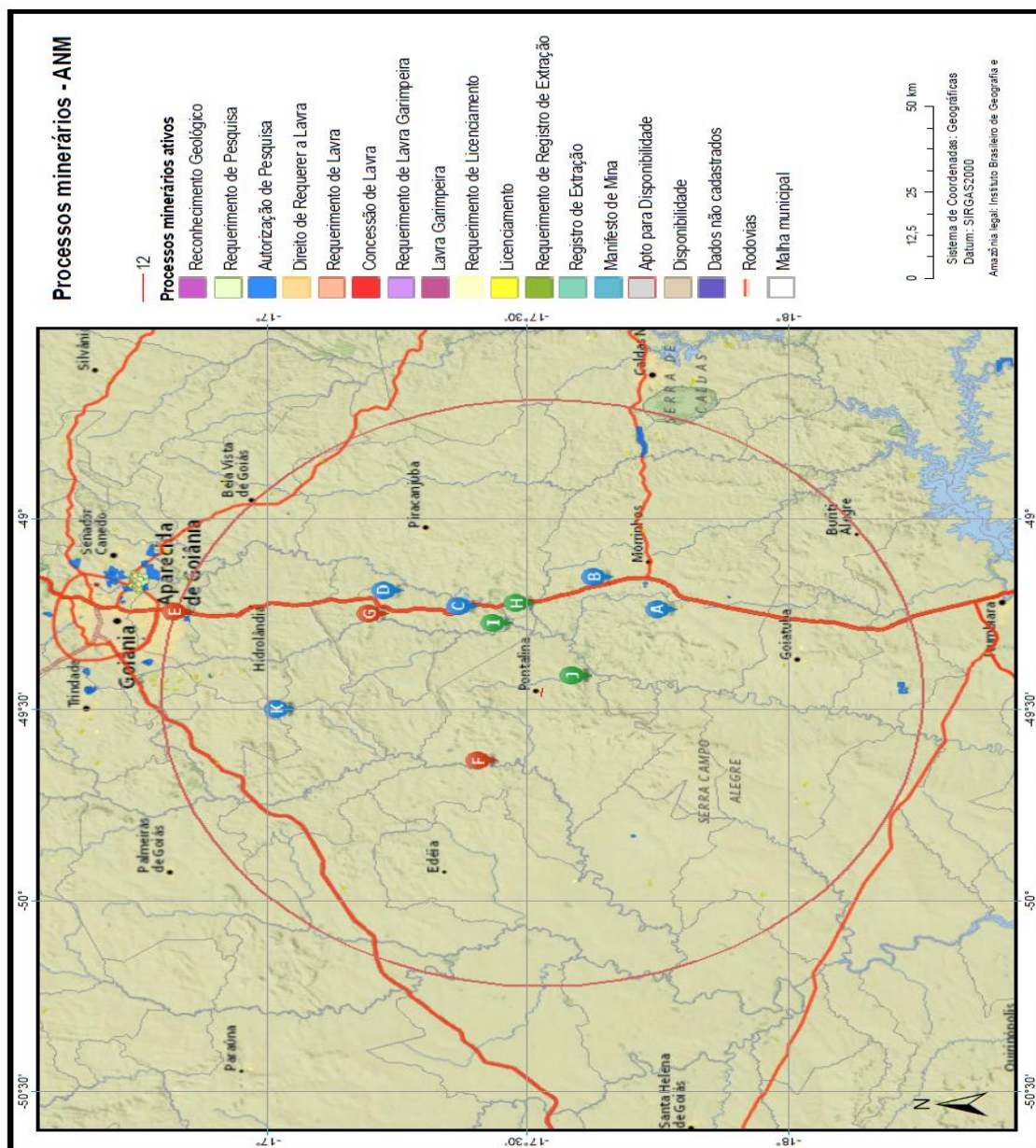
A área de estudo está situada em uma região com altitude variando entre 650 metros no mínimo e 700 metros no máximo em relação ao nível do mar.

4.2.3 Ocorrências para o contorno em estudo

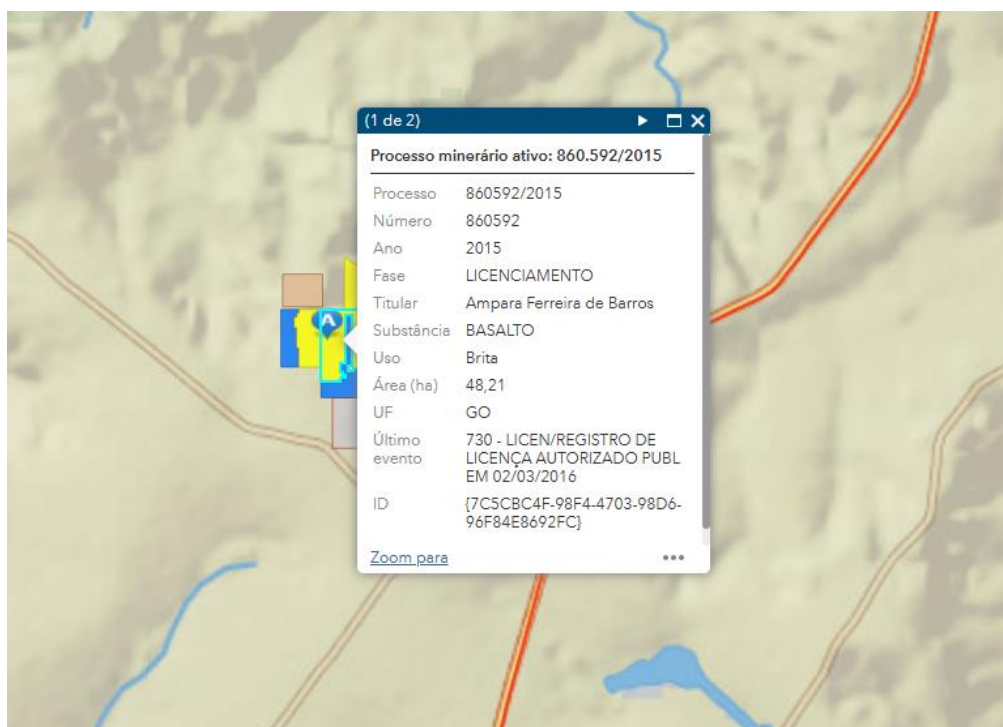
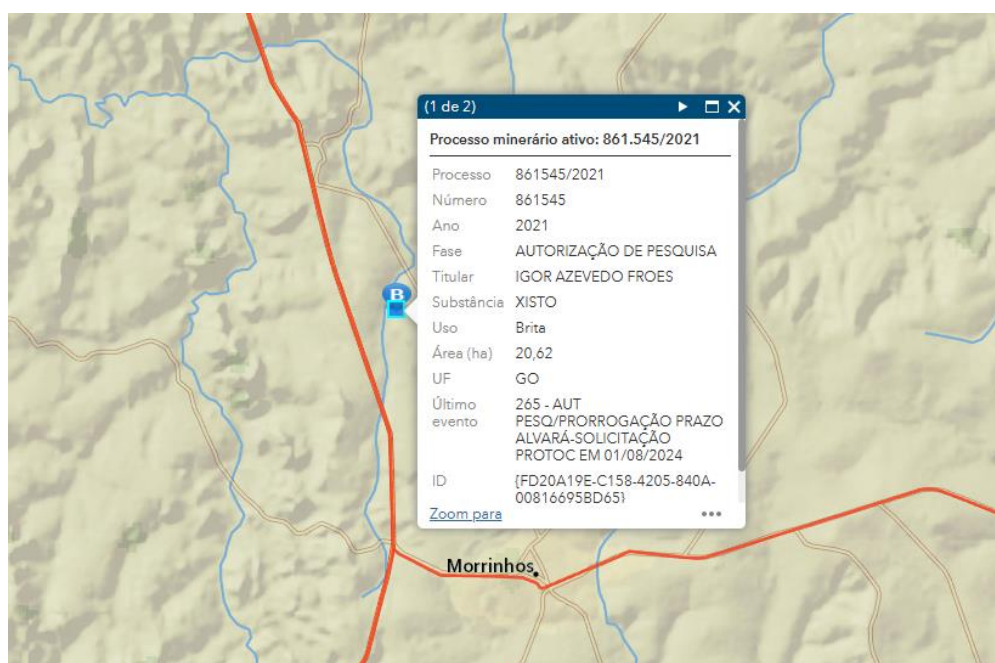
Devido à proximidade do perímetro urbano, optou-se para a execução da terraplenagem empréstimo lateral ao longo do segmento, devendo atender este empreendimento e também o segmento a ser duplicado da GO-215, que oferece acesso à BR-153 na saída leste do município. Os empréstimos laterais se encontram locados em planta no Vol. 2- Projeto de Execução e os respectivos Estudos Geotécnicos se encontram apresentados no Volume 3B.

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	-17,70796136	-49,23924714	INATIVA	59,5	MORRINHOS-GO
BRITA	B	861545/2021	20,62	2021	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	265 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO 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 PESQ/TAH - 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 PESQ/DOCUMENTO 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	-16,85468881	-49,24352378	ATIVA	105	APARECIDA DE GOIANIA-GO
AREIA	F	860424/2013	31,6	2013	LICENCIAMENTO	760 - LICENRAL ANO BASE APRESENTADO EM 11/04/2025	lúcia de freitas reves	-17,4358861	-49,64226308	ATIVA	28,5	PONTALINAGO
AREIA	G	861917/2012	50	2012	LICENCIAMENTO	760 - LICENRAL ANO BASE APRESENTADO EM 18/03/2025	MINERACAO 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 28/09/2017	Eurípides Erasto Santana	-17,51448649	-49,2274053	INATIVO	26,8	PIRACANJUBA-GO
AREIA	I	861834/2013	49,22	2013	LICENCIAMENTO	744 - LICENPRORROGAÇÃO REGISTRO LICENÇA INDEFERIDA PUBL EM 28/02/2020	Carlúcio 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 30 – A – Ampara Ferreira de Barros****Figura 31 – B – IGOR AZEVEDO FROES**

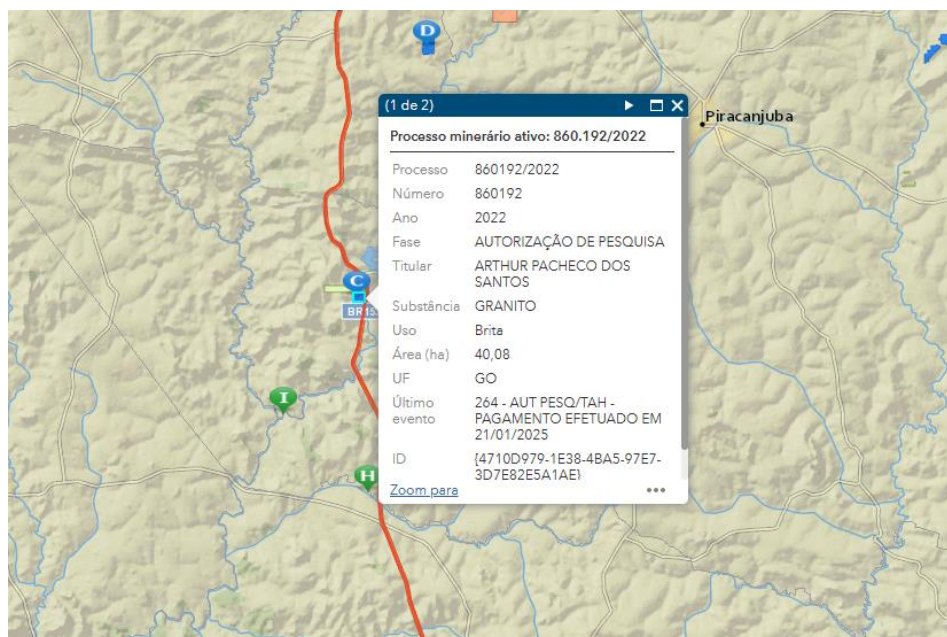


Figura 32 – C – ARTHUR PACHECO DOS SANTOS

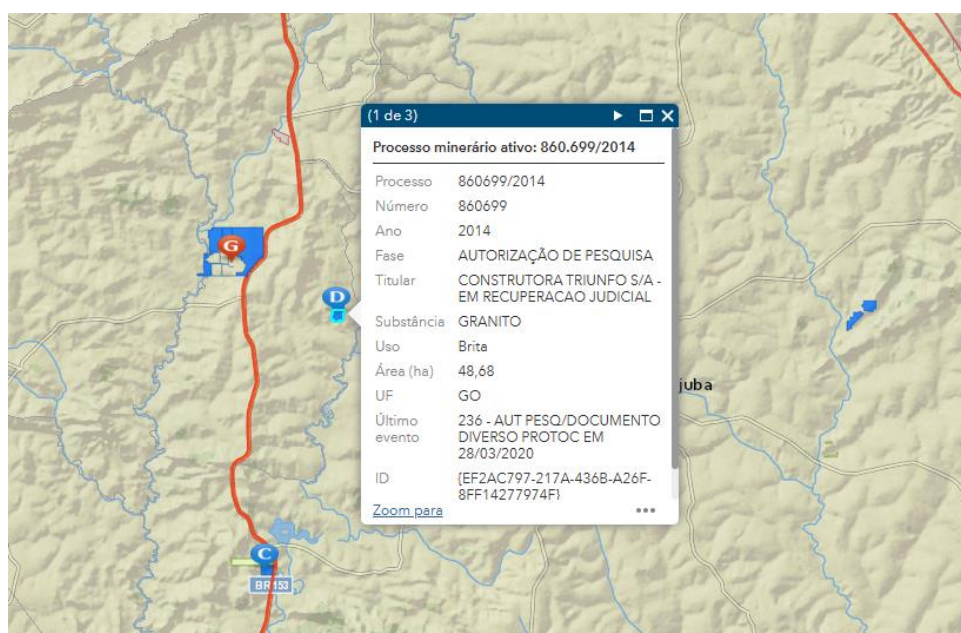


Figura 33 – D – CONSTRUTORA TRIUNFO S/A - EM RECUPERACAO JUDICIAL

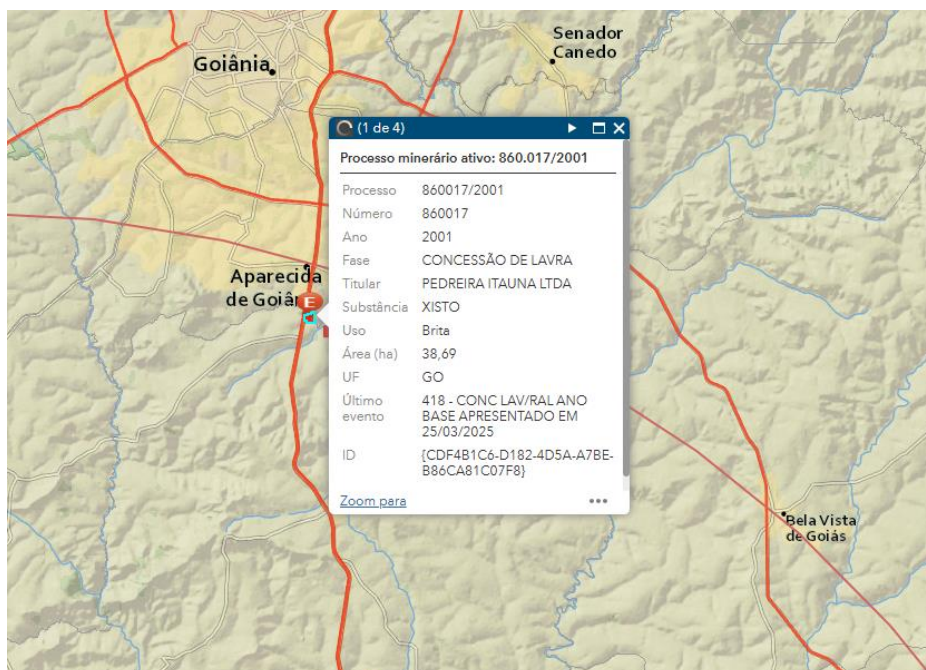


Figura 34 – E – PEDREIRA ITAUNA LTDA

4.2.3.2 AREIAS

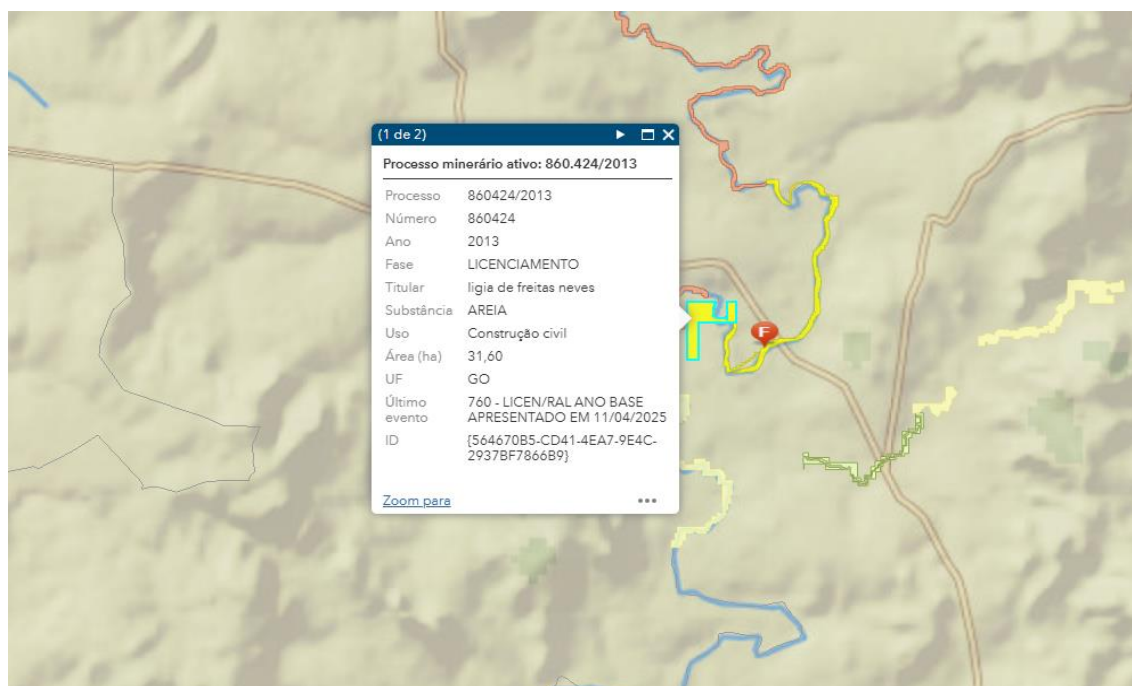


Figura 35 – F – LIGIA DE FREITAS NEVES

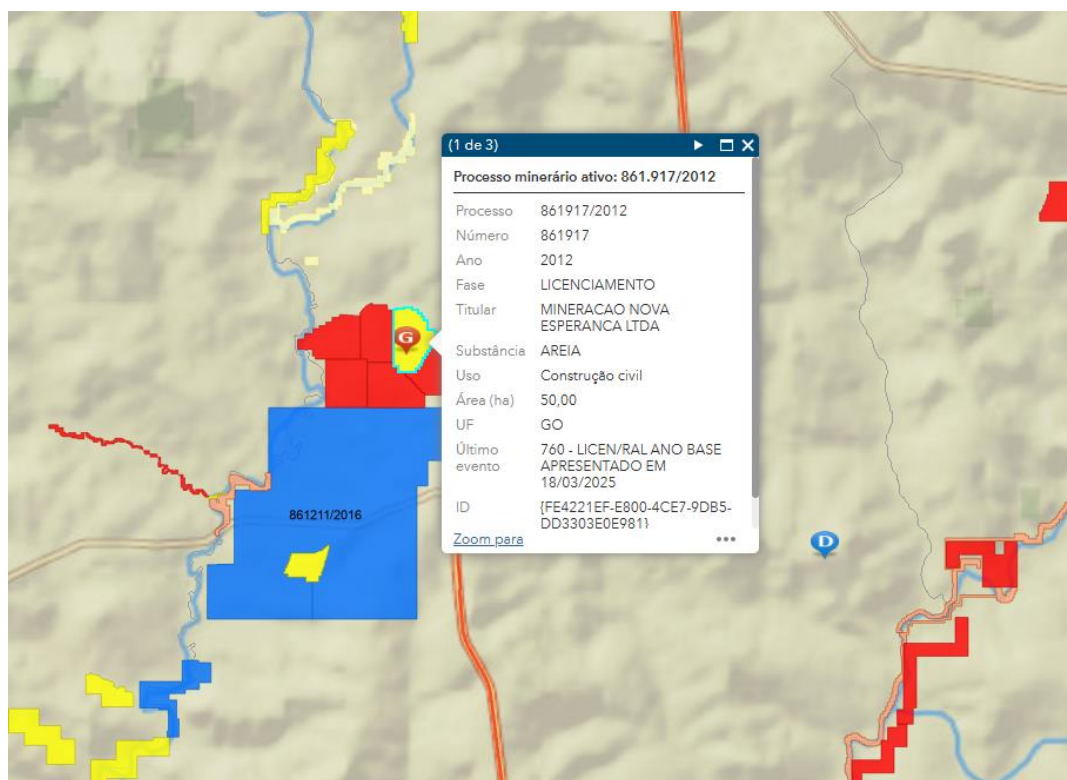
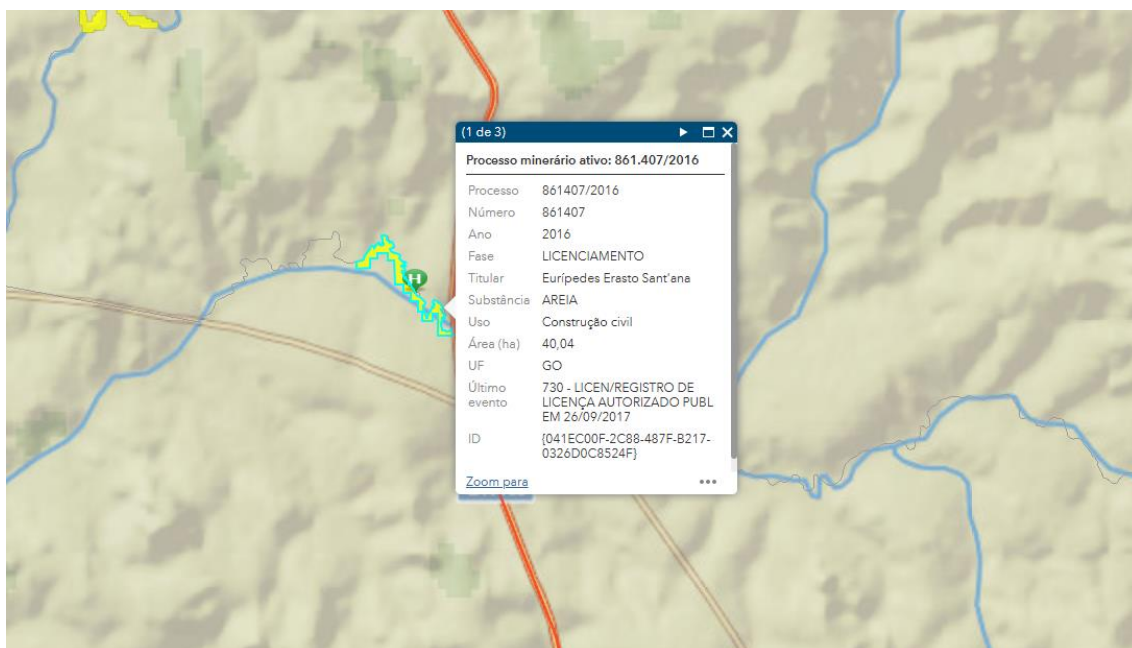


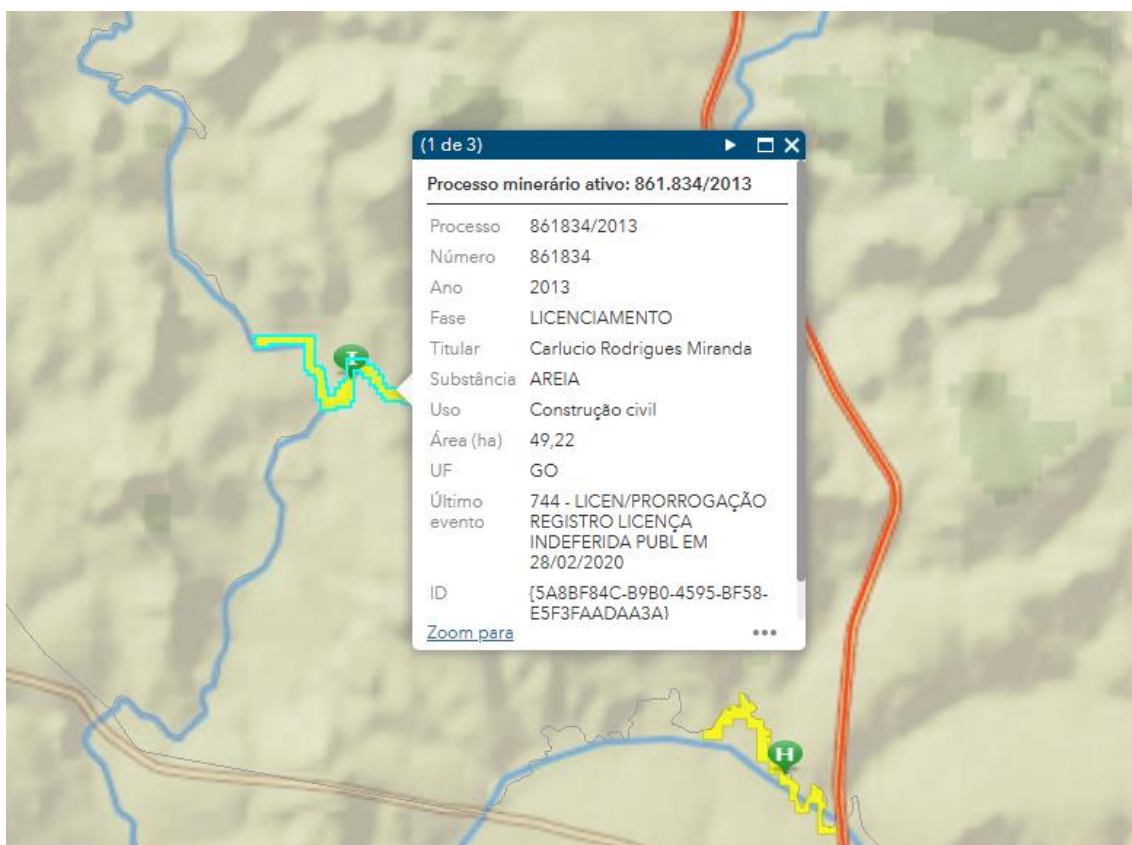
Figura 8 –

Figura 36 – G – MINERACAO NOVA ESPERANCA LTDA



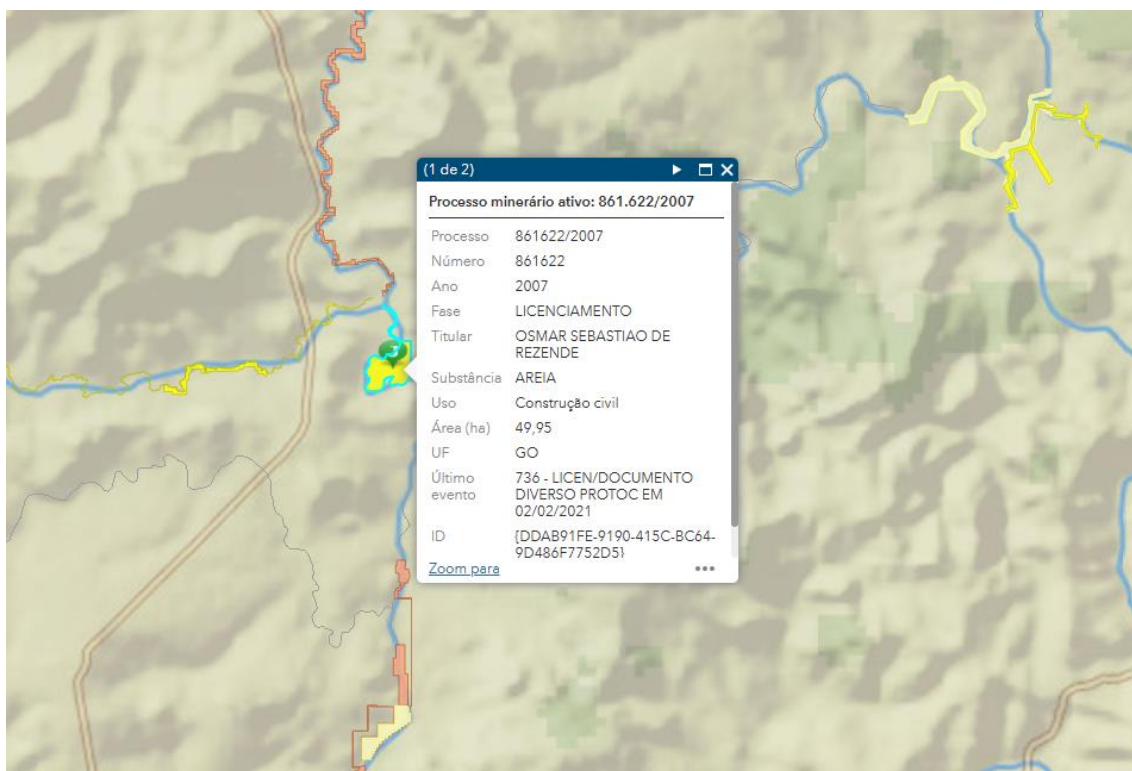
Figura

Figura 37 – H – EURÍPEDES ERASTO SANT'ANA



Figura

Figura 38 – I – CARLUCIO RODRIGUES MIRANDA



Figura

Figura 39 – J – OSMAR SEBASTIAO DE REZENDE

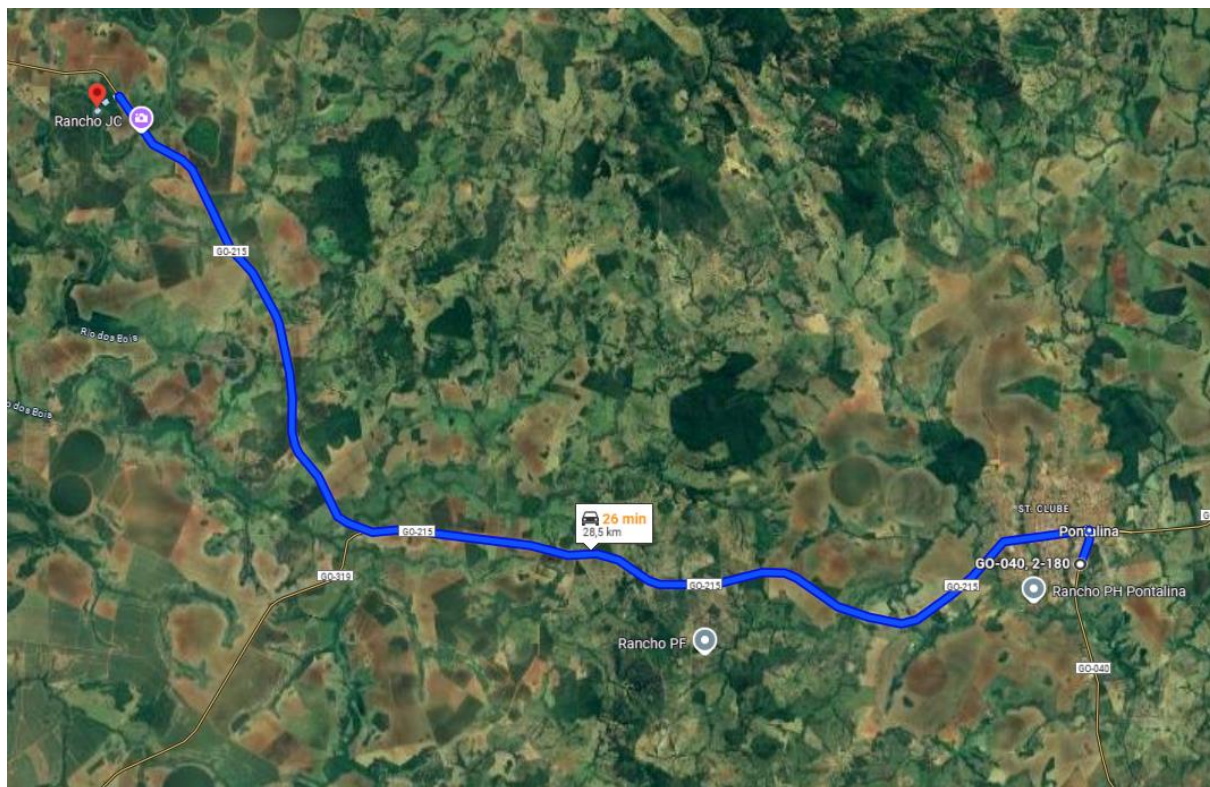
Após coleta de dados através da plataforma SIGMINE/ANM, visita em campo, coleta de dados de possíveis fornecedores e ensaios realizados, determinou-se as ocorrências a serem utilizadas para o segmento em questão, sendo apresentado o croqui de localização de cada uma delas a seguir.

4.2.3.3 Material de Jazida para Base e Sub base

A ocorrência indicada está localizada a 60,30 km da estaca 132+19,13 do trecho a ser pavimentado, do lado direito, sendo de propriedade da Sra. Zilda Alvez das Dores.

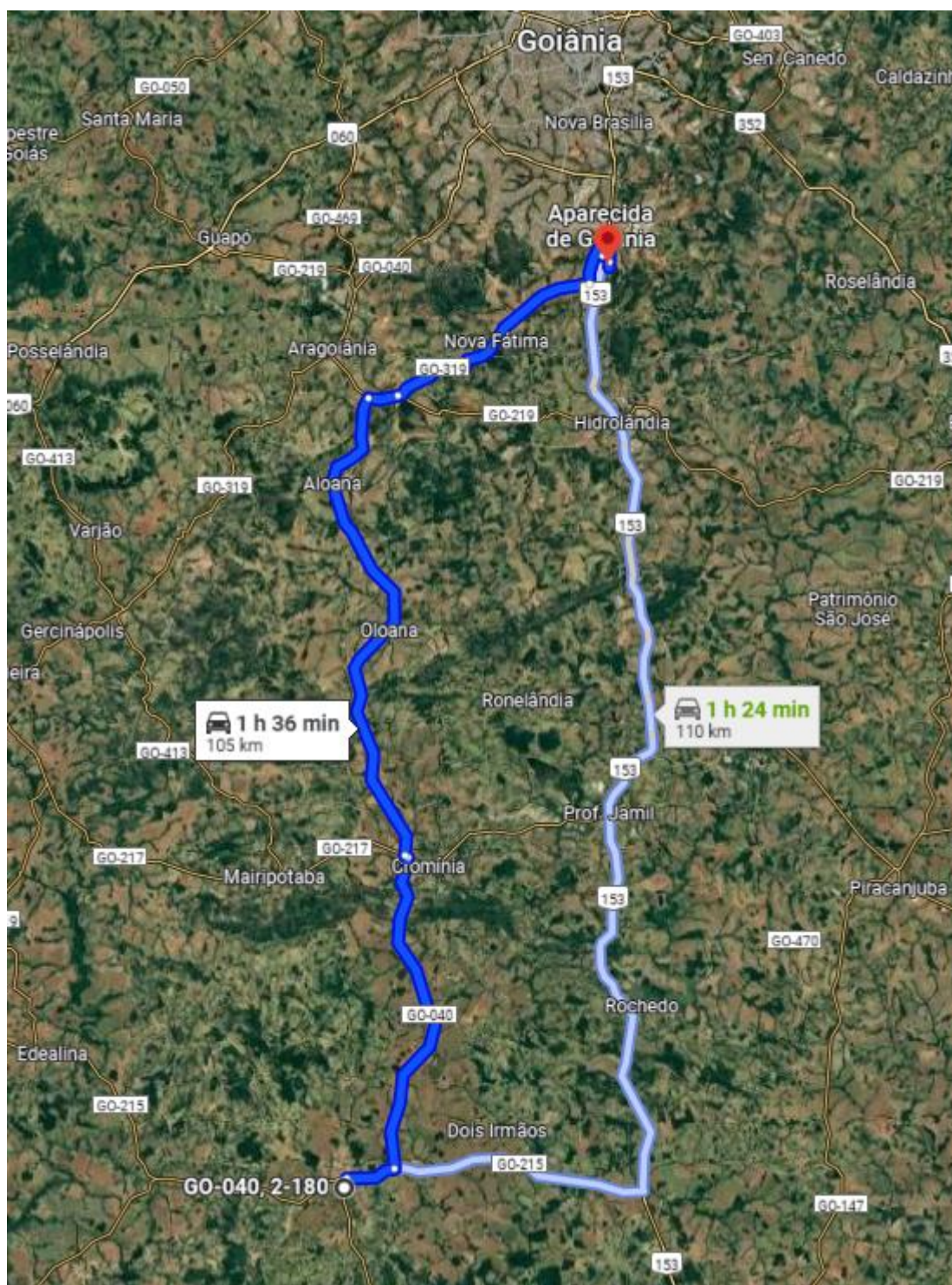
4.2.3.4 Areal

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 da estaca 132+19,13 , 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 reafeição 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

5.1 Introdução

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.

5.2 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.

5.3 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.

5.4 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 **7,62%**, correspondente ao Furo ST-07, da Estaca 76 + 0,00 (Eixo), devendo ser substituídos valores inferiores a este.

5.5 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 amostras e locais determinados, cujo material será destinado para a execução dos serviços do Contorno e também da Duplicação da GO-215, nas proximidades do perímetro urbano de Pontalina.

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.

Efetou-se o estudo de 01 Caixa Concentrada, no início do trecho, da Estaca 02 a estaca 40 lado direito (ELD-01 a ELD-03 estão inclusos na Caixa Concentrada) e 05 Empréstimos Laterais.

Ressalta-se que o volume da Caixa Concentrada é suficiente para atender à demanda do contorno de Pontalina, sendo reservada a ELD-06 e ELD-07 para atender a terraplenagem da duplicação da GO-215, sentido BR-153. Os empréstimos laterais ELD-04, ELD-05 e ELD-08, cujo material é cascalho quartzo, serão utilizados na pavimentação, como material de sub-base, pois garantem ISC superior a 20%, na energia intermediária.

5.6 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.

5.7 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 59,60 km da estaca 128+12,50 do trecho a ser pavimentado, do lado direito, sendo de propriedade da Sra. Zilda Alvez das Dores.
- Jazida 02, localizada a 29,70 km da estaca 128+12,50 do trecho a ser pavimentado, do lado direito, 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 59,60 km, necessita de adição de areia, para ser utilizada como sub base e base. Já a J-02 a 29,70 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 identificados 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

6.1 Introdução

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 Vicentinópolis e Pontalina, elaborado pela empresa ETEL- Estudos Técnicos Ltda, entregue em março/2024, cujo estudo é parte integrante do Volume 01- Relatório de Projeto- Estudos Iniciais.

6.2 Posto de Contagem e Resultado da Contagem

Segundo o projeto da ETEL, pelas localizações dos postos de contagens apresentadas no estudo efetuado, o Posto mais representativo para o empreendimento em questão, o de implantação do contorno de Pontalina, é o Posto P31, cuja contagem volumétrica foi realizada nas proximidades do perímetro urbano de Pontalina.

Fluxograma Sentidos Posto de Contagem P31



ETEL, 2024.

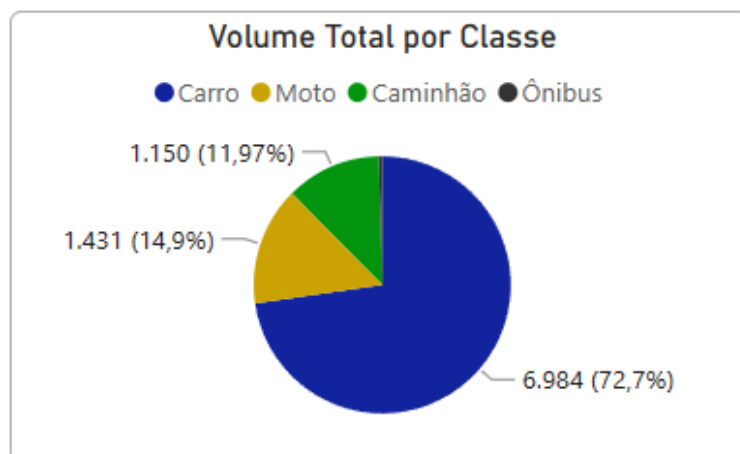
A contagem volumétrica de tráfego, foi realizada nos dias 20, 21 e 22 de dezembro de 2023, sendo apresentada na sequência o resultado da contagem.

Resultados da Contagem por Subclasse PC 31

Data		20/12/23		21/12/23		22/12/23	
Direção		Direção 1	Direção 2	Direção 1	Direção 2	Direção 1	Direção 2
Classe	Subclasse	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Carro	Total	1.062	1.037	1.135	1.082	1.309	1.359
	VP	1.062	1.037	1.135	1.082	1.309	1.359
Moto	Total	276	261	220	184	258	232
	M	276	261	220	184	258	232
Caminhão	Total	184	211	168	191	185	211
	2C	78	102	79	109	80	102
	3C	30	50	25	24	42	49
	3S3	34	29	37	33	33	24
	3T4	17	10	14	10	14	19
	3T6	7	11	5	9	5	7
	3M6	11	6	7	4	6	4
	4CD	6	3	1	2	2	6
	2S3	1	0	0	0	3	0
Ônibus	Total	8	9	8	9	4	4
	2CB	8	9	8	9	4	4
Total		1.530	1.518	1.531	1.466	1.756	1.806

ETEL, 2024.

Gráfico Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-1 - Volume Total por Classe PC 31



ETEL, 2024.

6.3 Classificação da Via

O empreendimento em questão, contorno de Pontalina na região sul do município, interligando a GO-215 com a GO-040, 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 atravessando o 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 e rampa máxima de 8% em perfil. Ressalta-se aqui, que a pista existente da GO-215, com projeto de restauração elaborado pela projetista ETEL- Estudos Técnicos Ltda, apresenta faixa de rolamento de 7,00 m e acostamentos de 0,60 m de largura cada.

6.4 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 Engº Murilo Lopes de Souza, de acordo com o manual de pavimentação do DNER de 1996.

Para a obtenção de N é necessário:

3. Volume e composição do tráfego atual e futuro.
4. Fatores de veículos.
5. 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 e 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.

108

6.5 Apresentação do Resultado

O período de projeto para dimensionamento do pavimento é de 10 anos, considerando 2026 como o ano de abertura ao tráfego, o valor determinado e a ser adotado é de $N = 9,46 \times 10^6$.

NÚMERO N - GO-215	
N - AASHTO	N - USACE
2,88E+06	9,46E+06

7 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

7.1 Introdução

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 12,60m, 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 7,62% (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.

7.2 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 7,62%, ressaltando que nos locais onde há ocorrência de valor inferior, o material foi 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:

CONTORNO PONTALINA													
VIA	DENOMINAÇÃO	CORTES						ATERROS					
		EST. INICIAL		EST. FINAL		VOL. (m³)		EST. INICIAL		EST. FINAL		VOL. (m³)	
TRONCO	C-01	3	+	0,00	35	+	0,00	4.153,28	A-01	6	+	0,00	741,97
	C-02	81	+	0,00	87	+	0,00	2.001,83	A-02	32	+	0,00	11.743,54
	C-03	92	+	0,00	96	+	0,00	913,59	A-03	46	+	0,00	34.696,53
	C-04	100	+	0,00	103	+	0,00	184,88	A-04	87	+	0,00	1.150,10
	C-05a	107	+	0,00	112	+	0,00	89,24	A-05	96	+	0,00	2.191,20
	C-05b	114	+	0,00	118	+	0,00	4.987,00	A-06	118	+	0,00	575,21
	C-05c	120	+	0,00	127	+	15,90	21387,43					
INTERSEÇÃO 01 (Est. 0 a EST. 2 DA LINHA TRONCO)	C-01 INT. 01	0	+	0,00	6	+	18,23	2.141,50	A-01 INT. 01	0	+	0,00	46,80
	C-02 INT. 01 RA	0	+	0,00	5	+	18,14	326,44	A-02 INT. 01	5	+	0,00	45,23
	C-03 INT. 01 RB	0	+	0,00	4	+	5,11	143,13	A-03 INT. 01 RA	0	+	0,00	0,10
	C-04 INT. 01 RC	0	+	0,00	8	+	9,33	886,48	A-04 INT. 01 RA	4	+	0,00	1,12
									A-05 INT. 01 RB	3	+	0,00	25,51
									A-06 INT. 01 RC	0	+	0,00	10,62
									A-07 INT. 01 RC	8	+	8,00	9,33
INTERSEÇÃO 02 (Est. 32 a EST. 40 DA LINHA TRONCO)	C-01 INT. 02	2	+	0,00	2	+	5,00	127,06	A-01 INT. 02	0	+	0,00	535,80
	C-02 INT. 02	4	+	0,00	4	+	5,00	88,71	A-02 INT. 02 RA	1	+	0,00	21,44
	C-03 INT. 02 RA	0	+	0,00	4	+	2,39	171,55	A-03 INT. 02 RA	4	+	0,00	11,63
	C-04 INT. 02 RB	2	+	11,81	3	+	11,63	4,78	A-04 INT. 02 RB	0	+	0,00	983,07
	C-05 INT. 02 RC	0	+	0,00	2	+	0,96	26,98	A-05 INT. 02 RC	0	+	0,00	4,16
	C-06 INT. 02 RC	5	+	0,00	8	+	19,54	356,50	A-06 INT. 02 RC	3	+	0,00	0,16
	C-07 INT. 02 RD	1	+	17,72	2	+	13,53	5,88	A-07 INT. 02 RC	6	+	9,80	13,53
INTERSEÇÃO 03 (Est. 128 a EST. 128 + 19,33 DA LINHA TRONCO)									A-08 INT. 02 RD	0	+	0,00	331,96
	C-01 INT. 03	1	+	0,00	8	+	0,00	6.120,31	A-01 INT. 03	1	+	0,00	53,88
	C-02 INT. 03 RA	0	+	0,00	6	+	0,00	6.447,27	A-02 INT. 03	9	+	0,00	1.000,23
	C-03 INT. 03 RA	9	+	0,00	10	+	13,84	9,69	A-03 INT. 03 RA	6	+	0,00	10
	C-04 INT. 03 RB	0	+	0,00	3	+	0,00	94,47	A-04 INT. 03 RB	0	+	0,00	2
	C-05 INT. 03 RB	11	+	10,00	11	+	14,34	2,34	A-05 INT. 03 RB	4	+	0,00	11
	C-06 INT. 03 RC	0	+	0,00	4	+	8,29	624,70	A-06 INT. 03 RC	0	+	16,00	1
TOTAIS								58.160,46					58.174,20

LOCALIZAÇÃO DOS CORTES (MATERIAL DE 1ª CATEGORIA)										
ORDEM	LOCALIZAÇÃO						EXTENSÃO (m)	VOLUME (m3)	ISC	
	ESTACA INICIAL			ESTACA FINAL		DESCRIÇÃO				
	INTEIRA		FRAÇÃO	INTEIRA	FRAÇÃO					
01	3	+	0,00	35	+	0,00	C-01	640,00	4.153,28	13,3/16,74/11,33%
02	81	+	0,00	87	+	0,00	C-02	120,00	2.001,83	12,57/11,24%
03	92	+	0,00	96	+	0,00	C-03	80,00	913,59	13,43/11,90/14,29%
04	100	+	0,00	103	+	0,00	C-04	60,00	184,88	14,57%
05	107	+	0,00	112	+	0,00	C-05a	100,00	89,24	14,86/38,76%
06	114	+	0,00	118	+	0,00	C-05b	80,00	4.987,00	42,38%
07	120	+	0,00	127	+	15,90	C-05c	155,90	21387,43	3,52 a 41,81%
08	0	+	0,00	6	+	18,23	C-01 INT. 01	138,23	2.141,50	13,33%
09	0	+	0,00	5	+	18,14	C-02 INT. 01 RA	118,14	326,44	13,33%
10	0	+	0,00	4	+	5,11	C-03 INT. 01 RB	85,11	143,13	13,33%
11	0	+	0,00	8	+	9,33	C-04 INT. 01 RC	169,33	886,48	13,33%
12	2	+	0,00	2	+	5,00	C-01 INT. 02	5,00	127,06	49,33%
13	4	+	0,00	4	+	5,00	C-02 INT. 02	5,00	88,71	49,33%
14	0	+	0,00	4	+	2,39	C-03 INT. 02 RA	82,39	171,55	49,33%
15	2	+	11,81	3	+	11,63	C-04 INT. 02 RB	19,82	4,78	49,33%
16	0	+	0,00	2	+	0,96	C-05 INT. 02 RC	40,96	26,98	49,33%
17	5	+	0,00	8	+	19,54	C-06 INT. 02 RC	79,54	356,50	49,33%
18	1	+	17,72	2	+	13,53	C-07 INT. 02 RD	15,81	5,88	49,33%
19	1	+	0,00	8	+	0,00	C-01 INT. 03	140,00	6.120,31	5,05%
20	0	+	0,00	6	+	0,00	C-02 INT. 03 RA	120,00	6.447,27	5,05%
21	9	+	0,00	10	+	13,84	C-03 INT. 03 RA	33,84	9,69	5,05%
22	0	+	0,00	3	+	0,00	C-04 INT. 03 RB	60,00	94,47	5,05%
23	11	+	10,00	11	+	14,34	C-05 INT. 03 RB	4,34	2,34	5,05%
24	0	+	0,00	4	+	8,29	C-06 INT. 03 RC	88,29	624,70	5,05%
25	0	+	0,00	5	+	16,60	C-07 INT. 03 RD	116,60	6.865,42	5,05%
Total									58.160,46	

LOCALIZAÇÃO DOS ATERROS							Fator Empol. 1,22				
Nº	LOCALIZAÇÃO						EXTENSÃO (m)	VOLUME TOTAL (m³)	VOLUME NORMAL EMPOLADO (m³)	OBS.	
	ESTACA INICIAL		À	ESTACA FINAL							
A-01	6	+	0,00	À	16	+	0,00	200,00	741,97	905,20	
A-02	32	+	0,00	À	44	+	0,00	240,00	11.743,54	14.327,12	
A-03	46	+	0,00	À	80	+	0,00	680,00	34.696,53	42.329,77	
A-04	87	+	0,00	À	92	+	0,00	100,00	1.150,10	1.403,12	
A-05	96	+	0,00	À	114	+	0,00	360,00	2.191,20	2.673,26	
A-06	118	+	0,00	À	119	+	0,00	20,00	575,21	701,76	
A-01 INT. 01	0	+	0,00	À	0	+	10,00	10,00	46,80	57,10	
A-02 INT. 01	5	+	0,00	À	6	+	18,23	38,23	45,23	55,18	
A-03 INT. 01 RA	0	+	0,00	À	0	+	10,00	10,00	0,10	0,12	
A-04 INT. 01 RA	4	+	0,00	À	4	+	10,00	10,00	1,12	1,37	
A-05 INT. 01 RB	3	+	0,00	À	3	+	5,00	5,00	25,51	31,12	
A-06 INT. 01 RC	0	+	0,00	À	0	+	10,62	10,62	32,68	39,87	
A-07 INT. 01 RC	8	+	8,00	À	8	+	9,33	1,33	0,07	0,09	
A-01 INT. 02	0	+	0,00	À	5	+	13,10	113,10	535,80	653,68	
A-02 INT. 02 RA	1	+	0,00	À	2	+	0,00	20,00	21,44	26,16	
A-03 INT. 02 RA	4	+	0,00	À	8	+	11,63	91,63	1.326,26	1.618,04	
A-04 INT. 02 RB	0	+	0,00	À	3	+	0,00	60,00	983,07	1.199,35	
A-05 INT. 02 RC	0	+	0,00	À	1	+	0,00	20,00	4,16	5,08	
A-06 INT. 02 RC	3	+	0,00	À	5	+	0,16	40,16	142,89	174,33	
A-07 INT. 02 RC	6	+	9,80	À	8	+	13,53	43,73	23,66	28,87	
A-08 INT. 02 RD	0	+	0,00	À	2	+	0,00	40,00	331,96	404,99	
A-01 INT. 03	1	+	0,00	À	3	+	0,00	40,00	53,88	65,73	
A-02 INT. 03	9	+	0,00	À	10	+	0,00	20,00	1.000,23	1.220,28	
A-03 INT. 03 RA	6	+	0,00	À	10	+	13,84	93,84	624,95	762,44	
A-04 INT. 03 RB	0	+	0,00	À	2	+	0,00	40,00	476,85	581,76	
A-05 INT. 03 RB	4	+	0,00	À	11	+	14,34	154,34	1.392,52	1.698,87	
A-06 INT. 03 RC	0	+	16,00	À	1	+	0,00	4,00	5,91	7,21	
A-07 INT. 03 RC	4	+	6,00	À	4	+	8,29	2,29	0,52	0,63	
A-08 INT. 03 RD	0	+	0,00	À	0	+	4,00	4,00	0,04	0,05	
VOLUME TOTAL DE ATERRO									58.174,20	70.972,52	

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	6	+	0,00	16	+	0,00	200,00	741,97	0,00	741,97	Espessura < 1,00 m
A-02	32	+	0,00	44	+	0,00	240,00	11.743,54	9.713,14	2.030,40	Espessura > 1,00 m
A-03	46	+	0,00	80	+	0,00	680,00	34.696,53	28.943,73	5.752,80	Espessura > 1,00 m
A-04	87	+	0,00	92	+	0,00	100,00	1.150,10	304,10	846,00	Espessura > 1,00 m
A-05	96	+	0,00	114	+	0,00	360,00	2.191,20	0,00	2.191,20	Espessura < 1,00 m
A-06	118	+	0,00	119	+	0,00	20,00	575,21	406,01	169,20	Espessura > 1,00 m
A-01 INT. 01	0	+	0,00	0	+	10,00	10,00	46,80	0,00	46,80	Espessura < 1,00 m
A-02 INT. 01	5	+	0,00	6	+	18,23	38,23	45,23	0,00	45,23	Espessura < 1,00 m
A-03 INT. 01 RA	0	+	0,00	0	+	10,00	10,00	0,10	0,00	0,10	Espessura < 1,00 m
A-04 INT. 01 RA	4	+	0,00	4	+	10,00	10,00	1,12	0,00	1,12	Espessura < 1,00 m
A-05 INT. 01 RB	3	+	0,00	3	+	5,00	5,00	25,51	0,00	25,51	Espessura < 1,00 m
A-06 INT. 01 RC	0	+	0,00	0	+	10,62	10,62	32,68	0,00	32,68	Espessura < 1,00 m
A-07 INT. 01 RC	8	+	8,00	8	+	9,33	1,33	0,07	0,00	0,07	Espessura < 1,00 m
A-01 INT. 02	0	+	0,00	5	+	13,10	113,10	535,80	0,00	535,80	Espessura < 1,00 m
A-02 INT. 02 RA	1	+	0,00	2	+	0,00	20,00	21,44	0,00	21,44	Espessura < 1,00 m
A-03 INT. 02 RA	4	+	0,00	8	+	11,63	91,63	1.326,26	0,00	1.326,26	Espessura < 1,00 m
A-04 INT. 02 RB	0	+	0,00	3	+	0,00	60,00	983,07	0,00	983,07	Espessura < 1,00 m
A-05 INT. 02 RC	0	+	0,00	1	+	0,00	20,00	4,16	0,00	4,16	Espessura < 1,00 m
A-06 INT. 02 RC	3	+	0,00	5	+	0,16	40,16	142,89	0,00	142,89	Espessura < 1,00 m
A-07 INT. 02 RC	6	+	9,80	8	+	13,53	43,73	23,66	0,00	23,66	Espessura < 1,00 m
A-08 INT. 02 RD	0	+	0,00	2	+	0,00	40,00	331,96	0,00	331,96	Espessura < 1,00 m
A-01 INT. 03	1	+	0,00	3	+	0,00	40,00	53,88	0,00	53,88	Espessura < 1,00 m
A-02 INT. 03	9	+	0,00	10	+	0,00	20,00	1.000,23	0,00	1.000,23	Espessura < 1,00 m
A-03 INT. 03 RA	6	+	0,00	10	+	13,84	93,84	624,95	0,00	624,95	Espessura < 1,00 m
A-04 INT. 03 RB	0	+	0,00	2	+	0,00	40,00	476,85	0,00	476,85	Espessura < 1,00 m
A-05 INT. 03 RB	4	+	0,00	11	+	14,34	154,34	1.392,52	0,00	1.392,52	Espessura < 1,00 m
A-06 INT. 03 RC	0	+	16,00	1	+	0,00	4,00	5,91	0,00	5,91	Espessura < 1,00 m
A-07 INT. 03 RC	4	+	6,00	4	+	8,29	2,29	0,52	0,00	0,52	Espessura < 1,00 m
A-08 INT. 03 RD	0	+	0,00	0	+	4,00	4,00	0,04	0,00	0,04	Espessura < 1,00 m
TOTAL								58.174,20	39.366,98	18.807,22	

7.3 Fator de Homogeneização (F):

CÁLCULO DO EMPOLAMENTO																				
MATERIAL DE CORTES																				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
DENS. MÁXIMA	1309	1374	1385	1428	1450	1282	1267	1316	1290	1259	1329	1335	1310	1294	1333	1286	1333	1476	1429	1413
DENS. SOLO SECO	1638	1605	1647	1793	1782	1548	1498	1609	1509	1590	1619	1640	1572	1559	1612	1607	1731	1739	1749	1739
FATOR EMPOL.	1,25	1,17	1,19	1,26	1,23	1,21	1,18	1,22	1,17	1,26	1,22	1,23	1,20	1,20	1,21	1,25	1,30	1,18	1,22	1,23
FATOR MÉDIO EMPOL.	1,22																			
MATERIAL DE EMPRÉSTIMO																				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
DENS. MÁXIMA	1329	1333	1317	1329	1322	1306	1314	1302	1314	1301	1309	1317	1314	1359	1413	1346	1333	1310	1342	1310
DENS. SOLO SECO	1555	1559	1559	1559	1556	1556	1556	1552	1552	1552	1558	1558	1558	1556	1554	1554	1555	1555	1555	1555
FATOR EMPOL.	1,17	1,17	1,18	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19	1,18	1,19	1,19	1,18	1,19	1,14	1,10	1,15	1,17	1,19	1,16	1,19
FATOR MÉDIO EMPOL.																				
MATERIAL DE EMPRÉSTIMO																				
	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27													
DENS. MÁXIMA	1298	1364	1347	1343	1346	1342	1338													
DENS. SOLO SECO	1555	1558	1558	1558	1558	1551	1551													
FATOR EMPOL.	1,20	1,14	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16													
FATOR MÉDIO EMPOL.	1,17																			
Fator de Empolamento único a ser adotada de 1,22 devido ao material de corte representar mais de 80% do material para																				

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	32	+	0,00	36	+	10,00	90,00	13,50	0,10	121,50	Bota-Espera / Origem
RBA-02	69	+	0,00	73	+	0,00	80,00	13,50	0,10	108,00	Bota-Espera / Origem
RBA-03	87	+	0,00	88	+	0,00	20,00	13,35	0,15	40,05	Bota-Espera / Origem
RBA-04	96	+	0,00	97	+	0,00	20,00	13,35	0,15	40,05	Bota-Espera / Origem
RBA-05	100	+	0,00	103	+	0,00	60,00	13,50	0,10	81,00	Bota-Espera / Origem
RBA-06	105	+	0,00	114	+	0,00	180,00	13,65	0,05	122,85	Bota-Espera / Origem
RBA-07	INT. 01 Área At=			595,32					0,15	89,30	Bota-Espera / Origem
Rebaixo de Aterro com destino para Local de Origem - TOTAL										602,75	
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	6	+	0,00	16	+	0,00	200,00	13,80	0,20	552,00
FNA-02	32	+	0,00	36	+	10,00	90,00	13,50	0,20	243,00
FNA-03	87	+	0,00	88	+	0,00	20,00	13,35	0,20	53,40
FNA-04	96	+	0,00	97	+	0,00	20,00	13,35	0,20	53,40
FNA-05	100	+	0,00	103	+	0,00	60,00	13,50	0,20	162,00
FNA-06	105	+	0,00	114	+	0,00	180,00	13,65	0,20	491,40
FNA-07	INT. 01 Área At.=			595,32					0,20	119,06
FNA-08	INT. 02 Área At.=			3.321,85					0,20	664,37
FNA-09	INT. 03 Área At.=			4.050,55					0,20	810,11
									TOTAL	3.148,74

Modelo 5.3 - REBAIXOS EM CORTES PARA SUBSTITUIÇÕES - mínimo 60 cm											
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)	Finalidade/Destino
	INICIAL			FINAL							
RCS-01	120	+	0,00	127	+	15,90	155,90	12,60	0,60	1.178,60	Corpo de Aterro
RCS-02	INT. 03	Área=		6.183,18					0,60	3.709,91	Corpo de Aterro
		+			+						
		+			+						
		+			+						
		+			+						
		+			+						
		+			+						
		+			+						
Rebaixo de Corte com destino para Corpo de Aterro - TOTAL										4.888,51	
Rebaixo de Corte com destino para Bota-fora - TOTAL										0,00	

Modelo 5.4 - REBAIXOS EM CORTES - 40 cm										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
REC-01	3	+	0,00	35	+	0,00	640,00	12,60	0,40	3.225,60
REC-02	81	+	0,00	87	+	0,00	120,00	12,60	0,40	604,80
REC-03	92	+	0,00	96	+	0,00	80,00	12,60	0,40	403,20
REC-04	100	+	0,00	103	+	0,00	60,00	12,60	0,40	302,40
REC-05	107	+	0,00	112	+	0,00	100,00	12,60	0,40	504,00
REC-06	114	+	0,00	118	+	0,00	80,00	12,60	0,40	403,20
REC-07	INT. 01	Área=		4.119,77					0,40	1.647,91
REC-08	INT. 02	Área=		1.928,87					0,40	771,55
TOTAL										7.862,66

Modelo 5.5 - FUNDAÇÃO DE CORTE - 20 cm										
REBAIXO	ESTACA						EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESPESSURA (m)	VOLUME (m³)
	INICIAL			FINAL						
FNC-01	3	+	0,00	35	+	0,00	640,00	12,60	0,20	1.612,80
FNC-02	81	+	0,00	87	+	0,00	120,00	12,60	0,20	302,40
FNC-03	92	+	0,00	96	+	0,00	80,00	12,60	0,20	201,60
FNC-04	100	+	0,00	103	+	0,00	60,00	12,60	0,20	151,20
FNC-05	107	+	0,00	112	+	0,00	100,00	12,60	0,20	252,00
FNC-06	114	+	0,00	118	+	0,00	80,00	12,60	0,20	201,60
FNC-07	INT. 01	Área=		4.119,77					0,20	823,95
FNC-08	INT. 02	Área=		1.928,87					0,20	385,77
		+			+					
TOTAL										3.931,33

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	36	+	10,00	37	+	10,00	20,00	14,60	0,20	58,40
FDA-02	66	+	10,00	68	+	10,00	40,00	15,00	0,20	120,00
FDA-03	73	+	0,00	74	+	0,00	20,00	15,30	0,20	61,20
FDA-04	79	+	0,00	80	+	0,00	20,00	14,55	0,20	58,20
FDA-05	88	+	0,00	92	+	0,00	80,00	15,30	0,20	244,80
FDA-06	97	+	0,00	100	+	0,00	60,00	16,20	0,20	194,40
FDA-07	103	+	0,00	105	+	0,00	40,00	15,60	0,20	124,80
FDA-08	118	+	0,00	119	+	0,00	20,00	16,20	0,20	64,80
		+			+				0,20	
TOTAL										926,60

7.4 Resumo da distribuição de massas

O volume de terraplenagem ficou assim distribuído:

MODELO 10.0 - RESUMO GERAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS														
TRANSPORTE DE MATERIAIS					ORIGEM DOS MATERIAIS					DESTINO DOS MATERIAIS				
INTERVALOS EM METROS		COMPRI- LATERAL	1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA	EMPRESTÍMO	REBAPO DE SUBLEITO		REMOÇÃO		PERCENTUAL DO VOLUME DE MATERIAL POR FAIXA (ACUMULADO)		CANALIS FINIS TERRAPLENAGEM	
							CORTE SUBST	ATERRO SUBST	ATERRO SUBST	DE SOLO MOLE ROCHA			DE ATERRO	COMPACTAÇÃO
													DEFINIDO	NÃO DEFINIDO
0	- 50		1.005,19				7.862,66	602,75			9,67%	9,67%	49.533	
50	- 200		2.481,66								12,21%	12,21%	37.100	
200	- 400		6.095,46								18,53%	18,53%	3.280,8	
400	- 600		2.155,41			9.093,55					28,04%	28,04%	3.287,42	
600	- 800		3.312,70			7.018,42					38,59%	38,59%	3.312,70	
800	- 1000		2.001,83								40,63%	40,63%	2.001,83	
1000	- 1200		1.396,58								42,06%	42,06%	1.396,58	
1200	- 1400		32.786,17								75,49%	75,49%	33.814,77	
1400	- 1600		0,00				1.178,60				1,20%	76,69%	0,00	
1600	- 1800		0,00								0,00%	76,69%	0,00	
1800	- 2000		0,00			8.863,06					9,05%	85,74%	8.863,06	
2000	- 3000		8.815,46			1.437,89					10,47%	96,21%	1.437,89	
3000	- 5000		0,00				3.709,91				3,79%	100,00%	3.709,91	
5000	- 10000		0,00								0,00%	100,00%	0,00	
SEM TRANSPORTES:														
FUNDAÇÃO DE ATERRO: 0,09 a 0,60 m														
FUNDAÇÃO DE ATERRO: 0,60 a 3,0 m														
FUNDAÇÃO DE CORTE: 0,40 m														
TOTAL		0,00	58.160,46	0,00	0,00	26.412,92	7.862,66	4.888,51	602,75	0,00			37.374,22	48.027,71
PERCENTUAL (%)		0,00%	59,39%	0,00%	0,00%	26,97%	8,03%	4,99%	0,62%	0,00%			35,28%	45,34%
DISTÂNCIA PONDERADA DOS TRANSPORTES:			0,00											
ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE EMPRESTÍMO:			15.200,00											
VOLUME ESCAVADO DESTINADO PARA ATERRO:			85.401,93											
VOLUME ESCAVADO DESTINADO PARA ATERRO:			85.401,93											
MATERIAL DE CORTE E REBAPO DESTINADO A BOTAFORA:			12.525,37											
MATERIAL DE BOTAFORA DESTINADO A CAVALO DE EMPRESTÍMO:			12.525,37											
VOLUME DE COMPACTAÇÃO DE BF: Exeto Mh1.3a+Solo Mh1-BF confinado em Cx. Emp) =			0,00											
VOLUME DE COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO (ÚLTIMOS 20 CM DA C.F.T.)			9.936,71				48.683,54							
VOLUME TOTAL DE COMPACTAÇÃO A 98% PN (12 GOLPES) =			40.933,69											
VOLUME TOTAL DE COMPACTAÇÃO A 100% PN (12 GOLPES) =			37.714,68											
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 98% PN (12 GOLPES) =			40.293,58											
VOLUME FINAL DE COMPACTAÇÃO A 100% PN (12 GOLPES) =			27.777,87											
VOLUME MEDIO DE COMPACTAÇÃO			28336,01											
ÁREA TOTAL DE DESMANTAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM			87.045,54											
DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETRO DE 15 A 30 CM			0,00											
DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETRO MAIOR QUE 30 CM			0,00											
VOLUME TOTAL DE CARGA DE ENTULHOS			0,00											
TOTAL DE TRANSPORTE DE ENTULHOS			0,00											
OBSERVAÇÕES:														
Previsão relativa aos cortes para talude e recomposição de aterros com menos de 60cm, previsto relativo à recomposição para que se garanta que 60cm sejam compactados a 100% do PN.														
Para os solos classificados na operação de talude não aderência a SCS % devem ser substituídos por solo selecionado de empréstimo e dimensionados para corpo de aterro.														
Quilome. insuflado normaliza P.O. (o previsto escarificação e compactação da fundação dos aterros com altura menor de 3,0m, numa espessura de 20cm.														
Formas desenhadas e as áreas de regularização de subleito dos limites de regularização por bloco exist. regularização nas áreas.														

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:

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

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

$LC = 1.400 l$

$p/l = 4\%$

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

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:

$LC \dots l$

$L'C \dots it$

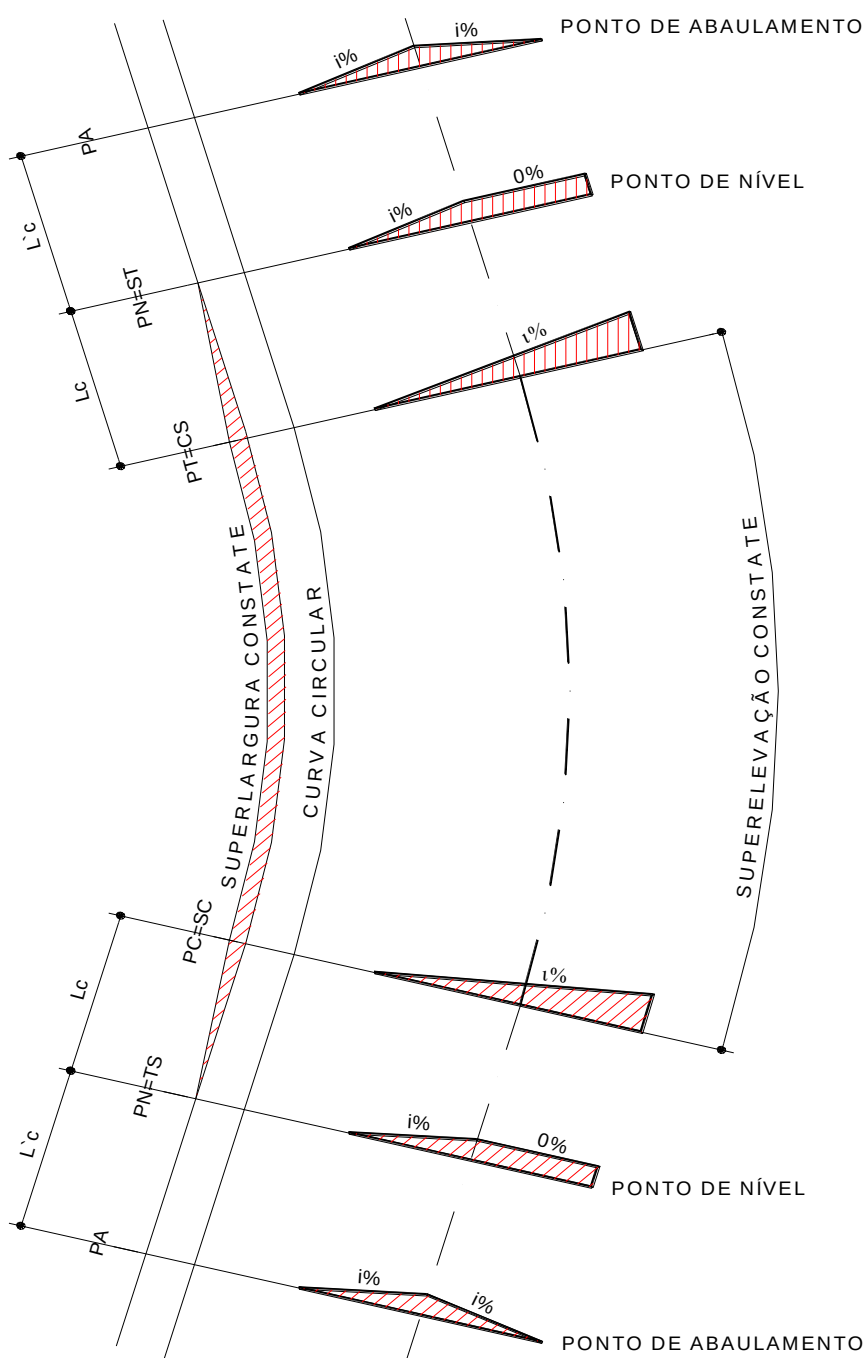
sendo it a inclinação transversal da pista, temos:

$l = it = 4\%$

$LC = L'C$

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

8.1 Introdução

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 calcada 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.

8.2 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 $9,46 \times 10^6$ 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 $ISC_{proj} = 7,62\%$ 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:

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

Dados para o cálculo:

$$\begin{aligned} R &= 7,5 \text{ cm} & N &= 9,46 \times 10^6 \\ K_R &= 2,0 \text{ (C.B.U.Q.)} \\ K_B &= 1,0 \text{ (base cascalho)} \\ K_{S_b} &= 1,0 \text{ (sub-base cascalho)} \\ N_{10} &= 9,46 \times 10^6 \\ \text{ISC projeto} &= 7,62\% \end{aligned}$$

Do gráfico 2 retira-se os seguintes dados:

$$\begin{aligned} H_{20} &= 28,09 \text{ cm} \\ H_{7,62} &= 50,00 \text{ cm (ISC = 7,62)} \end{aligned}$$

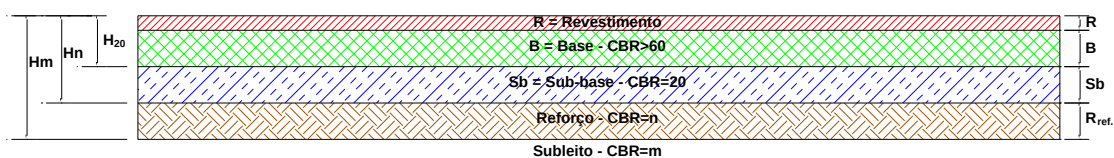
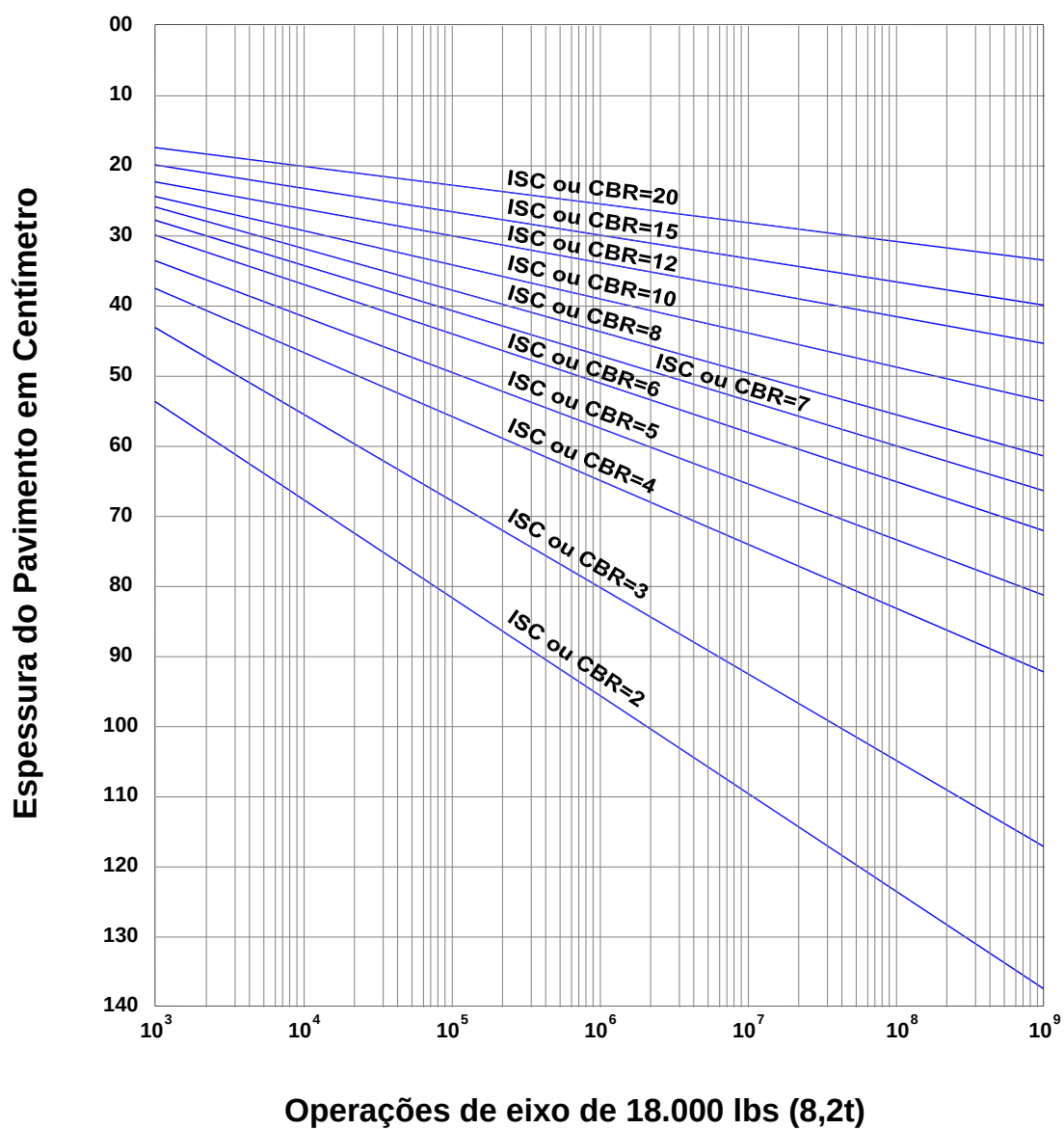
Utilizando as equações:

$$\begin{aligned} R.K_R + B.K_B &> H_{20} & 7,5 \times 2,0 + B \times 1,0 &> 28,09 & B > 13,09 & \text{Adotar } B = 15,00 \text{ cm} \\ R.K_R + B.K_B + S_b.K_{S_b} &> H_n & 7,5 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + S_b \times 1,0 &> 50,00 & S_b \Rightarrow 20,0 & \text{Adotar } S_b = 20,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

Resumindo temos:

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



DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS NOVOS - MÉTODO DNER																																																													
RODOVIA: CONTORNO DE PONTALINA																																																													
TRECHO :																																																													
Extensão: 2,66 km																																																													
DADOS DE TRÁFEGO		Número "N" de Projeto (USACE)				Np	9,46E+06																																																						
		Período de Projeto				P	10 anos																																																						
DADOS GEOTÉCNICOS SUBLEITO		ISC PROJETO				ISCp	7,62																																																						
DADOS PISTA		PISTA DE ROLAMENTO				Largura (m)	3,50																																																						
		ACOSTAMENTO					1,50																																																						
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 %	> 65 %																																																						
	IP (%):	NP		> 9	1	2	3																																																						
				6 a 9	2	2	3																																																						
Tipo de Solo do Subleito =		2		2 a 5	3	3	3																																																						
Constantes quanto à resiliência:				Tipo		1	2	3																																																					
I1 = 1 I2 = 0				I1		0	1	0																																																					
				I2		0	0	1																																																					
Cálculo da Deflexão Admissível:				log Dadm = 3,148 - 0,188 log Np		Dadm = 69		(0,01mm)																																																					
Espessura Mínima de Revestimento:				Hcb = 807,961/Dp - 5,737 + 0,972 I1 + 4,101 I2		Hcb = 6,9		cm																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Número "N"</th> <th colspan="3">Espessura Mínima de Revest. Betuminoso</th> <th>cm</th> <th rowspan="2">Esp. Mínima (cm)</th> <th rowspan="2">Tipo Revest.</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th><=</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,0E+06</td> <td><</td> <td>N</td> <td><=</td> <td>5,0E+06</td> <td></td> <td>TSD</td> <td>2,5</td> <td rowspan="4">7,5</td> <td rowspan="4">CBUQ</td> </tr> <tr> <td>5,0E+06</td> <td><</td> <td>N</td> <td><=</td> <td>1,0E+07</td> <td></td> <td>CBUQ</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>1,0E+07</td> <td><=</td> <td>N</td> <td><=</td> <td>5,0E+07</td> <td></td> <td>CBUQ</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>></td> <td></td> <td></td> <td>5,0E+07</td> <td></td> <td>CBUQ</td> <td>12,5</td> </tr> </tbody> </table>										Número "N"				Espessura Mínima de Revest. Betuminoso			cm	Esp. Mínima (cm)	Tipo Revest.	N	<=							1,0E+06	<	N	<=	5,0E+06		TSD	2,5	7,5	CBUQ	5,0E+06	<	N	<=	1,0E+07		CBUQ	7,5	1,0E+07	<=	N	<=	5,0E+07		CBUQ	10	N	>			5,0E+07		CBUQ	12,5
Número "N"				Espessura Mínima de Revest. Betuminoso			cm	Esp. Mínima (cm)	Tipo Revest.																																																				
N	<=																																																												
1,0E+06	<	N	<=	5,0E+06		TSD	2,5	7,5	CBUQ																																																				
5,0E+06	<	N	<=	1,0E+07		CBUQ	7,5																																																						
1,0E+07	<=	N	<=	5,0E+07		CBUQ	10																																																						
N	>			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 = 28,09 cm B > 13,1 cm						Base (B)=	15	Granular																																																					
R*KR + B*KB + SB*Ks > Hn Hn = 50,01 cm SB > 20,0 cm						Sub-base (SB)=	20	Solo Granular																																																					
R*KR + B*KB + SB*Ks + hn*Kref > Hm Hm = 0,00 cm hn > 0,0 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 possui um ISC abaixo do ISCp para realizar a substituição.																																																													
* Espessuras mínima execução: 15 cm																																																													

8.3 Memória de Cálculo

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO									
CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas				m			
		INICIAL		FINAL		INICIAL	FINAL	MÉDIO	COMPRIENTO TRECHO
ESTAQUEAMENTO	GO - 215	0	+	0,00	132	+	19,13	0,00	2659,13
	Interseção 01	0	+	0,00	2	+	0,00	0,00	40,00
	Segmento 1	2		0,00	32		0,00	40,00	640,00
	Interseção 02	32	+	0,00	40	+	0,00	640,00	800,00
	Segmento 2	40	+	0,00	110	+	0,00	800,00	2200,00
	Segmento 3	110	+	0,00	127	+	0,00	2200,00	2540,00
	Interseção 03	127	+	0,00	132	+	19,13	2540,00	2659,13

8.3.1 Regularização do subleito

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO										
	LOCAL	Estacas		m			Extensão	Largura de regularização	Área Intercessões	Área Total
CAMADA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO				
ou Serviço		(m)	(m)	(m2)	(m2)					
Regularização do sub-leito	REGULARIZAÇÃO DO SUB-LEITO									
	GO - 215	0 + 0,00	132 + 19,13	0,00	2659,13	1329,57	2659,13			
	Interseção 01	0 + 0,00	2 + 0,00	0,00	40,00	20,00	40,00	-	4715,09	4715,09
	Segmento 1	2 0 0,00	32 0 0,00	40,00	640,00	340,00	600,00	12,61	0,00	7566,00
	Interseção 02	32 + 0,00	40 + 0,00	640,00	800,00	720,00	160,00	-	5250,72	5250,72
	Segmento 2	40 + 0,00	127 + 0,00	800,00	2540,00	1500,00	1740,00	12,61	0,00	21941,40
	Interseção 03	127 + 0,00	132 + 19,13	2540,00	2659,13	2599,57	119,13	-	10233,73	10233,73
						Total	2.659,13			49.706,94

8.3.2 Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																					
CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		Extensão (m)	Largura escavação (m)	Largura compact. (m)	Área Super Larg. Interseções Limpa rodas (m²)	Área escavação (m²)	Área compactação (m²)	Espessura Camada (cm)	Volume Compactado c/ folga (m³)	Volume Compactado (m³)	Empolamento (%)	Volume Escavado (m³)	Material	Origem	Destino	DMT (Km)	Momento Transporte (m³Km)		
		INICIAL	FINAL																		
Sub-Base Estabilizada Granul. sem Mistura	SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA																				
	GO - 215	0 + 0,00	132 + 19,13	2659,13																	
	Interseção 01	0 + 0,00	2 + 0,00	40,00	11,35	11,05	3613,52	4067,52	4055,52	20,00	813,50	811,10	1,1302	919,42	SOLO - Jazida 3 A	J-03 A	PISTA	1,11	1020,56		
	Segmento 1	2 0 0,00	32 0 0,00	600,00	11,35	11,05	0,00	6810,00	6630,00	20,00	1362,00	1326,00	1,1302	1539,33	SOLO - Jazida 3 A	J-03 A	PISTA	0,79	1216,07		
	Interseção 02	32 + 0,00	40 + 0,00	160,00	11,35	11,05	3945,55	5761,55	5713,55	20,00	1152,31	1142,71	1,1302	1302,34	SOLO - Jazida 3 A	J-03 A	PISTA	0,41	533,96		
	Segmento 2	40 + 0,00	110 + 0,00	1400,00	11,35	11,05	0,00	15890,00	15470,00	20,00	3178,00	3094,00	1,1302	3591,78	SOLO - Jazida 3 A	J-03 A	PISTA	0,45	1616,30		
	Segmento 3	110 + 0,00	127 + 0,00	340,00	11,35	11,05	0,00	3859,00	3757,00	20,00	771,80	751,40	1,2001	926,24	SOLO - Jazida 3 B	J-03 B	PISTA	0,12	111,15		
	Interseção 03	127 + 0,00	132 + 19,13	119,13	11,35	11,05	6380,19	7732,32	7696,58	20,00	1546,46	1539,32	1,2001	1855,91	SOLO - Jazida 3 B	J-03 B	PISTA	0,33	612,45		
				2.659,13			13939,26	44120,39	43322,65		9824,07	8664,53		10135,02				0,50	5110,49		
Distância Média de Transporte	Consumo																				
	SUB-BASE ESTABILIZADA S/ MISTURA (JZ-03 A)											1,849	t/m³	Material				Volume transp. (m³)	DMT Local	Momento Transp. Local	
	SUB-BASE ESTABILIZADA S/ MISTURA (JZ-03 B)											1,859	t/m³	56 + 10 km + 0m				J-03 A	7.352,87	0,60	4.396,89 m³Km
	DENSIDADE SOLO IN NATURA (JAZIDA 03 A)											1,636	t/m³	113 + 10 km + 0m				J-03 B	2.782,15	0,28	723,60 m³Km
	DENSIDADE SOLO IN NATURA (JAZIDA 03 B)											1,549	t/m³	SOLO					10.135,02	0,50	5.110,49 m³Km

8.3.4 Imprimação

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																
CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas				Extensão (m)	Largura Pista (m)	Área Intercosses/ (m2)	Área Total (m2)	Taxa t/m²	Peso (t)	Material	Acesso	Destino	DMT (Km)	Momento Transporte Local (Km)
		INICIAL	FINAL		MÉDIO											
Imprimação	IMPRIMAÇÃO															
	GO - 215	0 + 0,00	132 + 19,13	2659,13	1329,57	2659,13										
	Interseção 01	0 + 0,00	2 + 0,00	40,00	20,00	40,00		3613,52	3613,52	0,0012	4,34	CM-30	ESTOQUE	PISTA	3,64	15,80
	Segmento 1	2 0 0,00	32 0 0,00	640,00	340,00	600,00	10,00	0,00	6000,00	0,0012	7,20	CM-30	ESTOQUE	PISTA	3,32	23,90
	Interseção 02	32 + 0,00	40 + 0,00	800,00	720,00	160,00	-	3945,55	3945,55	0,0012	4,73	CM-30	ESTOQUE	PISTA	2,94	13,91
	Segmento 2	40 + 0,00	127 + 0,00	2540,00	1500,00	1740,00	10,00	0,00	17400,00	0,0012	20,88	CM-30	ESTOQUE	PISTA	2,16	45,10
	Interseção 03	127 + 0,00	132 + 19,13	2659,13	2599,57	119,13	-	6380,19	6380,19	0,0012	7,66	CM-30	ESTOQUE	PISTA	1,06	8,12
					Total	2.659,13		13939,26	37339,26		44,81				2,37	106,83
Distância Média de Transporte							Consumo					Transporte	Quant	DT NPav	Momento de Transp.	
							CM-30	0,0012	t/m²			Comercial	44,81	47,60		2.132,96 Km
												Local	44,81	2,37		106,83 Km

8.3.5 Pintura de Ligação

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																
CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas			Extensão	Largura Pista + Acost.	Área	Área Total	Taxa	Peso	Material	Origem	Destino	DMT (Km)	Momento Transporte Local (tKm)	
		INICIAL	FINAL	FINAL			Super Larg. Interseções Limpa rodas									
		(m)	(m)	(m2)	(m2)	t/m²	(t)									
Pintura de Ligação (2 Banhos)	PINTURA DE LIGAÇÃO															
	GO - 215	0 + 0,00	132 + 19,13	2659,13	2659,13											
	Interseção 01	0 + 0,00	2 + 0,00	40,00	40,00	-	3613,52	3613,52	0,0005	3,61	RR-1C	ESTOQUE	PISTA	3,64	13,14	
	Segmento 1	2 0 0,00	32 0 0,00	640,00	600,00	10,00	0,00	6000,00	0,0005	6,00	RR-1C	ESTOQUE	PISTA	3,32	19,92	
	Interseção 02	32 + 0,00	40 + 0,00	800,00	160,00	-	3945,55	3945,55	0,0005	3,95	RR-1C	ESTOQUE	PISTA	2,94	11,61	
	Segmento 2	40 + 0,00	127 + 0,00	2540,00	1740,00	10,00	0,00	17400,00	0,0005	17,40	RR-1C	ESTOQUE	PISTA	2,16	37,58	
	Interseção 03	127 + 0,00	132 + 19,13	2659,13	119,13	-	6380,19	6380,19	0,0005	6,38	RR-1C	ESTOQUE	PISTA	1,06	6,76	
					To	2.659,13		13939,26	37339,26		37,34			-	2,38	89,01
Distância Média de Transporte de Materiais								Consumo			Transporte	Quant	DT	Momento de Transp.		
							RR-1C	0,0005	L/m²		Comercial	37,34	47,60	1.777,38 tKm		
											Local	37,34	2,38	89,01 tKm		

8.3.6 C.B.U.Q.

Faixa B

[illegible]

Faixa C

MEMÓRIADE CÁLCULO DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO																				
CAMADA ou Serviço	LOCAL	Estacas		m			Extensão m	Largura Pista (m)	Área Intercrosses (m2)	Área Total (m2)	Espessura (cm)	Volume (m3)	Densidade Mistura t/m³	Peso (t)	Material	Origem	Destino	DMT Local (Km)	Momento Transporte Local (Km)	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MÉDIO														
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (Faixa C)	CBUQ - PISTA DE ROLAMENTO																			
	GO - 235	0 + 0,00	132 + 19,13	0,00	2659,13	1329,57	2659,13	-	3613,52	3613,52	3,5	126,47	2,400	303,53	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,64	1104,85	
	Interseção 01	0 + 0,00	2 + 0,00	0,00	40,00	20,00	40,00	-	3613,52	3613,52	3,5	126,47	2,400	303,53	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,64	1104,85	
	Segmento 1	2 0 0,00	32 0 0,00	40,00	640,00	340,00	600,00	10,00	0,00	6000,00	3,5	210,00	2,400	504,00	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	3,32	1673,28	
	Interseção 02	32 + 0,00	40 + 0,00	640,00	800,00	720,00	160,00	-	3945,55	3945,55	3,5	138,09	2,400	331,42	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,94	974,37	
	Segmento 2	40 + 0,00	127 + 0,00	800,00	2540,00	1500,00	1740,00	10,00	0,00	17400,00	3,5	609,00	2,400	1461,60	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,16	3157,06	
	Interseção 03	127 + 0,00	132 + 19,13	2540,00	2659,13	2599,57	119,13	-	6380,19	6380,19	3,5	223,31	2,400	535,94	CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	1,06	568,10	
							Total	2.659,13		13939,26	37339,26		1306,87		3136,49				2,38	7477,66
Distância Média de Transporte de Materiais																				

8.3.7 Consumo

Emulsão Asf. RR-1C ou RR-2C		
Ligante	0,5	l/m²

CM-30		Emulsão Asfáltica (EAI)	
Ligante	1,2 l/m²	Ligante	1,3 l/m²

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

Demonstrativo da Suficiência Volumétrica das Ocorrências de Solos												
Ocorrência	Localização (estaca)	Distância do Eixo (km)	Área (m²)	Utilização (tipo de base ou sub-base)	Prof. Útil (m)	Volume (m³)	Volume Utilizado (m³)				Volume em Sobra (m³)	Reserva (%)
							Jazida/Empréstimo			Total		
							Base	Sub-base	Reforço			
1	132 + 19,13 km	59,10	10.800,00	SOLO + MISTURA	1,80	19.440,00				-	19.440,00	100,0%
2	132 + 19,13 km	29,70	10.800,00	SOLO	1,50	16.200,00	7.398,52			7.398,52	8.801,48	54,3%
3 A	56 + 10 km	0,00	5.200,00	SOLO	1,50	7.800,00		7.352,87	-	7.352,87	447,13	5,7%
3 B	113 + 10 km	0,00	2.000,00	SOLO	1,50	3.000,00		2.782,15		2.782,15	217,85	7,3%
TOTAL						46.440,00	7.398,52	10.135,02	-	17.533,54	28.906,46	62,2%
Observações:												

8.3.8 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	2,37	
PL	PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	DISTR. DE ASFÁLTO	ESTOQUE		47,60
			ESTOQUE	PISTA	2,38	
REVEST. C.B.U.Q. (FX. B e C)	CBUQ 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
		CBUQ FAIXA C	USINA	PISTA	2,38	
BASE	Granular	SOLO	JAZIDA - JZD-02	PISTA	31,01	
SUB-BASE	Solo Granular	SOLO - Jazida 3 A	JAZIDA - JZD-03 A	PISTA	0,60	
		SOLO - Jazida 3 B	JAZIDA - JZD-03 B	PISTA	0,26	

9 PROJETO DE DRENAGEM

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.

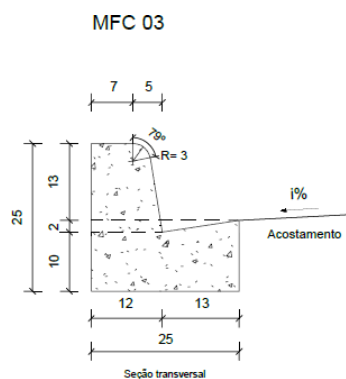


Figura 3.1: Meio fio com sarjeta - MFC-03

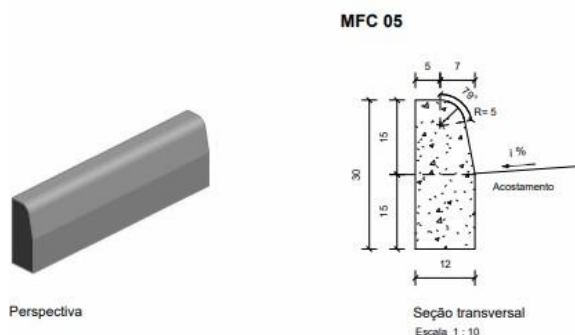


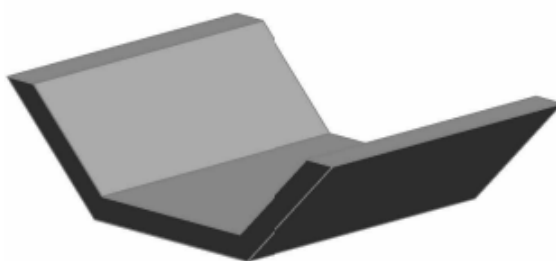
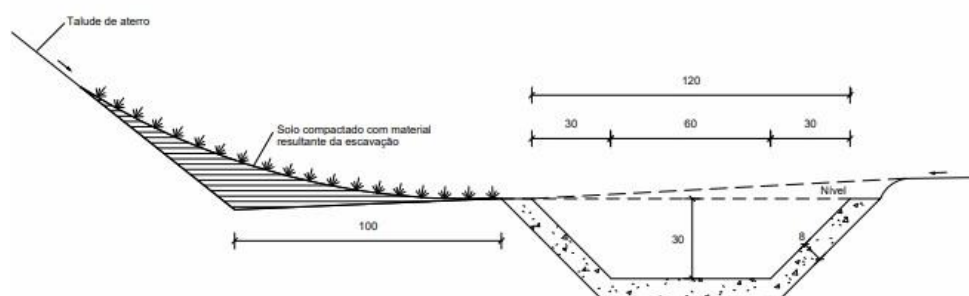
Figura 3.2: Meio fio com sarjeta - MFC-05

9.1.2 Valetas de Proteção

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

As valetas de proteção serão construídas em trechos com corte e/ou aterro 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

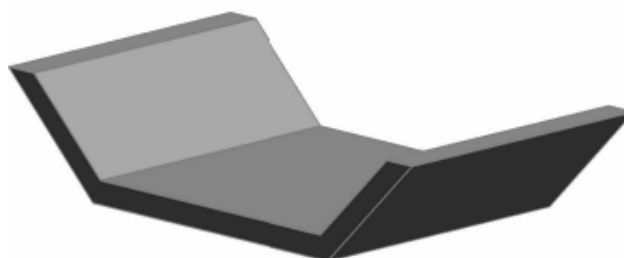
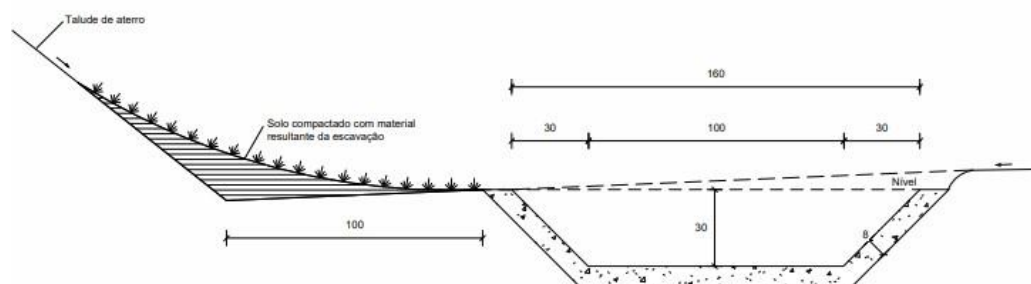


Perspectiva

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	-
Grama	m ² /m	1,7411	1,7411

Figura 3.3: Valeta de Proteção de Aterro (concreto)

VPAC 160-30

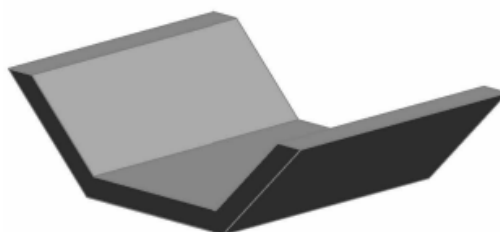
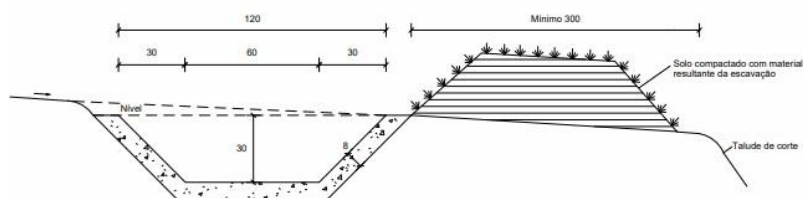


Perspectiva

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)

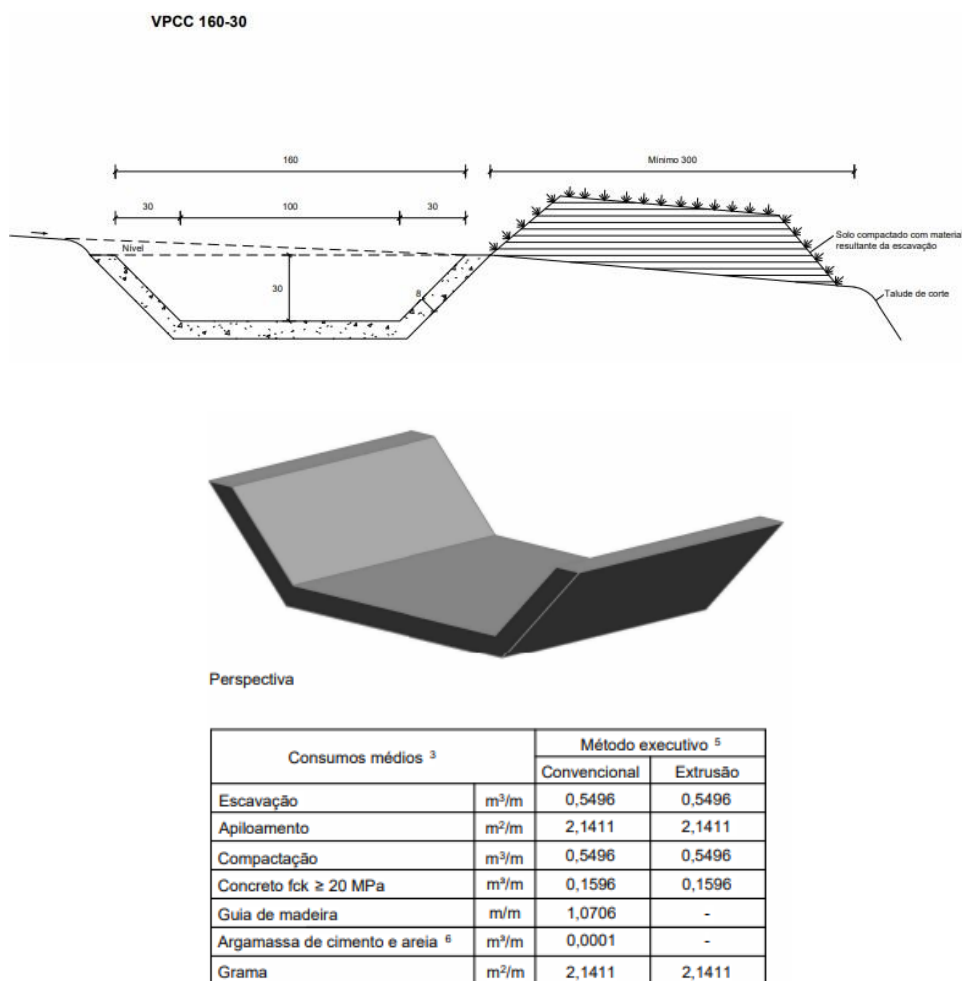


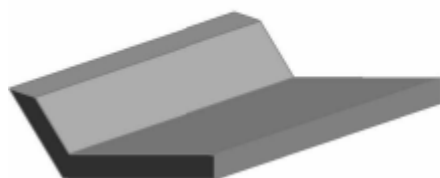
Figura 3.6: Valeta de Proteção de Aterro (concreto)

9.1.3 Sarjetas de corte

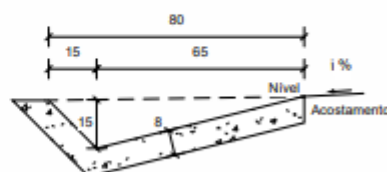
As sarjetas de corte têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pela região de corte (taludes de corte) e também as águas provenientes da contribuição lateral da via, as conduzindo de forma segura uma ponte de transição entre corte e aterro e fazendo sua dissipação com um dissipador apropriado.

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	m ³ /m	0,1364	0,1364
Apiloamento	m ² /m	1,0294	1,0294
Concreto fck ≥ 20 MPa	m ³ /m	0,0763	0,0763
Guia de madeira	m/m	0,5147	-
Argamassa de cimento e areia ^{5 e 6}	m ³ /m	0,0001	-

*Figura 3.7: Sarjeta Triangular 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.

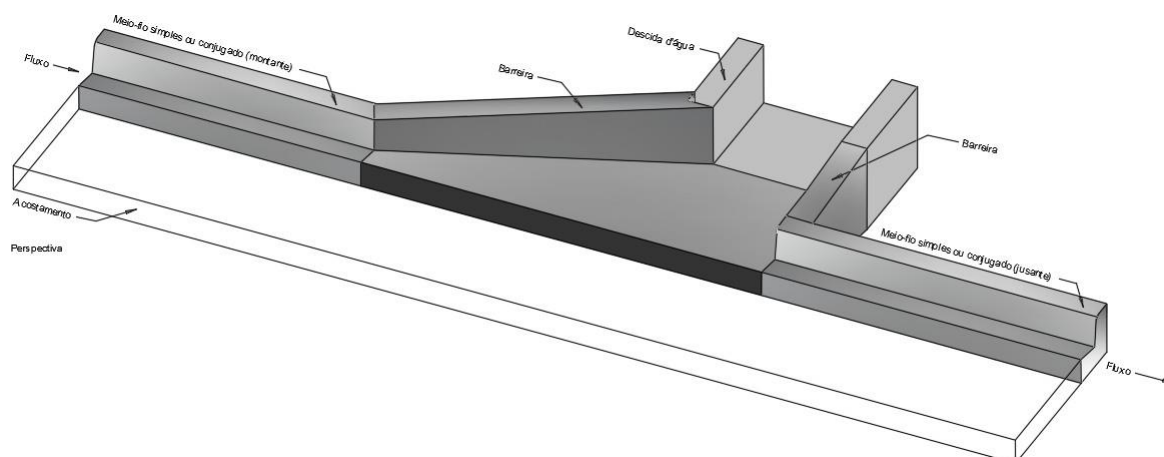


Figura 3.8: Entradas d'água – Greide Continuo

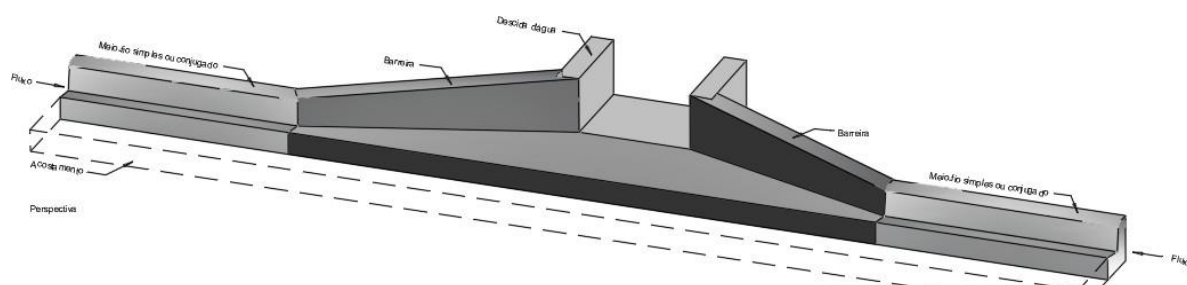


Figura 3.9: Entradas d'água – Ponto Baixo

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 3,00 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 3,00 metros.

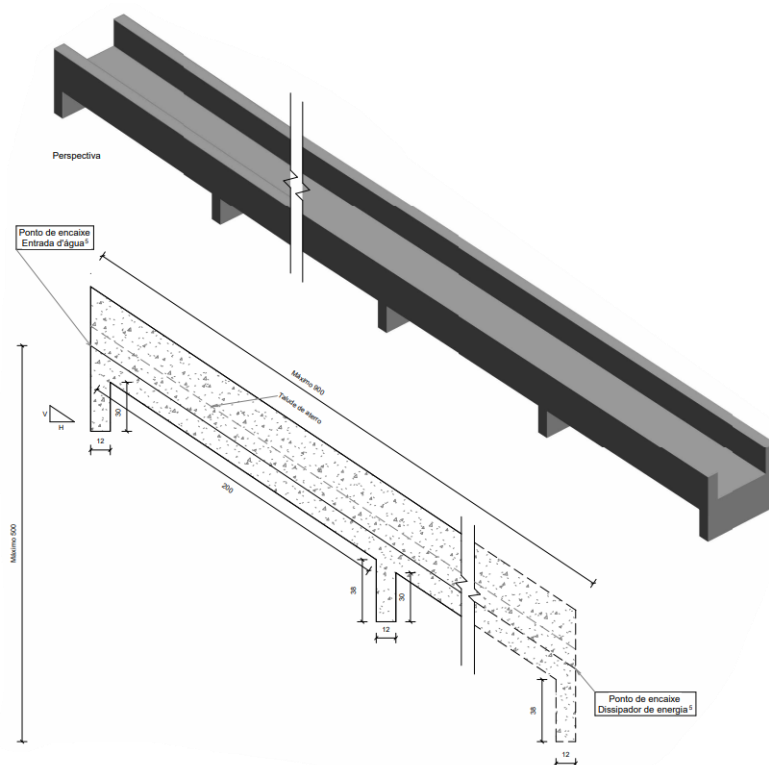


Figura 3.10: Descida d'água de aterros tipo rápido (lisa) – (DAR 60-30)

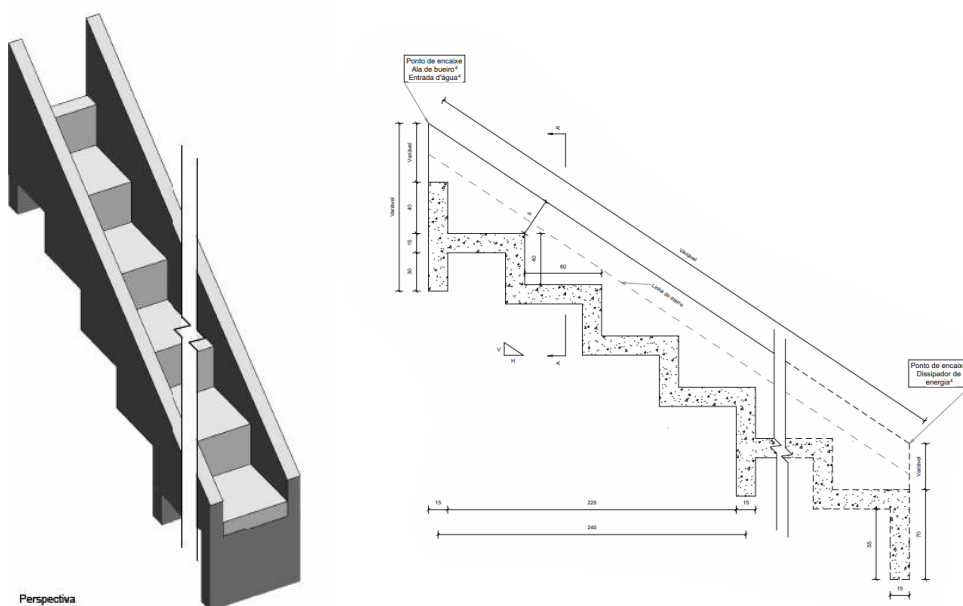


Figura 3.11: Descida d'água de aterros em degraus – (DAD 60-36)

9.2 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.

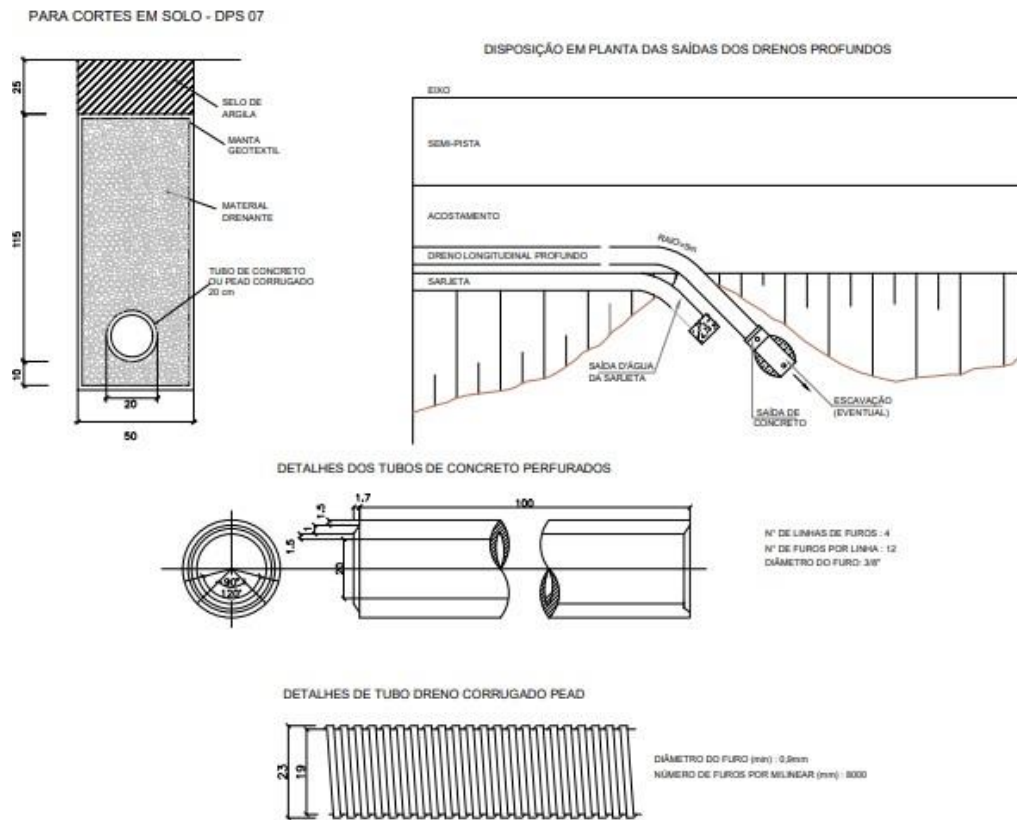


Figura 3.12: (DPS 07)

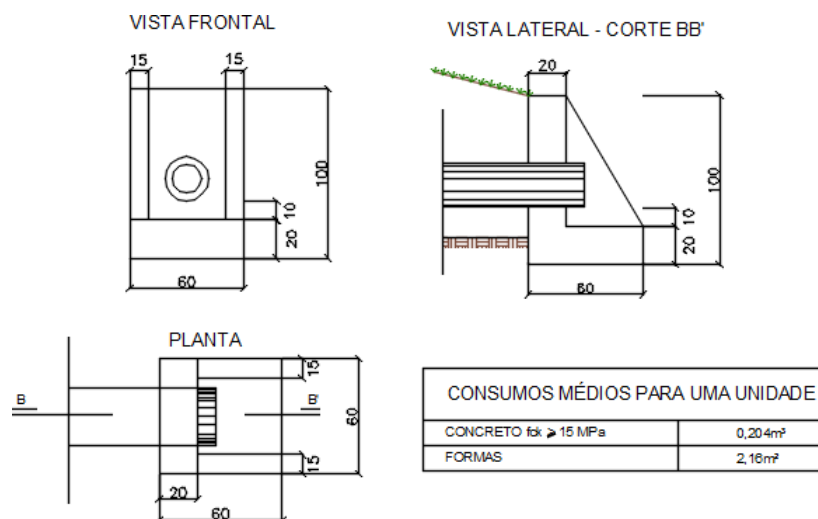


Figura 3.13: Bocas de saída em concreto – BSD 02

9.3 Dissipadores de energia

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

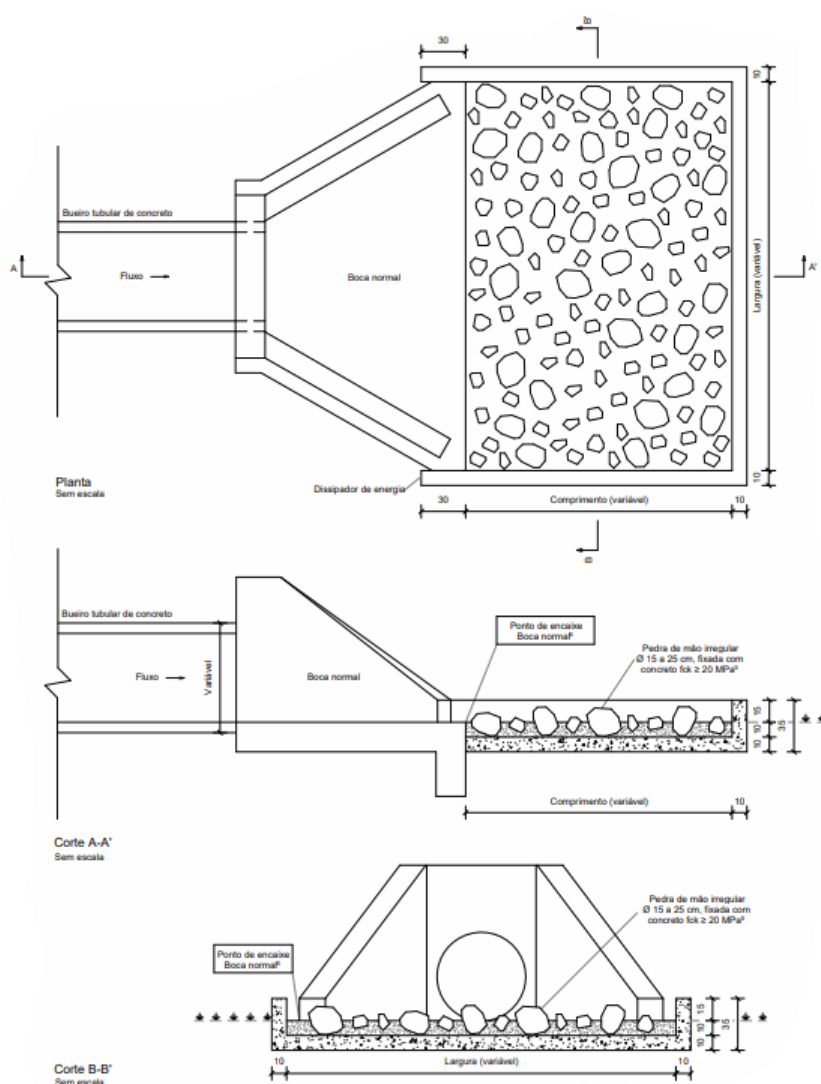


Figura 3.14: Dissipadores de Energia – DEB

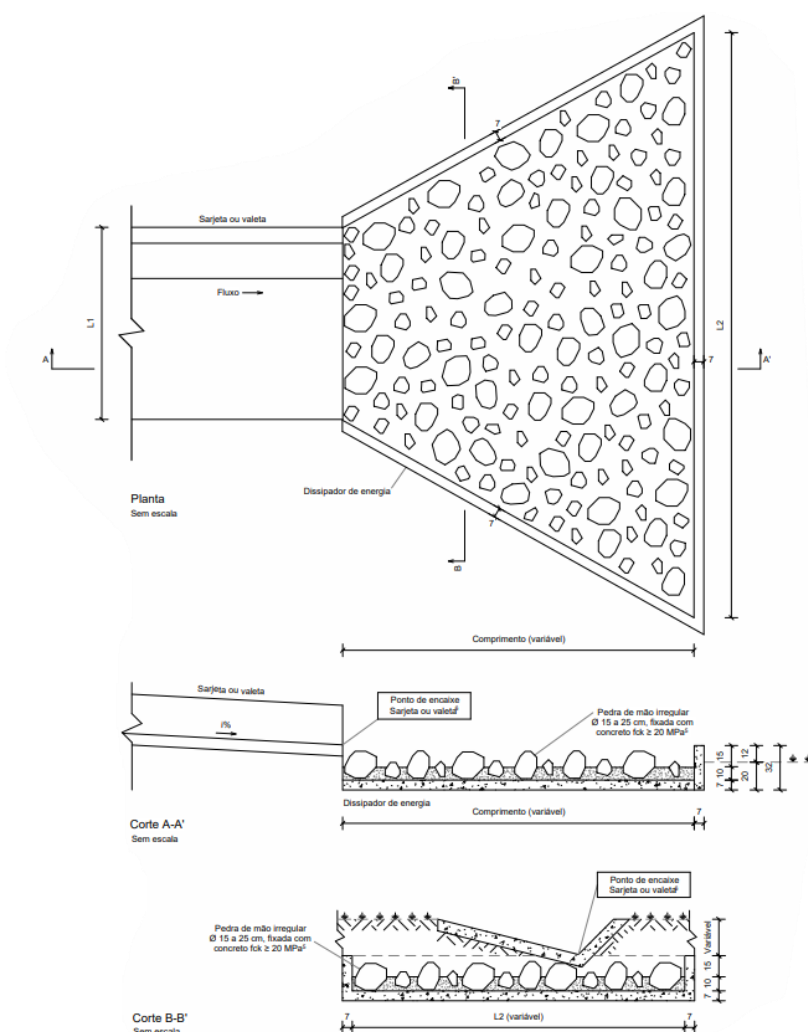


Figura 3.15: Dissipadores de Energia – DES

9.4 Aplicação

9.4.1 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 Grotas 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.

9.4.2 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 escoia 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

9.4.3 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:

$$T_c = t_i + t_p \quad \text{onde,}$$

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 t_i foi de 5 minutos.

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

$$t_p = L/60 V \quad \text{onde:}$$

L = comprimento do trecho, em m;

V = velocidade, em m/s.

9.4.4 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 = 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)

9.4.5 Determinação da Intensidade de Chuva

Para a determinação das vazões de projeto, fundamentalmente foi estudado o regime de chuvas da região. Foram selecionados 25 anos (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: LIGACÃO
TRECHO: CONTO RNO PONTALINA
SUB-TRECHO: -
DATA: 16/01/2025

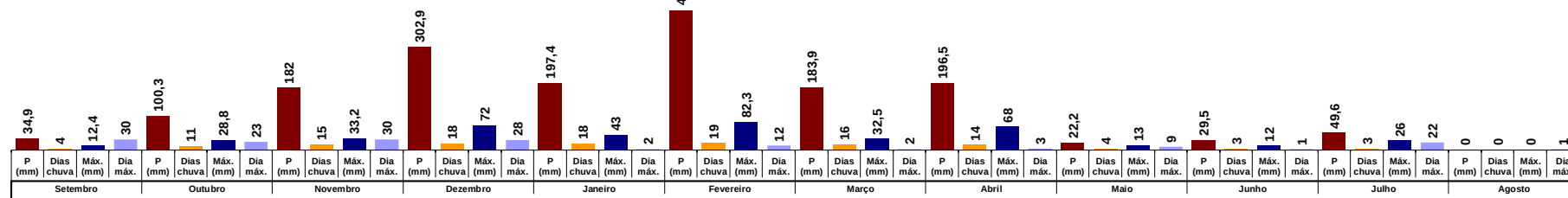
ESTACÃO : Pontalina - (Sub-bacia Rio Paranaíba, principal curso d'água Rio Meia Ponte)
LATITUDE : 17°31'00" (UTM N = 7.947.014,85 m)
LONGITUDE : 49°26'28" (UTM E = 603.355,75 m)
CÓDIGO : 01749004

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

ANOS	MESES																																										DADOS ANUAIS													
	Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				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	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	48,5	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 THIESSEN), 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 (mm)	Dias de chuva	Máxima (mm)	Dia máximo
	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.																
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 DIA/MÊS/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

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 VENTECROW - P _r (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 = 120,10 mm	
P25 = 80,08 + 2,444 x 20,44 = 130,04 mm	
P50 = 80,08 + 3,088 x 20,44 = 143,20 mm	
P100 = 80,08 + 3,729 x 20,44 = 156,30 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.

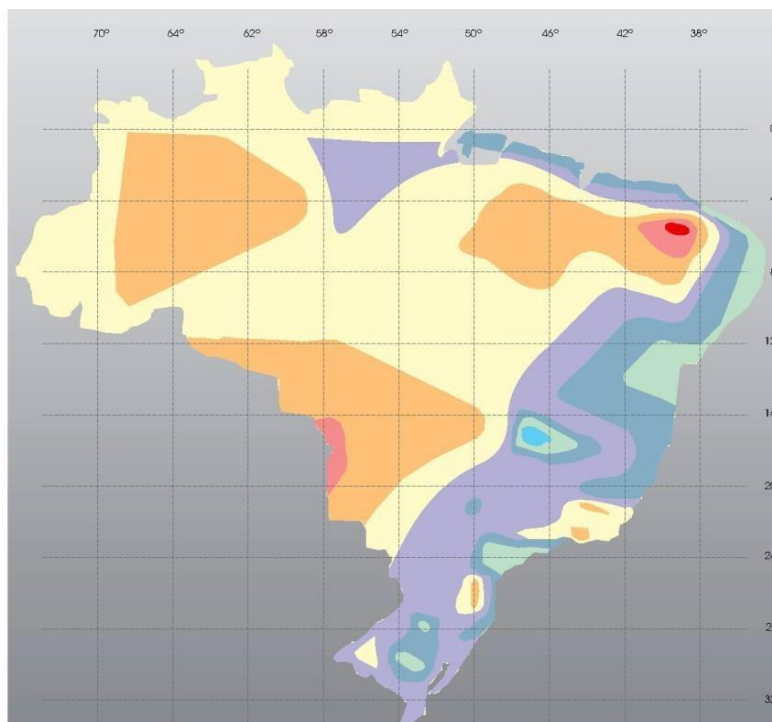


Figura 3.17 - Mapa de Isozonas

Tabela 3.7 – Precipitação por zonas

		Tempo de Recorrência (anos)								
Zona		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) = $P_{Tn}(mm) \times 1,10$, onde $P_{Tn}(mm)$ 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.

9.5 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

Fonte: (Silvestre, 1983)

Para se evitar que haja sedimentação de material sólido em suspensão na água e que as condições de autolimpeza sejam preservadas a velocidade mínima de projeto se restringiu ao valor de $v = 0,75$ m/s. E a fim de se evitar danos, a velocidade máxima de projeto foi restringida ao valor de $v = 4,5$ m/s.

9.6 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.

9.7 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 citado no item 4.1.3.5 deste relatório.

9.7.1 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

$$QL = C \times i \times A \times 0,278$$

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

C = coeficiente de escoamento superficial (0,7)

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 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 a 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)	Velocida de (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)		
62	+	0,000	60	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	40,0	1,4
60	+	0,000	58	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	40,0	1,4
58	+	0,000	57	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	20,0	0,7
57	+	0,000	56	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
56	+	0,000	55	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
55	+	0,000	54	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
54	+	0,000	53	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
53	+	0,000	52	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
52	+	0,000	51	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
51	+	0,000	50	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
50	+	0,000	49	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
49	+	0,000	48	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
48	+	0,000	47	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	C	EIXO	19	1,3	20,0	1,4
47	+	0,000	46	+	16,68	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	3,3	0,1
44	+	3,050	43	+	0,00	0,220	0,0052	0,0029	0,0008	0,0030	T	EIXO	30	1,0	23,1	0,8
75	+	0,000	78	+	0,00	1,430	0,0132	0,0075	0,0021	0,0077	T	EIXO	76	2,6	60,0	2,1
78	+	0,000	79	+	4,52	1,430	0,0132	0,0075	0,0021	0,0077	T	EIXO	76	2,6	24,5	0,8
0	+	0,000	1	+	11,43	4,000	0,0220	0,0126	0,0034	0,0129	C	RAMOS RUA GYN	64	4,4	31,4	2,2

ESTACA	LADO	ENTRADA D'ÁGUA	DESCIDA D'ÁGUA		CAIAÇÃO (m²)	DISSIPADOR DE ENERGIA
			DAR 60-30 (Lisa)	DAR 60-36 (Degrau)		
CONTORNO PONTALINA						
ESTACA	LADO	EDA	DAR 60-30	DAD 60-36	CAIAÇÃO (m²)	DISSIPADOR
60+0	E	EDA 03A	2,74	0,00	4,38	DED 01A
58+0	E	EDA 03A	4,14	0,00	6,50	DED 01A
57+0	E	EDA 03A	4,96	0,00	7,71	DED 01A
56+0	E	EDA 03A	5,60	0,00	8,68	DED 01A
55+0	E	EDA 03A	6,39	0,00	9,87	DED 01A
54+0	E	EDA 03A	8,33	0,00	12,78	DED 01A
53+0	E	EDA 05A	0,00	9,66	33,05	DED 03A
52+0	E	EDA 05A	0,00	10,85	36,73	DED 03A
51+0	E	EDA 05A	0,00	11,04	37,33	DED 03A
50+0	E	EDA 05A	0,00	9,96	33,97	DED 03A
49+0	E	EDA 03A	8,65	0,00	13,26	DED 01A
48+0	E	EDA 03A	8,70	0,00	13,34	DED 01A
47+0	E	EDA 05A	0,00	9,71	33,22	DED 03A
46+16,68	E	EDA 05A	0,00	9,04	31,11	DED 03A
43+0	E	EDA 03A	8,24	0,00	12,64	DED 01A
78+0	E	EDA 03A	5,60	0,00	8,69	DED 01A
79+4,517	E	EDA 03A	3,68	0,00	5,81	DED 01A
1+11,434	E	EDA 03A	2,70	0,00	4,33	DED 01A

TOTAL	ENTRADA D'ÁGUA	ITEM - ENTRADA D'ÁGUA - EDA 03A (AC/BC)	12 un.
		ITEM - ENTRADA D'ÁGUA - EDA 05A (AC/BC)	6 un.
	DESCIDA D'ÁGUA	ITEM - DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 60-36(AC/BC)	60,26 m
		ITEM - DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 60-30 (AC/BC)	69,74 m
	DISSIPADOR DE ENERGIA	ITEM - DISSIPADOR DE ENERGIA - DED A1A (AC/BC)	12 un.
		ITEM - DISSIPADOR DE ENERGIA - DED 03A (AC/BC)	6 un.
	CAIAÇÃO	ITEM CAIAÇÃO MEIO FO (3 DEMÃOS)	163,66m²
		ITEM CAIAÇÃO DISSIPADORES (3 DEMÃOS)	313,39m²
	MEIO FO	MFC 03	442,32 m

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)	
44	+	3,053	43	+	0,00	0,220	0,0052	0,0029	0,0008	0,0030	T	EIXO	30	1,0	23,1	0,8
43	+	0,000	42	+	0,00	0,220	0,0052	0,0029	0,0008	0,0030	C	EIXO	15	1,0	20,0	1,3
42	+	0,000	41	+	0,00	0,220	0,0052	0,0029	0,0008	0,0030	C	EIXO	15	1,0	20,0	1,3
41	+	0,000	40	+	0,00	0,220	0,0052	0,0029	0,0008	0,0030	C	EIXO	15	1,0	20,0	1,3
66	+	0,000	64	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	40,0	1,4
64	+	0,000	62	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	40,0	1,4
62	+	0,000	60	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	40,0	1,4
60	+	0,000	58	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	40,0	1,4
58	+	0,000	57	+	0,00	0,350	0,0065	0,0037	0,0010	0,0038	T	EIXO	38	1,3	20,0	0,7
75	+	0,000	77	+	0,00	1,430	0,0132	0,0075	0,0021	0,0077	C	EIXO	38	2,6	40,0	2,7
77	+	0,000	79	+	4,52	1,430	0,0132	0,0075	0,0021	0,0077	T	EIXO	76	2,6	44,5	1,5
97	+	14,444	98	+	8,93	6,460	0,0280	0,0160	0,0044	0,0164	C	EIXO	81	5,5	14,5	1,0
5	+	0,000	6	+	14,37	1,190	0,0120	0,0068	0,0019	0,0070	C	RAMO A AV. GOWANIA	35	2,4	34,4	2,4
8	+	0,000	6	+	14,37	0,410	0,0070	0,0040	0,0011	0,0041	C	RAMO A AV. GOWANIA	20	1,4	25,6	1,8
6	+	0,000	8	+	16,77	3,150	0,0195	0,0111	0,0031	0,0114	C	RAMO B GO-040	56	3,9	56,8	3,9
6	+	0,000	3	+	0,00	6,060	0,0271	0,0155	0,0042	0,0159	C	RAMO B GO-040	78	5,4	60,0	4,1
3	+	0,000	2	+	0,00	0,250	0,0055	0,0031	0,0009	0,0032	T	RAMO B GO-040	32	1,1	20,0	0,7
2	+	0,000	1	+	0,00	0,250	0,0055	0,0031	0,0009	0,0032	T	RAMO B GO-040	32	1,1	20,0	0,7
1	+	0,000	0	+	0,00	0,250	0,0055	0,0031	0,0009	0,0032	T	RAMO B GO-040	32	1,1	20,0	0,7

ESTACA	LADO	ENTRADA D'ÁGUA	DESCIDA D'ÁGUA		CAIAÇÃO (m²)	DISSIPADOR DE ENERGIA
			DAR 60-30 (Lisa)	DAR 60-36 (Degrau)		
CONTORNO PONTALINA						
ESTACA	LADO	EDA	DAR 60-30	DAD 60-36	CAIAÇÃO (m²)	DISSIPADOR
43+0	E	EDA 05A	0,00	9,11	31,35	DED 03A
42+0	E	EDA 03A	7,65	0,00	11,75	DED 01A
41+0	E	EDA 03A	6,53	0,00	10,07	DED 01A
40+0	E	EDA 03A	5,91	0,00	9,14	DED 01A
64+0	E	EDA 03A	3,42	0,00	5,41	DED 01A
62+0	E	EDA 03A	2,48	0,00	4,00	DED 01A
60+0	E	EDA 03A	4,18	0,00	6,55	DED 01A
58+0	E	EDA 03A	4,35	0,00	6,81	DED 01A
57+0	E	EDA 03A	4,90	0,00	7,63	DED 01A
77+0	E	EDA 03A	8,15	0,00	12,51	DED 01A
79+4,517	E	EDA 03A	4,92	0,00	7,65	DED 01A
98+8,934	E	EDA 03A	3,80	0,00	5,98	DED 01A
6+14,372	E	EDA 03A	3,42	0,00	5,42	DED 01A
6+14,372	E	EDA 03A	3,42	0,00	5,42	DED 01A
8+16,77	E	EDA 03A	3,02	0,00	4,81	DED 01A
3+0	E	EDA 03A	1,80	0,00	2,98	DED 01A
2+0	E	EDA 03A	1,80	0,00	2,98	DED 01A
1+0	E	EDA 03A	8,40	0,00	12,88	DED 01A
0+0	E	EDA 05A	0,00	11,41	38,46	DED 03A
TOTAL	ENTRADA D'ÁGUA	ITEM - ENTRADA D'ÁGUA - EDA 03A (AC/BC)				17 un
		ITEM - ENTRADA D'ÁGUA - EDA 05A (AC/BC)				2 un
	DESCIDA D'ÁGUA	ITEM - DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 60-36(AC/BC)				20,52 m
		ITEM - DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 60-30 (AC/BC)				78,14 m
	DISSIPADOR DE ENERGIA	ITEM - DISSIPADOR DE ENERGIA - DED A1A (AC/BC)				17 un
		ITEM - DISSIPADOR DE ENERGIA - DED 03A (AC/BC)				2 un
	CAIAÇÃO	ITEM CAIAÇÃO MEIO FO (3 DEMÃOS)				221,57m²
		ITEM CAIAÇÃO DISSIPADORES (3 DEMÃOS)				191,78m²
MEIO FO	MFC 03				598,83 m	

Comprimento Limite - Meio fio sem sarjeta - MFC-05															
Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Q0=Q1-Q2+Q3	Q1	Q2	Q3	Local	Comprimento o (m)	Velocidade (m/s)	Comprimento Limite Adotado (m)	Velocidade Final (m/s)		
0	+	0,00	6	+	18,22	3,200	0,0072	0,0000	0,0000	0,0072	INT GO-215	138,20	0,5	138,2	0,5
0	+	0,00	2	+	13,53	0,500	0,0029	0,0000	0,0000	0,0029	INT. RUA GOIANIA RAMO D	53,50	0,4	54	0,4
0	+	0,00	5	+	13,10	0,990	0,0040	0,0000	0,0000	0,0040	INT. RUA GOIANIA	113,10	0,6	113	0,6
6	+	0,00	10	+	13,84	0,300	0,0022	0,0000	0,0000	0,0022	RAMO A GO-040	93,80	0,3	94	0,3
0	+	0,00	10	+	19,89	7,000	0,0107	0,0000	0,0000	0,0107	INT. GO-040	119,89	1,6	55	0,7

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 02						
MFC 05						
ESTACA	LADO	ENTRADA D'ÁGUA	DESCIDA D'ÁGUA		CAIAÇÃO (m²)	DISSIPADOR DE ENERGIA
			DAR 60-30 (Lisa)	DAR 60-36 (Degrau)		
CONTORNO PONTALINA						
ESTACA	LADO	COMPRIMENTO	DAR 60-30	DAD 60-36	CAIAÇÃO (m²)	DISSIPADOR
6+18,22	INT GO-215	138,20	0	0	31,79	
2+13,527	INT. RUA GOIANIA RAMO A	53,50	0	0	12,31	
5+13,097	INT. RUA GOIANIA	113,10	0	0	26,01	
10+13,838	RAMO A GO-040	93,80	0	0	21,57	
10+19,893	INT. GO-040	119,89	0	0	27,57	
CAIAÇÃO		ITEM CAIAÇÃO (3 DEMÃOS)				119,25m²
MEIO FIO		MFC 05				518,49 m

9.7.2 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 apresentada 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**

$$QL = C \times i \times A \times 0,278$$

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.

Comprimento Limite (Q/QL) - -VPA -120-30

Intervalo por estaqueamento						Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	Dissipador	LADO	Saída	
0	+	0,00	5	+	18,14	0,52	684	1,57	128	18,74	VPCC 120-30	185,67	DES 120-360	LD	RAMO A GO-215	
3	+	4,68	5	+	0,00	0,50	670	1,54	35	5,27	VPCC 120-30	51,18		LD	EIXO	
5	+	0,00	5	+	5,03	0,50	670	1,54	5	0,75	VPCC 120-30	7,28		LD	CAI NA VPAC	
5	+	5,03	15	+	0,00	0,50	670	1,54	195	29,08	VPAC 120-30	282,51	DES 120-360	LD	EIXO	
57	+	0,00	51	+	4,07	0,50	670	1,54	116	17,29	VPAC 120-30	167,99	DES 120-360	LD	NO BUEIRO EST 51+4,07	
48	+	0,00	51	+	4,07	0,50	670	1,54	64	9,56	VPAC 120-30	92,84	DES 120-360	LE	NO BUEIRO EST 51+4,07	
0	+	0,00	8	+	9,33	0,50	670	1,54	169	25,26	VPCC 120-30	245,36	DES 120-360	LE	RAMO C GO-215	
8	+	0,00	5	+	0,00	0,50	670	1,54	60	8,95	VPCC 120-30	86,94	DES 120-360	LE	RAMO C AV. GOIANIA	
69	+	0,00	51	+	4,07	0,50	670	1,54	356	53,09	VPAC 120-30	515,74	DES 120-360	LE	EIXO	
70	+	0,00	77	+	0,57	0,50	670	1,54	141	20,97	VPAC 120-30	203,68	DES 120-360	LE	NO BUEIRO EST 77+0,566	
90	+	0,00	87	+	10,00	0,50	670	1,54	50	7,46	VPAC 120-30	72,45		LE		
87	+	10,00	80	+	0,00	0,50	670	1,54	150	22,37	VPCC 120-30	217,35		LE		
80	+	0,00	77	+	0,57	0,50	670	1,54	59	8,86	VPAC 120-30	86,11	DES 120-360	LE	NO BUEIRO EST 77+0,566	
90	+	0,00	91	+	10,00	0,50	670	1,54	30	4,47	VPAC 120-30	43,47		LE		
91	+	10,00	97	+	0,00	0,50	670	1,54	110	16,41	VPCC 120-30	159,39		LE		
97	+	0,00	98	+	0,00	0,50	670	1,54	20	2,98	VPAC 120-30	28,98	DES 120-360	LE	NO BUEIRO EST 98+0,558	
115	+	10,00	112	+	0,00	0,50	670	1,54	70	10,44	VPCC 120-30	101,43	CXA COLETORA	LE	LIGAR NO PV MAIS PROXIMO GAP	
115	+	10,00	119	+	0,00	0,50	670	1,54	70	10,44	VPCC 120-30	101,43	DES 120-360	LE	119+10	
									TOTAL	VALETA		VPAC 120-30			1.030,90 m	
												VPCC 120-30			797,82 m	
										DISSIPADOR		DES 120-360			11 un.	
										CAIAÇÃO		ITEM CAIAÇÃO (3 DEMÃOS)			2.649,81m²	

Comprimento Limite (Q/QL) - -STC 80-15Berma

Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	LADO	Saída		
5	+	16,60	1	+	13,30	1,00	343	1,11	83	24,28	STC 80-15	73,24	LE	Ligar em descida degrau /CCS RAMO D GO-040
125	+	0,00	127	+	0,00	1,00	343	1,11	40	11,66	STC 80-15	35,17	LE	INTERLIGAR NA VPCC DO RAMO D GO-040
125	+	0,00	119	+	0,00	1,00	343	1,11	120	34,97	STC 80-15	105,51	LE	CAI NO BUEIRO EST 119+00
								TOTAL	SARJETA	STC 80-15			243,30 m	
									CAIAÇÃO	ITEM CAIAÇÃO (3 DEMÃOS)			213,91m²	

9.7.3 Sarjeta de Corte

✓ **Vazão a ser drenada por metro linear de rodovia**

$$QL = C \times i \times A \times 0,278$$

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

C = coeficiente de escoamento superficial (0,7)

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 sarjeta**

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

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 sarjeta**

$$Q = A \times V$$

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 STC e STCC.

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

Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	Vmáx (m/s)	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	Saída	Dissipador	OBSERVAÇÃO		
10	+	0,00	18	+	14,58	4,73	377	2,42	185	48,95	STC 80-15	162,29		EIXO	
18	+	14,58	30	+	0,00	5,88	420	2,70	235	55,99	STC 80-15	206,98	30+10	DES 80-240	EIXO
86	+	0,00	81	+	0,00	1,06	179	1,33	110	61,62	STC 80-15	96,71	80+10	DES 80-240	EIXO
93	+	0,00	96	+	0,00	6,46	318	2,83	60	18,85	STC 80-15	52,75	96+10	DES 80-240	EIXO
101	+	13,74	98	+	10,00	5,62	411	2,64	74	17,94	STC 80-15	64,84	98+10	DES 80-240	EIXO
101	+	13,74	102	+	0,00	3,19	310	2,30	16	5,25	STC 80-15	14,30	102+10	DES 80-240	EIXO
123	+	19,45	120	+	0,00	2,56	277	1,78	89	32,24	STC 80-15	78,65			EIXO
120	+	0,00	114	+	0,00	5,99	424	2,72	130	30,63	STC 80-15	114,30			EIXO
114	+	0,00	106	+	0,00	3,51	235	2,09	160	68,19	STC 80-15	140,67	105+10	DES 80-240	EIXO
123	+	19,45	127	+	1,59	2,56	200	1,78	62	31,01	STC 80-15	54,63	RLIGAR NA GO 040		INTERLIGAR NA GO 040
5	+	16,60	1	+	13,30	1,70	163	1,45	83	51,01	STC 80-15	73,24			RAMO D GO-040
0	+	0,00	1	+	13,30	12,91	450	4,00	33	7,40	STC 80-15	29,28	CX COLETORA		RAMO D GO-040
8	+	9,33	6	+	0,00	5,00	280	2,49	49	17,62	STC 80-15	43,37			RAMO C GO-215
6	+	0,00	0	+	0,00	1,00	213	1,11	120	56,44	STC 88-20	124,80	00+00	DES 88-264	RAMO C GO-215
8	+	19,54	6	+	0,00	5,86	303	2,70	60	19,64	STC 80-15	52,35			RAMO C RUA GOIANIA
6	+	0,00	5	+	0,00	0,62	99	0,88	20	20,28	STC 80-15	17,58	4+10	DES 80-240	RAMO C RUA GOIANIA
8	+	2,10	0	+	0,00	3,00	300	2,23	162	53,97	STC 80-15	142,52	0+0	DES 80-240	RAMO C GO-215 CAI NA GO-215
3	+	10,00	0	+	18,12	2,73	207	2,13	52	25,07	STC 80-15	45,61	0+18,121	DES 80-240	RAMO C- GO-040/CXA COLETORA
TOTAL							SARJETA	STC 80-15				1.581,04 m			
								STC 88-20				120,00 m			
								DES 88-264				1 un.			
								DES 80-240				9 un.			
							CAIAÇÃO		ITEM CAIAÇÃO (3 DEMÃOS)				1.514,87m²		

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

Intervalo por estaqueamento				Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	$V_{max} \times f_{coef. Red.}$	Compr. (m)	%	TIPO	Caiação	Saída	Dissipador	OBSERVAÇÃO		
1	+	0,00	5	+	18,14	2,08	181	1,61	108	59,87	STC 80-15	95,08	6+00	DES 80-240	RAMO A GO-215
4	+	15,94	5	+	0,00	4,73	377	2,42	14	3,73	STC 80-15	12,37	5+10	DES 80-240	EIXO
20	+	0,00	32	+	0,00	5,88	420	2,70	250	59,46	STC 80-15	219,80			interliga com sarjeta RAMO A- AV. GOIANIA
86	+	0,00	85	+	0,00	2,14	412	1,63	30	7,27	STC 80-15	26,38			EIXO
85	+	0,00	81	+	0,00	1,06	179	1,15	90	50,41	STC 80-15	79,13	80+10	DES 80-240	EIXO
92	+	0,00	95	+	0,00	6,46	441	3,28	60	13,61	STC 80-15	52,75	95+10	DES 80-240	EIXO
124	+	0,00	121	+	0,00	2,56	451	2,06	60	13,30	STC 80-15	52,75			EIXO
121	+	0,00	120	+	0,00	5,99	424	3,15	30	7,07	STC 80-15	26,38	119+10	DES 80-240	EIXO
117	+	0,00	115	+	0,00	5,99	424	3,15	50	11,78	STC 80-15	43,96	114+10	DES 80-240	EIXO
124	+	0,00	127	+	1,59	2,56	451	2,06	72	15,87	STC 80-15	62,94			INTERLIGAR RAMO A GO-040
0	+	0,00	1	+	12,30	8,02	355	3,15	32	9,11	STC 80-15	28,40			RAMO A GO-040
1	+	12,30	5	+	3,43	1,92	174	1,54	71	40,99	STC 80-15	62,54	5+10	DES 80-240	RAMO A GO-040
0	+	0,00	2	+	6,16	6,11	310	2,75	46	14,91	STC 80-15	40,59			RAMO A INT. AV. GOIANIA
2	+	6,16	4	+	16,13	0,66	173	1,05	50	28,93	STC 88-20	51,97	5+00	DES 88-264	RAMO A INT. AV. GOIANIA
0	+	0,00	5	+	3,43	1,92	240	1,79	103	43,05	STC 88-20	107,56	6+00	DES 88-264	RAMO A INT GO040
TOTAL				SARJETA		STC 80-15								913,39 m	
						STC 88-20								153,39 m	
						DES 88-264								2 un.	
				DISSIPADOR		DES 80-240								7 un.	
				CAIAÇÃO		ITEM CAIAÇÃO (3 DEMÃOS)								962,59m²	

9.7.4 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)

- ✓ **Velocidade de escoamento**

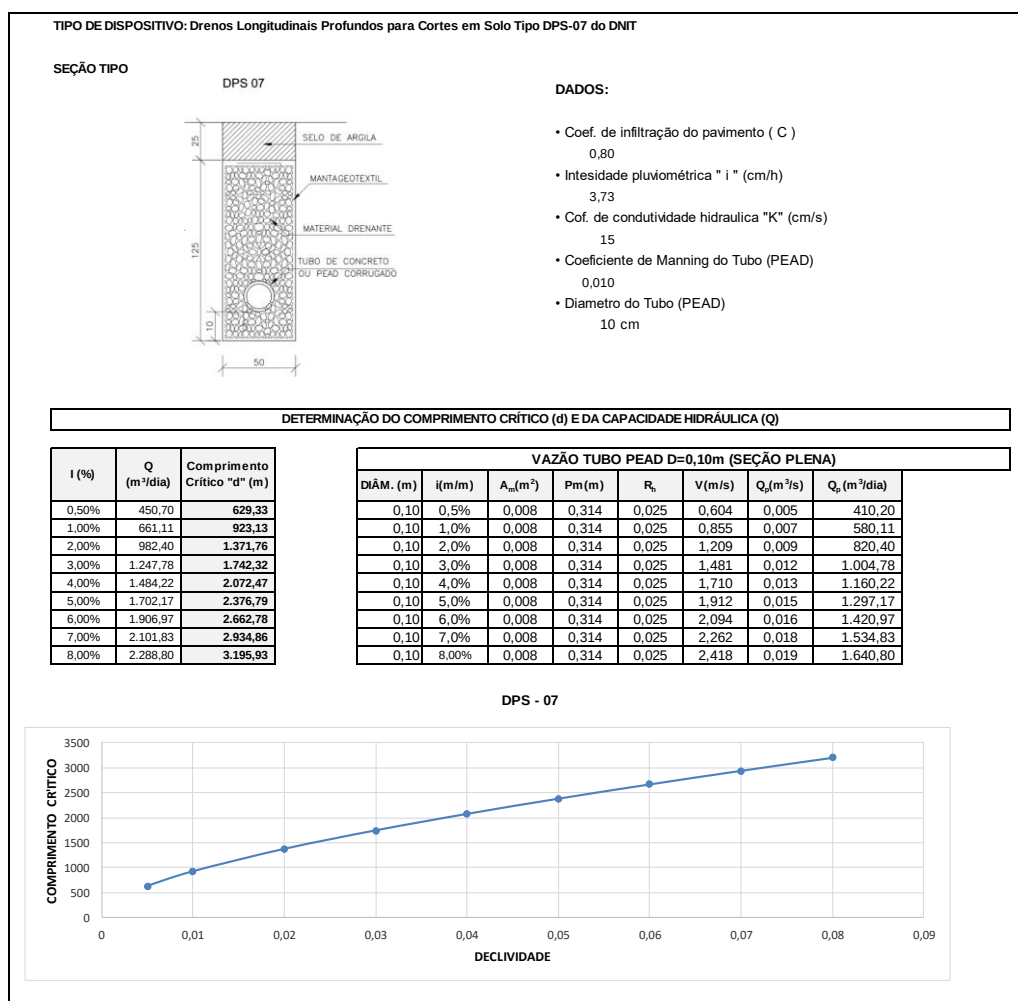
$$Q = A \times V$$

Q = vazão (m³/s);

A = área molhada (m²);

V = velocidade de escoamento (m/s)

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



DPS 07												
CONTORNO DE PONTALINA												
Comprimento Limite (Q/Q _L) - Dreno							BOCA DE SAÍDA					
BORDO	Intervalo por estaqueamento					Declividade Longitudinal S (%)	Comprimento Limite L (m)	V _{máx} (m/s)	TIPO	ESTACA	QUANTIDADE	ESCAVAÇÃO (m³)
E	10	+	0,000	18	+	14,582	4,73	1,86				130,94
E	18	+	14,582	30	+	0,000	5,88	2,07	BSD-02	30+10	1	169,06
E	86	+	0,000	81	+	0,000	1,06	0,88	BSD-02	80+10	1	75,00
E	93	+	0,000	96	+	0,000	6,46	2,17	BSD-02	96+10	1	45,00
E	101	+	13,744	98	+	10,000	5,62	2,02	BSD-02	98+10	1	47,81
E	101	+	13,740	102	+	0,000	3,19	1,53	BSD-02	102+10	1	4,69
E	123	+	19,450	120	+	0,000	2,56	1,37		0		59,59
E	120	+	0,000	114	+	0,000	5,99	2,09		0		90,00
E	114	+	0,000	106	+	0,000	3,51	1,60	BSD-02	105+10	1	120,00
E	123	+	19,450	127	+	1,590	2,56	1,37				46,61
E	5	+	16,597	1	+	13,300	1,70	1,11				62,47
E	0	+	0,000	1	+	13,300	12,91	3,07		CX COLETORA		24,98
E	8	+	9,330	6	+	0,000	5,00	1,91				37,00
E	6	+	0,000	0	+	0,000	1,00	0,85	BSD-02	00+00	1	90,00
E	8	+	19,540	6	+	0,000	5,86	2,07				44,66
E	6	+	0,000	5	+	0,000	0,62	0,67	BSD-02	4+10	1	15,00
E	3	+	10,000	0	+	18,121	2,73	1,41	INTERLUGA NA ALCA GO-040	0+18,121		38,91
D	1	+	0,000	5	+	18,139	2,08	1,23	BSD-02	6+00	1	73,60
D	4	+	15,935	5	+	0,000	4,73	1,86	BSD-02	5+10	1	3,05
D	20	+	0,000	32	+	0,000	5,88	2,07				180,00
D	86	+	0,000	85	+	0,000	2,14	1,25				15,00
D	85	+	0,000	81	+	0,000	1,06	0,88	BSD-02	80+10	1	60,00
D	92	+	0,000	95	+	0,000	6,46	2,17	BSD-02	95+10	1	45,00
D	124	+	0,000	121	+	0,000	2,56	1,37				45,00
D	121	+	0,000	120	+	0,000	5,99	2,09	BSD-02	119+10	1	15,00
D	117	+	0,000	115	+	0,000	5,99	2,09	BSD-02	114+10	1	30,00
D	124	+	0,000	127	+	1,590	2,56	1,37				46,19
D	0	+	0,000	1	+	12,296	8,02	2,42				24,22
D	1	+	12,296	5	+	3,427	1,92	1,18	BSD-02	5+10	1	53,35
D	0	+	0,000	2	+	6,164	6,11	2,11				34,62
D	2	+	6,164	4	+	16,131	0,66	0,69	BSD-02	5+00	1	37,48
TOTAL							ITEM 41310 - DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS07 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC):			2.352,29 m		
							ITEM 41312 - DRENO PROFUNDO, CORTE EM ROCHA PEAD - DPR02 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC):			-		
							ITEM 41455 BOCA P/ DRENO PROFUNDO - BSD 02 (AC/BC)			16,00 m		
							SICRO 4805762 - ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MAT. 2A CATEGORIA:			-		
							ITEM 47023 - ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS DE MATERIAL 1ª CATEGORIA (INCL. TRANSPORTE):			1.764,22m³		

9.8 Meios-fios

NORMA DNIT 020/2006 – ES

Drenagem - Meios-fios e guias - Especificação de serviço

9.8.1 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.

9.8.2 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.

9.8.3 Materiais

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

9.8.4 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.

9.8.5 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.

9.8.6 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.

9.8.7 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.

9.8.8 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

9.9 Entradas e Descidas D'águas

Especificação de serviço NORMA DNIT 021/2004 – ES

9.9.1 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.

9.9.2 Entradas d'água

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

9.9.3 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.

9.9.4 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.

9.9.5 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.

9.9.6 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.

9.9.7 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.

9.10 Sarjetas e Valetas

Especificação de serviço NORMA DNIT 018/2006 – ES

9.10.1 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.

9.10.2 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.

9.10.3 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.

9.10.4 Materiais

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

9.10.5 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.

9.10.6 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.

9.10.7 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.

9.10.8 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.

9.10.9 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.

9.10.10 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.

9.1. Dreno Longitudinal

Especificação de serviço NORMA DNIT 015/2006 – ES

9.10.11 Drenos profundos

Dispositivos instalados nas camadas sub-superficiais das rodovias, em geral no subleito, de modo a permitir a captação, condução e deságüe 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.

9.10.12 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.

9.10.13 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.

9.10.14 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.

9.10.15 **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 quatro 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.

9.10.16 **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.

9.10.17 **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.

9.11 **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.

9.11.1 **Materiais**

9.11.2 **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.

9.11.3 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 no item 5.1.1.

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.

9.11.4 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

9.11.5 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.

9.11.6 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.

9.11.7 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.

9.11.8 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.

9.12 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.

9.12.1 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.

9.12.2 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.

9.12.3 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.

9.12.4 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 permissível pelo material do canal de descarga, será prevista a construção de um dispositivo dissipador de energia junto a boca de jusante do bueiro.

9.12.5 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 DN	Comprimento útil mínimo do tubo L		Comprimento mínimo da bolsa ou da fêmea B		Folga máxima do encaixe C	Espessura mínima de parede D*	
	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.

9.12.6 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. NOTA 2 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.

9.12.7 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.

A tabela seguinte apresenta a localização, tipo e dimensão dos bueiros projetados, assim como, declividade e comprimento total.

ESTACA OU BACIA	BACIA (km ²)	TALVEGUE (km)	DESNÍVEL (m)	C	CN	Tr	OBRA EXISTENTE	OBSERVAÇÃO	SERV. A REALIZAR (S, P, C, M)	OBRA PROJETADA	EQUÊNCI	OBRA INDICADA	ESCONS. (°)	LADO MONTANTE	MÉTODO	INTENS. (mm/h)	tc (h)	VAZÃO
45+00	48,0350	14,7640	148,89		75	100		CORR. MATEIRO	C	PCA 30M	45,00	PCA 30M		E	HUT		6,99	87,65
77+0,566	4,2730	4,2320	68,86	0,70		25		CORR. LAVAPES	C	BTCC 2,50 x 2,50	77,03		0	E	MR	42,26	1,70	35,14
51+4,066	0,1520	0,6430	29,28	0,70		15		SEM NOME		BD TC Ø 1,20	51,20		0	E	MR	143,75	0,16	4,25
98+0,558	0,0550	0,2837	22,25	0,70		15		SEM NOME		BSTC Ø 1,20	98,03		0	E	MR	158,33	0,12	1,69
119+6,466	0,0630	0,1747	12,24	0,70		15		SEM NOME		BSTC Ø 1,20	119,32		0	E	MR	170,00	0,10	2,08

LOCALIZAÇÃO (ESTACA DO EIXO)	PISTA	IDENTIFICAÇÃO	DADOS DA BACIA				CARACTERÍSTICAS							COMPRIMENTO (A EXECUTAR) REF. EIXO PISTA			BOC AS	CAIXA		DISSIPADOR	CLASSE DOS BUEIROS	OBSERVAÇÃO
			A Km²	L Km	DESNÍVEL (m)	VAZÃO m³/s	OBRA PROJETADA (m)	LADO MONT (ED)	DECLIVIDADE (%)	ESC.º	COTA TERR. (m)	COTA MONT. (m)	ALT. CAPA ATER. (m)	MONT (m)	JUS (m)	TOTAL (m)		TIPO	UND.			
51 + 4,066		Greide	0,152	0,64	29,28	4,2500	BDTC Ø 1,20	E	1,00	0	602,009	595,546	5,28	13,75	14,25	28,00	2			DEB 360-584	PA-02	Construir Projetado.
98 + 0,558		Grota	0,055	0,28	22,25	1,6900	BSTC Ø 1,20	E	1,50	0	597,324	594,100	2,04	8,91	9,09	18,00	2			DEB 360-414	PA-01	Construir Projetado.
119 + 6,446		Grota	0,063	0,17	12,24	2,0800	BSTC Ø 1,20	E	1,00	0	602,000	597,760	2,93	8,60	10,40	19,00	1	CCT 300-120 A	1	DEB 360-414	PA-01	Construir Projetado.
1 + 12,386	RAMO D GO-040	Greide					BSTC Ø 0,80	E	1,00								148,20	CCS 350-80A	1	DEB 240-316	PA-01	Construir Projetado.
	RAMO D GO-040						BSTC Ø 0,80	E	1,00									CCS 200-80A	1		PA-01	Construir Projetado.
	RAMO D GO-040						BSTC Ø 0,80	E	1,00									CCS 200-80A	1		PA-01	Construir Projetado.
	RAMO D GO-040						BSTC Ø 0,80	E	1,00									CCS 300-80A	1		PA-01	Construir Projetado.
0 + 18,121	RAMO C GO-040	Greide					BSTC Ø 0,80	E	1,00							59,61		CCS 250-80A	1		PA-01	Construir Projetado.

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 18												
ESCAVAÇÃO PARA BUEIROS TUBULARES												
ESTACAS			TIPO	ESCONSIDADE	COMPRIMENTO DO BUEIRO (m)	COTAS			ALTURA DO ATERRO (m)	VOLUME DE ESCAVAÇÃO (m³)	VOLUME DE COMPACTAÇÃO (m³)	
						MONTANTE	JUSANTE	TERRENO			MANUAL	MECÂNICA
51	+	4,066	BDTC Ø 1.20	0,00	28,00	595,546	595,268	602,009	5,280	813,39	127,63	622,43
98	+	0,558	BSTC Ø 1.20	0,00	18,00	594,100	593,969	597,324	2,040	189,48	68,92	100,20
119	+	6,446	BSTC Ø 1.20	0,00	19,00	597,760	597,489	602,000	2,930	266,03	72,75	171,79
1	+	12,386	BSTC Ø 0.80	VAR	148,20	594,500	592,000	596,000	2,500	1.141,14	402,71	663,94
0	+	18,121	BSTC Ø 0.80	VAR	59,61	594,000	593,500	596,000	2,000	375,54	161,98	183,60
Item 40010 - Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria até 50m:												2785,58 m³
Item 40102 - Compactação manual:												833,99 m³
Item 40100 - Compactação a 95% do Proctor Normal:												1741,95 m³

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 20												
ESCAVAÇÃO PARA BUEIROS CELULARES												
ESTACAS	TIPO	B	H	ESCONSIDADE	COMPRIMENTO DO BUEIRO (m)	COTAS			ALTURA DO ATERRO (m)	VOLUME DE ESCAVAÇÃO (m³)	VOLUME DE COMPACTAÇÃO (m³)	
						MONTANTE	JUSANTE	TERRENO			MANUAL	MECÂNICA
77 + 0,568	CELULAR	2,50	2,50	0,00	16,00	597,00	596,77	601,236	1,320	740,966	322,56	258,41
Item 40010 - Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria até 50m:												740,97 m³
Item 40102 - Compactação manual:												322,56 m³
Item 40100 - Compactação a 95% do Proctor Normal:												258,41 m³

9.13 Memória de Cálculo

9.13.1 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					
CONTORNO DE PONTALINA								
62	+	0,00	60	+	0,00	LE	MFC 03	40,00
60	+	0,00	58	+	0,00	LE	MFC 03	40,00
58	+	0,00	57	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
57	+	0,00	56	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
56	+	0,00	55	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
55	+	0,00	54	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
54	+	0,00	53	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
53	+	0,00	52	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
52	+	0,00	51	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
51	+	0,00	50	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
50	+	0,00	49	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
49	+	0,00	48	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
48	+	0,00	47	+	0,00	LE	MFC 03	20,00
47	+	0,00	46	+	16,68	LE	MFC 03	3,30
44	+	0,00	43	+	0,00	LE	MFC 03	23,10
75	+	0,00	78	+	0,00	LE	MFC 03	60,00
78	+	0,00	79	+	4,52	LE	MFC 03	24,50
0	+	0,00	1	+	11,43	LE	MFC 03	31,40
44	+	3,05	43	+	0,00	LD	MFC 03	23,10
43	+	0,00	42	+	0,00	LD	MFC 03	20,00
42	+	0,00	41	+	0,00	LD	MFC 03	20,00
41	+	0,00	40	+	0,00	LD	MFC 03	20,00
66	+	0,00	64	+	0,00	LD	MFC 03	40,00
64	+	0,00	62	+	0,00	LD	MFC 03	40,00
62	+	0,00	60	+	0,00	LD	MFC 03	40,00
60	+	0,00	58	+	0,00	LD	MFC 03	40,00
58	+	0,00	57	+	0,00	LD	MFC 03	20,00
75	+	0,00	77	+	0,00	LD	MFC 03	40,00
77	+	0,00	79	+	4,52	LD	MFC 03	44,50
97	+	14,44	98	+	8,93	LD	MFC 03	14,50
5	+	0,00	6	+	14,37	RAMO A AV. GOIANIA	MFC 03	34,40
8	+	0,00	6	+	14,37	RAMO A AV. GOIANIA	MFC 03	25,60
6	+	0,00	8	+	16,77	RAMO B GO-040	MFC 03	56,80
6	+	0,00	3	+	0,00	RAMO B GO-040	MFC 03	60,00
3	+	0,00	2	+	0,00	RAMO B GO-040	MFC 03	20,00
2	+	0,00	1	+	0,00	RAMO B GO-040	MFC 03	20,00
1	+	0,00	0	+	0,00	RAMO B GO-040	MFC 03	20,00
0	+	0,00	6	+	18,22	INT GO-215	MFC 05	138,20
0	+	0,00	2	+	13,53	INT. RUA GOIANIA RAMO D	MFC 05	53,50
0	+	0,00	5	+	13,10	INT. RUA GOIANIA	MFC 05	113,10
6	+	0,00	10	+	13,84	RAMO A GO-040	MFC 05	93,80
0	+	0,00	10	+	19,89	INT.GO-040	MFC 05	54,50
TOTAL							MFC 03	1041,20 m
							MFC 05	453,10 m

9.13.2 Dreno Longitudinal Profundo

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

QUADRO DE DADOS DE ENTRADA - QDE 10										
DRENO PROFUNDO										
ESTACAS		LADO	TIPO	EXTENSÃO (m)	SAÍDA(S)		BOCA DE SAÍDA			ESCAVAÇÃO (m³)
Início	Fim				ESTACAS	EXTENSÃO (m)	TIPO	QUANT.	EXTENSÃO	
CONTORNO DE PONTALINA										
10 + 0,00	18 + 14,58	LE	DPS 13	174,58					-	130,94
18 + 14,58	30 + 0,00	LE	DPS 13	225,42	30 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	176,56
86 + 0,00	81 + 0,00	LE	DPS 13	100,00	80 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	82,50
93 + 0,00	96 + 0,00	LE	DPS 13	60,00	96 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	52,50
101 + 13,74	98 + 10,00	LE	DPS 13	63,74	98 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	55,31
101 + 13,74	102 + 0,00	LE	DPS 13	6,26	102 + 10,00	10,00	BSD 02	1		12,20
123 + 19,45	120 + 0,00	LE	DPS 13	79,45						59,59
120 + 0,00	114 + 0,00	LE	DPS 13	120,00						90,00
114 + 0,00	106 + 0,00	LE	DPS 13	160,00	105 + 10,00	10,00	BSD 02	1		127,50
123 + 19,45	127 + 159	LE	DPS 13	62,14						46,61
4 + 15,94	5 + 0,00	LD	DPS 13	4,07	5 + 10,00	10,00	BSD 02	1		10,55
20 + 0,00	32 + 0,00	LD	DPS 13	240,00						180,00
86 + 0,00	85 + 0,00	LD	DPS 13	20,00						15,00
85 + 0,00	81 + 0,00	LD	DPS 13	80,00	80 + 10,00	10,00	BSD-02	1		67,50
92 + 0,00	95 + 0,00	LD	DPS 13	60,00	95 + 10,00	10,00	BSD-02	1		52,50
124 + 0,00	121 + 0,00	LD	DPS 13	60,00						45,00
121 + 0,00	120 + 0,00	LD	DPS 13	20,00	119 + 10,00	10,00	BSD-02	1		22,50
117 + 0,00	115 + 0,00	LD	DPS 13	40,00	114 + 10,00	10,00	BSD-02	1		37,50
124 + 0,00	127 + 159	LD	DPS 13	6159	+					46,19
RAMO A INT. AV. GOIANIA										
0 + 0,00	2 + 6,16	LD	DPS 13	46,16	+				-	34,62
2 + 6,16	4 + 16,13	LD	DPS 13	49,97	5 + 0,00	10,00	BSD 02	1	-	44,98
1 + 19,00	5 + 0,00	LD	DPS 13	61,00	+				-	45,75
0 + 0,00	6 + 0,00	LD	DPS 13	120,00	6 + 0,00	10,00	BSD 02	1	-	97,50
RUA GOIANIA-RAMO C										
9 + 0,00	26 + 0,00	LE	DPS 13	340,00	+				-	255,00
CONTORNO DE PONTALINA										
81 + 10,00	75 + 10,00	LE	DPS 13	120,00	75 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	97,50
88 + 0,00	92 + 10,00	LE	DPS 13	90,00	92 + 10,00	10,00	BSD 02	1		75,00
97 + 0,00	95 + 10,00	LE	DPS 13	30,00	95 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	30,00
114 + 0,00	110 + 10,00	LE	DPS 13	70,00	110 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	60,00
118 + 0,00	121 + 10,00	LE	DPS 13	70,00	130 + 10,00	10,00	INTERLIGAR RAMOD GO-040	1	-	60,00
RAMO D GO-040										
5 + 16,60	1 + 13,30	LE	DPS 13	83,30	- + -		CXA COLETORA		-	62,47
0 + 0,00	1 + 13,30	LE	DPS 13	33,30	- + -				-	24,98
RAMO C RUA GOIANIA										
8 + 19,56	5 + 0,00	LE	DPS 13	79,56	4 + 10,00	10,00	INTERLIGA NA ESTACA 26+00		-	67,17
RAMO C GO-215										
8 + 9,33	0 + 0,00	LE	DPS 13	169,33	0 + 0,00	10,00	BSD 02	1	-	134,50
RAMO A GO-040										
0 + 0,00	5 + 3,43	LE	DPS 13	103,43	5 + 10,00	10,00	BSD 02	1	-	85,07
RAMO C GO-040										
3 + 10,00	0 + 18,12	LE	DPS 13	5188	0 + 18,12		INTERLIGA NA ALÇA GO-040/ CXA COLETORA		-	38,91
TOTAL			DPS 13							3365,17 m
			BSD 02							15,00 un
			Item 47022 - Escavação mecânica de valas de material 3ª categoria (incl. Transporte):							-
			Item 47023 - Escavação mecânica de valas de material 1ª categoria (incl. Transporte):							2.523,88 m³

9.13.3 Escavação de Material para a 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.

9.13.4 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

9.13.5 Valeta de Corte

Dispositivo de contenção e guia de escoamento superficial locado 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							
0 + 0	5 + 18,14	LD	128,14	VPCC 120-30	5 + 18,14	10,00	DES 120-360
3 + 5	5 + 0	LD	35,32	VPCC 120-30			
5 + 0	5 + 5,026	LD	5,03	VPCC 120-30	5 + 5,03		
5 + 5	15 + 0	LD	194,97	VPAC 120-30	15 + 0,00	10,00	DES 120-360
57 + 0	51 + 4,066	LD	115,93	VPAC 120-30	51 + 4,07	10,00	DES 120-360
48 + 0	51 + 4,07	LE	64,07	VPAC 120-30	51 + 4,07	10,00	DES 120-360
0 + 0	8 + 9,33	LE	169,33	VPCC 120-30	8 + 9,33	10,00	DES 120-360
8 + 0	5 + 0	LE	60,00	VPCC 120-30	5 + 0,00	10,00	DES 120-360
69 + 0	51 + 4,07	LE	355,93	VPAC 120-30	51 + 4,07	10,00	DES 120-360
70 + 0	77 + 0,566	LE	140,57	VPAC 120-30	77 + 0,57	10,00	DES 120-360
90 + 0	87 + 10	LE	50,00	VPAC 120-30			
87 + 10	80 + 0	LE	150,00	VPCC 120-30			
80 + 0	77 + 0,57	LE	59,43	VPAC 120-30	77 + 0,57	10,00	DES 120-360
90 + 0	91 + 10	LE	30,00	VPAC 120-30	91 + 10,00		
91 + 10	97 + 0	LE	110,00	VPCC 120-30	97 + 0,00		
97 + 0	98 + 0	LE	20,00	VPAC 120-30	98 + 0,00	10,00	DES 120-360
115 + 10	112 + 0	LE	70,00	VPCC 120-30			CXA COLETORA
115 + 10	119 + 0	LE	70,00	VPCC 120-30	119 + 0,00	10,00	DES 120-360
TOTAL				VALETAS		VPAC 120-30	1100,90 m
						VPCC 120-30	837,82 m
				DISSIPADOR DE ENERGIA		DED 07 A	0,00 un
				ESCAVAÇÃO*		DES 120-360	11,00 un
							770,83 m³

Valeta de corte em concreto (VPAC 120-30) = 1100,90m

Valeta de corte em concreto (VPCC 120-30) = 837,82m

9.13.6 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						
CONTORNO PONTALINA												
10	+	0	18	+	14,582	LE	184,58	STC 80-15				
18	+	14,582	30	+	0	LE	235,42	STC 80-15	30+10	10,00		DES 80-240
86	+	0	81	+	0	LE	110,00	STC 80-15	80+10	10,00		DES 80-240
93	+	0	96	+	0	LE	60,00	STC 80-15	96+10	10,00		DES 80-240
101	+	13,744	98	+	10	LE	73,74	STC 80-15	98+10	10,00		DES 80-240
101	+	13,74	102	+	0	LE	16,26	STC 80-15	102+10	10,00		DES 80-240
123	+	19,45	120	+	0	LE	89,45	STC 80-15				
120	+	0	114	+	0	LE	130,00	STC 80-15				
114	+	0	106	+	0	LE	160,00	STC 80-15	105+10	10,00		DES 80-240
123	+	19,45	127	+	1,59	LE	62,14	STC 80-15	INTERLIGAR NA GO 040			
5	+	16,597	1	+	13,3	LE	83,30	STC 80-15				
0	+	0	1	+	13,3	LE	33,30	STC 80-15	CX COLETORA			
8	+	9,33	6	+	0	LE	49,33	STC 80-15				
6	+	0	0	+	0	LE	120,00	STC 88-20	00+00	10,00		DES 88-264
8	+	19,54	6	+	0	LE	59,54	STC 80-15				
6	+	0	5	+	0	LE	20,00	STC 80-15	4+10	10,00		DES 80-240
8	+	2,1	0	+	0	LE	162,10	STC 80-15	0+0	10,00		DES 80-240
3	+	10	0	+	18,121	LE	51,88	STC 80-15	0+18,121	10,00		DES 80-240
1	+	0	5	+	18,139	LD	108,14	STC 80-15	6+00	10,00		DES 80-240
4	+	15,935	5	+	0	LD	14,07	STC 80-15	5+10	10,00		DES 80-240
20	+	0	32	+	0	LD	250,00	STC 80-15				
86	+	0	85	+	0	LD	30,00	STC 80-15				
85	+	0	81	+	0	LD	90,00	STC 80-15	80+10	10,00		DES 80-240
92	+	0	95	+	0	LD	60,00	STC 80-15	95+10	10,00		DES 80-240
124	+	0	121	+	0	LD	60,00	STC 80-15		10,00		
121	+	0	120	+	0	LD	30,00	STC 80-15	119+10	10,00		DES 80-240
117	+	0	115	+	0	LD	50,00	STC 80-15	114+10	10,00		DES 80-240
124	+	0	127	+	1,59	LD	71,59	STC 80-15				
0	+	0	1	+	12,296	LD	32,30	STC 80-15				
1	+	12,296	5	+	3,427	LD	71,13	STC 80-15	5+10	10,00		DES 80-240
0	+	0	2	+	6,164	LD	46,16	STC 80-15				
2	+	6,164	4	+	16,131	LD	49,97	STC 88-20	5+00	10,00		DES 88-264
0	+	0	5	+	3,427	LD	103,43	STC 88-20	6+00	10,00		DES 88-264
BERMA												
5	+	16,597	1	+	13,3	LE	83,30	STC 80-15	1+13,3	10,00		Ligar em descida degrau /CCS
125	+	0	127	+	0	LE	40,00	STC 80-15	127+00	10,00		
125	+	0	119	+	0	LE	120,00	STC 80-15	119+00	10,00		DES 88-264
TOTAL				SARJETA				STC 73-15 STC 80-15 STC 88-20 DES 88-264 DES 80-240		0,00 m 2937,72 m 303,39 m 4,00 un 16,00 un		
				DISSIPADOR DE ENERGIA								
				ESCAVAÇÃO						400,71 m³		

9.13.7 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)	
CONTORNO PONTALINA					
60+0	LE	EDA 03A	2,74	0,00	DED 01A
58+0	LE	EDA 03A	4,14	0,00	DED 01A
57+0	LE	EDA 03A	4,96	0,00	DED 01A
56+0	LE	EDA 03A	5,60	0,00	DED 01A
55+0	LE	EDA 03A	6,39	0,00	DED 01A
54+0	LE	EDA 03A	8,33	0,00	DED 01A
53+0	LE	EDA 05A	0,00	9,66	DED 03A
52+0	LE	EDA 05A	0,00	10,85	DED 03A
51+0	LE	EDA 05A	0,00	11,04	DED 03A
50+0	LE	EDA 05A	0,00	9,96	DED 03A
49+0	LE	EDA 03A	8,65	0,00	DED 01A
48+0	LE	EDA 03A	8,70	0,00	DED 01A
47+0	LE	EDA 05A	0,00	9,71	DED 03A
46+16,68	LE	EDA 05A	0,00	9,04	DED 03A
43+0	LE	EDA 03A	8,24	0,00	DED 01A
78+0	LE	EDA 03A	5,60	0,00	DED 01A
79+4,517	LE	EDA 03A	3,68	0,00	DED 01A
1+11,434	LE	EDA 03A	2,70	0,00	DED 01A
43+0	LD	EDA 05A	0,00	9,11	DED 03A
42+0	LD	EDA 03A	7,65	0,00	DED 01A
41+0	LD	EDA 03A	6,53	0,00	DED 01A
40+0	LD	EDA 03A	5,91	0,00	DED 01A
64+0	LD	EDA 03A	3,42	0,00	DED 01A
62+0	LD	EDA 03A	2,48	0,00	DED 01A
60+0	LD	EDA 03A	4,18	0,00	DED 01A
58+0	LD	EDA 03A	4,35	0,00	DED 01A
57+0	LD	EDA 03A	4,90	0,00	DED 01A
77+0	LD	EDA 03A	8,15	0,00	DED 01A
79+4,517	LD	EDA 03A	4,92	0,00	DED 01A
98+8,934	LD	EDA 03A	3,80	0,00	DED 01A
6+14,372	LD	EDA 03A	3,42	0,00	DED 01A
6+14,372	LD	EDA 03A	3,42	0,00	DED 01A
8+16,77	LD	EDA 03A	3,02	0,00	DED 01A
3+0	LD	EDA 03A	1,80	0,00	DED 01A
2+0	LD	EDA 03A	1,80	0,00	DED 01A
1+0	LD	EDA 03A	8,40	0,00	DED 01A
0+0	LD	EDA 05A	0,00	11,41	DED 03A
8+6,59	LE	EDA 02B	3,76	0,00	DED 01A
1+12,501	LE	EDA 07B			DCD 60-30 /CX COLETORA
TOTAL	ENTRADA D'ÁGUA	EDA 03A			29 un
		EDA 05A			8 un
		EDA 07B			1 un
		EDA 02B			1 un
	DESCIDA D'ÁGUA	DAD 60-36			80,78 m
		DAR 40-20			1,00 m
		DAR 60-30			151,65 m
		DCD 60-30			6,80 m
		DED 03A			8,00 un
	DISSIPADOR DE ENERGIA	DED 01A			30,00 un

9.13.8 Obra de Arte Corrente

BUEIROS	EXT. (m)	BOCAS 0º
BSTC d=1,20m	37,00	3,00
BDTC d=1,20m	28,00	1,00
BSTC d=0,80m	207,81	-

TIPO	QUANT.	TIPO	QUANT.
DEB 180-263	0	DEB 300-511	0
DEB 240-316	1	DEB 360-584	1
DEB 300-366	0	DEB 450-746	0
DEB 360-414	2	DEB 360-754	0
DEB 450-551	0	DEB 450-956	0
DEB 300-666	0		

9.13.9 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 Córrego Mateiros, localizada entre a Est. 44 + 4,50 e Est. 35 + 14,50, é parte integrante deste projeto, sendo apresentado como Volume 2A- Projeto de Execução e Volume 3E- Memorial de Cálculos Estruturais da Ponte .

Bueiros Celulares

Foi dimensionado um bueiro celular BTCC (2,50 x 2,50), na estaca 77 + 0,57 para a transposição do Ribeirão Lavapés. O projeto padrão DNIT, também é parte integrante do Volume 02 – Projeto de Execução, juntamente com a Drenagem.

11 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

11.1 Introdução

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

11.2 Sinalização Horizontal

11.2.1 Introdução

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.

11.2.2 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 24 - 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 25 - 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.

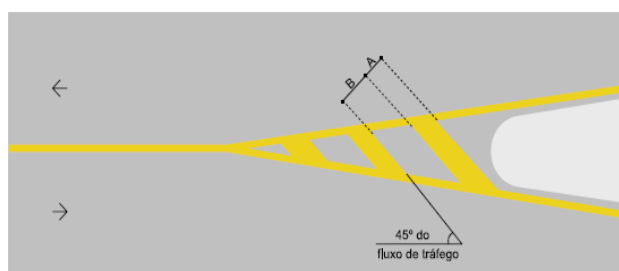
- **Linha de Canalização – LCA**

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 26 - 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 retrorrefletorizadas 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.

11.3 Sinalização vertical

11.3.1 Introdução

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.

11.3.2 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.

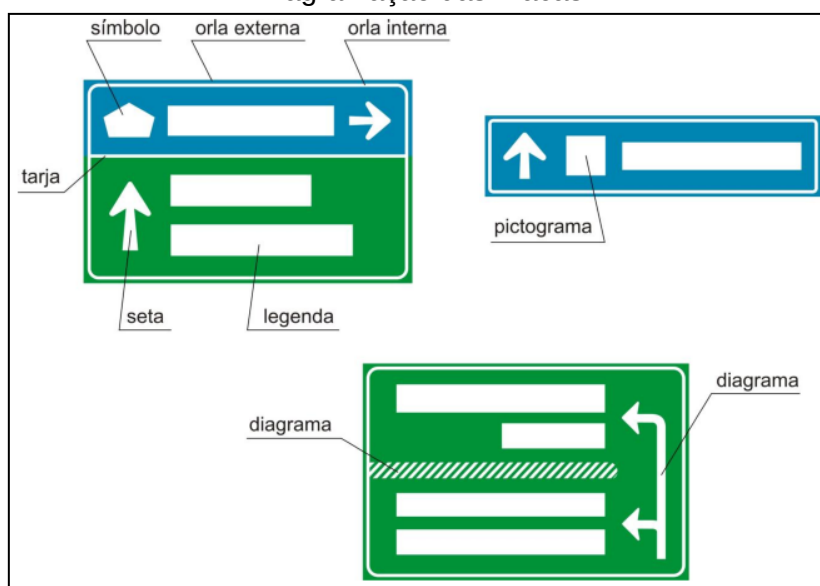
O alfabeto na série D deve ser utilizado para compor mensagens em letras maiúsculas, mensagens operacionais e institucionais. Nas demais mensagens, associadas a nomes

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.

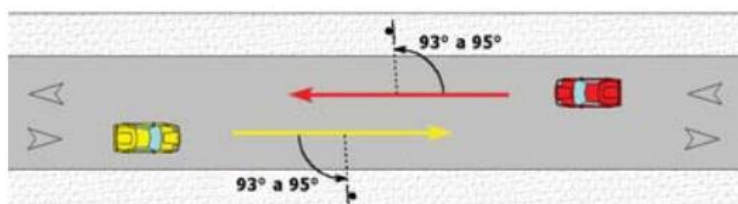
Diagramação das Placas



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, utilizando equipamento que possua ângulo de observação de 0,1°, 0,2° e 0,5° e ângulo de entrada de -4° e +30°. 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, quando submetida às condições de chuva ou umidade sobre a superfície.

Tabela 27 - 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 as 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 28.

Tabela 28- 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.

1.1. 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;
- Regulamentar 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

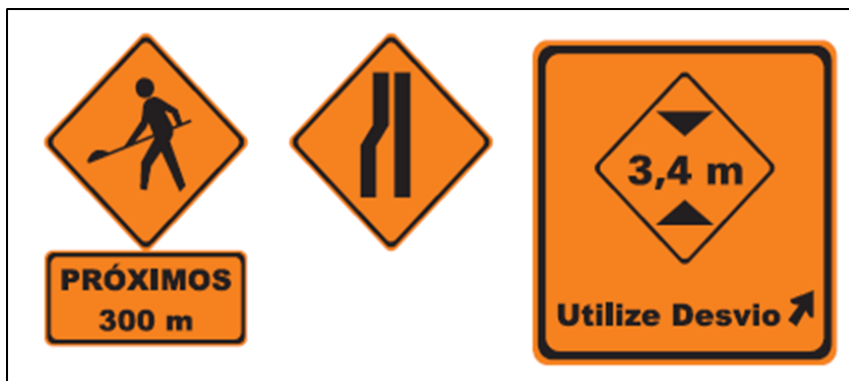
Para os demais sinais:

- 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.

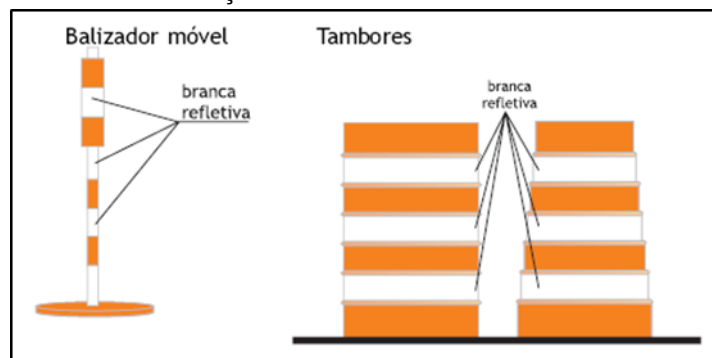
Dentre estes se destacam:

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 dispôr 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.

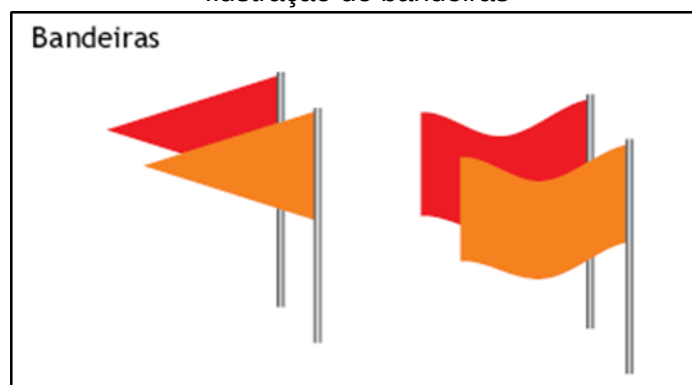
Tambores e Balizadores - Empregados para delimitar o local das obras. Serão pintados nas cores preta e amarela, sendo a segunda com tinta refletorizada. A largura das faixas será de 0,1m. No caso dos balizadores, serão inclinados, formando um ângulo de 45° com a horizontal e, no caso dos tambores, serão 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



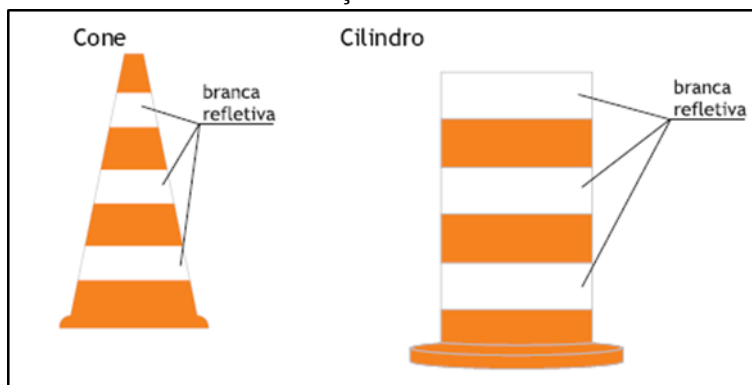
Bandeira – É utilizado como um elemento de controle complementar de controle do fluxo em situação de volume de tráfego muito alto, altas velocidades, necessidade de interrupção do fluxo e obras móveis durante o dia. O sinalizador deve portar uma bandeira ou um dispositivo luminoso, caso a obra seja realizada 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 45° com a horizontal.

Ilustração de fita zebra



Ilustração de cavaletes

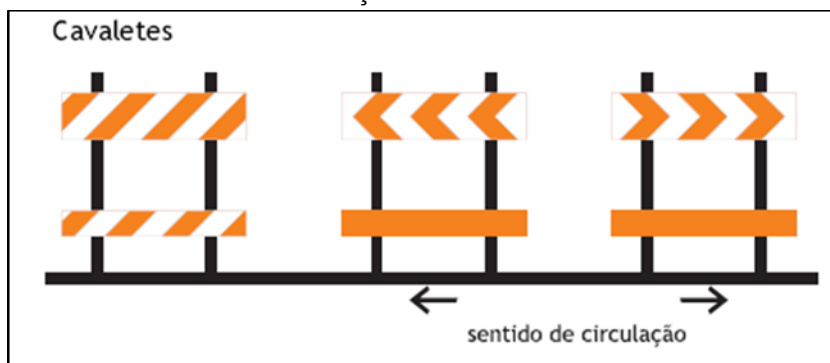


Ilustração de barreiras

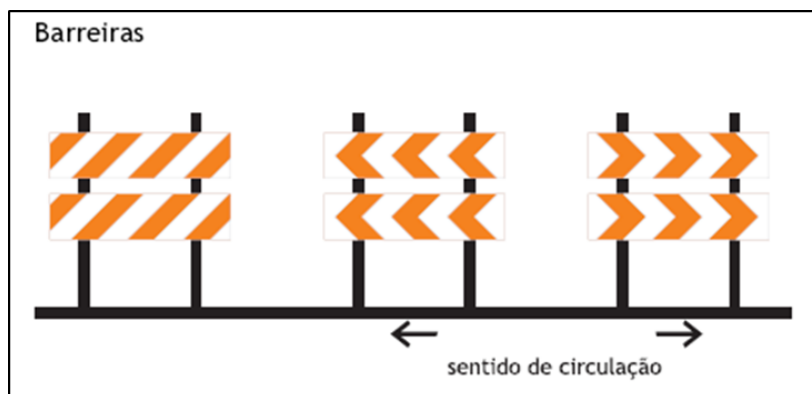
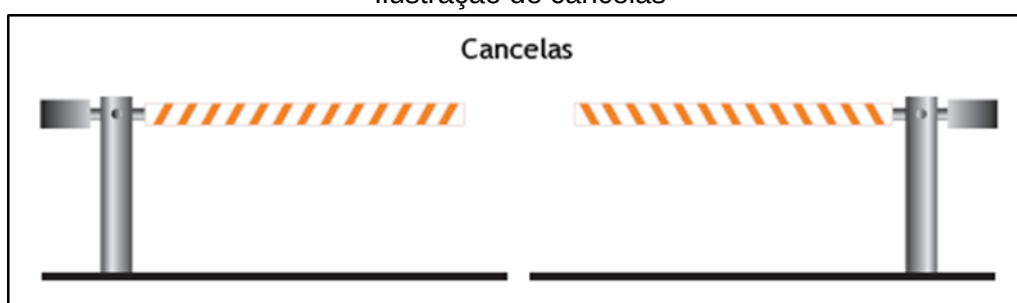


Ilustração de cancelas



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 ociosos, 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

12.1 Introdução

“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.

12.2 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	✓ Sistema de Proteção ao Ocupante. ✓ Projeto do Sistema de Controle.	
Meio Ambiente	✓ Geometria. ✓ Policiamento. ✓ Sistema de Controle. ✓ Clima e Luminosidade. Condições da	✓ 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

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.

12.3 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.

12.4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Sinalização é apresentado no Volume 2 – Projetos Executivos.

13 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

13.1 Introdução

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.

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.

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

REMOÇÃO DE CERCA									
LOCALIZAÇÃO						LADO	EXTENSÃO (m)	OBS.	
EST. INICIAL		À	EST. FINAL						
3	+	0,00		32	+	10,00	LD	590,00	
7	+	0,00		40	+	0,00	LE	660,00	
33	+	0,00		36	+	0,00	LD	60,00	
36	+	0,00		40	+	0,00	LE	80,00	
68	+	9,45		69	+	6,44	LE	16,99	
69	+	6,44		77	+	12,48	LD	166,04	
77	+	12,48		84	+	0,00	LE	127,52	
0	+	0,00		8	+	9,33	LD	169,33	INT. 01
0	+	0,00		8	+	9,33	LE	169,33	INT. 01
7	+	12,94		10	+	13,83	LD	60,89	INT. 03
0	+	0,00		2	+	17,84	LD	57,84	INT. 03
							TOTAL	2.157,94	

IMPLANTAÇÃO DE CERCA									
LOCALIZAÇÃO						LADO	EXTENSÃO (m)	OBS.	
EST. INICIAL		À	EST. FINAL						
3	+	3,55		32	+	10,00	LD	586,45	
2	+	14,24		32	+	10,00	LE	595,76	
33	+	0,00		70	+	4,39	LD	744,39	
33	+	0,00		70	+	4,39	LE	744,39	
70	+	11,58		86	+	0,00	LD	308,42	
70	+	11,58		86	+	0,00	LE	308,42	
86	+	10,00		127	+	0,00	LD	810,00	
86	+	10,00		127	+	0,00	LE	810,00	
0	+	0,00		5	+	18,13	LD	118,13	INT. 01 RA
0	+	0,00		4	+	5,11	LD	85,11	INT. 01 RB
0	+	0,00		8	+	9,33	LD	169,33	INT. 01 RC
0		0,00		8		0,00	LD	160,00	INT. 03 RA
8		10,00		10		13,83	LD	43,83	INT. 03 RA
0		0,00		5		16,59		116,59	INT. 03 RD
							TOTAL	5.600,82	

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 do 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 tres 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 Beam) 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

DEFENSA METÁLICA SIMPLES										
LOCALIZAÇÃO							LADO	DEFENSA (m)	ANCORAGEM (m)	OBS.
EST. INICIAL			À	EST. FINAL						
42	+	5,06		44	+	5,06	LD	24,00	16,00	PCA
45	+	14,76		46	+	18,76	LD	8,00	16,00	PCA
43	+	1,06		44	+	5,06	LE	8,00	16,00	PCA
45	+	14,76		47	+	14,80	LE	24,00	16,00	PCA
							TOTAL	64,00	64,00	

REMOÇÃO DE POSTES

REMOÇÃO DE POSTES					
LOCALIZAÇÃO			LADO	EXTENSÃO (un.)	OBS.
EST. INICIAL					
11	+	11,20	LE	1,00	
11	+	12,30	LE	1,00	
18	+	3,69	LE	1,00	
24	+	6,03	LE	1,00	
24	+	11,90	LD	1,00	
26	+	0,94	LD	1,00	
29	+	13,52	LD	1,00	
33	+	2,25	LD	1,00	
35	+	16,43	LD	1,00	
38	+	19,25	LE	1,00	
92		2,82	LD	1,00	
128		19,15	LE	1,00	
			TOTAL	12,00	

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

14.1 Introdução

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	Neg.	Moderada	Curta	Moderada
Desmatamentos	Fauna/Flora	Neg.	Moderada	Permanente	Baixa
Execução de terraplenagem	Flora/Fauna	Neg.	Moderada	Permanente	Moderada
Execução do pavimento	Ar/Água/Solo	Neg.	Baixa	Temporário	Alta
Geração de empregos	Socioeconômico	Pos.	Moderada	Curta	-
Operação de canteiros e acampamentos	Físico/Biótico	Neg.	Moderada	Curta	Alta
Operação da rodovia	Ar	Neg.	Baixa	Permanente	Moderada

14.2 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 restrita 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 à construção da obra e restrito a 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 (carreiros).

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.

14.3 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:

- a) 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;
- b) Áreas de uso (canteiros, usinas, jazidas, pedreira areal, bota foras);

- c) Áreas de Valor Histórico, cultural, sítios arqueológicos, patrimônio natural e paisagístico;
- d) Áreas de Preservação Permanente;
- e) Remanescentes de Vegetação Nativa.

Todos estes levantamentos estão apresentados no Volume 3D - Componentes Ambientais.

14.4 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.

14.5 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 29 - Áreas de Taludes de Corte e Aterro

SEMEADURA MANUAL EM ÁREAS DE CORTE E ATERRO									
LOCALIZAÇÃO							LADO	ÁREA (m²)	OBS.
EST. INICIAL			À	EST. FINAL					
2	+	0,00		127	+	0,00	LD	1.924,04	CORTE
2	+	0,00		127	+	0,00	LE	3.897,49	CORTE
2	+	0,00		127	+	0,00	LD	4.881,72	ATERRO
2	+	0,00		127	+	0,00	LE	3.425,06	ATERRO
							TOTAL	14.128,31	

Caixas de Empréstimo

Os empréstimos terão garantido o fácil acesso aos seus pontos de localização, e utilizamos o processo de revestimento vegetal por **semeadura manual** para a recuperação destas áreas que é o mais viável. A vegetação existente na totalidade das áreas definidas para os empréstimos é composta quase que exclusivamente por cobertura vegetal rasteira, com presença mínima de vegetação de maior porte. Fica, portanto descartada a necessidade de plantio de mudas de espécies nativas também nestas áreas, ficando garantida a integração das mesmas à paisagem local por intermédio da simples execução do revestimento vegetal por semeadura manual.

Tabela 30 - Área semeadura manual de caixas de empréstimos

SEMEADURA MANUAL EM ÁREAS DE EMPRÉSTIMO									
LOCALIZAÇÃO							LADO	ÁREA (m ²)	OBS.
EST. INICIAL			À	EST. FINAL					
6	+	0,00		33	+	0,00	LD	10.800,00	CORTE
							TOTAL	10.800,00	

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.

Área destinada ao Canteiro de Obras

Por fim, para recuperação da área a ser utilizada como canteiro de obras e depósito de materiais de construção, optamos também pelo revestimento vegetal por **semeadura manual**.

Tabela 31 - Área de semeadura manual (Canteiro de Obras)

SEMEADURA MANUAL EM ÁREA DE CANTEIRO DE OBRA					
LOCALIZAÇÃO			LADO	ÁREA (m²)	OBS.
ESTACA					
132	+	19,13	LD	2.847,00	A 1,0 km da Rotatória
			TOTAL	2.847,00	

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 Mudanças (Interseções)

14.6 Quadro resumo de quantidades

Quadro Resumo de quantidades

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
Semeadura Manual	27.775,31	m ²
Plantio de Mudanças	6.417,48	m ²

15 PROJETO DE CANTEIRO DE OBRAS

15.1 Introdução

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.

15.2 Descrição das instalações

15.2.1 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).

15.2.2 Guarita

Esta edificação deverá ter uma área total de 15,00 m², e ser construída em madeira.

15.2.3 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.

15.2.4 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.

15.2.5 Lavador

A área destinada ao lavador deverá ser de aproximadamente 99,00 m². A seguir mostraremos a memória de cálculo do mesmo.

15.2.6 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.

15.2.7 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).

15.2.8 Estacionamento de Máquinas

A área destinada ao estacionamento de máquinas não será coberta, apenas o piso receberá forro de brita.

15.2.9 Gerador

O gerador será instalado num galpão de madeira com área de 25,00m².

15.2.10 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.

15.2.11 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.

15.2.12 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.

15.2.13 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.

15.2.14 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.

15.2.15 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.

15.2.16 Sanitários

Os sanitários de campo a serem utilizados serão do tipo SANITÁRIO QUÍMICO, modelo padrão de mercado de fácil instalação e remoção.

15.2.17 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 para Implantação e Pavimentação do anel viário de Pontalina-GO, Extensão: 2,57 km em pista simples, possui 240 (duzentos e quarenta) páginas, incluindo esta, e é encerrado por este termo.

Goiânia, 03 de julho de 2025.