

ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA
Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte - GOINFRA

**ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO,
DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO, DA
RODOVIA GO-221.**

RODOVIA	: GO-221
TRECHO	: Doverlândia – Trevo GO-194
EXTENSÃO	: 23,68 km
CÓDIGO SRE	: 221EGO0097 – 221EGO00100 – 221EGO00110
LOTE	: Único

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

OUTUBRO/2021

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	10
1.1. DADOS.....	10
1.2. INFORMAÇÕES SOBRE O CONTRATO	10
1.3. COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO	11
2. MAPA DE SITUAÇÃO.....	13
3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	15
3.1. INTRODUÇÃO	15
3.2. FASES DOS ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	15
3.3. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO	37
4. ESTUDO DE TRÁFEGO	39
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	39
4.2. ÁREA DE ESTUDO	39
4.3. PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE TRÁFEGO	39
4.4. DETERMINAÇÃO DO PERÍODO E DA DURAÇÃO DAS CONTAGENS.....	39
4.5. COLETA DE DADOS DE TRÁFEGO.....	39
4.6. METODOLOGIA ADOTADA NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS	41
4.7. RESULTADOS E RESUMOS DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS.....	47
4.8. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO.....	52
4.9. TAXA DE CRESCIMENTO DE TRÁFEGO	52
4.10. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	53
5. ESTUDO GEOLÓGICO.....	61
5.1. INTRODUÇÃO	61
5.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	61
5.3. GEOLOGIA.....	62
5.4. GEOMORFOLOGIA	67
5.5. PEDOLOGIA	72
5.6. HIDROGEOLOGIA	74
5.7. ANÁLISE GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA EM RELAÇÃO AOS CONDICIONANTES DA GEOLOGIA, SOLO E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA.....	78
5.8. USO DO SOLO	80
5.9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	80
6. ESTUDO HIDROLÓGICO	82

6.1.	INTRODUÇÃO	82
6.2.	COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS	82
6.3.	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO LOCAL	83
6.4.	METODOLOGIA UTILIZADA NA DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE PRECIPITAÇÃO, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DE CHUVAS	91
6.5.	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE ARTE	106
6.6.	MAPA DAS BACIAS	107
6.7.	QUADRO DE DIMENSIONAMENTO	108
7.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	113
7.1.	GENERALIDADES	113
7.2.	DIRETRIZES BÁSICAS E CRITÉRIOS UTILIZADOS	113
7.3.	METODOLOGIA	113
8.	PROJETO GEOMÉTRICO	121
8.1.	GENERALIDADES	121
8.2.	CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA	121
8.3.	EXECUÇÃO DO PROJETO	122
8.4.	PROJETO PLANIALTIMÉTRICO	122
8.5.	ELEMENTOS DE PROJETO	123
8.6.	SEÇÕES TRANSVERSAIS	139
9.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	141
9.1.	INTRODUÇÃO	141
9.2.	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO	141
9.3.	ATERROS, EMPRÉSTIMOS LATERAIS E SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS	142
9.4.	COLCHÃO DRENANTE COM BRITA PARA REBAIXO EM ROCHA	144
9.5.	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA DE ÁREAS	144
9.6.	CRITÉRIOS PARA CÁLCULO DAS ÁREAS DE SUPERLARGURA EM CURVAS	144
9.7.	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS E DISTÂNCIAS DE TRANSPORTES	146
9.8.	CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	146
9.9.	SEÇÕES TRANSVERSAIS	148
10.	PROJETO DE DRENAGEM	151
10.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	151
10.2.	DRENAGEM SUPERFICIAL	151
10.3.	DRENAGEM PROFUNDA	167
10.4.	OBRAS DE ARTE CORRENTES	171
10.5.	RESULTADOS OBTIDOS	174
11.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	176

11.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	176
11.2. PARÂMETROS DE TRAFEGO.....	176
11.3. ESTUDO DO SUBLEITO.....	178
11.4. ESTUDO DOS MATERIAIS DISPONÍVEIS PARA PAVIMENTAÇÃO.....	178
11.5. ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS.....	178
11.6. CARACTERIZAÇÃO DO SUPORTE DO SUBLEITO.....	178
11.7. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	182
11.8. CONSTITUIÇÃO FINAL DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO	188
11.9. CONTROLE DEFLECTOMÉTRICO	189
11.10. IRI ADMISSIVEL – RODOVIAS NOVAS.....	190
11.11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS	190
11.12. CÁLCULO DAS LARGURAS DE BASE E SUBBASE.....	191
11.13. MEMÓRIA DE CALCULO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO	192
11.14. QUADRO RESUMO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO	196
11.15. CALCULO DO EMPOLAMENTO DAS JAZIDAS	197
12. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	199
12.1. INTRODUÇÃO	199
12.2. MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE MÁXIMA CHEIA E VÃO DA OBRA	199
12.3. SUFICIÊNCIA HIDRÁULICA	200
13. PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS.....	208
13.1. INTRODUÇÃO	208
13.2. METODOLOGIA.....	208
13.3. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE INTERSEÇÕES	217
14. PROJETO DE SINALIZAÇÃO	219
14.1. INTRODUÇÃO	219
14.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	219
14.3. SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	225
14.4. SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	229
14.5. PROJETO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO.....	235
14.6. RESULTADOS OBTIDOS	239
14.7. APRESENTAÇÃO DO PROJETO	239
15. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	241
15.1. INTRODUÇÃO	241
15.2. METODOLOGIA.....	241
15.3. DEFENSAS	243
15.4. RESULTADOS OBTIDOS	244

16. PROJETO DE PAISAGISMO	246
16.1. INTRODUÇÃO	246
16.2. ESTUDOS AMBIENTAIS.....	246
16.3. LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS.....	250
16.4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	251
16.5. LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS E AÇÕES MITIGADORAS	251
16.6. QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES	258
16.7. REVEGETAÇÃO	258
16.8. TÉCNICAS DE PLANTIO RECOMENDADAS	258
17. PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DO ACAMPAMENTO	261
17.1. INTRODUÇÃO	261
17.2. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES	263
18. QUADRO DE QUANTIDADE DOS SERVIÇOS	267
18.1. RESUMO DAS DISTÂNCIAS BÁSICAS DE TRANSPORTE	270
19. DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS (CO).....	272
20. ESPECIFICAÇÕES	274
21. TERMO DE ENCERRAMENTO	276

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relatório Estação Geodésica	20
Figura 2 - Croqui de Localização do Posto de Contagem - P1	40
Figura 3 - Distribuição das Regiões Hidrográficas em Goiás e Distrito Federal (CNRH, 2003).	62
Figura 4 - Mapa Geológico – GO-221	64
Figura 5 - Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná em Goiás	66
Figura 6 - Arcabouço Tectono - Estratigráfico de Goiás	67
Figura 7 - Mapa Geomorfológico - GO-221	71
Figura 8 - Mapa Pedológico - GO-221	73
Figura 9 - Distribuição dos Domínios Aquíferos Profundos em Goiás	76
Figura 10 - Mapa Hidrogeológico - GO-221	77
Figura 11 - Mapa Geológico ANM - GO-221	79
Figura 13 - Distribuição das Regiões Hidrográficas em Goiás e Distrito Federal (CNRH, 2003) ...	84
Figura 14 - Gráfico: Distribuição % de precipitação anual nas estações do ano- Classe Cwa	86
Figura 15 - Caracterização do clima – Classificação de Wladimir Köppen – Brasil	86
Figura 16 - Localização da Estação Pluviométrica escolhida	88
Figura 17 - Gráfico: Histograma do ano de maior pluviosidade na região	90
Figura 18 - Gráfico: Precipitações totais anuais (DOVERLÂNDIA)	90
Figura 19 - Gráfico: Precipitações mensais (DOVERLÂNDIA)	90
Figura 20 - Gráfico: Número de dias de chuva por ano (DOVERLÂNDIA)	90
Figura 21 - Método das Isozonas de igual relação	95
Figura 22 - Papel de Probabilidades de Hershfield e Willson	97
Figura 23 - Gráfico: Curva de Intensidade	99
Figura 24 - Gráfico 6: Precipitação x Duração x Frequência	99
Figura 25 - Estudo do subleito	115
Figura 26 - Ilustração do alargamento simétrico da pista	126
Figura 27 - Ilustração do alargamento assimétrico da pista	127
Figura 28 – Ilustração da variação da seção da pista na implantação da superelevação.....	128
Figura 29 - Possíveis posições de eixo da pista.....	130
Figura 30 - Seção Transversal Tipo	141
Figura 31 - Seções Transversais Tipo	148
Figura 32 - Seções Transversais - Corte em rocha	149
Figura 33 - Desenhos tipo para VPC	152
Figura 34 - Desenhos tipo para VPA.....	153
Figura 35 - Desenhos tipo de STC.....	154
Figura 36 - Ilustrações de Sarjeta de Banqueta	155
Figura 37 - Desenhos tipo de MFC	161
Figura 38 - Desenhos tipo de DAR-02	164
Figura 39 - Desenhos tipo de DAD-01	165
Figura 40 - Desenhos tipo de EDA.....	166
Figura 41 - Desenho tipo de DPR	169
Figura 42 - Desenho tipo de DPS	170
Figura 43 - Desenho tipo de BSD	170
Figura 44 - Estudo do subleito	181
Figura 45 - Determinação de espessuras do pavimento	183
Figura 46 - Esquema de Dimensionamento do Pavimento	184
Figura 47 - Esquema da estrutura do pavimento - pista.....	188
Figura 48 - Esquema da seção transversal tipo de pavimentação	188
Figura 50 - η = coeficiente de Manning	199

Figura 51 - Mapa da Bacia: Ponte 01.....	201
Figura 52 - Mapa da Bacia: Ponte 02.....	204
Figura 53 - Veículo de Projeto SR.....	209
Figura 54 - Entroncamento da GO-221 com a GO-461 (Est. 196+0,00).....	214
Figura 55 - Entroncamento da GO-221 com a GO-164 (Est. 1173+0,00).....	215
Figura 56 - Dimensões ZPA.....	223
Figura 57 - Diagramação das Placas.....	227
Figura 58 - Posicionamento horizontal da sinalização vertical.....	227
Figura 59 - Exemplo de sinalização vertical de obras.....	231
Figura 60 - Ilustração de balizador e tambores.....	232
Figura 61 - Ilustração de bandeiras.....	233
Figura 62 - Ilustração de cones.....	233
Figura 63 - Ilustração de fita zebra.....	233
Figura 64 - Ilustração de cavaletes.....	234
Figura 65 - Ilustração de barreiras.....	234
Figura 66 - Ilustração de cancelas.....	234
Figura 67 - Seção Transversal Média (STM).....	253
Figura 68 - Layout do canteiro de obra e acampamento.....	262

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Base 1= M05.....	21
Foto 2 - Base IBGE.....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Características Operacionais.....	17
Quadro 2 - Quadro de Curvas Horizontais.....	18
Quadro 3 - Quadro de Coordenadas PI'S.....	19
Quadro 4- Relação dos RN'S.....	23
Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT.....	42
Quadro 6 - Composição Percentual do Tráfego do Posto P1.....	52
Quadro 7 - Fator de Distribuição Direcional de Tráfego.....	53
Quadro 8 - Fatores de Equivalência de Carga do USACE.....	55
Quadro 9 - Fatores de Equivalência de Carga do AASHTO.....	55
Quadro 10 - Pesos Máximos Admitidos pela Lei da Balança.....	56
Quadro 11 - Cálculos Detalhados dos Fatores de Veículos Individuais - Metodologia da USACE.....	57
Quadro 12 - Cálculos Detalhados dos Fatores de Veículos Individuais - Metodologia da AASHTO.....	58
Quadro 13 - Projeção do "VMDA" e do Número "N".....	59
Quadro 14 - Cadastro Posto Pluviométrico – ANA.....	87
Quadro 15 - Número de furos de sondagem.....	113
Quadro 16 - Classificação Técnica.....	121
Quadro 17 - Valores de R acima dos quais a superelevação é dispensável.....	131
Quadro 18 - Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição....	134
Quadro 19 - Comprimentos mínimos absolutos de L.....	135
Quadro 20 - Rampas de superelevação admissíveis para pistas de 2 faixas com eixo de rotação no centro.....	135
Quadro 21 - Fatores de majoração do comprimento de transição para o caso do eixo de rotação fora do centro.....	136
Quadro 22 - Quadro Resumo de Caracterização da Superelevação.....	138
Quadro 23 - Quadro Resumo Total de Terraplenagem.....	147
Quadro 24 - Quadro de vazão para dimensionamento de BTC.....	173

Quadro 25 - Quadro de vazão para dimensionamento de BCC	173
Quadro 26 - Número N utilizado	176
Quadro 27 - Projeção do VMDAT e Número N	177
Quadro 28 - Espessura Mínima de CBUQ em função de “N”	182
Quadro 29 - Coeficiente de equivalência estrutural.....	183
Quadro 30 - Valores para Controle Deflectométrico.....	189
Quadro 31 - Especificações Técnicas de Materiais e Serviços	190
Quadro 32 - Quadro demonstrativo das quantidades de serviço de pavimentação.....	196
Quadro 33 - Quadro demonstrativo do consumo de materiais	196
Quadro 34 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 01 – Ramo 1	214
Quadro 35 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 01 – Ramo 2.....	215
Quadro 36 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 01 – Ramo 3.....	215
Quadro 37 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 4.....	216
Quadro 38 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 5.....	216
Quadro 39 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 6.....	217
Quadro 40 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 7.....	217
Quadro 41 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 8.....	217
Quadro 42 - Fatores de Segurança Rodoviária.....	237
Quadro 43 - Proposição de Medidas Mitigadoras	247
Quadro 43 - Resumo de quantidades	258

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contagem Volumétrica Classificatória: Posto 1.....	47
Tabela 2 - Fator Climático Regional.....	54
Tabela 3 - Detalhamento da geomorfologia da área	70
Tabela 4 - Dados de Precipitação Pluviométricas Mensais e Anuais	89
Tabela 5 - Pluviograma (DOVERLÂNDIA)	90
Tabela 6 - Análise Estatística Pluviométrica e Cálculos	92
Tabela 7 - Determinação do coeficiente K	93
Tabela 8 - Isozona “F” e Estação DOVERLÂNDIA.....	96
Tabela 9 - Intensidade Pluviométrica	98
Tabela 10 - Precipitação Total	98
Tabela 11 - Tabela de coeficiente de escoamento, IPR-715,2005	102
Tabela 12 - Número de Curva, IPR-715,2005.....	102
Tabela 13 - Substituição de segmentos do sub-leito.....	114
Tabela 14 - Jazidas estudadas	116
Tabela 15 - Análise estatística dos materiais	117
Tabela 16 - Caixas de Empréstimo estudadas.....	118
Tabela 17 - Instruções específicas para rodovia classe III	122
Tabela 18 - Localização das ocorrências de substituição do subleito	143
Tabela 19 - Localização das ocorrências de rebaixo de corte.....	143
Tabela 20 - Localização das ocorrências de desmatamento.....	144
Tabela 21 - Nota de serviço de superlargura	145
Tabela 22 - Localização de Valetas de Proteção de Corte.....	152
Tabela 23 - Localização de Valetas de Proteção de Aterro.....	153
Tabela 24 - Nota de serviço de Drenos.....	171
Tabela 25 - Nota de serviço Colchão Drenante.....	172
Tabela 26 - Caixas de Empréstimo estudadas.....	178
Tabela 27 - Resumo dos Ensaios Realizados nos cortes (sondagem a trado).....	179
Tabela 28 - Determinação do t 0,90 em função do n-1	180
Tabela 29 - Classificação dos Solos Quanto à Resiliência.....	180
Tabela 30 - Padrões DNIT - IRI	190

Tabela 31 - Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto	209
Tabela 32 - Tonalidades das cores para sinalização horizontal	220
Tabela 33 - Largura das linhas longitudinais em função da velocidade.....	220
Tabela 34 - Cadência de utilização de tachas.....	223
Tabela 35 - Películas Tipo III A	228
Tabela 36 - Películas Tipo III A	229
Tabela 37 - Implantação e Remanejamento de Cercas	242
Tabela 38 – Localização da implantação de defensas	244
Tabela 39 - Áreas de Taludes de Corte e Aterro.....	253
Tabela 40 - Área semeadura de caixas de empréstimos	256
Tabela 41 - Área semeadura das jazidas.....	257
Tabela 42 - Áreas de Semeadura (Canteiro de Obras).....	257
Tabela 43 - Áreas de Enleivamento (Interseções)	257

1.APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Apresentamos o **Volume 1 – Relatório do Projeto**, que faz parte integrante do Projeto Executivo de Engenharia da Rodovia: GO-221, Trecho: **Doverlândia / Trevo GO-194**, elaborado pela RUDRA ENGENHARIA LTDA.

O Projeto de Engenharia para as Obras de Implantação e Pavimentação na Fase de Projeto Básico, em seus diversos volumes, é apresentado com a seguinte composição:

- **Volume 1 - Relatório do Projeto:** editado em formato A-4, contém basicamente uma sinopse de cada estudo e projeto, as soluções, os resultados obtidos, os quantitativos, ele destina-se ao uso de técnicos que queiram ter um conhecimento geral do projeto e as firmas construtoras interessadas na licitação da obra, razão por que ele reúne todos os elementos que sejam de interesse para a concorrência e construção;
- **Volume 2 - Projetos Executivos:** em formato A-3, apresenta os quantitativos dos serviços, as plantas, desenhos, croquis e listagens de serviços necessários para a implantação das obras e perfeita compreensão dos serviços a executar;
- **Volume 3A - Notas de Serviço e Volume de Terraplenagem:** editado em formato A-4, contém os dados Planialtimétricos do terreno e de projeto necessárias à execução da obra, inclusive com a cubagem dos movimentos de terra;
- **Volume 3B - Estudos Geotécnicos:** editado em formato A-4, contém os boletins de sondagem e os resultados dos ensaios de laboratório realizados com os materiais do subleito, dos cortes, dos empréstimos e das ocorrências de materiais para pavimentação, com suas respectivas análises;
- **Volume 4 - Orçamento e Planejamento:** editado em formato A-4, contém os quantitativos dos serviços propostos, as composições pertinentes a cada serviço, cronograma físico e financeiro, relação do equipamento mínimo e relação do pessoal necessário, permitindo dessa forma, explicitar os valores estimados para execução da obra;
- **Volume 5 - Estudos Ambientais:** editado em formato A-4, contém os levantamentos ambientais, as medidas de proteção ambiental com seus respectivos quantitativos;
- **Volume 6 - Projeto de Desapropriação:** editado em formato A-4, contém os levantamentos cadastrais das propriedades e dos proprietários, bem como os croquis individuais e estimativa de valores das desapropriações.

1.1. DADOS

- **Rodovia:** GO-221
- **Trecho:** Doverlândia / Trevo GO-194
- **Extensão:** 23,68 km

1.2. INFORMAÇÕES SOBRE O CONTRATO

- **Supervisão:** FUNDEPEC
- **Fiscalização:** GOINFRA
- **Elaboração:** Rudra Engenharia Ltda.
- **Data da assinatura:** 15/01/2021

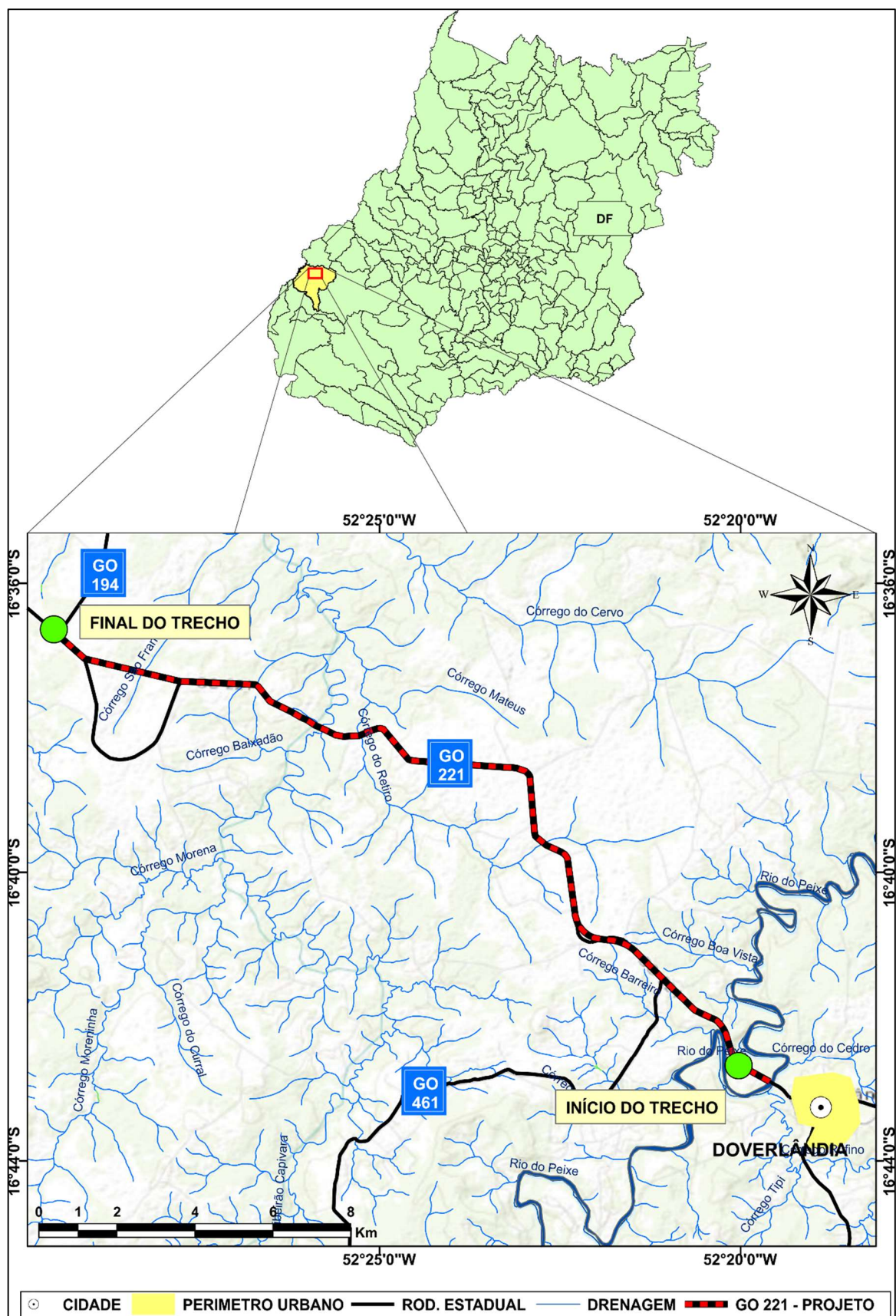
1.3. COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO

O Volume em questão divide-se em três partes principais e distintas:

- Apresentação;
- Estudos; e
- Projetos.

2. MAPA DE SITUAÇÃO

2. MAPA DE SITUAÇÃO



3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

3.1. INTRODUÇÃO

Os Estudos Topográficos da rodovia em estudo foram realizados obedecendo criteriosamente às especificações vigentes da GOINFRA IP-02-GOINFRA.

Os Estudos Topográficos tiveram como finalidade estabelecer uma base de referência para a realização dos demais estudos e dos vários projetos integrantes deste Projeto Executivo, que constou do levantamento das características geométricas da rodovia existente.

Estes Estudos foram realizados pelo processo Eletrônico-Digital, com a utilização de equipamentos GPS (Ground Position System), estação total e trenas de aço, e dividiu-se nas etapas a seguir descritas.

3.2. FASES DOS ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O Estudo Topográfico foi executado conforme prescrevem as normas de procedimento em duas fases distintas:

- Fase de Anteprojeto;
- Fase de Projeto.

3.2.1. FASE DE ANTEPROJETO

Constitui-se no reconhecimento do trecho, com base nos seguintes estudos:

- Aerofotogramétrico;
- Aero fotográfico.

Foi realizada uma vistoria, onde foi feito um diagnóstico das condições atuais do segmento rodoviário a fim de definir um elenco de soluções que permitam executar a Elaboração de Projetos Básico e Executivo, de Engenharia para Pavimentação, da rodovia GO-221, com as pertinentes adaptações, sempre com a aprovação da Fiscalização.

Nesta vistoria foram observados os seguintes elementos:

- Visão global da obra e identificação de todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- Soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante a fase de realização das obras;
- Identificação dos tipos de serviços a executar, de materiais a incorporar à obra e de equipamentos a empregar, de forma a assegurar os melhores resultados para o empreendimento.

O trecho em questão está bem consolidado, seu traçado bem definido. Foram feitas algumas correções geométricas e apenas no km 20,20 foi feita uma mudança no traçado economizando em torno de 2,50 km na extensão. O estudo de traçado foi apresentado a GOINFRA e foi aprovado.

O trecho inicia no km 00,00 (estaca 0+0,00) e vai até o km 23,68 (estaca 1184+01,87) da rodovia, totalizando uma extensão de 23,68 km.

3.2.2. FASE DE PROJETO

Uma vez concluída a primeira fase do estudo, iniciaram-se os serviços referentes à etapa seguinte, listados a seguir:

3.2.2.1. Descrição e Metodologia adotada

LOCAÇÃO

A locação do eixo foi feita a partir da implantação de seus pontos notáveis (PI, PC, PT, TS, SC, CS e ST, acidentes topográficos, cruzamentos com outras rodovias, margens de rios, tangentes longas, etc.), e coordenadas geográficas e retangulares (UTM) diretas de vértices da poligonal secundária (PS) da rede básica topográfica.

Uma vez materializados os pontos notáveis do eixo do projeto geométrico, a locação foi feita com emprego de GPS RTK e estação total nas áreas de vegetação. A implantação do eixo foi constituída por duas fases distintas:

- Implantação das tangentes;
- Implantação das curvas.

O eixo foi piqueteado de 20 em 20 metros. Em todos os piquetes implantados foram colocadas estacas testemunhas, constituídas de madeira serrada de boa qualidade, com cerca de 60 cm de comprimento, pintadas em látex, brancas, providas de entalhe e inscrito a óleo, de cima para baixo, o número correspondente, localizadas sempre à esquerda do estaqueamento, no sentido crescente da numeração e com o número voltado para o piquete.

O estaqueamento foi crescente partindo da estaca “0,00” até a estaca “1184+01,87”.

Serão projetadas duas interseções em nível no trecho em estudo na Estaca 189+0,00 e na estaca 1173+0,00.

A extensão total projetada é de 23,68 km. As medidas de distâncias foram feitas eletronicamente através de GPS RTK, segundo a horizontal, para efeito de localização dos piquetes da linha de locação.

As curvas foram materializadas no campo, com utilização de GPS RTK e o processo empregado foi o das deflexões sobre as tangentes.

A seguir será apresentado o quadro das Características Técnicas e Operacionais, bem como o Quadro de Curvas e o Quadro de Coordenadas dos PI's.

Quadro 1- Características Operacionais

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	
CLASSE	III
REGIÃO	Ondulada
VELOCIDADE DIRETRIZ	80 km/h
DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE PARADA	85m
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM	410m
NÚMERO DE EQUIVALÊNCIA "N" PARA 10 ANOS	8,75 E+06

CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL	
LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM	11,80 m
LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO	3,50 m
LARGURA DO ACOSTAMENTO	1,30 m
LARGURA DA FAIXA DE DOMÍNIO	80,00 m
ABAUAMANTO DA PLATAFORMA	3,00%
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H)	1/1
INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H)	1/1.5

CARACTERÍSTICAS DO TRAÇADO EM PLANTA			
1 - PLANIMETRIA	QUANT.	UNID.	
1.01 - EXTENSÃO TOTAL	23.681,87	m	
1.02 - DESENVOLVIMENTO EM CURVA	5.588,25	m	
1.03 - DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE	18.093,62	m	
1.04 - EXTENSÃO EM ZONA URBANA	0,00	m	
1.05 - NÚMERO DE CURVAS	17	un	
1.05.1 - NÚMERO DE PI's SECOS	0	un	
1.06 - RAIO MÍNIMO	250,00	m	
1.07 - FREQUÊNCIA DO RAIO MÍNIMO	1	un	
1.08 - NÚMERO DE CURVAS COM RAIOS MENORES QUE 600m	7	un	
1.09 - TAXA MÁXIMA DE SUPERELEVÇÃO	7,90%	%	
RAIOS	FREQUÊNCIA	DESENVOLVIMENTO	%
250,00	1,00	192,01	3,44%
280,00	1,00	142,17	2,54%
350,00	3,00	795,826	14,24%
550,00	2,00	654,47	11,71%
650,00	2,00	659,80	11,81%
700,00	3,00	1.813,85	32,46%
800,00	1,00	80,88	1,45%
1.000,00	2,00	866,98	15,51%
1.300,00	1,00	144,68	2,59%
3.000,00	1,00	237,59	4,25%
TOTAIS	17,00	5.588,25	100,00%

Quadro 2 - Quadro de Curvas Horizontais

Curva	Lado	PC-TS	SC	CS	PT-ST	AC	Raio	LC	T (Total)	D (Circular)
ESTACA 00PP INÍCIO										
01	D	33+00,95	37+00,95	59+10,44	63+10,44	43°20'22,010"	700	80	318,28	449,491
02	E	83+19,50	87+19,50	113+14,98	117+14,98	48°44'24,600"	700	80	357,26	515,473
03	D	125+00,54	130+00,54	143+17,79	148+17,79	21°36'53,305"	1000	100	240,97	277,250
04	E	238+09,66	243+09,66	O	277+19,38	39°31'05,976"	1000	100	409,36	589,725
05	D	287+04,62	291+04,62	333+13,50	337+13,50	76°01'49,995"	700	80	587,49	848,888
06	E	401+00,81	407+00,81	418+10,00	424+10,00	57°09'45,395"	350	120	251,55	229,187
07	D	436+16,75	441+16,75	465+11,14	470+11,14	59°50'12,882"	550	100	366,92	474,393
08	E	525+11,43	531+11,43	550+06,36	556+06,36	81°01'11,714"	350	120	360,43	374,923
09	D	675+14,31	680+14,31	690+06,02	695+06,02	47°45'16,161"	350	100	205,42	191,716
10	E	727+04,65	733+04,65	742+16,66	748+16,66	71°30'27,481"	250	120	241,61	192,011
11	D	769+04,07	773+04,71	794+15,56	798+15,56	45°05'11,819"	650	80	309,98	431,491
12	D	822+17,40			830+02,08	06°22'35,693"	1300	-	72,42	144,680
13	E	844+00,21			855+17,79	04°32'15,248"	3000	-	118,86	237,587
14	D	880+00,04	885+00,04	894+00,12	899+00,01	29°10'35,807"	550	100	193,32	180,075
15	E	903+14,30	909+14,30	916+16,46	922+16,46	53°38'49,581"	280	120	202,57	142,169
16	D	1001+17,34	1005+17,34	1009+18,22	1013+18,22	11°31'19,535"	800	80	120,74	80,879
17	D	1119+19,04	1123+19,04	1135+07,35	1139+07,35	27°10'36,619"	650	80	197,20	228,311
ESTACA FINAL 1184+01,87										
LINHA TRONCO										
ESTACA 00PP INÍCIO										
ESTACA FINAL 1184+01,87										
PROJETO DE ENGENHARIA										
PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA										
CARACTERIZAÇÃO DAS CURVAS HORIZONTAIS										
RODOVIA: GO-221										
TRECHO: DOVERLÂNDIA / ENTR. GO 194										
EXTENSÃO: 23,68 km										
LOTE: ÚNICO										

Quadro 3 - Quadro de Coordenadas PI'S

Estação	Distância (m)	Deflexão	Lado	Azimute	X	Y
PTO-01				299°24'03	358.562,033	8.151.493,817
PI-01	979,23	43°20'22.010"	D	342°44'25	357.708,917	8.151.974,539
PI-02	1.084,60	48°44'24.600"	E	294°00'01	357.387,110	8.153.010,307
PI-03	743,79	21°36'53.305"	D	315°36'54	356.707,620	8.153.312,838
PI-04	2.442,20	39°31'05.976"	E	276°05'49	354.999,357	8.155.058,167
PI-05	1.182,09	76°01'49.995"	D	352°07'38	353.823,955	8.155.183,711
PI-06	2.106,35	57°09'45.395"	E	294°57'53	353.535,437	8.157.270,211
PI-07	865,22	59°50'12.882"	D	354°48'05	352.751,054	8.157.635,385
PI-08	1.827,64	81°01'11.714"	E	273°46'54	352.585,455	8.159.455,522
PI-09	2.953,80	47°45'16.161"	D	321°32'10	349.638,071	8.159.650,332
PI-10	1.085,66	71°30'27.481"	E	250°01'43	348.962,767	8.160.500,404
PI-11	959,00	45°05'11.819"	D	295°06'54	348.061,442	8.160.172,854
PI-12	864,24	06°22'35.693"	D	301°29'29	347.278,915	8.160.539,666
PI-13	469,40	04°32'15.248"	E	296°57'14	346.878,651	8.160.784,867
PI-14	794,43	29°10'35.807"	D	326°07'49	346.170,519	8.161.144,963
PI-15	490,18	53°38'49.581"	E	272°28'60	345.897,397	8.161.551,881
PI-16	1.904,19	11°31'19.535"	D	284°00'19	343.995,000	8.161.634,393
PI-17	2.438,76	27°10'36.619"	D	311°10'55	341.628,726	8.162.224,618
PTO-02	1091,72				340.807,076	8.162.943,473
PTO-01 = ESTACA 00PP INÍCIO						
PTO-02 = ESTACA 1184+01,87 FINAL						
RODOVIA: GO-221				PROJETO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA QUADRO DE COORDENADAS - PI		
TRECHO: DOVERLÂNDIA / ENTR. GO 194						
EXTENSÃO: 23,68 km						
LOTE: ÚNICO						

NIVELAMENTO

O nivelamento do eixo foi realizado com o auxílio de nível eletrônico digital e mira com código de barra. Foi feito o nivelamento geométrico de todos os piquetes do eixo de locação, estabelecendo desta forma, o controle altimétrico da linha. A tolerância de erro de nivelamento foi de 2 cm/km e a diferença acumulada máxima será inferior ou igual à obtida pela fórmula:

$$e = 12,5\sqrt{n}$$

Sendo:

- “n” em km
- “e” em mm.

Junto ao nivelamento do trecho, ainda foram nivelados os pontos notáveis das travessias de cursos d'água existentes, quando foram anotadas, na caderneta de nivelamento, a cota do espelho d'água,

na data do nivelamento, e a cota da máxima enchente. Igualmente foram nivelados o fundo dos cursos d'água, a fim de possibilitar o desenho do perfil longitudinal da travessia, para utilização no projeto das obras-de-arte. Utilizamos níveis eletrônicos com leitura a laser em miras com códigos de barras, por serem mais precisos e permitirem o armazenamento eletrônico, reduzindo a possibilidade de erros.

Para início do nivelamento deste trecho, foi transportada a cota do marco 92765 do IBGE, que se encontra instalado no canto NE da cerca de proteção do reservatório de água nas terras da chácara Santo Antônio, cujas características são as seguintes:

Figura 1 - Relatório Estação Geodésica

IBGE				Relatório de Estação Geodésica	
Estação :	92765	Nome da Estação :	92765	Tipo :	Estação GPS
Município :	DOVERLÂNDIA			UF :	GO
Última Visita :	14/11/2007	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	17/07/2017
DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	16° 43' 19,33788" S	Altitude Ortométrica(m)		Gravidade(mGal)	
Longitude	52° 18' 14,32406" W	Fonte		Datum	
Altitude Geométrica(m)	551,195	Sigma Altitude(m)		Data Medição	
Fonte	GPS Geodésico	Datum		Data Cálculo	
Origem	Ajustada	Data Medição			
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo			
Data Medição	14/11/2007				
Data Cálculo	24/03/2008				
Sigma Latitude(m)	0,002				
Sigma Longitude(m)	0,002				
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,010				
UTM(N)	8.150.738,849				
UTM(E)	360.987,203				
MC	-51				
- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em : https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf - Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatario/rel_sirgas2000.pdf - Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em : https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digiais-de-superficie/modelos-digiais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html - As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : ftp://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf					
Estação Visada	Azimute	Tipo	Distancia (m)		
AZ92765	60° 36' 20,7241"	Geodésico	257,394		
Localização					
No canto NE da cerca de proteção do reservatório de água da SANEAGO, nas terras da Chácara Santo Antônio.					
Descrição					
Cilindro de concreto, medindo 0,30 m de diâmetro, aflorando 1,30 m de uma base retangular que mede 1,30 m x 1,00 m. Possui um pino de centragem forçada e uma chapa cravada na lateral, estampada: SAT 92765.					
Itinerário					
Partir da Igreja Matriz de Bom Jesus, seguir na Av. Júlio Marques Neves rumo SE, com 0,36 km fim da Avenida, continuar rumo SE, com 0,47 km, seguir rumo NE, entrar na Chácara Santo Antônio, com 0,53 km passar em duas porteiras de tábuas, seguir rumo NE margeando a cerca de arames e com 0,89 km local da estação.					
Observação					
Contato: Célio Góes (Secretaria de Administração da Prefeitura Municipal de Doverlândia-Tel:(64) 3664 1242 ou 3664 1243). Gilmar Silveiro da Costa (Gerente da SANEAGO-Tel: (64) 3664 1380-com a chave da estação).					
Foto(s)					
					

IMPLANTAÇÃO DE MARCOS PLANIALTIMÉTRICOS COM UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS GPS

- **Transporte de Coordenadas**

Foram implantados ao longo do segmento 8 marcos de concreto e aproveitamento da estação do IBGE (Nº 92765).

O transporte referiu-se ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) no “DATUM” horizontal SIRGAS 2000, através de coordenadas UTM, e seus vértices locados através do Sistema de Posicionamento Global (GPS), utilizando-se leitura de dupla frequência RTK na definição das coordenadas, obedecendo-se a tolerância de fechamento linear.

Foi feito o transporte da base do IBGE (estação 92765) para uma base de apoio (Base 1=M05) com duração de rastreio de 4 hs ,20 min e 55s, localizada na estaca 473 LE. Dessa base de apoio foi transportado para todos os marcos implantados ao longo do trecho.

Foto 2 - Base IBGE



Foto 1 - Base 1= M05



- **Poligonal de Apoio (Eletrônica)**

A poligonal de apoio teve sua saída de referência a partir da Base 1. Foi instalado o aparelho RTK nesta base e a seguir foram executados os levantamentos de detalhamento do relevo, assim como o mapeamento de todas as interferências.

- **Rede de Referências de Níveis (RN's)**

A rede de RRNN (Referências de Nível) consiste numa estrutura geodésica, materializada com marcos de concreto (tipo tronco piramidal) ao longo do trecho a ser levantado, caracterizada por poligonais de geometria variada, definida de modo lógico e útil para amarração altimétrica dos levantamentos topográficos e cadastrais a um sistema de coordenadas.

Segundo a IP-02 a rede de RRNN deve ser nivelada através das especificações da NBR 13.133/94 – classe IN (12 mm/km) ou melhor e vinculada ao Rede Brasileira de Monitoramento Contínua (RBMC), tomando como referência a rede altimétrica oficial do IBGE.

A distribuição dos marcos ao longo do trecho foi realizada aos pares de forma a possibilitar o fechamento angular e a determinação de azimute e considerando-se o local mais adequado às condições de segurança, visibilidade e facilidade de utilização.

Os trabalhos iniciaram-se no km 00+000, onde foi implantado o 1º marco (M01), cuja nomenclatura convencionou-se (Mxx = Estaca xx) para os pontos que compõe as linhas bases de controle geométrico das poligonais.

Os marcos implantados, do tipo tronco piramidal, com as seguintes características:

- Dimensão (11 x 15 x 60 cm);
- Material: concreto;
- Fixação: Enterrados em 45 cm e compactados nas laterais;
- Identificação: Possui chapa de alumínio fixada no topo com cimento com os dizeres.

- **Equipamentos utilizados**

Para execução dos levantamentos descritos foram utilizados os seguintes aparelhos:

- a) 01 PAR RTK GR-3 TOPCON
- b) 01 PAR RTK GEOMAX I25
- c) 01 ESTAÇÃO TOTAL: Marca GEOMAX, modelo ZTS 605
- d) 01 ESTAÇÃO TOTAL: Marca TOPCON modelo 236W
- e) 01 Nível Digital GEOMAX, modelo ZDL 700

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Segue abaixo o Monografia dos Marcos Implantado pela Empresa ao longo do trecho em questão e a relação dos RN'S e Marcos implantados.

Quadro 4- Relação dos RN'S

RN Nº	Estaca	Lado	Coordenada (x)	Coordenada (y)	Cota (m)
MA01=RN01	7	LD	8.151.577,663	358.446,231	480,975
MA02=RN02	19	LD	8.151.691,778	358.232,722	489,969
RN03	26	LD	8.151.770,598	358.122,152	494,960
RN04	58	LD	8.152.180,5530	357.664,7580	505,314
RN05	76	LD	8.152.520,2520	357.551,3600	516,011
RN06	100	LE	8.152.937,3050	357.330,6070	517,107
RN07	125	LD	8.153.231,3310	356.936,7160	527,220
RN08	156	LD	8.153.600,5570	356.456,2880	527,035
RN09	175	LD	8.153.871,0590	356.186,9180	532,378
RN010	200	LE	8.154.193,8760	355.802,4310	542,880
M03=RN011	233	LE	8.154.661,3690	355.322,7990	558,472
M04=RN012	249	LE	8.154.864,8160	355.105,8050	564,977
RN013	276	LE	8.155.071,5900	354.628,6480	578,981
RN014	300	LD	8.155.191,9090	354.165,5180	567,172
RN015	325	LD	8.155.530,0860	353.825,4660	567,079
RN016	344	LE	8.155.893,5400	353.692,0120	570,028
RN017	368	LD	8.156.374,9670	353.702,1690	565,572
RN018	400	LD	8.157.004,3630	353.606,1820	544,010
RN019	425	LE	8.157.370,1880	353.294,0290	524,597
RN020	450	LE	8.157.601,6680	352.846,9690	516,918
BASE 01=M05=RN21	473	LE	8.158.042,0420	352.689,4060	540,204
M06=RN22	491	LE	8.158.411,0100	352.654,9900	542,326
RN23	550	LE	8.159.445,0530	352.346,5490	565,094
RN24	576	LD	8.159.546,2830	351.826,5640	559,334
RN25	606	LE	8.159.529,2200	351.233,5990	541,523
RN26	642	LE	8.159.567,6850	350.514,5510	526,351
RN27	664	LD	8.159.637,2480	350.077,5770	525,401
RN29	707	LD	8.160.021,2960	349.386,5100	502,990
M07=RN030	750	LD	8.160.454,3650	348.706,9760	472,937
M08=RN031	755	LD	8.160.416,9860	348.597,4730	464,704
RN32	776	LE	8.160.206,3780	348.229,7920	451,577
RN33	801	LE	8.160.289,7990	347.724,3980	451,909
RN34	830	LE	8.160.541,2500	347.191,6350	458,602
RN35	849	LD	8.160.809,2650	346.915,0010	487,466
RN36	875	LD	8.161.046,6180	346.451,3890	516,078
RN37	900	LD	8.161.344,3190	346.083,3890	529,209
RN38	919	LD	8.161.585,0520	345.783,8110	524,794
RN39	961	LD	8.161.641,7250	344.927,6750	542,628
MA09=RN40	1007	LE	8.161.612,4970	344.003,2680	545,703
MA10=RN41	1024	LD	8.161.774,9700	343.693,2330	542,282
RN42	1045	LD	8.161.848,9140	343.283,4450	521,307
RN43	1124	LD	8.162.225,0580	341.755,4260	560,846
MA11=RN44	1169	LE	8.162.742,7170	341.016,1650	541,938
MA12=RN45	1184	48m a frente	8.162.964,2760	340.765,4220	535,392
RODOVIA: GO-221 TRECHO: DOVERLÂNDIA / ENTR. GO 194 EXTENSÃO: 23,68 km LOTE: ÚNICO			PROJETO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA		
			RELAÇÃO DOS RN'S		

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-01
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 01/04/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 50'30"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
Progr	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Real	17:41:30	18:32:00						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°42'51,50111"S	52°19'39,92476"W	480,975

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8151577,663	358446,231	480,975			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-02
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 01/04/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 48'35"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	18:37:20	19:25:55						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°42'47,4210"S	52°19'47,10730"W	489,969

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8151691,7780	358232,7220	489,969			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-03
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 28/02/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 39'45"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	20:03:10	20:42:55						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,0m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°41'10,49051"S	52°21'24,66557W	558,472

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8154661,3690	355322,7990	558,472			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-04
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 28/02/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 38'15"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	19:19:20	19:57:35						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°41'03,82348"S	52°21'31,94357"W	564,977

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8154864,8160	355105,8050	564,977			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-05
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 31/01/2020
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

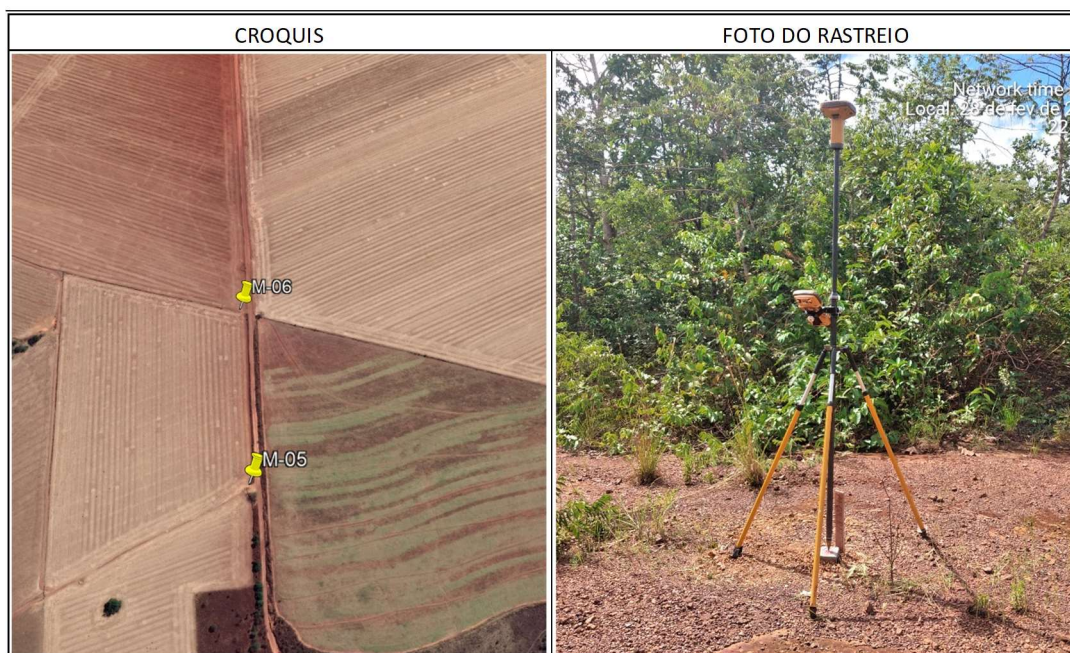
Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 30'
-------------------------------------	--------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real								

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,04m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8158042,0420	352689,4060	540,204			



GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-06
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 28/02/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

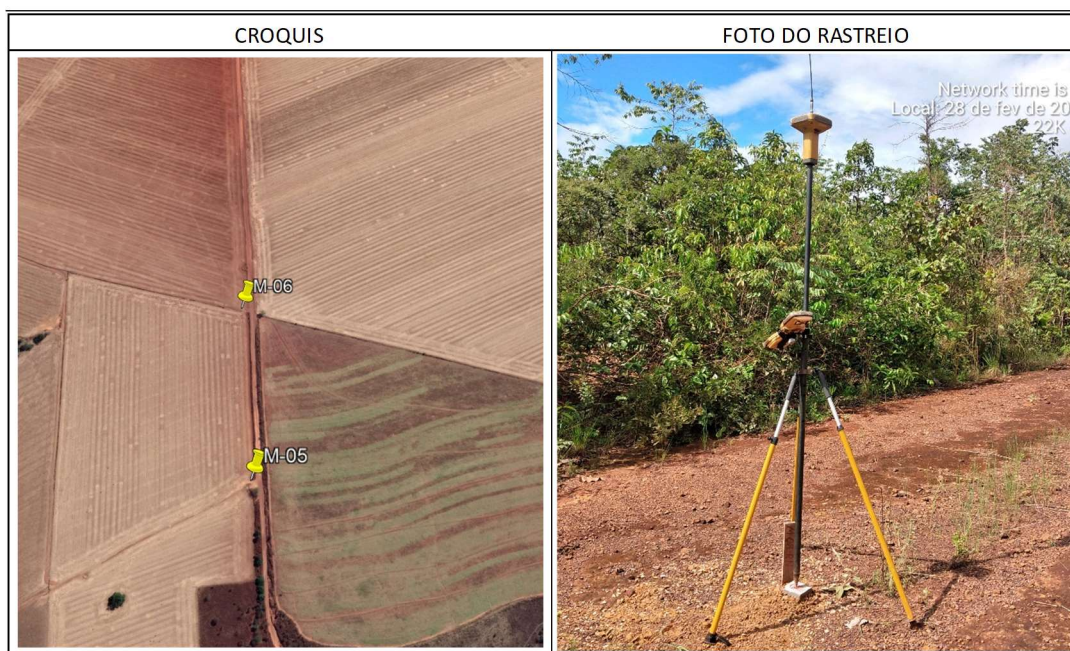
Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 38°50"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	16:38:00	17:16:50						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,0m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°39'07,90431"S	52°22'53,84302"W	542,326

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8158411,0100	352654,9900	542,326			



GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-07
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 28/02/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

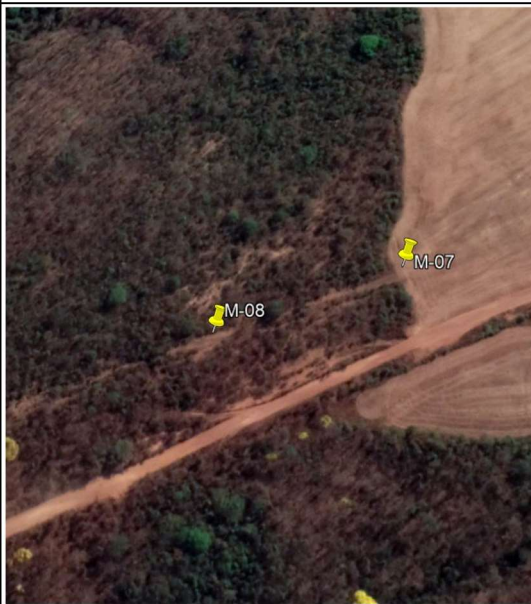
Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 41'20"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	17:30:00	18:11:20						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,0m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°38'00,52725"S	52°25'06,59561"W	472,937

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8160454,3650	348706,9760	472,937			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-08
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 28/02/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

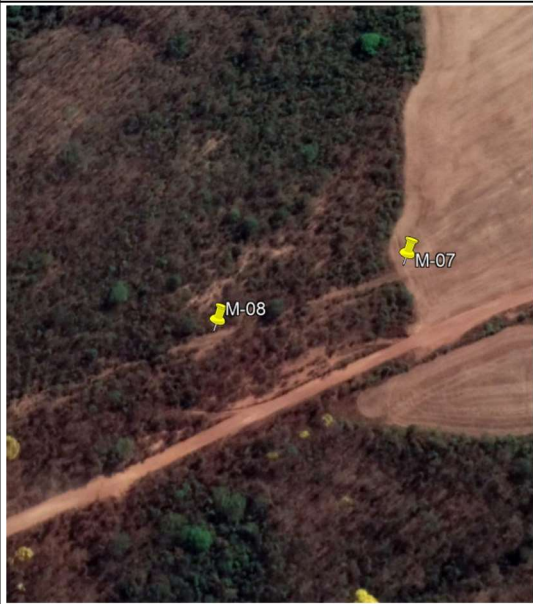
Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 46'45"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	18:14:30	19:01:15						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,0m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°38'01,71806"S	52°25'10,29980"W	464,704

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8160416,9860	348597,4730	464,704			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-09
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 01/04/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 50'20"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	11:14:55	12:05:15						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°37'21,74834"S	52°27'45,03748"W	545,703

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8161612,4970	344003,2680	545,703			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-10
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 01/04/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 50'20"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	12:17:05	13:07:10						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°37'16,45309"S	52°27'46,34832"W	542,282

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8161774,9700	343963,2330	542,282			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-11
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 01/04/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 55'25"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	13:22:55	14:18:20						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°36'44,26289"S	52°29'25,54675"W	541,938

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8162742,7170	341016,1650	541,938			

CROQUIS	FOTO DO RASTREIO
	

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

Contratante: RUDRA ENGENHARIA LTDA	Nome da Estação: MA-12
Operador: Alberto Luiz da Costa	Data: 01/04/2021
Local: GO-221	Município: Doverlândia Estado: GO

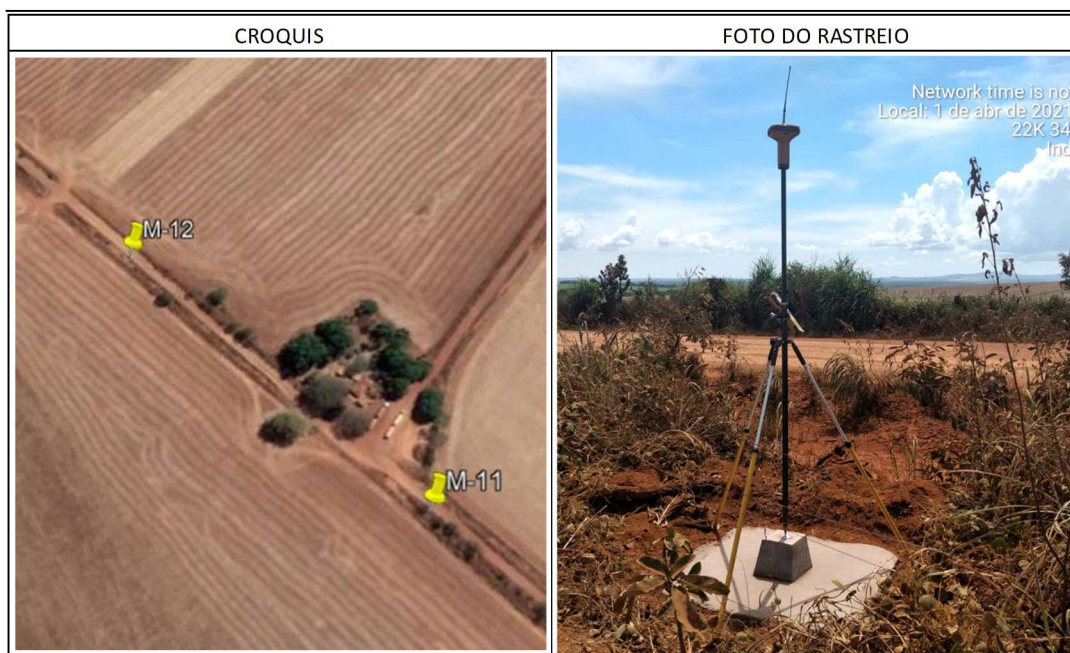
Modelo Receptor: TOPCON GR-3	Intervalo Registro: 55'25"
-------------------------------------	-----------------------------------

Horário do Rastreio								
	Sessão:		Sessão:		Sessão:		Sessão:	
	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:	Início:	Fim:
Progr								
Real	14:53:25	15:54:45						

Altura da Antena				Localização das Equipes	
1ª: 2,00m	2ª:				
Média:	X	Vertical		Inclinada	
Altura inserida no aparelho:	X	Sim		Não	

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
WGS-84			SIRGAS-2000		
LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
			16°36'36,99429"S	52°29'33,95132"W	535,392

COORDENADAS					
UTM			TOPOGRÁFICAS		
NORTE	ESTE	ALTITUDE	X	Y	ALTITUDE
8162964,2760	340765,4220	535,392			



SEÇÕES TRANSVERSAIS

Nas seções transversais foram observados todos os acidentes notáveis atingidos pelas mesmas.

Foram nivelados os seguintes pontos da plataforma: eixo, bordos, início e fim de acostamentos, fundo de sarjetas, cristas de cortes e aterros, pé de cortes e aterros.

Foram gerados em “softwares” topográficos específicos dados pontuais representados pelas coordenadas cartesianas (X, Y, Z) de cada ponto levantado durante nivelamento das seções transversais. Esses pontos serão apresentados em arquivos digitais no ambiente CAD de modo a fornecer dados para gerar o modelo digital do terreno (MDT).

As seções foram levantadas simetricamente, em relação ao eixo e de maneira a abranger os limites da futura faixa de domínio. Em pontos onde houve necessidade de estudos especiais, a seção foi prolongada numa extensão considerada suficiente para estes estudos. Sempre que necessário, o espaçamento das seções transversais foi reduzido para 10 metros.

Nas tangentes, as seções foram levantadas na direção perpendicular ao eixo locado. Já nas curvas, foram levantadas na direção da bissetriz do ângulo formado pelas seções anterior e posterior à seção em questão.

A determinação da direção de cada seção prevê o prisma de refração. As seções transversais mencionam: casas, pedreiras, fundo de grotas, margens de rios, cercas divisórias e demais acidentes atingidos pelas seções.

LEVANTAMENTO PARA INTERSEÇÕES

Foram levantados todos os entroncamentos do eixo de locação, a fim de se procederem aos estudos de implantação das futuras interseções.

LEVANTAMENTO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Foram realizados estudos das áreas das bacias de contribuição com o auxílio de fotografias aéreas e levantamentos topográficos de campo.

CADASTRO DA DRENAGEM SUPERFICIAL E DE TRANSPOSIÇÃO DE TALVEGUES

Foi efetuado também, um cadastro minucioso de todos os dispositivos de drenagem existentes, estando suas localizações definidas segundo o estaqueamento executado. Para estes elementos, foram determinados o tipo, comprimento, sentido, etc.

Nos dispositivos de transposições de talvegues, além do cadastro, determinou-se o tipo, diâmetro comprimento e avaliado inclusive, o seu estado de conservação.

LEVANTAMENTO CADASTRAL

Em toda a extensão foram levantados os limites das propriedades, as cercas divisórias existentes e todas as benfeitorias existentes dentro da Faixa de Domínio, como dispositivos de segurança e obras complementares, estando à mesma com os 80 m de largura, respeitando a sua implantação, quando da construção da rodovia.

LEVANTAMENTO DAS OCORRÊNCIAS

O levantamento topográfico de todas as ocorrências de materiais selecionadas pelo Estudo Geotécnico foi executado abrangendo áreas indicadas para pavimentação e de empréstimos para terraplenagem.

As amarrações das ocorrências ao eixo foram executadas mediante a implantação de poligonais auxiliares.

3.3. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

Os serviços topográficos realizados resultaram em:

- Planta topográfica, desenhada na escala 1:2000 com os elementos de locação, nivelamento, amarração e RN, com indicação de curvas de nível de 1 em 1 metro;
- Marcos de amarrações, representados nas pranchas de projeto geométrico, onde são indicados, em cada amarração, os ângulos e as posições relativas aos marcos;
- Referências de Nível - os elementos para a localização dos marcos de RN são apresentados nas pranchas de projeto geométrico, onde se encontra uma tabela com todos os elementos necessários para sua utilização.

Todos os desenhos, MDT, levantamentos realizados pela topografia, arquivos TXT e DWG estão apresentados no Volume 2 - Projetos Executivos.

4. ESTUDO DE TRÁFEGO

4. ESTUDO DE TRÁFEGO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O objetivo principal deste Estudo de Tráfego é a obtenção de todas as informações relacionadas com a quantificação do tráfego atual de veículos na rodovia, quanto ao volume de fluxo e solicitações do pavimento, visando determinar suas características operacionais, bem como de que forma adaptar-se-á às demandas futuras de tráfego estabelecidas nos horizontes de projeto.

As atividades desenvolvidas para este fim são apresentadas na sequência:

- Contagem volumétrica e classificatória de veículos;
- Determinação do volume médio diário de tráfego;
- Projeção do tráfego;
- Cálculo do Número “N”.

O estudo de tráfego foi elaborado de acordo com:

- Instrução de Projeto IP-05 - GOINFRA;
- Diretrizes Básica para projeto de rodovias DNIT 2006.

4.2. ÁREA DE ESTUDO

Os dados da contagem de tráfego foram obtidos na contagem realizada no ano de 2021, pela nossa empresa. O local mais representativo para o segmento em estudo foi na Estaca 191+00,00 sentidos: Doverlândia/GO-194 e no sentido GO-194/Doverlândia.

4.3. PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE TRÁFEGO

O planejamento da pesquisa de tráfego para o trecho: Doverlândia / Trevo GO-194 seguiu a IP - 05 e as recomendações dos engenheiros da GOINFRA. O período do levantamento coincidiu com o período de colheita da região, embora nos dias atuais temos a safra, a safrinha e os insumos, sendo assim, um tráfego de caminhões carregado praticamente o ano todo.

4.4. DETERMINAÇÃO DO PERÍODO E DA DURAÇÃO DAS CONTAGENS

O Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) no item 6.1.4.3, pág. nº 109, cita que:

“Para Estudos de Viabilidade e Projetos de Engenharia a duração das contagens nesses postos será em função do grau de confiabilidade desejado na determinação do VMD, podendo ser de 7,3 ou 1 dia, de 24 ou 16 horas”.

O período e a duração das contagens de tráfego para o estudo foram de 3 (três) dias de 24 horas.

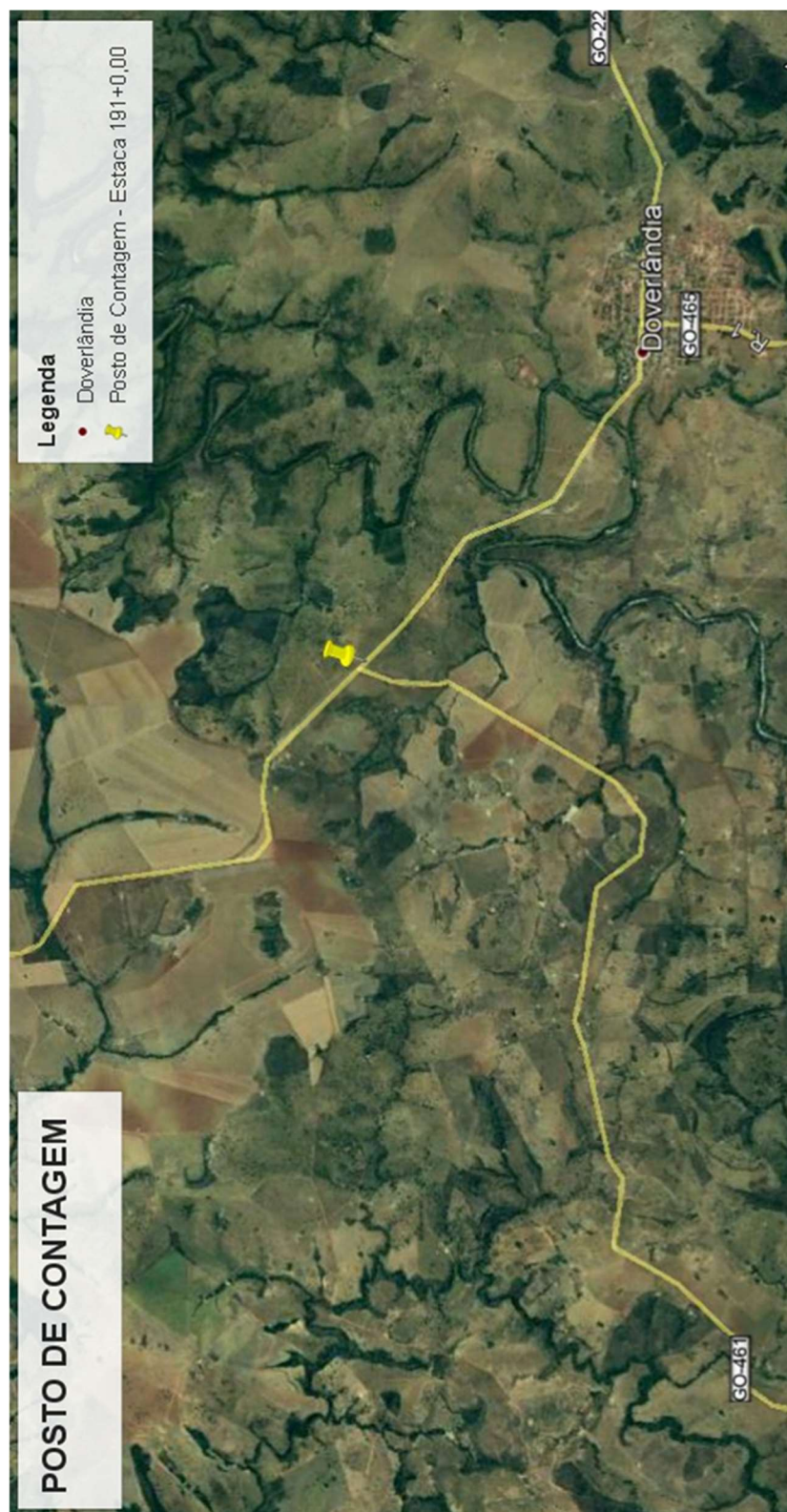
4.5. COLETA DE DADOS DE TRÁFEGO

Para o desenvolvimento dos trabalhos foram realizadas **“Contagens Volumétricas e Classificatórias”** de tráfego nos dois sentidos de tráfego (unidirecional) em conformidade com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), no mês de **março de 2021**, no seguinte posto:

- Posto 1: Localizado no km 3,82 da rodovia: GO-221

- 3 (três) dias, de 24:00 horas (das 00:00 às 24:00), na data de 17/03/2021 a 19/03/2021;
A seguir é ilustrado o croqui de localização do posto de contagem de tráfego (Figura 2).

Figura 2 - Croqui de Localização do Posto de Contagem - P1



4.6. METODOLOGIA ADOTADA NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

As “**Contagens Volumétricas e Classificatórias**” foram realizadas apurando-se todos os movimentos de tráfego permitidos nos locais pesquisados, classificando-se os volumes a cada hora.

Os veículos pesquisados foram classificados de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) conforme ilustrados e descritos a seguir:

a) Motos (M):

Todos os tipos de motocicletas (motocicletas, “Lambretas”, “Vespas”, etc.).

b) Veículos de Passeio (P):

Automóveis (pequenos, médios e grandes).

c) Utilitários (U):

Caminhonetes, furgões, “pick-ups”, “Kombi”, “Besta”, “vans” e outros veículos leves, com capacidade de carga menor que 3,0 toneladas.

d) Veículos de Carga:

- **Ônibus: 2CB, 3CB, 4CB**

Ônibus, ônibus trucado e ônibus duplo direcional trucado;

- **Caminhões Simples: 2C**

Caminhão médio, composto de um eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo simples de rodas duplas traseiras, conhecido como caminhão “toco”. Foram incluídos nesta categoria o “F-4.000” da Ford, o “MB-600” da Mercedes Benz e outros caminhões pequenos (conhecidos como “três quartos”) semelhantes (Agrale, Volkswagen, etc.)

- **Caminhões Duplos: 3C / 4C / 4CD**

Caminhão pesado, composto por um eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo “tandem” duplo de rodas duplas traseiras;

- **Semirreboques: 2S1 / 2S2 / 2S3 / 3S1 / 3S2 / 3S3 / 2I2 / 2I3 / 3I2 / 3I3 / 2J3 / 3J3**

Veículos articulados compostos de um “cavalo mecânico” que traciona uma unidade (semirreboque) com um eixo simples ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodas duplas traseiras (são as denominadas “carretas”, “jamantas”, “cegonheiras”, etc.), com diversas configurações de eixo;

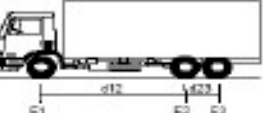
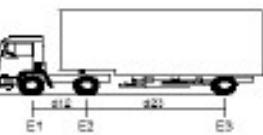
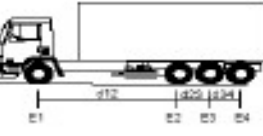
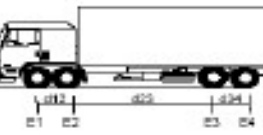
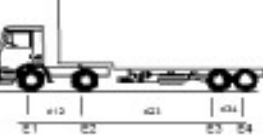
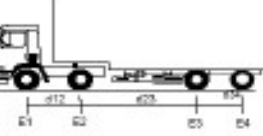
- **Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3C3**

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um caminhão 2C, 3C) que traciona um “reboque” com dois eixos, sendo um eixo simples de rodas simples ou duplas dianteiras e um eixo simples ou “tandem” (duplo ou triplo) de rodas duplas traseiras e;

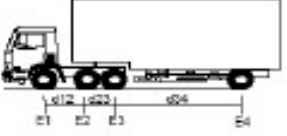
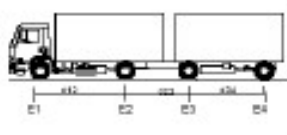
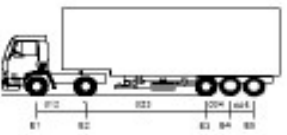
- **Composição de Veículos de Carga - CVC (Bitrem-3D4, Rodo trem- 3T6 e Tritrem-3T6)**

Veículos articulados compostos por uma unidade tratora (geralmente um semirreboque 3S2) que traciona de um a três “reboques” com um ou dois eixos traseiros “tandem” duplo de rodagem dupla.

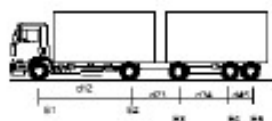
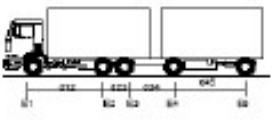
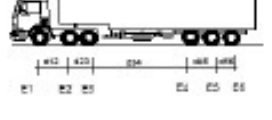
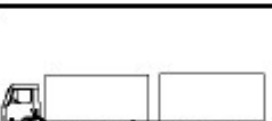
Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t $d12 \leq 3,50m$	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TRUCADO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t $d12 > 2,40m$ $1,20m < d23 \leq 2,40m$	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t $d12, d23 > 2,40m$	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t $d12 > 2,40$ $1,20m < d23, d34 \leq 2,40m$	4C
	4	29(30,5)	CAMINHÃO DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais CED, CM = 12t E3E4 = TD, CM = 17t $1,20m < d34 \leq 2,40m$	4CD
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t $d12, d23 > 2,40m$ $1,20m < d34 \leq 2,40m$	2S2
	4	36(37,8)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t $d12, d23, d34 > 2,40m$	2I2

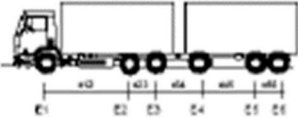
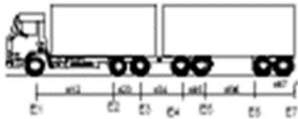
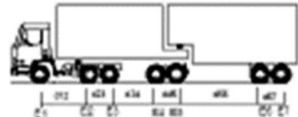
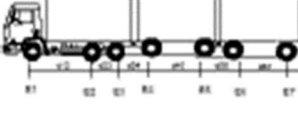
Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT (continuação)

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	4	36(37,8)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10m d12, d23, d34 > 2,40m	2C2
	5	41,5(43,6)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD CM10t E3E4E5 = TT, CM 25,5t d12, d23 > 2,40m 1,20m d34, d45 ≤ 2,40m	2S3
	5	40(42)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2,40m	3S2
	5	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34, d45 > 2,40m	2I3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2J3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I2

Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT (continuação)

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2C3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C2
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5E6 = TT, CM 25,5t d12, d34, > 2,40m 1,20m < d23, d45, d56 ≤ 2,40m	3S3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45, d56 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3J3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3C3
	6	19,5(20,5)	CAMINHÃO TRATOR E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD(6 pneus), CM 13,5t 1,20m < d23 ≤ 2,40m A CMT do conjunto vai variar conforme a capacidade do semi-reboque, no mínimo 10 ton até, no máximo o limite legal de 4r ton.	X

Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT (continuação)

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	6	50(52,5)	ROMEUE JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3D3
	7	57(59,9)	ROMEUE JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	57(59,9)	BITREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	63(66,2)	TREMINHAO(caminhão trucado + dois reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t E7 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d56, d67 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3Q4
	9	74(77,7)	TRITREM(caminhão trator trucado + três semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6

Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT (continuação)

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	74(77,7)	RODOTREM (caminhão trator trucado + dois semi reboques dom dolly) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6
	2	16(16,8)	ÔNIBUS E1 = ES, RS, CM 6t ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ED, RD, CM 10t d12 ≤ 3,50m	2CB
	3	19,5(20,5)	ÔNIBUS TRUCADO E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t d12 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40m	3CB
	4	25,5(26,8)	ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais, carga máxima 12 ton E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t 1,20 < d34 ≤ 2,40m	4CB
	3	26(27,3)	ÔNIBUS URBANO ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t d12, d23 > 2,40m	2SB1
	4	36(37,8)	ÔNIBUS URBANO BI-ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34 > 2,40m	2IB2

4.7. RESULTADOS E RESUMOS DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS

A seguir são apresentados as fichas e resumos das “Contagens Volumétricas Classificatórias” de tráfego para o Posto 1.

Tabela 1 - Contagem Volumétrica Classificatória: Posto 1

Rodovia: GO-221 Sentido: Doverlândia / Entr. GO-194		CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO																						
		00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
P/U	01																							
2CB																								
3CB																								
2C																								
3C/4C																								
2S1																								
2S2																								
2S3																								
3S2																								
3S3																								
2C2																								
2C3																								
3C2/3C3/3C4																								
3S2C4																								
3S2S2																								
Outros																								
17/03/2021																								
P/U	01																							
2CB																								
3CB																								
2C																								
3C/4C																								
2S1																								
2S2																								
2S3																								
3S2																								
3S3																								
2C2																								
2C3																								
3C2/3C3/3C4																								
3S2C4																								
3S2S2																								
Outros																								
18/03/2021																								
P/U	01																							
2CB																								
3CB																								
2C																								
3C/4C																								
2S1																								
2S2																								
2S3																								
3S2																								
3S3																								
2C2																								
2C3																								
3C2/3C3/3C4																								
3S2C4																								
3S2S2																								
Outros																								
19/03/2021																								

Rodovia: GO-221		CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO																							
Sentido: Entr. GO - 194 / Doverlândia		00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
17/03/2021	HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
	P/U	01		01		01	01	03		01	08		03	03	02	01	02	02	01	01	02	02	01	01	01
	2CB																								
	3CB																								
	2C																								
	3C/4C					01																			
	2S1																								
	2S2																								
	2S3																								
	3S2																								
	3S3																								
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
18/03/2021	HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
	P/U	01				02		04	02	01	03	01	06	04	05	01	02	03	03	03	01	02	05	04	02
	2CB																								
	3CB																								
	2C																								
	3C/4C					01																			
	2S1																								
	2S2																								
	2S3																								
	3S2																								
	3S3																								
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
19/03/2021	HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00
	P/U	01				02	03	03	02	01	12	31	24	19	14	37	24	22	28	31	19	08	11	07	05
	2CB																								
	3CB																								
	2C					01		01	02	01		02	01	02	03	05	02	03	03	01	02	02	01	01	01
	3C/4C					01			01	04		02	03	04	03	01	07	06	05	04	04	02	01		
	2S1																								
	2S2																								
	2S3																								
	3S2																								
	3S3																								
	2C2																								
	2C3																								
	3C2/3C3/3C4																								
	3S2C4																								
	3S2S2																								
	Outros																								

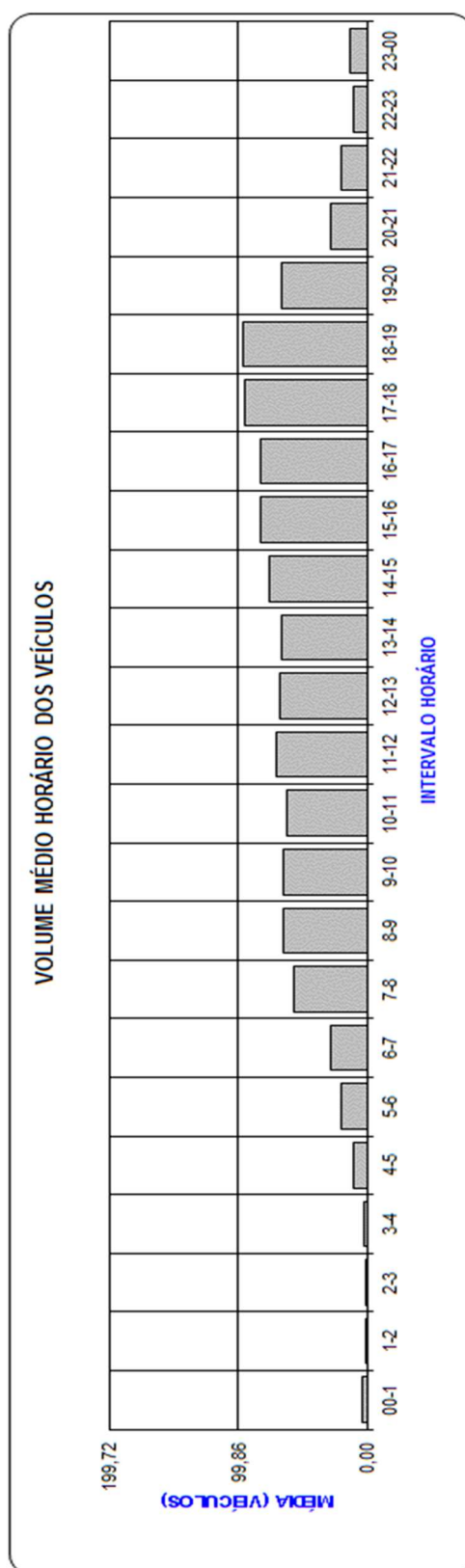
Rodovia: GO-221

CONTAGEM DE TRÁFEGO

Doverlândia / Entr. GO-194		HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00			
	P/U	01	01		01	01	03	06	09	19	20	17	17	21	18	21	22	27	19	27	29	17	11	05	03	01			
	2CB									01		01																	
	3CB																												
	2C			01		01	01	01	01	01	03	03	03	01	03	02	02	03	03	01	01	01	01		01	01			
	3C4C	01						02	01	04	03	03	02	02	03	03	03	03	02	02	01	02	01	01		01			
	2S1										01																		
	2S2													01	01	01	01			01	01								
	2S3										01			01	01	02	03	01	01	02	01	01							
	3S2											02	02	01	01	01	02	03	01	02	01				01				
	3S3																			01	01								
	2C2							01	01											01	02	01							
	2C3																				01								
	3C2/3C3/3C4																01	01	01		01			01					01
	3S2C4						01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01		01	01					
	3S2S2						01	01	01	01	01	03	03	03	01	01	01	01	01	01	01		01	01					
	Outros	01	01				01	02	06	10	13	10	05	04	05	05	04	07	07	07	08	08	05	01	02	01			

Entr. GO - 194 / Doverlândia		HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00						
	P/U	01			01		02	01	03	11	15	19	23	24	24	19	26	20	22	25	26	20	07	07	04	09						
	2CB													01	01	01	01		01	01		01	01									
	3CB																															
	2C						01	01	01	01	01	01	01	03	03	01	02	01	02	02	01	02	01	01	01	01						
	3C4C						01	01	01	01	02	04	02	01	03	03	02	03	06	05	03	03	01	01	01	01						
	2S1															01		01	01	01		01										
	2S2												01		01		01		01	01												
	2S3																															
	3S2										01		01	01	01	02	01	01	01	03	01	02		01								
	3S3																				04	02	01									
	2C2																				01											
	2C3																															
	3C2/3C3/3C4																					01										
	3S2C4	01						01					01	01	02		01	01	01	01	01											
	3S2S2									01	01		01	01	01	02	02	01	03	02	04	01	01	01		01	01	01	02	01		
	Outros	01								01	04	04	07	05	09	04	06	12	12	12	18	16	14	04	02							

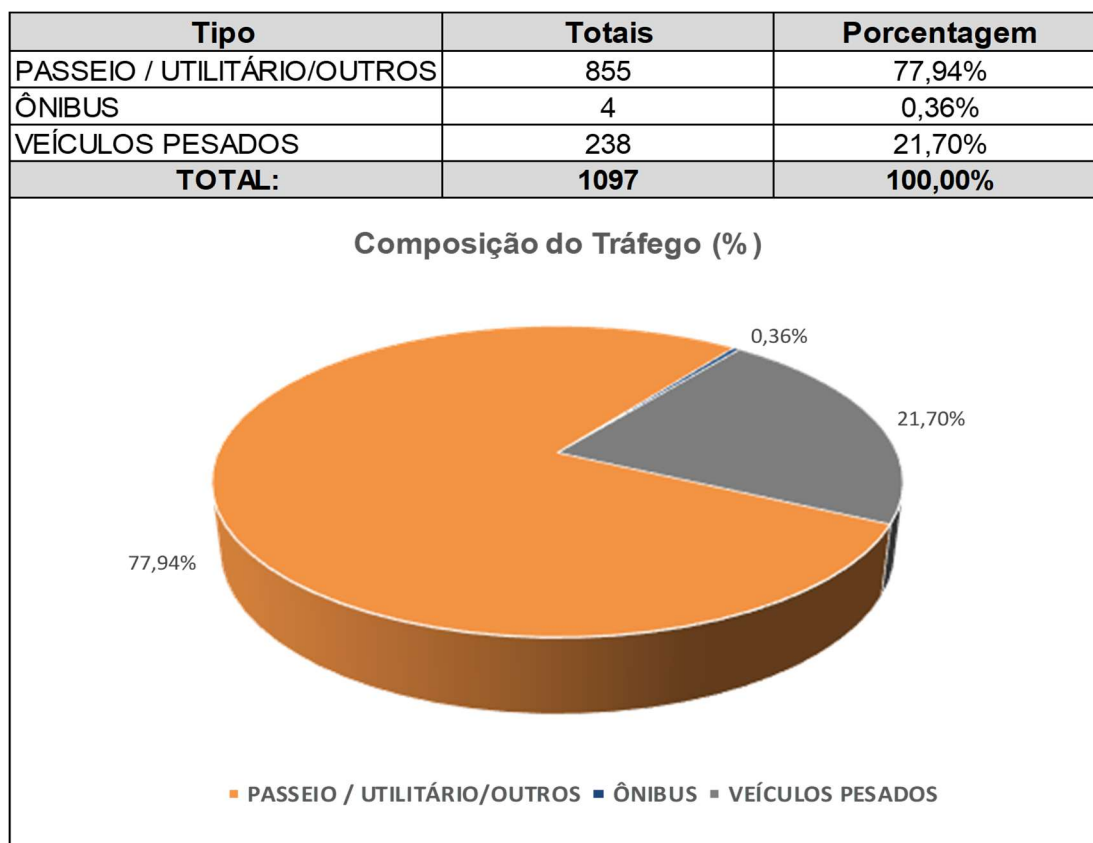
VOLUME MÉDIO DE TRÁFEGO - POSTO Nº 01																											
Rodovia: GO-221																											
HORAS	00-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	TOT	FLEq.	UCP
P / U	2,00	0,33	1,00	1,00	5,00	7,67	12,00	30,00	35,00	36,67	39,67	44,33	41,33	39,67	47,67	47,67	40,67	51,33	54,67	37,00	18,33	12,00	7,33	10,33	623,00	1,00	623,00
2CB								0,33		0,67		0,33	0,33	0,33	0,33		0,67		0,33		0,33	0,33			4,00	1,50	6,00
3CB																										150	
2C			0,33	0,33	1,33	1,00	1,00	1,67	4,00	3,67	4,33	3,67	5,33	2,00	4,33	4,67	2,67	3,00	2,00	2,00	1,33	0,67	1,33	0,67	52,00	150	78,00
3C/4C				0,33	1,67	3,00	1,33	4,33	5,67	6,67	3,67	3,33	6,33	6,33	5,00	6,33	7,67	5,67	5,00	3,67	2,67	1,67	0,33	1,00	82,00	2,00	164,00
2S1																										2,00	
2S2									0,33					0,33			0,67	0,67								2,00	4,00
2S3										0,67	0,67	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	1,00					7,00	2,00	14,00
3S2								0,33			0,33						0,33		0,33		0,33				2,00	2,00	4,00
3S3					0,33	0,67	0,67	0,33	2,33	1,67	1,33	1,67	1,33	4,00	4,00	2,33	3,67	3,00	4,33	2,00		0,67	0,67		35,00	2,00	70,00
2C2											0,67		0,33				0,33	0,33	0,33						3,00	2,00	6,00
2C3																	0,33	0,33							1,00	2,00	2,00
3C2/3C3/3C4															0,33					0,33					1,00	2,00	2,00
3S2C4	0,33				0,33	1,00	1,00	0,67	0,33	0,33	0,67	1,33	2,00	0,33	1,00	0,67	1,00	1,33	1,33			0,67			15,00	2,00	30,00
3S2S2					0,33	1,33	1,00	1,33	3,00	2,67	3,33	1,00	1,67	2,67	3,33	2,00	4,33	2,33	4,00	1,67	0,33	0,67			38,00	2,00	76,00
Outros	1,33	0,33		0,33	1,67	6,00	11,00	17,33	14,67	12,33	8,33	13,33	9,00	10,00	9,67	19,00	19,33	25,33	24,00	19,00	4,33	3,33	1,33	0,67	232,00	1,00	232,00
TOTAL	3,67	0,67	1,33	2,00	10,67	20,67	28,00	56,33	65,33	64,67	62,67	70,00	68,33	66,00	76,00	83,00	82,33	94,67	96,67	66,67	27,67	20,00	11,00	12,67	1097,00		131,00



4.8. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO

A composição percentual do tráfego de veículos para o posto de contagem P1 é apresentado a seguir no Quadro 6.

Quadro 6 - Composição Percentual do Tráfego do Posto P1



4.9. TAXA DE CRESCIMENTO DE TRÁFEGO

O tráfego tem um comportamento bem uniforme, tendo predominância de veículos leves. O número de veículos pesados é bem expressivo, o seu crescimento está associado com a expansão das atividades de agropecuária da localidade.

No Brasil é muito difícil planejar o crescimento do tráfego devido as oscilações que ocorrem na sua matriz econômica.

O Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) no item 8.6, pág. nº 204, cita que:

“A experiência mostra que o tráfego costuma crescer a taxas de crescimento anuais de variação relativamente lenta. Ultimamente tem sido comum adotar, à falta de informações de variáveis socioeconômicas, uma taxa de crescimento anual de 3,0% a.a.”.

Adotamos a taxa de 3,0% a.a. para a evolução do Volume Médio Diário Anual de Tráfego (VMDA).

4.10. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

A partir do conhecimento dos volumes de tráfego, da classificação da frota e das cargas atuantes por eixo, deve-se definir o parâmetro de tráfego correspondente ao período de análise considerado. Deve-se levar em conta que cada método de dimensionamento de pavimento tem uma concepção específica, e que o parâmetro de tráfego calculado deve ser compatível com a formulação do método.

O número “N”, necessário ao dimensionamento do pavimento flexível de uma rodovia, é definido pelo número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 t (18.000 lb ou 80 KN), durante o período de vida útil do projeto, que teria o mesmo efeito que o tráfego previsto sobre a estrutura do pavimento.

4.10.1. Generalidades

Os valores do “Número de Operações do Eixo-Padrão de 8,2t - N” foram obtidos a partir da aplicação da fórmula preconizada pelo **Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER/1996** desenvolvida pelo **Engenheiro Civil Murillo Lopes de Souza**, a saber:

$$N_i = 365 \times VMDA_{ci} \times FD \times FR \times FV$$

Onde:

- **N_i** = número equivalente de operações do eixo-padrão de 8,2t para o ano “i”;
- **VMDA_{ci}** = somatório do volume de tráfego comercial (ônibus + veículos de carga) ocorrente no trecho até o ano “i”;
- **FD** = Fator Direcional,
- **FR** = Fator Climático Regional,
- **FV** = Fator de Veículos.

4.10.2. FATOR DE DISTRIBUIÇÃO DIRECIONAL DE TRÁFEGO

O fator de Distribuição Direcional do Tráfego para Rodovias de Pista Simples é igual a 50% para todos os tipos de veículos, já para rodovias de pista dupla, deve-se considerar os valores recomendados no Quadro 7.

Quadro 7 - Fator de Distribuição Direcional de Tráfego

Número de faixas de Tráfego da rodovia	Percentual de veículos comerciais na faixa de projeto (c)
2 (pista simples)	50 %
4 (pista dupla)	35 a 48 %
6 ou mais (pista dupla)	25 a 48 %

*Fonte: Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) pag. 246.

Para o respectivo estudo adotou-se o valor de **FD = 0,5**.

4.10.3. FATOR CLIMÁTICO REGIONAL

Utilizado para considerar as variações de umidade às quais os materiais constituintes do pavimento estão sujeitos durante as estações do ano, e que influem diretamente na capacidade de suporte dos mesmos.

Este fator considera as variações de umidade dos materiais dos pavimentos em todas as estações do ano, acarretando em alterações na capacidade de suporte dos mesmos. A pista experimental da AASHTO estabeleceu valores entre 0,2 (baixos teores de umidade) e 5,0 (materiais saturados). Levando-se em conta o espaço de tempo em que ocorrem, o coeficiente a ser adotado no projeto, é uma média ponderada dos diferentes coeficientes sazonais.

SOUZA (1966) sugere os seguintes valores para o FR, em função da altura média anual de chuva, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Fator Climático Regional

Altura média anual de chuva (mm)	Fator Climático Regional (FR)
Até 800	0,7
De 800 a 1500	1,4
Mais de 1500	1,8

SOUZA (1981) recomenda ser mais apropriada a adoção de FR = 1,0, por já se adotar CBR saturado. Naquela época não se dispunha de elementos experimentais para a fixação de um valor correspondente à umidade de equilíbrio.

BERNUCCI (1995) considera a utilização de FR = 1,00, por evitar superdimensionamento das camadas dos pavimentos, comparando as umidades de equilíbrio dos materiais que trabalham em melhores condições de suporte no campo do que se supõe em projeto.

Para o respectivo estudo adotou-se o valor de FR = 1,0.

4.10.4. FATORES DE VEÍCULOS

Os “Fatores de Veículos - FV” foram determinados pelos 2 (dois) métodos usuais de dimensionamento de pavimentos, a saber:

- Pavimentos Novos / Reconstrução: Método do “Corpo de Engenheiros do Exército Americano” (USACE); e,
- Restauração / Reforço do Pavimento: Método da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

Para o cálculo dos Fatores de Veículo - FV foram considerados:

- Os “Fatores Equivalentes Operacionais - FEOi”, para cada tipo de eixo, foram calculados adotando as fórmulas preconizadas pelas metodologias do “USACE” e da “AASHTO”; e
- Os valores dos “**Fatores de Veículo Individuais - FVi**” da frota de veículos foram determinados, para cada tipo de veículo, considerando-se a frota com **80% carregado + 20% Vazio**.
- Para os veículos carregados, considerou-se os limites de cargas máximas previstas pela **Lei da Balança (Lei Federal n.7.408 de 25/11/1985)**, **com** a tolerância de **5,0% no PBT**.

A seguir são apresentados os critérios adotados para o cálculo dos Fatores de Veículos - FV.

Quadro 8 - Fatores de Equivalência de Carga do USACE

FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO USACE		
TIPO DE EIXO	FAIXAS DE CARGA (t)	EQUAÇÕES (P em tf)
DIANTEIRO SIMPLES E TRASEIRO SIMPLES	0 - 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
TANDEM DUPLO	0 - 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
TANDEM TRIPLO	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-6} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = Peso Bruto Total sobre o Eixo

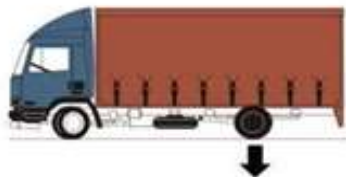
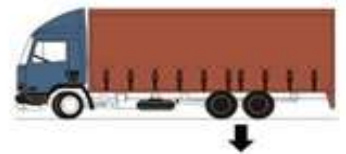
Quadro 9 - Fatores de Equivalência de Carga do AASHTO

FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO	
TIPO DE EIXO	EQUAÇÕES (P em tf)
SIMPLES DE RODAGEM SIMPLES	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
SIMPLES DE RODAGEM DUPLA	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$
TANDEM DUPLO (RODAGEM DUPLA)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
TANDEM TRIPLO (RODAGEM DUPLA)	$FC = (P / 22,95)^{4,22}$

P = Peso Bruto Total sobre o Eixo

Os pesos máximos admitidos pela Lei da Balança, sem tolerância, são apresentados a seguir no Quadro 10, para cada tipo de eixo.

Quadro 10 - Pesos Máximos Admitidos pela Lei da Balança

Tipos de Eixo	Peso Maximo (Lei da Balança)
 Eixo Simples de Rodagem Simples	6,00 T
 Eixo Simples Traseiro de Rodagem Dupla	10,00 T
 Eixo Traseiro Tandem Duplo de Rodagem Dupla	17,00 T
 Eixo Traseiro Tandem Triplo de Rodagem Dupla	25,50 T
 Eixo Traseiro Tandem especial "Tribus"	13,50 T

Os Quadros dispostos na continuação, nº 11 e 12, apresentam os "Cálculos Detalhados dos Fatores de Veículos Individuais - Metodologia da USACE e AASHTO" considerando os veículos 80% carregados e 20% Vazio, com tolerância no PBT 5%.

Quadro 11 - Cálculos Detalhados dos Fatores de Veículos Individuais - Metodologia da USACE

Fator de Equivalência das Operações Ponderado - Lei da Balança com Sobrecarga (máximo 5% do PBT) - MÉTODO DO USACE																			
Veic.	Condição de Carga	Nº Eixos (1)	VMD (2)	EIXOS										MÉTODO USACE					
				ESRS (3)	Carga (4)	FC (5)	EQ.OP. (6)	ESRD (7)	Carga (8)	FC (9)	EQ.OP. (10)	ETD (11)	Carga (12)	FC (13)	EQ.OP. (14)	ETT (15)	Carga (16)	FC (17)	EQ.OP. (18)
2CB	Vazio	2	1	1	3,10	0,0196	0,9768	1	5,00	0,1308	6,6769								
2CB	Carregado	2	3	1	6,30	0,3381	16,9047	1	10,50	4,4632	223,1606								
3CB	Vazio	2	0	1	3,10	0,0196	0,9768					1	6,20	0,0898	4,4885				
3CB	Carregado	2	0	1	6,30	0,3381	16,9047					1	14,18	3,1556	157,7778				
2C	Vazio	2	10	1	3,10	0,0196	0,9768	1	4,50	0,0075	4,3746								
2C	Carregado	2	42	1	6,30	0,3381	16,9047	1	10,50	4,4632	223,1606								
3C	Vazio	2	16	1	3,10	0,0196	0,9768					1	6,20	0,0898	4,4885				
3C	Carregado	2	66	1	6,30	0,3381	16,9047					1	17,85	11,1714	558,2697				
251	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,9768	2	4,50	0,0075	5,6328								
251	Carregado	3	0	1	6,30	0,3381	11,2686	2	10,50	4,4632	297,5475								
252	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,9768	1	4,50	0,0075	2,9164								
252	Carregado	3	2	1	6,30	0,3381	11,2686	1	10,50	4,4632	148,7738								
253	Vazio	3	1	1	3,10	0,0196	0,9768	1	4,50	0,0075	2,9164								
253	Carregado	3	6	1	6,30	0,3381	11,2686	1	10,50	4,4632	148,7738								
352	Vazio	3	0	1	3,10	0,0196	0,9768					2	6,20	0,0898	5,9846				
352	Carregado	3	2	1	6,30	0,3381	11,2686					2	17,85	11,1714	744,7596				
353	Vazio	3	7	1	3,10	0,0196	0,9768	1	4,50	0,0075	2,9164								
353	Carregado	3	28	1	6,30	0,3381	11,2686	1	10,50	4,4632	297,5475								
2C2	Vazio	4	1	1	3,10	0,0196	0,9768	3	4,50	0,0075	6,5619								
2C2	Carregado	4	2	1	6,30	0,3381	8,4524	3	10,50	4,4632	334,7410								
2C3	Vazio	4	0	1	3,10	0,0196	0,9768	2	4,50	0,0075	4,3746								
2C3	Carregado	4	1	1	6,30	0,3381	8,4524	2	10,50	4,4632	223,1606								
3C2	Vazio	4	0	1	3,10	0,0196	0,9768	2	4,50	0,0075	4,3746								
3C2	Carregado	4	1	1	6,30	0,3381	8,4524	2	10,50	4,4632	223,1606								
3C3	Vazio	4	1	1	3,10	0,0196	0,9768	1	4,50	0,0075	2,9164								
3C3	Carregado	4	3	1	6,30	0,3381	8,4524	1	10,50	4,4632	111,5803								
3C4	Vazio	4	3	1	3,10	0,0196	0,9768	3	4,50	0,0075	6,5619								
3C4	Carregado	4	12	1	6,30	0,3381	8,4524	3	10,50	4,4632	334,7410								
3C4	Vazio	6	1	1	3,10	0,0196	0,9768	4	4,50	0,0075	5,8328								
3C4	Carregado	6	1	1	6,30	0,3381	5,6348	4	10,50	4,4632	297,5475								
376	Vazio	5	8	1	3,10	0,0196	0,9768	4	4,50	0,0075	5,8328								
376	Carregado	5	30	1	6,30	0,3381	6,7619	4	10,50	4,4632	297,5475								
Totais				242															

Notas:

(1) - Número Total de Eixos do Veículo

(2) - Volume Médio Diário considerando 20% trafegando Vazio e 80% trafegando Carregado.

(3) - ESRS: Eixo Simples de Rodagem Simples

(4) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-06

(5) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(6) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq. Op = [(3)/(1)] * 100 * (5)

(7) - ESRO: Eixo Simples de Rodagem Dupla

(8) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-06

(9) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(10) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq. Op = [(7)/(1)] * 100 * (9)

(11) - ETD: Eixo Tandem Duplo

(12) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-06

(13) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06

(14) - Equivalência de Operações = Freqüência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq. Op = [(11)/(1)] * 100 * (13)

USACE

FV: 16,0951

4.10.5. Projeção do “VMDA” e do Número “N”

A Projeção do “VMDA” foi obtida aplicando-se a fórmula de crescimento geométrico, a saber:

$$VMDA_n = VMDA_o (1 + i)^n$$

Onde os parâmetros intervenientes são:

- **VMDA_o** = Volume médio diário anual inicial;
- **VMDA_n** = Volume médio diário anual final;
- **i** = Taxa de crescimento geométrico médio anual; e,
- **n** = Número de anos do Período de Projeto.

Foram consideradas as seguintes condições para a determinação dos parâmetros intervenientes:

- **1º Ano: 2022**
- **Período de Projeto: 10 anos (para a pavimentação);**
- **Ano final de vida útil, 10 anos: 2032 (para a pavimentação).**

A **Projeção do Número “N”** foi efetuada considerando-se a projeção do “VMDA” e os fatores intervenientes (FD, FR e FV).

A **Projeção do “VMDA” e do Número “N”** está apresentada a seguir no Quadro 13.

O Número “N” usado para o dimensionamento do pavimento será o da USACE, no 10º ano de **N = 8,75 E10⁶**.

Quadro 13 - Projeção do “VMDA” e do Número “N”

PROJEÇÃO DO "VMDAT" E DOS VALORES DE "N"									
RODOVIA CONTAGEM:		GO-221							
TRECHO CONTAGEM:		Doverlândia / Entroncamento GO-194							
ANO DA PESQUISA		TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO			PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	FATORES DE VEÍCULO - FV		FATOR CLIMÁTICO REGIONAL	FATOR DIRECIONAL FD
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA		MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO		
2021		3,00%	3,00%	3,00%	10	15,09513	3,52296	1,00	0,50
VMD		COMPOSIÇÃO DA FROTA			ANO DE ABERTURA	NÚMERO "N" ACUMULADO (COLETIVO E CARGA)		OBSERVAÇÕES	
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA					
1.129		78,03%	0,35%	21,61%	2022				
ANO		VEÍCULO - TIPO			VMDAT Total	MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO		
		PASSEIO	COLETIVO	CARGA					
	2022	881	4	244	1.129	6,83E+05	1,59E+05	Abertura ao Tráfego	
1	2023	907	4	251	1.162	1,39E+06	3,23E+05		
2	2024	935	4	259	1.198	2,11E+06	4,92E+05		
3	2025	963	4	267	1.234	2,86E+06	6,67E+05		
4	2026	992	5	275	1.272	3,63E+06	8,47E+05		
5	2027	1.021	5	283	1.309	4,42E+06	1,03E+06		
6	2028	1.052	5	291	1.348	5,24E+06	1,22E+06		
7	2029	1.084	5	300	1.389	6,08E+06	1,42E+06		
8	2030	1.116	5	309	1.430	6,94E+06	1,62E+06		
9	2031	1.150	5	318	1.473	7,83E+06	1,83E+06		
10	2032	1.184	5	328	1.517	8,75E+06	2,04E+06		
11	2033	1.220	6	338	1.564	9,70E+06	2,26E+06		
12	2034	1.256	6	348	1.610	1,07E+07	2,49E+06		
13	2035	1.294	6	358	1.658	1,17E+07	2,72E+06		
14	2036	1.333	6	369	1.708	1,27E+07	2,97E+06		
15	2037	1.373	6	380	1.759	1,38E+07	3,21E+06		

5. ESTUDO GEOLÓGICO

5. ESTUDO GEOLÓGICO

5.1. INTRODUÇÃO

O Estudo Geológico foi feito mediante coleta inicial de informações sobre o clima, relevo, pedologia, evolução geológica da região e geomorfologia. O Estudo Geológico envolveu trabalhos de coleta em campo e mapeamento da região de influência do projeto no traçado aprovado pela GOINFRA.

Para elaboração do estudo geológico, seguiu-se a IP-04 – Estudos Geológicos.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

5.2.1. RECURSOS HÍDRICOS

O segmento da Rodovia GO-221, se encontram situados na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, apresentando sua rede de drenagem em direção a bacia do Rio Araguaia.

✓ REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS/ARAGUAIA

A RH Tocantins/Araguaia é representada pelos cursos d'água que vertem no sentido sul-norte, destacando-se como tributários principais os rios Araguaia e Tocantins, os quais têm confluência em outras Unidades da Federação.

Ocupa uma área de 197.323,744 km², representando 56,89% do somatório do território de Goiás e Distrito Federal. Neste trabalho, subdividiu-se esta RH em dois compartimentos: o do Rio Araguaia, formado pelos afluentes que drenam a porção oeste e deságuam na margem direita do Rio Araguaia e o do Tocantins, formado pelos cursos que correm no sentido norte-sul e Leste-Oeste, representados pelos afluentes dos rios Maranhão e Tocantinzinho.

✓ Rio Araguaia

O compartimento formado pelo Rio Araguaia possui características diversas, com altitudes que variam de 850 metros, nas nascentes, caindo para cerca de 250 metros no extremo noroeste do estado. Nesta área predomina uma calha com trechos suaves, recortados por ilhas e leitos anastomosados e com formação de bancos de areias e ilhas.

Na região das nascentes ocorrem algumas cachoeiras e corredeiras. A densidade de drenagem e o porte dos rios afluentes são reduzidos. Observam-se grandes áreas pantanosas (veredas), o que confere uma elevada capacidade de regularização dos deflúvios.

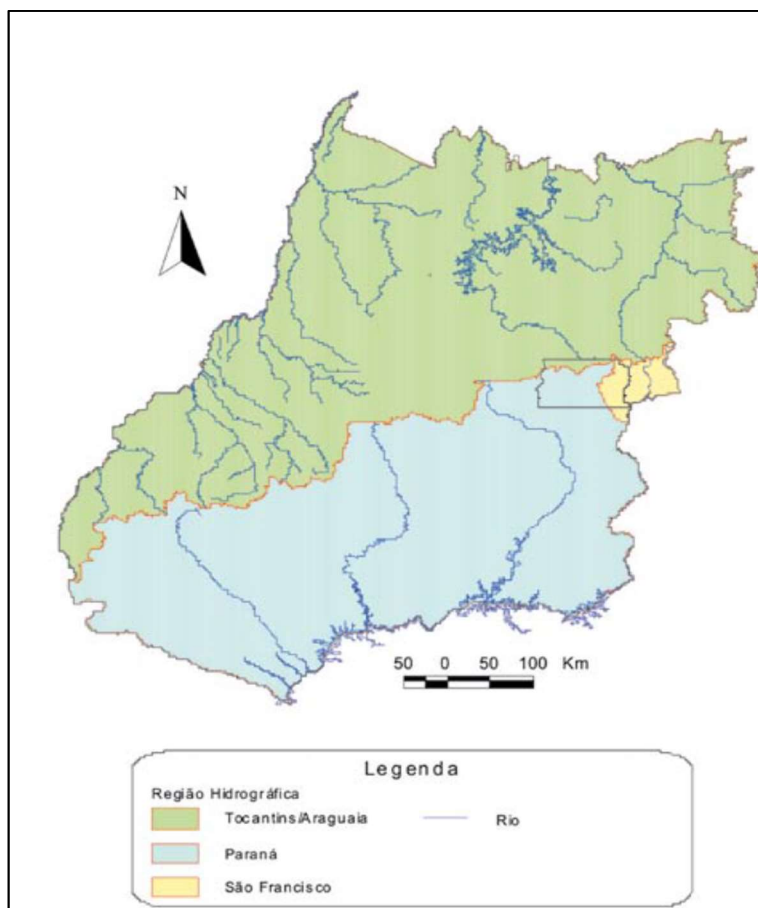
Na margem goiana, os seus principais afluentes, de montante para jusante, são os rios: Babilônia, do Salto, Diamantino, do Peixe, Caiapó, Claro, Vermelho e Crixás-Açu.

A intensa atividade antrópica suprimiu grande parte das matas ciliares com subsequente instalação de processos erosivos, em decorrência da atividade agropastoril, tendo como consequência o assoreamento de reservatórios e de cursos d'água, aumentando a quantidade de bancos de areias, ocasionando com maior frequência enchentes e alterações ecológicas, que afetam a flora e fauna. Observa-se nas nascentes do Rio Araguaia o desenvolvimento de grandes voçorocas em escarpas de recuo, amplificadas pelo intenso uso do solo e agravadas pela fragilidade do solo de textura arenosa formado sobre rochas areníticas da Bacia Sedimentar do Paraná.

Os principais rios cortados pelo trecho, fazem parte da sub-bacia do Rio do Peixe, afluente do Rio Araguaia, que compõe a Bacia do Tocantins.

As principais drenagens são: Córrego Retiro, Rib. Capivara e Córrego São Francisco.

Figura 3 - Distribuição das Regiões Hidrográficas em Goiás e Distrito Federal (CNRH, 2003).



5.3. GEOLOGIA

De acordo com o mapa geológico do estado de Goiás, elaborado pela Metago/CPRM/UNB (2000), o segmento encontra-se sobre os sedimentos da Formação Ponta Grossa e superfícies sedimentares aluvionares em cursos de água. Em maior volume, ao longo do segmento de implantação, ocorrem rochas sedimentares psamíticas a pelíticas da Formação Ponta Grossa.

➤ Q2a – Depósitos aluvionares

Os Aluviões são caracterizados por sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, representados por areias, com níveis de cascalhos, e lentes de material silto-argiloso. Distribuem-se principalmente nas planícies de inundação e ao longo das drenagens de maior porte, com baixo gradiente e feições anastomosadas. Geralmente associados aos sedimentos marginais das drenagens que a rodovia corta.

✓ **Dpg - Formação Ponta Grossa (Petri, 1948)**

A Formação Ponta Grossa, de idade devoniana, distribui-se em uma faixa paralela à da Formação Furnas, com cerca de 10 a 30km de largura, ou em porções isoladas como em Bom Jardim de Goiás, formando elevações sustentadas pela ocorrência generalizada de uma capa limonitizada no topo dos afloramentos. Esta capa é composta por esferulitos ferruginosos que lhe conferem uma tonalidade marrom-chocolate e uma fragmentação poligonal em forma de bastonetes.

A formação é caracterizada na região por uma sequência de arenitos finos a muito finos, micáceos, feldspáticos, finamente estratificados, de cores branca a marrom, com intercalações síltico-argilosas. Estes estratos são frequentemente bioturbados, apresentando na base delgados níveis conglomeráticos lenticulares, de ocorrência localizada, como na rodovia GO-174, entre Diorama e Amorinópolis. O contato inferior com a Formação Furnas é alvo de controvérsia, sendo descrito por alguns autores como gradual e por outros como discordante erosivo.

Em direção ao topo da formação verificam-se intercalações centimétricas de arenitos, siltitos e folhelhos-argilitos cinza-escuros, ricos em matéria orgânica, com fósseis de bivalves. Lateralmente, Alvarenga e Guimarães (1994) descrevem uma fácies de arenito médio a grosso, com níveis grosseiros de arenitos conglomeráticos avermelhados, estratificações cruzadas tabulares e acanaladas e níveis subordinados de siltitos e arenitos finos com raras marcas onduladas, além de estruturas de carga e vulcões de areia.

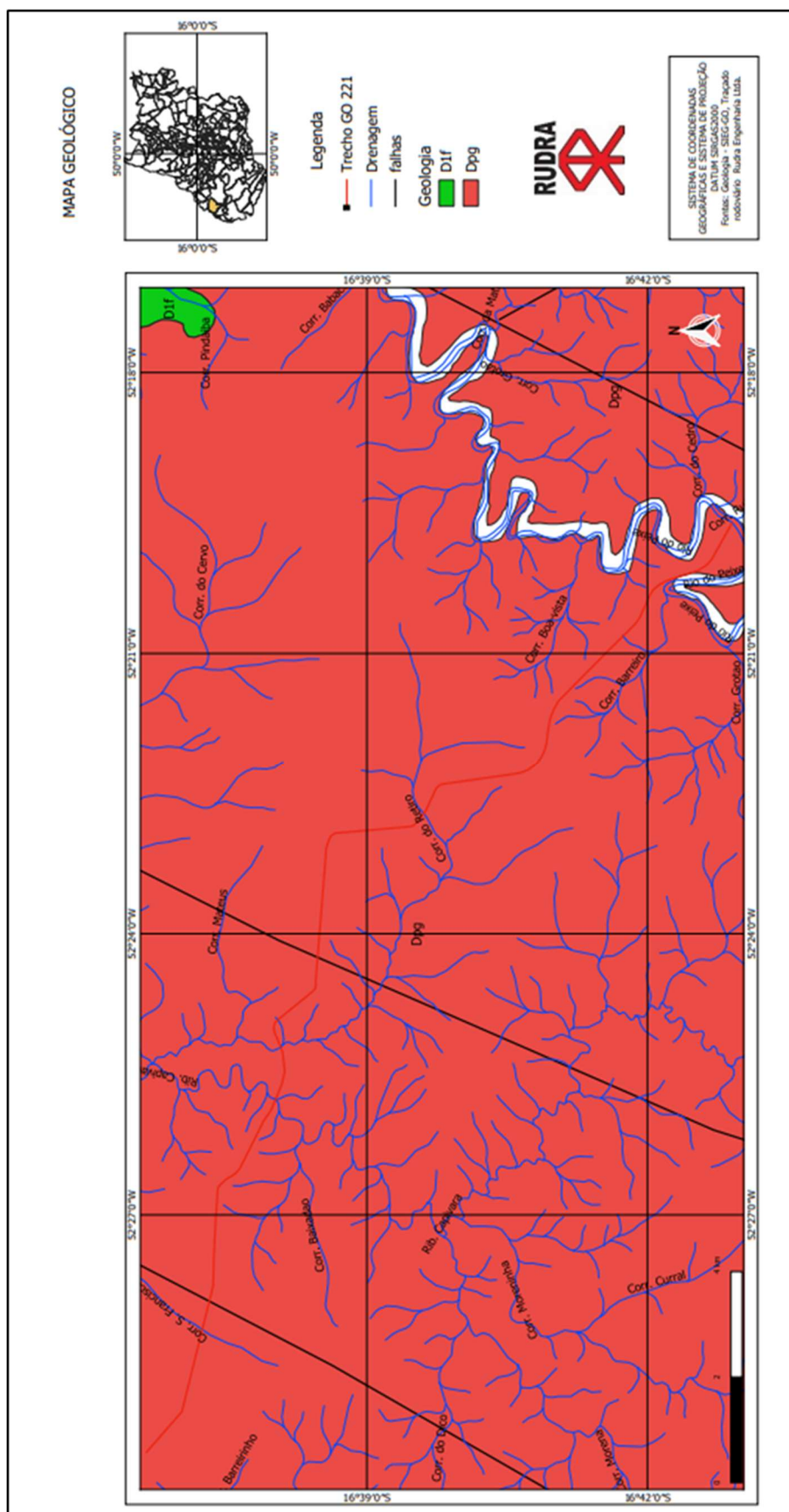
Estas características sugerem um caráter transgressivo para esta unidade com deposição em ambiente marinho de águas rasas, com fluxos de alta energia e elevada taxa de deposição, verificando-se no topo do pacote um episódio regressivo.

Sua espessura, observável no terreno, é variável de 70 a 150m, uma vez que a formação se encontra bastante afetada por intensa ação erosiva e acidentes estruturais. Em subsuperfície esses sedimentos apresentam um espessamento para oeste, sendo perfurados no poço da Petrobras 2-JA-1-GO (Jataí) 269m e no poço 2-AG-1-MT, 467m.

Para Assine et al. (1993) a Formação Ponta Grossa se restringe à sequência predominantemente pelítica, sendo dela excluídos os arenitos marinhos subjacentes com os quais tem contato gradacional. Entretanto, outros autores, como Andrade e Camargo (1980; 1982), Zalan et al. (1987), consideram que pertencem à Formação Furnas apenas os arenitos brancos com estratificações cruzadas de origem continental, atribuindo à Formação Ponta Grossa os arenitos marinhos que transicionam para as unidades predominantemente pelíticas. Por sua vez, Alvarenga & Guimarães (1994) identificaram na região entre Diorama e Amorinópolis, uma superfície de descontinuidade entre os arenitos brancos continentais da Formação Furnas e os arenitos e folhelhos com frequentes bioturbações e fósseis marinhos atribuídos à Formação Ponta Grossa.

Pena et al. (1975) descrevem quatro localidades fossilíferas associadas às rochas da Formação Ponta Grossa que sugerem idade devoniana inferior com destaque para o sítio localizado na fazenda Santa Marta, entre Amorinópolis e Ivollândia. Neste local foram detectados braquiópodes e subordinadamente moluscos e equinodermos.

Figura 4 - Mapa Geológico – GO-221



➤ **EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA REGIONAL**

A região de estudo se encontra inserida no contexto geotectônico das Bacias Sedimentares.

✓ **Bacias Sedimentares**

Esta unidade geotectônica, caracterizada por bacias intracratônicas, desenvolvidas na Plataforma Sul-Americana após a consolidação das faixas brasileiras (450Ma), é representada pelas bacias do Paraná e Sanfranciscana. A evolução dessas bacias teve início no Eopaleozóico, em condições estáveis. Com a Reativação Sul-Atlântica (Schobbenhaus & Campos, 1984) houve a movimentação tectônica distensiva, com magmatismo e sedimentação associada (Hasui et al., 1975).

➤ **Bacia do Paraná**

Consiste em uma grande depressão intracratônica, representada por uma área de sedimentação paleo-mesozóica, estabelecida no Neordoviciano e preenchida inicialmente, por um conjunto de sedimentos depositados do Siluriano ao Triássico. Esta sedimentação foi seguida de um pacote superior, vulcano-sedimentar Juro-Cretáceo, ligado à Reativação Sul-Atlântica, que se relaciona com a fragmentação do Gondwana (Hasui et al., 1975; Petri & Fulfaro, 1983; Schobbenhaus & Campos, 1984, Santos et al., 1984).

O seu preenchimento inicia-se a partir da reativação de antigas estruturas do embasamento, geradas durante os processos geotectônicos ligados ao Ciclo Brasileiro, sendo caracterizada por sedimentação marcada por oscilações entre ambientes deposicionais continentais e marinhos, finalizando com uma sedimentação continental.

A evolução deste pacote deposicional é caracterizada por seis grandes sequências tectono-sedimentares, limitadas por discordâncias regionais ordovício-siluriana, devoniana, carbonífera eotriássica, neotriássica, jurássica-eocretácea e neocretácea (Milani et al., 1994).

Em Goiás, estes sedimentos ocorrem no extremo sudoeste do Estado, abrangendo uma área de 2.500m², e é representada por uma sucessão sedimentar predominantemente terrígena, com níveis vulcânicos. De acordo com Milani et al. (1994), a sua parte inferior está representada pelos grupos Rio Ivaí e Paraná (siluro-devoniano), que representam respectivamente a deposição em um rift, seguida por uma margem passiva. Após uma discordância correspondente à Orogenia Caledoniana, depositaram-se em uma sinéclise, os sedimentos fluvioglaciais do Grupo Aquidauana (Permo-carbonífero), seguidos pelos carbonatos e siltitos do Grupo Passa Dois (Permiano a Triássico).

A separação entre a América do Sul e a África começou no início do Cretáceo.

Antes disso, no Jurássico, depositaram-se os arenitos eólicos da Formação Botucatu. Os derrames basálticos da Formação Serra Geral correspondem à abertura do rift que separou os dois continentes. Sobre estes basaltos, ainda no Cretáceo, estão os arenitos do Grupo Bauru. Concomitante a esta sedimentação ocorreu a intrusão de corpos ultramáficos alcalinos do sul de Goiás e Alto Paranaíba. Capeando esta sequência de sedimentos, se desenvolveram as coberturas terciárias das formações Cachoeirinha e Araguaia.

Figura 5 - Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná em Goiás

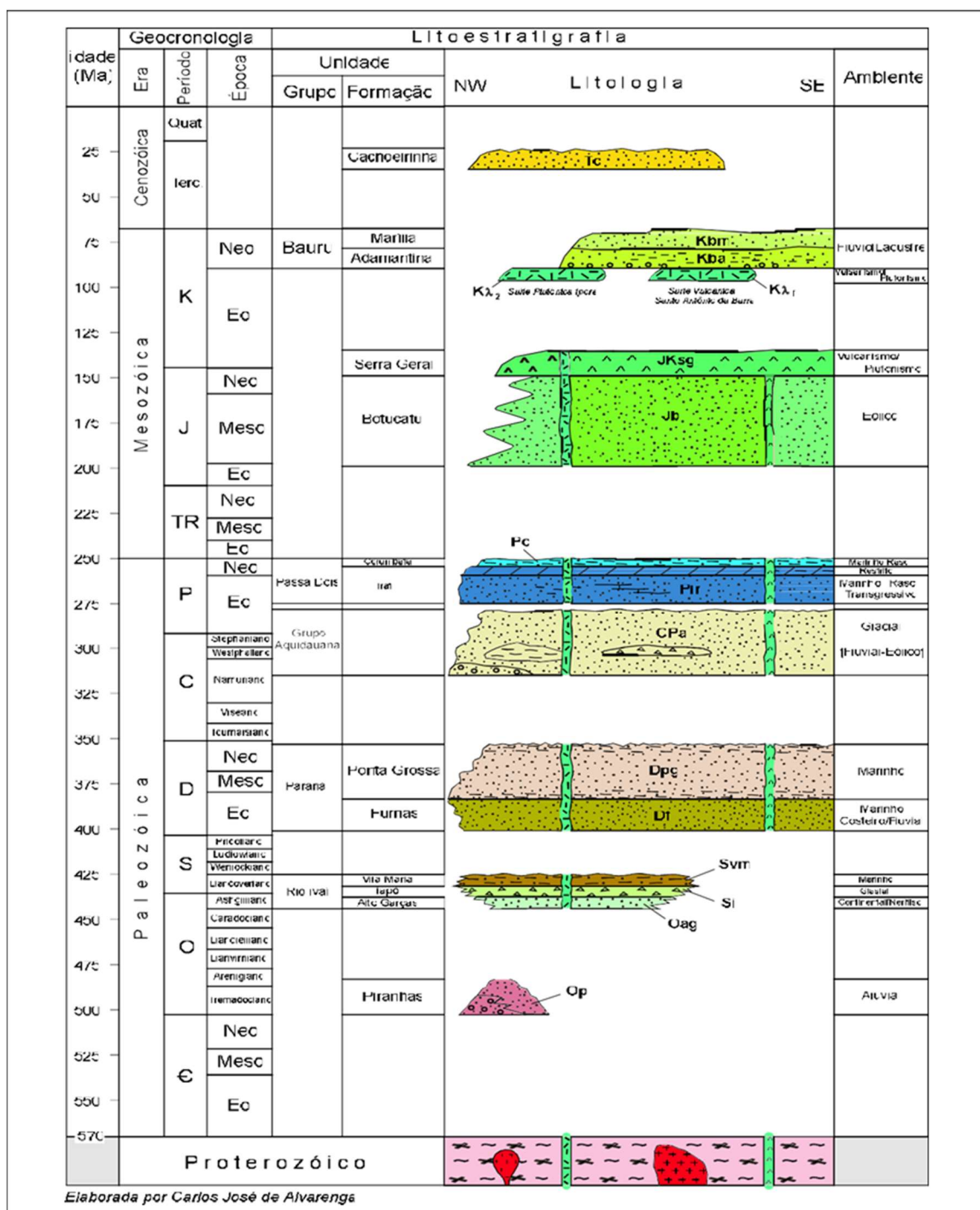
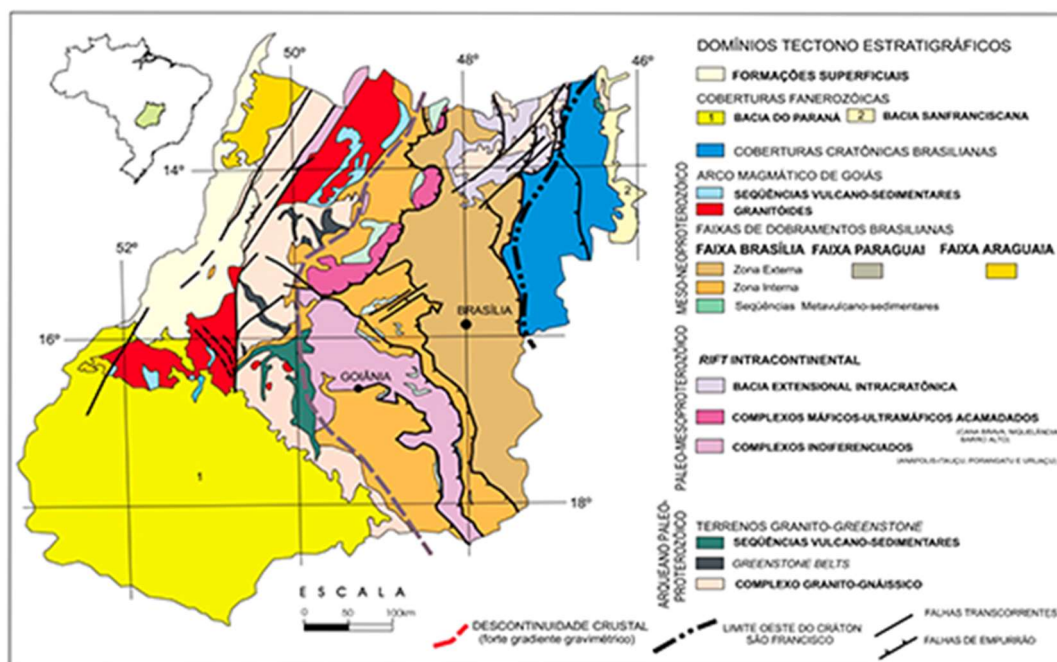


Figura 6 - Arcabouço Tectono - Estratigráfico de Goiás



5.4. GEOMORFOLOGIA

Nas últimas décadas a paisagem geomorfológica do cerrado, tem passado por grandes alterações, em decorrência da devastação intensa da flora e da extinção da fauna, para implantação de projetos de urbanização e ampliação de áreas agrícolas, provocando rompimento no equilíbrio dinâmico dos sistemas naturais.

As grandes unidades geomorfológicas da região do Cerrado apresentam características peculiares, em virtude de influências geológicas, climáticas e antrópicas.

Os extensos planaltos como o Planalto Central Goiano, com suas feições geomorfológicas bastante diversificadas, subdividem-se em diferenciados tipos de modelados como: Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba predominado as formas dissecadas contínuas e formas descontínuas e fragmentadas em meio aos corredores deprimidos suavemente dissecados em formas tabulares.

Os Planaltos, Planalto Setentrional da Bacia do Paraná e Planalto em Estruturas Sedimentares Concordantes apresentando duas compartimentações; o elevado distribui-se irregularmente em meio ao rebaixado são residuais de superfícies de aplainamento, conhecidas como “Chapadas”, que apresentam topografia plana e levemente ondulada ou em lombadas, e cobertura de laterita vesicular, pisolítica ou nodular, e de latossolos.

O relevo apresenta áreas serranas, depressões periféricas e interplanálticas resultantes de processos de pediplanação, e vales fluviais alongados, cujas encostas apresentam processos alternados de dissecção e de sedimentação. Os domínios das depressões se concentram ao longo das grandes drenagens como Depressão do Araguaia, Planície do Bananal, Depressão do Tocantins.

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

A área situa-se no contexto geomorfológico regional denominado de Planalto Setentrional da Bacia do Paraná.

✓ **Região dos Planaltos Setentrionais da Bacia Sedimentar do Paraná**

Reproduzem conjuntos de relevos de feições complexas, apresentando sulcos adaptados às estruturas, bordas escarpadas em alcantis com reversos em rampas pouco declivosas, geralmente interrompidas por relevos residuais de topos tabulares e, níveis topográficos embutidos na superfície geral dos planaltos. É comum a presença de pavimentos detríticos superficiais recobrimdo as vertentes e de modo geral as formações superficiais são de natureza arenosa, produtos de desagregação do arenito. É importante assinalar que a quantidade de areia desagregada e as formações sedimentares areníticas influenciam no regime dos rios e no escoamento das águas superficiais, pois os topos e as vertentes, nesses terrenos de materiais pouco coesos e muito porosos, absorvem grande parte da água precipitada. Isto permite que as formações superficiais permaneçam neste setor por mais tempo, a menos que o homem intervenha. Estes fatos contribuem também para uma maior regularidade dos regimes dos rios, pois as formações areníticas se comportam como reservatório de água, garantindo a perenização dos mesmos no período de estiagem (Mamede et al., 1993).

✓ **Região dos Planaltos Areníticos - Basálticos Interiores**

Caracterizada por chapadões, planaltos e superfícies rebaixadas, reafeiçoadas por sucessivas reativações e basculamentos cenozóicos que, aliados aos processos exogenéticos, estimularam os processos de erosão superficial, onde ocorrem (em vários níveis) formações superficiais de origem autóctone, alóctones ou remanejadas. É constituída por modelados com feições de relevo bastante homogêneas com formas muito amplas. Mesmo nos modelados de dissecação, esta não é muito acentuada. Quando a superfície de aplanamento conservada é muito extensa, apresenta configuração de “Chapadas”, constituindo dispersores de drenagem, como é o caso do “Chapadão” do Rio Verde. Sobre este modelado ocorrem feições geomorfológicas locais, de aspectos distintos. Trata-se de microformas de relevos “murundus”, associadas à presença de térmitas, típicas das paisagens de lateritas. Os vales do tipo vereda também se destacam na paisagem peculiar do bioma Cerrado. O reverso da superfície do chapadão constitui-se em uma rampa de declives baixos, coalescente com a Superfície do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná. Esta superfície por sua vez tem caráter interdenudacional e reproduz paisagens muito homogêneas, interrompidas por residuais de topos planos com bordas escarpadas, que fazem parte da unidade Patamares da Serra do Aporé.

As unidades de aplainamento abaixo compreendem o relevo da área da rodovia.

➤ **SUPERFÍCIE REGIONAL DE APLAINAMENTO IVC – SRAIVC**

Esta superfície ocupa uma área de 54.015 km² área drenada pela Bacia Hidrográfica do rio Araguaia. Localiza-se nas cotas mais baixas quando comparada a SRAIVA e B situando-se entre 250 – 450 m. Apresenta relevo suave e subdividido em dois compartimentos – SRACIV1 e IVC2. O SRAIVC1 possui uma morfologia mais acidentada e encontra-se numa posição mais proximal em

relação às superfícies que erode (SRAII, Morros e Colinas, SRAIII). O SRAIVC2 é mais distal e apresenta-se menos dissecado, ocorrendo associado com lagos da Planície Fluvial do rio Araguaia. Em algumas regiões verifica-se que as rochas do embasamento cristalino estão cobertas por sedimentos detrítico-lateríticos, com menos de um metro de espessura. Estes são, na realidade, uma aluvião em trânsito erodido da superfície que sofreu forte laterização, na forma de uma duricrosta ferruginosa cujo dismantelamento gerou, sobre esta subunidade, um mosaico de lagos arredondados (Sistema Lacustre). Dependendo da composição das rochas do embasamento é possível achar na superfície rochas não alteradas e outras muito intemperizadas quimicamente. A SRAIVC mergulha suavemente em direção à planície do Bananal onde aflora a Formação Araguaia, formada por sedimentos areno-conglomeráticos e silto-argilosos do Terciário Superior - Quaternário. A articulação entre os dois compartimentos é muito sutil em alguns locais, o que gera dificuldades na identificação precisa dos seus limites. Cobrindo a SRAIVC foram identificados sedimentos lateritizados entre o rio Araguaia e o rio do Peixe, na fazenda Planície Verde. Neste local, encontra-se uma faixa estreita de sedimentos laterizados (conglomerados) da SRA IVC, com direção dominante leste-oeste e cotas ligeiramente superiores, e os sedimentos arenosos lixiviados da formação Araguaia que representam uma antiga superfície fluvial associada à unidade da planície do Bananal. Os conglomerados são oligomícticos, com seixos angulosos de quartzo e quartzito de diâmetro médio de 4 cm, mas, que frequentemente atingem até 11cm e tamanhos máximos de 30cm. O registro de seixos imbricados indica direção geral leste-oeste para as paleocorrentes. Coberturas sobre a SRAIVC também foram descritas na base do IBAMA, no rio Crixás, onde este mesmo tipo de cobertura detrítico-lateríticas pode ser encontrada sobre rochas quartzíticas do embasamento. Os sedimentos fluviais laterizados estão sendo dismantelados no clima atual e se encontram frequentemente formando campos disseminados de blocos sobre as superfícies de aplainamento.

➤ **SUPERFÍCIE REGIONAL DE APLAINAMENTO IIIC – SRAIIIC**

Localiza no sudoeste com pequena expressão areal entre as cotas 550 e 700 m. Desenvolve-se sobre os arenitos das Formações Ponta Grossa e Furnas, na área associa-se com a unidade MC, articulando-se com a SRAIIC e a SRAIVC.

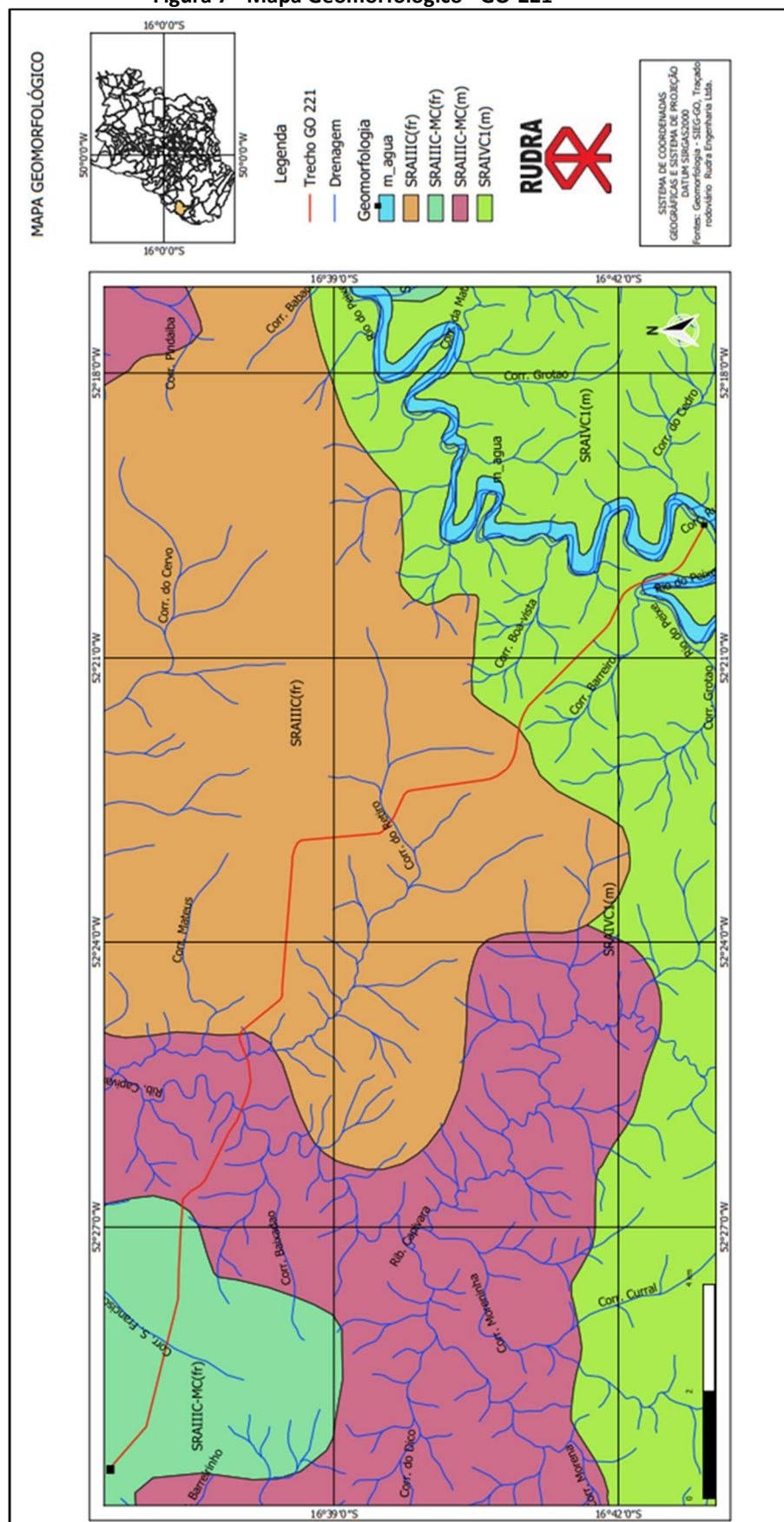
➤ **MORROS E COLINAS – MC**

À medida que a ZER avança e o recuo das vertentes evolui, morros e colinas podem ser identificados isolados da frente das escarpas (ZER). Os morros e as colinas se destacam sobre uma superfície de extensão regional situada em uma cota inferior. Grandes áreas constituídas de morros e colinas são remanescentes de litologias mais resistentes à erosão, que foram preservados à medida que uma SRA evolui com tendência recuante, muitas vezes, com um forte controle estrutural (paisagens dobradas, rochas metamórficas com estruturas bem marcadas).

Tabela 3 - Detalhamento da geomorfologia da área

Grupo	Dissecação	Categorias	Legenda	Unidades associadas	Sistema
SRAIVC	(m)	SRAIVC1	SRAIVC- Superfície Regional de Aplainamento IVC com cotas entre 250 e 450 m, com dissecação fraca a média, desenvolvida sobre rochas mesozoicas e Paleozóicas.	MC	Denudacional
SRAIIC	(fr)	SRAIIC	Desenvolvida sobre rochas paleozóicas na Bacia do Paraná, com cotas entre 550 e 750 m.	MC	Denudacional
SRAIIC	(fr a m)	SRAIIC-MC	Desenvolvida sobre rochas paleozóicas na Bacia do Paraná, com cotas entre 550 e 750 m.	MC	Denudacional

Figura 7 - Mapa Geomorfológico - GO-221



5.5. PEDOLOGIA

Para os estudos dos solos da região, foi utilizado o mapa exploratório de solos elaborado pelo RADAMBRASIL (1981) para o estado de Goiás, adequando-o para a nova classificação dos solos brasileiros da Embrapa na descrição deste relatório. Os solos são predominantemente derivados dos sedimentos da Formação Ponta Grossa.

Entre as classes de solo, as dominantes no segmento da rodovia GO-221 são os antigos Latossolos Vermelhos, roxos e Vermelhos Amarelos, denominados atualmente como Latossolos, seguidos pelos Argissolos, na maioria do trecho eles se misturam o que confere uma granulometria mais arenosa a areno-siltosa.

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

✓ Latossolo distrófico (LEd)

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

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

Os baixos teores de bases trocáveis conferem a estes solos uma baixa fertilidade natural e os teores de alumínio ocorrem em níveis prejudiciais ao desenvolvimento da maioria das culturas, porém a aplicação de corretivos contorna este problema.

Este solo é mais representativo na parte média e no final do trecho, no entrocamento com a GO-194.

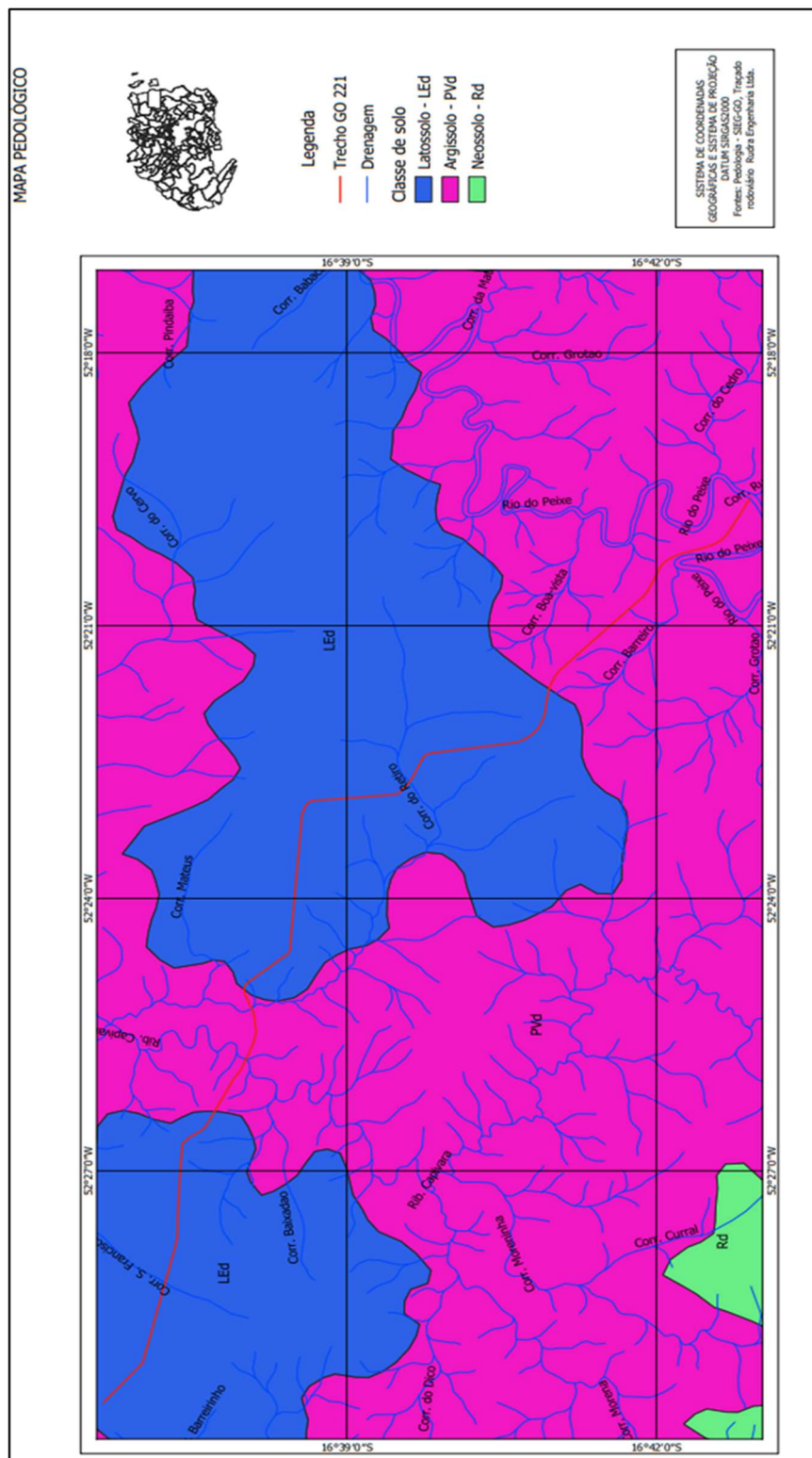
✓ Argissolo (PVd)

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (EMBRAPA, 1999). São solos de profundidade variável, com horizontes bastante evidentes, comumente com rochosidade e podem apresentar drenagem desde muito a pouco eficiente e serem fraca a moderadamente ácidos. Algumas

características marcantes diferenciam estes solos dos latossolos tais como: a maior diferenciação entre os horizontes, maior quantidade de argila presente nos horizontes mais profundos e a maior facilidade de desenvolvimento de estruturação média a grossa.

Este solo se encontra na parte inicial do trecho e na região do rio Capivara.

Figura 8 - Mapa Pedológico - GO-221



5.6. HIDROGEOLOGIA

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

No segmento rodoviário, os Sistemas Aquíferos são representados por Sistema Aquífero raso F2 e F3, e o Sistema Aquífero profundo denominado de Sistema Aquífero Ponta Grossa.

✓ **Sistema Aquífero Freático II – F2**

Este sistema aquífero raso inclui todas as classes de Latossolos, portanto é o sistema de maior expressão areal no estado. Encontra-se fortemente vinculado às Superfícies de Regionais de Aplainamento - SRA, com padrão de relevo suave ondulado a plano.

Esta classe de solo apresenta uma feição marcante relacionada à presença de estruturas do tipo granular ou grumosa que faz com que todos os latossolos independentemente de sua textura (muito argilosa, argilosa, franca, siltosa, etc) resultem em materiais com funcionamento hídrico similar, de forma geral, de alta condutividade hidráulica e elevada porosidade efetiva (não inferior a 8%).

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

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

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

✓ **Sistema Aquífero Freático III – F3**

Este sistema inclui os solos com horizonte diagnóstico B textural e B nítico, classificados como Argissolos e Nitossolos. De forma geral apresentam espessuras médias inferiores a 15 metros. Os valores de condutividade hidráulica vertical, na superfície, variam entre $1,0 \times 10^{-7}$ e $2,0 \times 10^{-4}$ m/s e, em profundidade, variam entre $4,1 \times 10^{-9}$ e $9,4 \times 10^{-5}$ m/s, com valores médios de $1,4 \times 10^{-5}$ m/s na superfície e $2,5 \times 10^{-6}$ m/s em profundidade. Devido à diminuição da condutividade hidráulica em profundidade, há uma tendência de desenvolvimento de fluxo interno, que dificulta a recarga dos sistemas fraturados situados a maiores profundidades. A espessura saturada deste sistema intergranular é de, em média, 10 metros, com uma espessura total de 20 metros. Considerando que a condutividade hidráulica da zona saturada seja igual à média da zona vadosa, a transmissividade é da ordem de $2,5 \times 10^{-5}$ m² /s. O comportamento da porosidade é considerado similar ao dos latossolos, sendo que neste caso, a porosidade efetiva pode sofrer uma diminuição nos horizontes que recebem a argila translocada a partir dos horizontes mais rasos e o valor médio é de 6%. Este sistema aquífero, em geral, sobrepõe sistemas fraturados representados por rochas básicas e ultrabásicas e mais raramente carbonatos. Está distribuído sobre relevo ondulado até forte ondulado ou sobre rebordos de chapadas. Quando os solos se apresentam ricos em fragmentos rochosos (rochosidade e/ou pedregosidade), a condutividade hidráulica pode ser incrementada, melhorando

as características gerais deste sistema aquífero raso. O Sistema F3 constitui aquíferos intergranulares, livres, descontínuos e com distribuição lateral ampla. Apresenta pequena importância hidrogeológica relativa à função reservatório, sendo aproveitado, principalmente, para abastecimento de pequenas propriedades rurais. Do ponto de vista das funções recarga, filtro e reguladora, apresenta elevada importância hidrogeológica, uma vez que os horizontes mais ricos em argila funcionam como depuradores de cargas contaminantes e retardam o fluxo, ampliando a possibilidade de regular as descargas de base e interfluxo.

✓ **Sistemas Aquíferos Profundos**

Este grupo inclui aquíferos de diferentes domínios correspondentes aos diferentes tipos de porosidade predominante que podem variar de intergranular, fissural, dupla porosidade, fissuro-cárstica ou cárstica.

Os sistemas com porosidade intergranular envolvem os arenitos, com espaços primários e secundários entre os grãos constituintes, que em geral compõem excelentes aquíferos cujo potencial é função da espessura saturada e das taxas de precipitação pluvial.

Os sistemas com porosidade fissural são constituídos por rochas magmáticas e metamórficas em diferentes graus, onde os processos tectônicos rúpteis foram responsáveis pela abertura de um retículo de fraturas, fissuras ou diáclases que compõem o espaço eventualmente preenchido pela água. Nestes casos, os processos neotectônicos são de fundamental importância para a manutenção da abertura da porosidade secundária planar. O potencial destes sistemas é vinculado à abertura, densidade e interconexão das fraturas.

Os sistemas de dupla porosidade são compostos por rochas sedimentares litificadas onde ainda persiste porosidade intergranular primária residual ou secundária com elevada ocorrência de fraturas. O potencial destes sistemas será tanto maior quanto maior for a ocorrência da porosidade primária ampliada pela porosidade secundária planar. Em geral, a razão porosidade primária/secundária planar diminui com o aumento do soterramento e litificação.

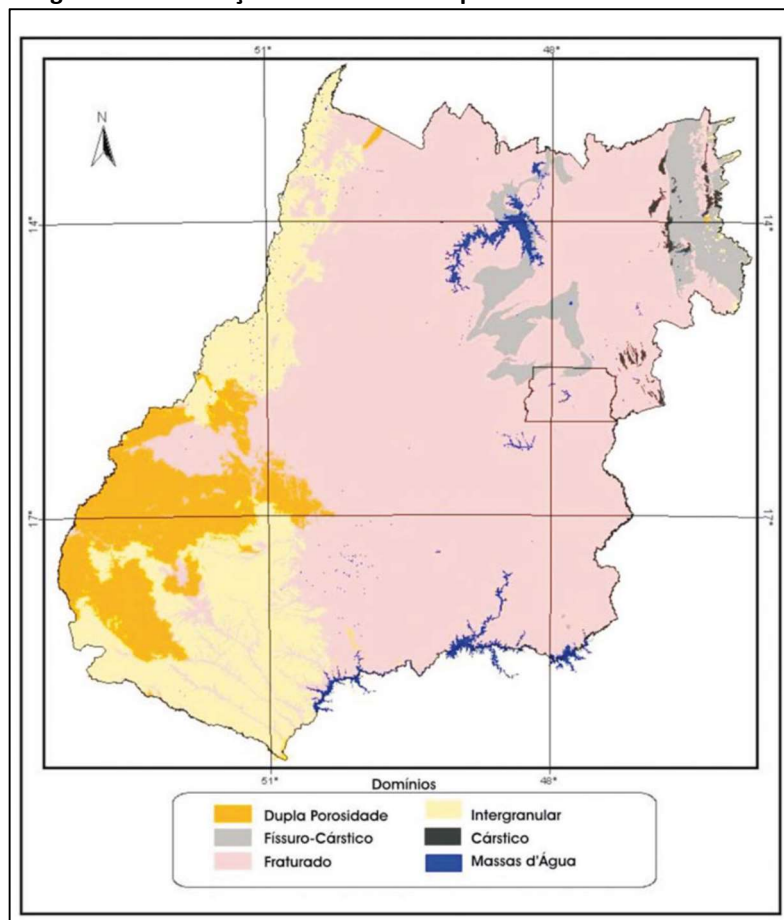
Os sistemas de porosidade fissuro-cárstica são representados por situações onde rochas carbonáticas (calcários, dolomitos, margas e mármore) ocorrem na forma de lentes, com restrita continuidade lateral, interdigitadas com litologias pouco permeáveis (siltitos argilosos, folhelhos, filitos ou xistos).

Os sistemas de porosidade cárstica são caracterizados nas condições onde as rochas carbonáticas ocorrem com ampla continuidade lateral e vertical, de forma que o processo de dissolução cárstica tenha desenvolvimento amplo, com abertura de espaços maiores que 1 metro.

Nestes sistemas comumente ocorrem drenagens subterrâneas de fluxo turbulento, similares aos cursos de drenagens superficiais.

Em todo o estado, foram individualizados 22 sistemas aquíferos profundos, diferenciados com base em parâmetros dimensionais, potenciais, tipos de porosidade e qualidade da água. São aquíferos porosos, fraturados, de dupla porosidade, fissuro-cársticos e cársticos.

Figura 9 - Distribuição dos Domínios Aquíferos Profundos em Goiás



➤ Sistema Aquífero Ponta Grossa (SAPG)

O Sistema Aquífero Ponta Grossa (SAPG) corresponde às rochas da Formação Ponta Grossa. Por ocorrer na seção basal da Bacia do Paraná e conter arenitos e conglomerados intercalados com grauvacas, folhelhos e siltitos argilosos, o SAPG é considerado como de dupla porosidade. A grande quantidade de folhelhos desfavorece a circulação de água, limitando a produtividade. Para um restrito número de dados (14 poços) a vazão média é de 3,3 m³ /h, com máxima de 15,2 e mínima de 0,38 m³ /h (a moda da vazão é de 4 m³ /h). Dos poços cadastrados, apenas 5 apresentam ensaio de bombeamento de 24 horas que permitiram a determinação dos seguintes parâmetros hidrodinâmicos médios: condutividade hidráulica de 2,1 x 10⁻⁷ m/s; transmissividade de 3,7 x 10⁻⁵ m² /s e vazão específica de 0,035 m³ /h/m. A exemplo do descrito para o Sistema Aquífero Furnas, o SAPG deve apresentar uma porção livre e outra confinada pelas camadas superiores da estratigrafia da Bacia do Paraná. Em sua maior área de distribuição, as funções filtro e reguladora devem ser mais efetivas e mais importantes que a função armazenadora.

5.7. ANÁLISE GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA EM RELAÇÃO AOS CONDICIONANTES DA GEOLOGIA, SOLO E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA

O trecho de estudo devido a pequena variação de litotipos geológicos, possui características pouco diferenciadas ao longo do trecho. No trecho temos arenitos com pouca argila variando sua estrutura com aumento de silte e argila em alguns locais no perfil de solo (Argissolos), o que agrava mais o risco de processos erosivos. Quanto ao solo local, deverão ser tomados os cuidados nos projetos de drenagem, principalmente em lançamentos de água pluvial concentrada direcionadas aos fundos de vale ou regiões de baixa declividade, utilizando nos projetos calhas revestidas em concreto até o fundo de vale e dispositivos de amortecimento de energia no lançamento tanto em drenagens ou em solo, evitando assim processos erosivos. As caixas de empréstimos deverão ser construídas de forma que a velocidade da água na faixa de domínio não se concentre e a velocidade do fluxo seja amortecida nos taludes de jusante, revestidas de gramíneas.

Os cortes se necessário deverão possuir dispositivos de drenagem revestido na crista e nos pés dos taludes, e se o desague for direcionado ao fundo de vale, prever calhas revestidas e dispositivos de amortecimento de energia no lançamento.

Toda área de exploração de material para a construção da rodovia, deverá ser objeto de recomposição topográfica nos taludes e recobrimento vegetal do solo exposto.

As jazidas de material granular, devem ser encontradas com uma maior probabilidade nos domínios dos Latossolos (Led), verificar no Mapa Geológico e Pedológico.

Ao longo do trecho existe somente um processo mineral, este não contempla jazida de material granular, situado no início do trecho se encontra requerida uma área de jazida de areia no Rio do Peixe, processo 861430/2006. Para melhor visualização, foi elaborado o Mapa Geológico com a área registrada na ANM.

[illegible]

5.8. USO DO SOLO

A análise do uso e ocupação do solo em uma superfície é a etapa para conduzir uma interpretação eficiente em relação ao meio para a expansão de ações conservacionistas, atividades agropecuárias, o desenvolvimento econômico e regional.

As áreas ocupadas com atividades antrópicas, ao longo do corredor de estudo é voltada principalmente a agricultura, tendo como principal uso da terra as atividades de agricultura cíclica (soja, milho, feijão).

Análise do Uso do Solo

O Mapa da Cobertura Vegetal mostra que, na AI, 61,2 % da área é classificada como área antropizada, restando apenas 38,68 % de área com cobertura vegetal nativa, além de 0,12 % classificadas como corpo d'água.

5.9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

Após as realizações das investigações de campo e com os resultados dos ensaios geotécnicos realizados no trecho, concluímos que a referida rodovia não apresenta problemas relevantes quanto aos aspectos geológicos/geotécnicos.

Vale destacar que o trecho em questão está bem consolidado, seu traçado bem definido, necessitando apenas de algumas correções geométricas.

Fizemos o estudo de duas pedreiras comerciais e um areal comercial.

O areal a ser utilizado foi o Areal 01 - Extração Martins por ser a ocorrência mais viável tecnicamente e economicamente. Está localizado a 133,4 km do início do trecho (Estaca 00).

A Pedreira 01 – Calcário Montividiu Ltda, pedra basalto, está localizada a 117,3, km do início do trecho (Estaca 00). A Pedreira atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

A Pedreira 02 – Sucal Mineração, pedra basalto, está localizada a 175,0 km do início do trecho (Estaca 00). A Pedreira atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

A pedreira indicada é a Pedreira P01, pois tem a menor distância e atende todas especificações.

Todas as ocorrências possuem licença de instalação.

O motivo para indicarmos explorações comerciais tem sido o constante embargo de explorações de areais e pedreiras virgens nas obras de pavimentação, pelo IBAMA e DNPM, em função dos impactos ambientais. Assim, é mais viável a indicação da pedreira e areal comercial que já possuem licença de instalação e de exploração nos órgãos ambientais.

6. ESTUDO HIDROLÓGICO

6. ESTUDO HIDROLÓGICO

6.1. INTRODUÇÃO

O presente item descreve as análises e estudos hidrológicos efetuados para o desenvolvimento do projeto executivo, tendo como objetivos principais:

- a) Caracterizar as condições de vazão máxima afluente a cada obra de arte ou de drenagem superficial, compreendida na rodovia.
- b) Informar também sobre as características e oscilações do nível do lençol freático, bem como, definir os regimes de chuvas e as climatologias específicas para a região cortada pela rodovia;
- c) Fornecer os subsídios e critérios necessários à determinação das vazões para verificação/ dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes e especiais.

Entende-se como vazão máxima afluente, segundo o U.S. Corps of Engineers dos E.U.A, como “a vazão que pode ser esperada em consequência do conjunto mais desfavorável de condições meteorológicas e hidrológicas que podem ser razoavelmente consideradas como características da região geográfica interessada, excluindo as combinações extremamente raras. ”

O conhecimento do regime anual de chuvas através das alturas de precipitações mensais permite também estabelecer a época mais propícia ao início de execução da obra.

Para elaboração do estudo, seguiu-se:

- a) Instrução de Serviço IP-03(GOINFRA) e IP-13(GOINFRA) - Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem respectivamente;
- b) Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (DNIT/IPR-715- 2005);
- c) Manual de Drenagem de Rodovias (DNIT/IPR-724-2006);
- d) Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários-Instruções para Apresentação de Relatórios (DNIT/IPR-727-2006);
- e) Dados hidrológicos das séries históricas compiladas pela ANA - Agência Nacional de Águas, por meio do sistema Hidroweb (www.hidroweb.ana.gov.br).

6.2. COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS

Para determinação das vazões de projeto, foram seguidas as recomendações de projeto da GOINFRA -IP-03, o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem (Publicação IPR-715 do DNIT) e o Manual de Drenagem de Rodovias (Publicação IPR-724 do DNIT).

Os demais documentos e bibliografias consideradas na elaboração neste estudo estão apresentados a seguir:

- Planta na escala 1:100.000 (IBGE);
- Classificação Climática de Wladimir Köppen”, publicação do DNER;
- “Handbook of Applied Hidrology”, de VenTe Chow – 1964;
- “Engenharia de Drenagem Superficial”, de Paulo Sampaio Wilken (CETESB, 1970);
- “Drenagem Urbana – Manual de Projeto”, DAEE / CETESB, 1980;
- Dados Pluviométricos colhidos junto à Agência Nacional de Águas – ANA;

- Mapas Clima, Vegetação, Geomorfologia e Geologia fornecidos pelo IBGE;
- Geografia do Brasil, do IBGE.

6.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO LOCAL

6.3.1. CARACTERIZAÇÃO HÍDRICA

O segmento da Rodovia GO-221, se encontram situados na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, apresentando sua rede de drenagem em direção a bacia do Rio Araguaia.

- **REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS/ARAGUAIA**

A RH Tocantins/Araguaia é representada pelos cursos d'água que vertem no sentido sul-norte, destacando-se como tributários principais os rios Araguaia e Tocantins, os quais têm confluência em outras Unidades da Federação.

Ocupa uma área de 197.323,744 km², representando 56,89% do somatório do território de Goiás e Distrito Federal. Neste trabalho, subdividiu-se esta RH em dois compartimentos: o do Rio Araguaia, formado pelos afluentes que drenam a porção oeste e deságuam na margem direita do Rio Araguaia e o do Tocantins, formado pelos cursos que correm no sentido norte-sul e leste-oeste, representados pelos afluentes dos rios Maranhão e Tocantinzinho.

- ✓ **Rio Araguaia**

O compartimento formado pelo Rio Araguaia possui características diversas, com altitudes que variam de 850 metros, nas nascentes, caindo para cerca de 250 metros no extremo noroeste do estado. Nesta área predomina uma calha com trechos suaves, recortados por ilhas e leitos anastomosados e com formação de bancos de areias e ilhas.

Na região das nascentes ocorrem algumas cachoeiras e corredeiras. A densidade de drenagem e o porte dos rios afluentes são reduzidos. Observam-se grandes áreas pantanosas (veredas), o que confere uma elevada capacidade de regularização dos deflúvios.

Na margem goiana, os seus principais afluentes, de montante para jusante, são os rios: Babilônia, do Salto, Diamantino, do Peixe, Caiapó, Claro, Vermelho e Crixás-Açu.

A intensa atividade antrópica suprimiu grande parte das matas ciliares com subsequente instalação de processos erosivos, em decorrência da atividade agropastoril, tendo como consequência o assoreamento de reservatórios e de cursos d'água, aumentando a quantidade de bancos de areias, ocasionando com maior frequência enchentes e alterações ecológicas, que afetam a flora e fauna. Observa-se nas nascentes do Rio Araguaia o desenvolvimento de grandes voçorocas em escarpas de recuo, amplificadas pelo intenso uso do solo e agravadas pela fragilidade do solo de textura arenosa formado sobre rochas areníticas da Bacia Sedimentar do Paraná.

Os principais rios cortados pelo trecho, fazem parte da sub-bacia do Rio do Peixe, afluente do Rio Araguaia, que compõe a Bacia do Tocantins.

As principais drenagens são: Córrego Retiro, Rib. Capivara e Córrego São Francisco.

Legenda

Região Hidrográfica

- Tocantins/Araguaia
- Paraná
- São Francisco

Rio

A vegetação natural da região é basicamente cerrado, com a presença de florestas de galeria. Todavia, como uma das principais atividades econômicas é a agropecuária, o desmatamento de boa parte da vegetação já ocorreu há mais de uma década. Restaram manchas de reservas legais, matas ciliares, ainda em bom estado de conservação.

GO -221

A região do trecho exibe variações de região de savana como Savana Arbórea aberta com mata de galeria que será descrita a seguir:

Savana Arbórea Aberta

É uma formação campestre, entremeada de arvoretas xeromorfas, geralmente raquíticas, com altura em torno de 5m, esparsamente distribuídas sobre um contínuo tapete gramíneo - lenhoso. De um modo geral, é submetida às queimadas anuais. Na área em questão constatou - se a ocorrências da subformação “com floresta de galeria”.

Mata de Galeria/ Mata Ciliar

A Mata Ciliar é definida como vegetação florestal que acompanha as margens dos rios de médio e grande porte. A Mata de Galeria é definida como vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos do planalto do Brasil Central, formando corredores fechados sobre os cursos d’água. Estas vegetações destacam-se por desempenhar importantes funções ecológicas e hidrológicas, protegendo as margens dos rios, evitando o assoreamento.

Nas bacias maiores deverá ser feita uma análise ponderada das áreas de cobertura vegetal, considerando-se a existência de maior ou menor densidade de árvores, o que naturalmente modifica a percentagem de retenção de água.

6.3.3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Para a caracterização do clima da região situada próxima ao segmento rodoviário de interesse, foi utilizada a metodologia adotada por Wladimir Köppen, que leva em consideração a quantidade de precipitações, a temperatura média e a umidade relativa.

Deve-se ressaltar que essa metodologia de classificação, assim como as outras desenvolvidas com a mesma finalidade, diferencia apenas megazonas climáticas, não apresentando suficiente eficiência para variações locais.

Conforme essa classificação de Köppen, resumida na figura a seguir, o clima da área de interesse pode ser classificado como do tipo Cwa conforme indicado na figura abaixo.

Clima temperado úmido com inverno seco.

A precipitação média é inferior a 60mm em pelo menos um dos meses desta estação. Apresenta verão quente e a temperatura média do mês mais quente deverá ser superior a 22° C.

A menor temperatura é em média de 16,6°C no mês de junho e a máxima no mês de janeiro, com 23,5°C.

A partir do mês de maio até setembro, inicia-se o período seco, com ocorrência de precipitação menor que 50mm mês.

Observa-se que a distribuição de precipitação dessa classe climática concentra-se, principalmente, nos meses de novembro a janeiro, com precipitação superior a 200mm mês, sendo responsáveis

por aproximadamente 50% do total de precipitações nas estações do ano e mostrada no gráfico abaixo.

Figura 13 - Gráfico: Distribuição % de precipitação anual nas estações do ano- Classe Cwa

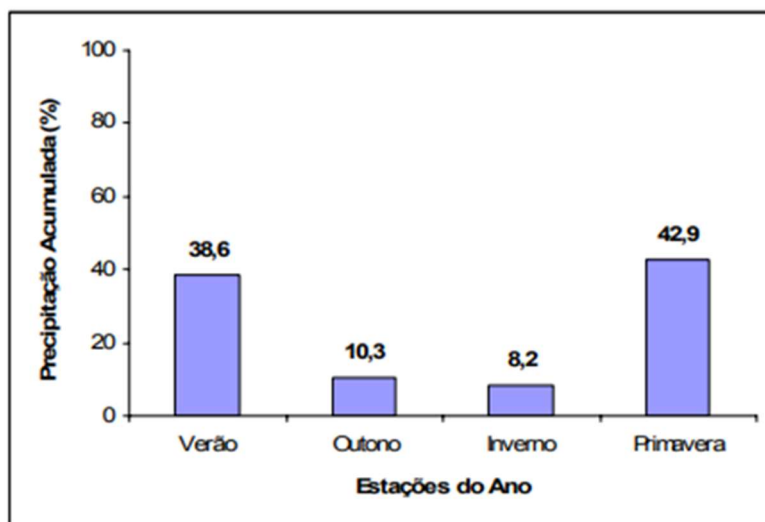
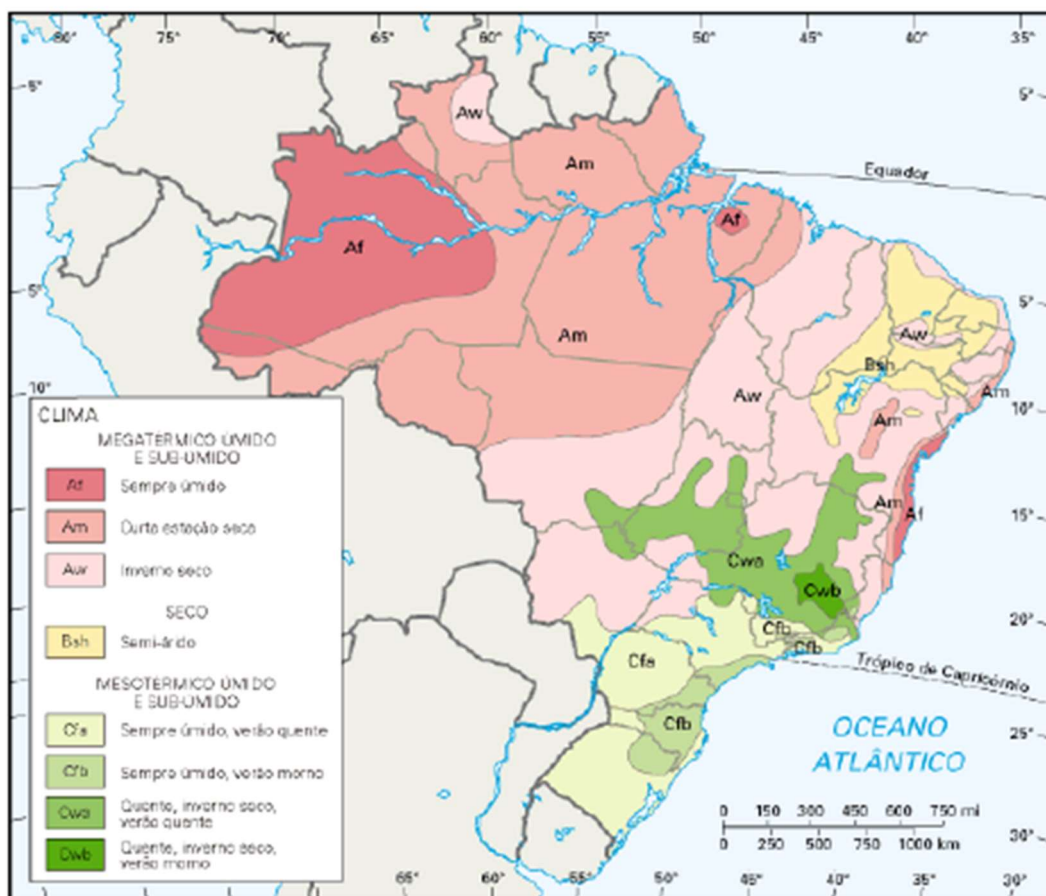


Figura 14 - Caracterização do clima – Classificação de Wladimir Köppen – Brasil



6.3.4. CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMETRIA REGIONAL

Especificamente em relação às chuvas, foram obtidos alguns registros de séries pluviométricas históricas de localidades situadas na região, através da análise do banco de dados do Sistema de Informações Hidrológicas – SIH, da Agência Nacional de Águas – ANA.

A estação pluviométrica definida foi Doverlândia (1652003), com 30 anos de observação com séries completas (1985 a 2019), por apresentar maior proximidade do local de interesse, por possuir uma maior parcela de dados consistidos, por apresentar dados mais recentes e a confiabilidade da fonte. Foram desconsiderados os anos de **1988, 2007, 2008, 2015 e 2016** visto que os mesmos possuem falhas de leitura.

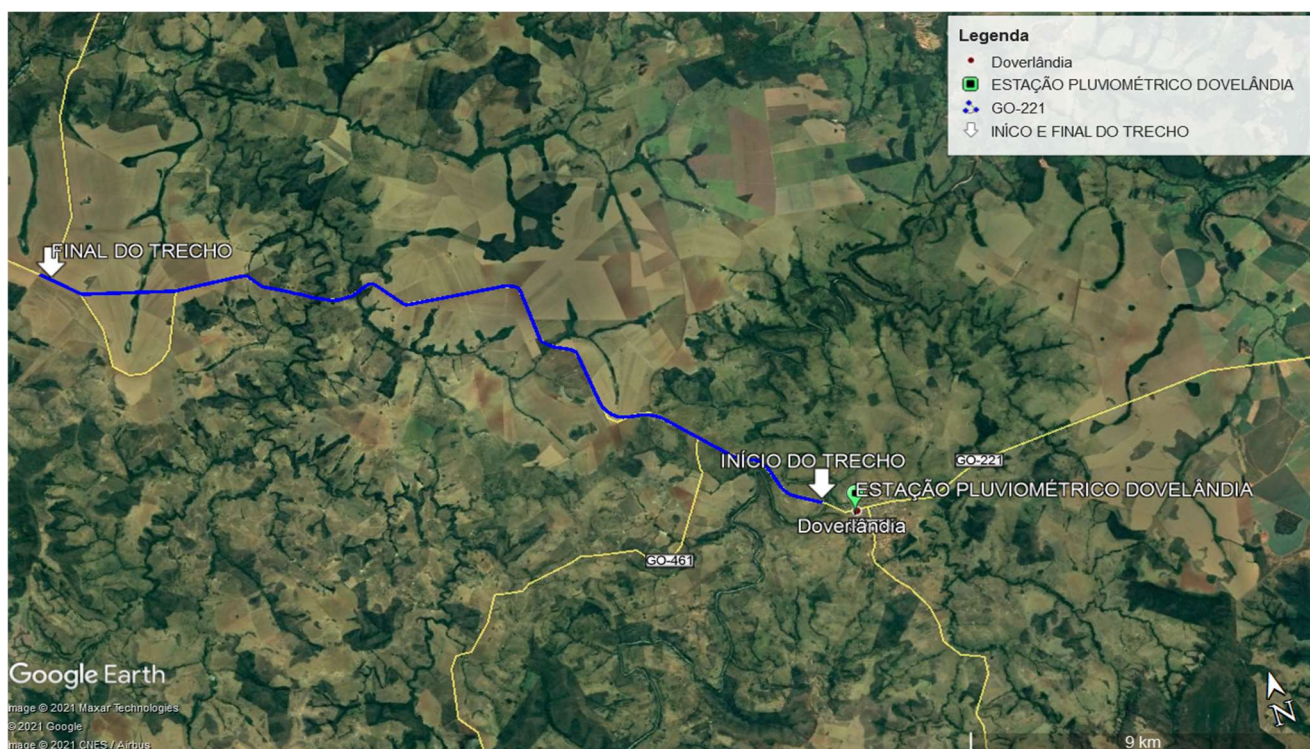
A fonte tem validade e o devido reconhecimento pois a ANA é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e responsável pela implementação da gestão dos recursos hídricos brasileiros.

Não foram encontrados postos pluviométricos para os cursos d'água em estudo.

Quadro 14 - Cadastro Posto Pluviométrico – ANA

CADASTRO POSTO PLUVIOMÉTRICO - ANA	
Nome da Estação	DOVERLÂNDIA
Estado	GOIAS
Município	DOVERLÂNDIA
Sub-bacia	RIO ARAGUAIA
Código de Identificação (ANEEL)	01652003
Latitude	16 ° 53 ' 00 "
Longitude	52 ° 32 ' 00 "
Data de Instalação	01/07/2020
Data atual	2021
Dados Fornecidos	Alturas diárias
Entidade	ANA (EM 15/02/2021)
Equipamento	Pluviômetro

Figura 15 - Localização da Estação Pluviométrica escolhida



Foram elaborados histogramas contendo um resumo das condições pluviométricas mínimas, médias e máximas mensais prevalentes na área ao longo do ano com os dados já previamente consistidos estatisticamente, considerando os períodos de observação disponíveis do posto. Quando não existia informação em todos esses meses de um ano qualquer, o ano foi considerado como falha. Tais gráficos estão apresentados a seguir.

Tabela 4 - Dados de Precipitação Pluviométricas Mensais e Anuais

DADOS DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MENSAL E ANUAIS (em milímetros) E NÚM. DE DIAS DE CHUVA MENSAL E ANUAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
RODovia: GO-221 TRECHO: DOVERLÂNDIA / TREVO GO-194 EXTENSÃO: 23,61 KM 0	ESTACÃO : DOVERLÂNDIA LATITUDE : 16°22'00" (UTM N = 8.097.667,89 m) LONGITUDE : 52°22'00" (UTM E = 336.944,38 m) CÓDIGO : 0162003												ENTIDADE : ANA PERÍODO : 1985 A 2019 (30 ANOS) UF : GOIÁS MUNICÍPIO: DOVERLÂNDIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	MESES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	DADOS ANUAIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ANOS	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total	Dias de chuva	Dia máxima																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1985	428,2	27	66	18	155,9	16	21	27	262	19	64,8	10	73	8	28,6	2	23,2	2	0	0	1	4,8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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 isotérmicos.

Figura 16 - Gráfico: Histograma do ano de maior pluviosidade na região

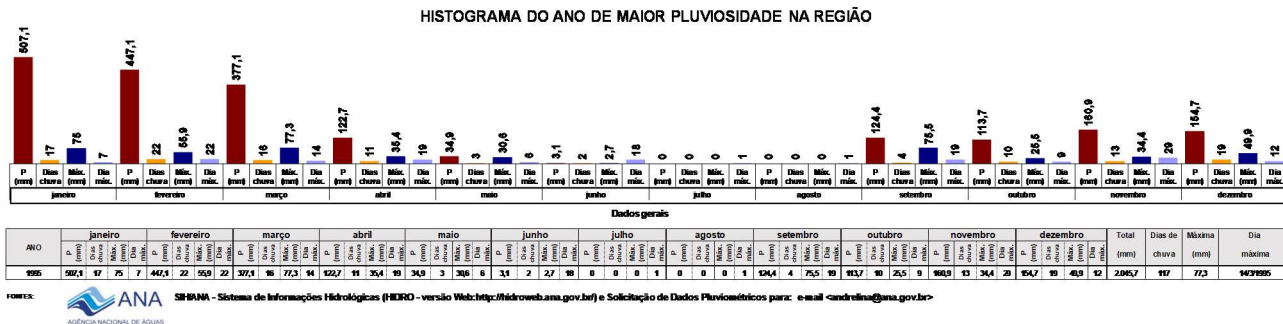


Tabela 5 - Pluviograma (DOVERLÂNDIA)

Estação: DOVERLÂNDIA Pluviograma
PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Diagrama Climatológico			
	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	536,00	509,40	435,40	180,60	70,90	174,80	40,90	125,60	141,30	283,40	386,90	525,00	Pmáx = 2045,7 mm (Precip. Máxima Anual para o período).			
Prec. Méd. Mensal	291,79	220,73	236,72	77,00	25,92	13,62	5,82	14,68	53,84	110,85	194,74	270,05	Pméd = 1515,76 mm (Precip. Média Anual para o período).			
Prec. Mín. Mensal	112,60	85,80	68,90	14,80	0,10	2,70	0,20	1,60	3,40	30,30	49,40	96,20	Pmín = 1142,7 mm (Precip. Mínima Anual para o período).			
NDC Máx. Mensal	28	24	24	17	7	6	4	9	11	17	21	28	Nmáx = 138 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período).			
NDC Méd. Mensal	19	15	17	8	3	1	1	1	5	10	15	19	Nméd = 114 (Média do núm. de dias de chuva por ano no período).			
NDC Mín. Mensal	9	8	6	2	0	0	0	0	1	5	7	10	Nmin = 94 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).			

Figura 17 - Gráfico: Precipitações totais anuais (DOVERLÂNDIA)

Estação : DOVERLÂNDIA

Precipitações Totais Anuais

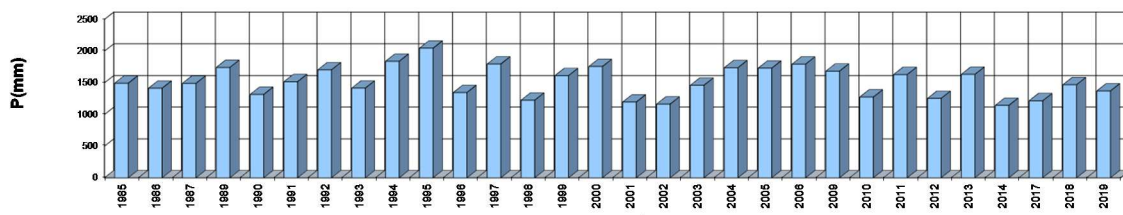


Figura 18 - Gráfico: Precipitações mensais (DOVERLÂNDIA)

Estação : DOVERLÂNDIA

Precipitações Mensais

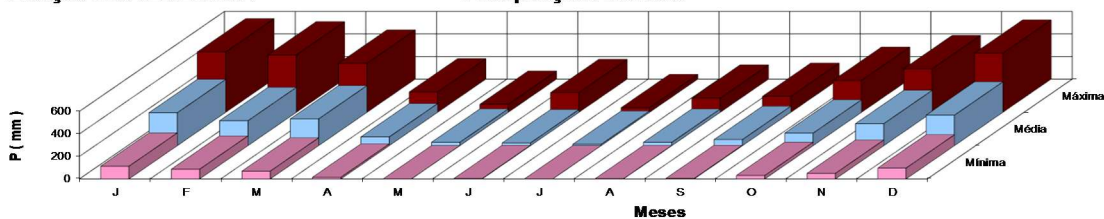
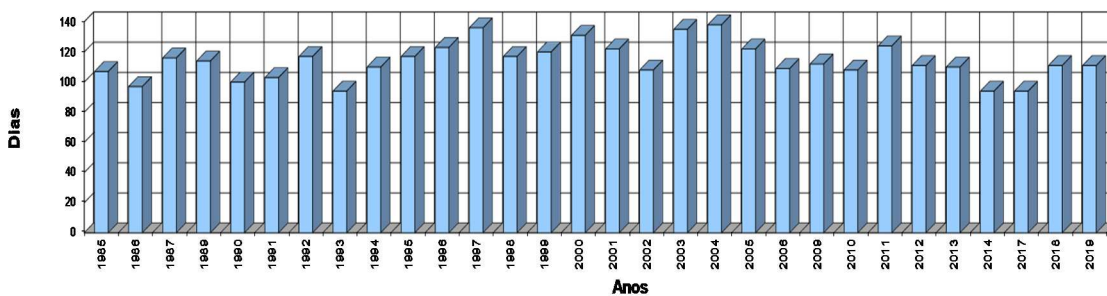


Figura 19 - Gráfico: Número de dias de chuva por ano (DOVERLÂNDIA)



Contudo, através da análise do pluviograma médio da estação de Doverlândia, pode-se observar que o início do período com maiores precipitações está contido nos meses de março a outubro, enquanto que o período de menor precipitação se encontra nos meses de abril a setembro.

6.4. METODOLOGIA UTILIZADA NA DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE PRECIPITAÇÃO, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DE CHUVAS

6.4.1. CONSIDERAÇÕES

Com os dados coletados de chuva diária, elaborou-se o presente estudo, visando à determinação das alturas para diferentes períodos de recorrência e diferentes durações.

A metodologia empregada foi o método de “Probabilidade Extrema de Gumbel”. Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para o posto. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

6.4.2. PROBABILIDADE EXTREMA DE GUMBEL

➤ Procedimentos

A seguir apresentamos os cálculos que fornecem as relações entre as precipitações máximas, períodos de retorno e as probabilidades de ocorrência, para o posto estudado.

Descrição dos índices usados nos cálculos, para análise pluviométrica:

- P.....Valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;
- Pm.....Precipitação média;
- m..... Números de anos observados;
- F.....Frequência de vazões de enchentes observadas;
- Tr.....Tempo de recorrência;
- n.....Número de ordem variável de 1 a “m”;
- σDesvio padrão;
- K.....Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do Período de Recorrência. Valor tabelado por WEISE e REIDE;
- Pr.....Fórmula devida a Ven te Chow, onde Pr é a precipitação para um certo período de recorrência;
- $Pr = Pm + (\sigma \times K)$.

Tabela 6 - Análise Estatística Pluviométrica e Cálculos

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ESTAÇÃO : DOVERLÂNDIA

CÓDIGO : 01652003

ENTIDADE : ANA

LATITUDE : 16°72'00"

LONGITUDE : 52°32'00"

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
22/12/1985	22	71,2	1	231,40	145,3	21.112,1	3,2	31,0
26/12/1986	14	78,6	2	167,90	81,8	6.691,2	6,5	15,5
27/11/1987	21	71,3	3	102,20	16,1	259,2	9,7	10,3
5/2/1989	7	93,0	4	100,00	13,9	193,2	12,9	7,8
4/1/1990	15	78,0	5	98,40	12,3	151,3	16,1	6,2
29/1/1991	26	64,2	6	93,70	7,6	57,8	19,4	5,2
11/3/1992	1	231,4	7	93,00	6,9	47,6	22,6	4,4
19/1/1993	25	66,6	8	90,60	4,5	20,3	25,8	3,9
7/1/1994	17	77,5	9	89,90	3,8	14,4	29,0	3,4
14/3/1995	18	77,3	10	87,70	1,6	2,6	32,3	3,1
20/11/1996	10	87,7	11	85,10	-1,0	1,0	35,5	2,8
16/6/1997	9	89,9	12	84,80	-1,3	1,7	38,7	2,6
19/3/1998	19	75,4	13	80,70	-5,4	29,2	41,9	2,4
2/3/1999	2	167,9	14	78,60	-7,5	56,2	45,2	2,2
15/12/2000	5	98,4	15	78,00	-8,1	65,6	48,4	2,1
6/10/2001	30	51,7	16	77,80	-8,3	68,9	51,6	1,9
12/1/2002	11	85,1	17	77,50	-8,6	74,0	54,8	1,8
23/1/2003	16	77,8	18	77,30	-8,8	77,4	58,1	1,7
23/2/2004	8	90,6	19	75,40	-10,7	114,5	61,3	1,6
12/12/2005	12	84,8	20	72,30	-13,8	190,4	64,5	1,6
8/4/2006	3	102,2	21	71,30	-14,8	219,0	67,7	1,5
27/3/2009	6	93,7	22	71,20	-14,9	222,0	71,0	1,4
3/10/2010	20	72,3	23	69,10	-17,0	289,0	74,2	1,3
27/9/2011	28	59,5	24	68,10	-18,0	324,0	77,4	1,3
10/1/2012	29	55,0	25	66,60	-19,5	380,2	80,6	1,2
19/1/2013	24	68,1	26	64,20	-21,9	479,6	83,9	1,2
20/12/2014	23	69,1	27	64,00	-22,1	488,4	87,1	1,1
21/11/2017	27	64,0	28	59,50	-26,6	707,6	90,3	1,1
2/2/2018	4	100,0	29	55,00	-31,1	967,2	93,5	1,1
25/12/2019	13	80,7	30	51,70	-34,4	1.183,4	96,8	1,0

CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO

$$\bar{P} = \frac{\sum P}{30} = 86,10$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{m - 1}} = 34,49$$

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 VEM TE CHOW:

$$Pr = \bar{P} + \sigma \times K$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K (*)	P (mm)
5 anos	0,866	115,97
10 anos	1,541	139,25
15 anos	1,917	152,22
20 anos	2,188	161,56
25 anos	2,393	168,63
50 anos	3,026	190,47
100 anos	3,653	212,09
1.000 anos	-	284,93
10.000 anos	-	357,78

$$\bar{P} = 86,10$$

$$\sum P = 2.583,00$$

$$\sum (P - \bar{P}) = 34.489,04$$

$$m - 1 = 29$$

$$\frac{\sum (P - \bar{P})}{m - 1} = 1189,3$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})}{m - 1}} = 34,5$$

$$Pr = 86,1 + K \times 34,49$$

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)							
NTr	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,553	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,87	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653

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

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEM TE CHOW - P_{Tr}(mm)

$$P5 = 86,1 + 0,866 \times 34,49 = 115,97 \text{ mm}$$

$$P10 = 86,1 + 1,541 \times 34,49 = 139,25 \text{ mm}$$

$$P15 = 86,1 + 1,917 \times 34,49 = 152,22 \text{ mm}$$

$$P20 = 86,1 + 2,188 \times 34,49 = 161,56 \text{ mm}$$

$$P25 = 86,1 + 2,393 \times 34,49 = 168,63 \text{ mm}$$

$$P50 = 86,1 + 3,026 \times 34,49 = 190,47 \text{ mm}$$

$$P100 = 86,1 + 3,653 \times 34,49 = 212,09 \text{ mm}$$

$$P1000 = P100 + (P100 - P10) = 284,93 \text{ mm}$$

$$P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 357,78 \text{ mm}$$

Tabela 7 - Determinação do coeficiente K

K para o Período de Recorrência (Tr, anos)							
NTr	5	10	15	20	25	50	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
11	1,034	1,809	2,242	2,553	2,789	3,516	4,238
12	1,013	1,777	2,202	2,509	2,741	3,456	4,166
13	0,996	1,748	2,168	2,470	2,699	3,405	4,105
14	0,981	1,724	2,138	2,437	2,663	3,360	4,052
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
16	0,955	1,682	2,087	2,379	2,601	3,283	3,959
17	0,943	1,664	2,066	2,355	2,575	3,250	3,921
18	0,934	1,649	2,047	2,335	2,552	3,223	3,888
19	0,926	1,639	2,032	2,317	2,553	3,199	3,860
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
21	0,911	1,613	2,004	2,286	2,500	3,157	3,810
22	0,905	1,603	1,992	2,272	2,484	3,138	3,787
23	0,899	1,593	1,980	2,259	2,470	3,121	3,766
24	0,893	1,584	1,969	2,247	2,457	3,104	3,747
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,996	3,618
34	0,853	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,979	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,260	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,842	2,104	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,909	3,513
47	0,824	1,474	1,836	2,096	2,291	2,903	3,507
48	0,823	1,471	1,832	2,093	2,290	2,893	3,501
49	0,821	1,469	1,830	2,090	2,287	2,891	3,496
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
51	0,818	1,464	1,824	2,083	2,280	2,885	3,486
52	0,817	1,462	1,821	2,080	2,276	2,881	3,481
53	0,815	1,459	1,818	2,077	2,273	2,875	3,474
54	0,814	1,457	1,816	2,074	2,270	2,873	3,471
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
56	0,812	1,453	1,811	2,069	2,264	2,865	3,462
57	0,810	1,451	1,809	2,063	2,261	2,862	3,458
58	0,809	1,449	1,806	2,064	2,258	2,858	3,454
59	0,808	1,448	1,804	2,061	2,256	2,855	3,450
60	0,807	1,446	1,802	2,039	2,253	2,852	3,416

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

6.4.3. MÉTODO DAS ISOZONAS

6.4.3.1. Considerações

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas, e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolação destes postos distantes até o local de projeto. O método utilizado para esta extrapolação é o das Isozonas. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários inferiores a 24 horas.

O trabalho do Engº Torrico partiu da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe de alturas de precipitação.

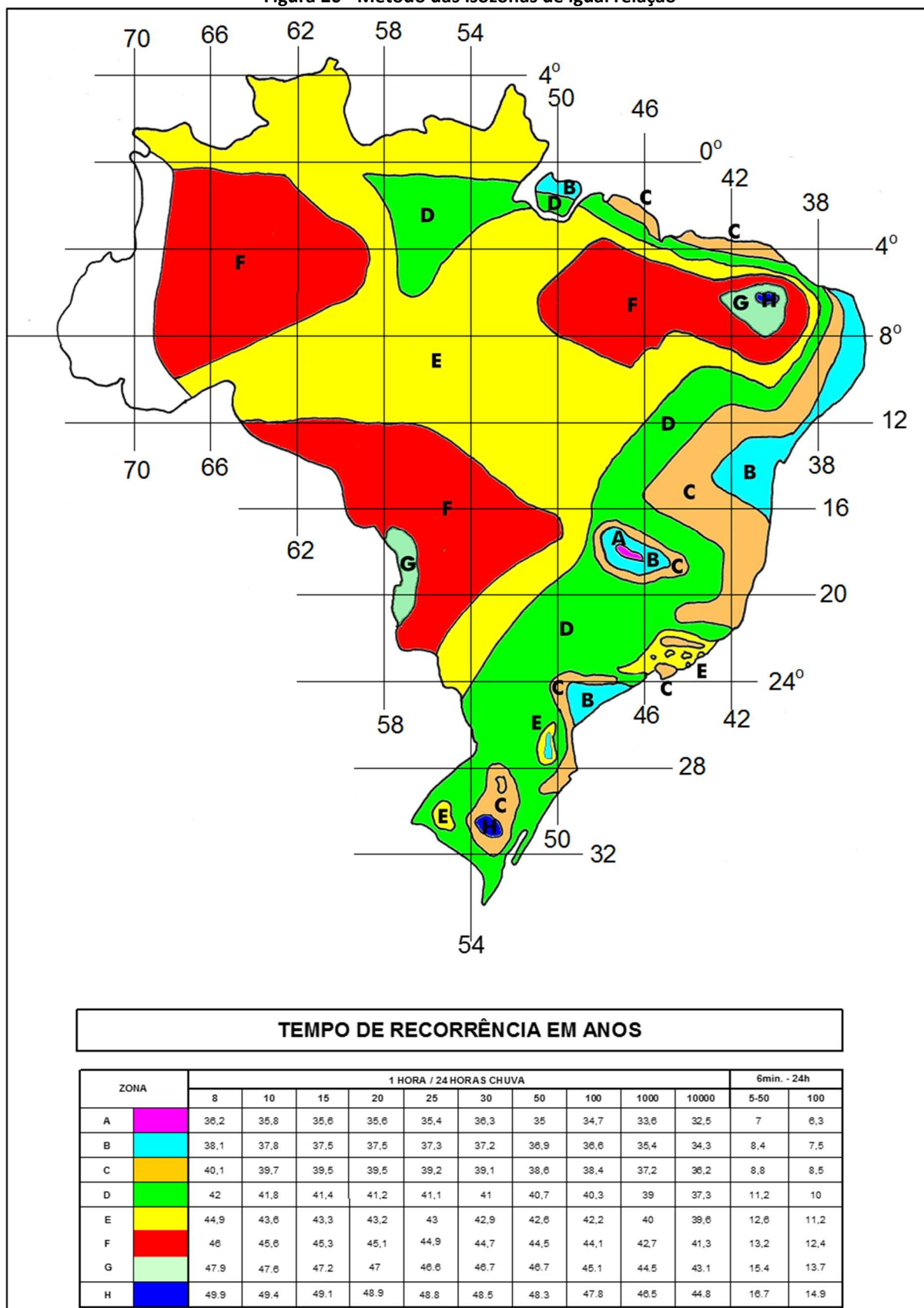
A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou um mapa relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

6.4.3.2. Procedimento

Descrição da metodologia adotada:

- A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou-se para o posto em estudo, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto;
- Converteu-se está chuva de um dia, em chuva de 24 horas, multiplicando-se está, pelo coeficiente 1.10, que é a relação 24 horas / 1 dia;
- Determinou-se no Mapa de Isozonas, a Isozona correspondente a região do projeto;
- Em nosso estudo a Isozona utilizada foi a Isozona “F”;
- Após ter-se determinado a Isozona, fixam-se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora;
- Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcaram-se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, e ligando-se os pontos marcados, obtiveram-se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.

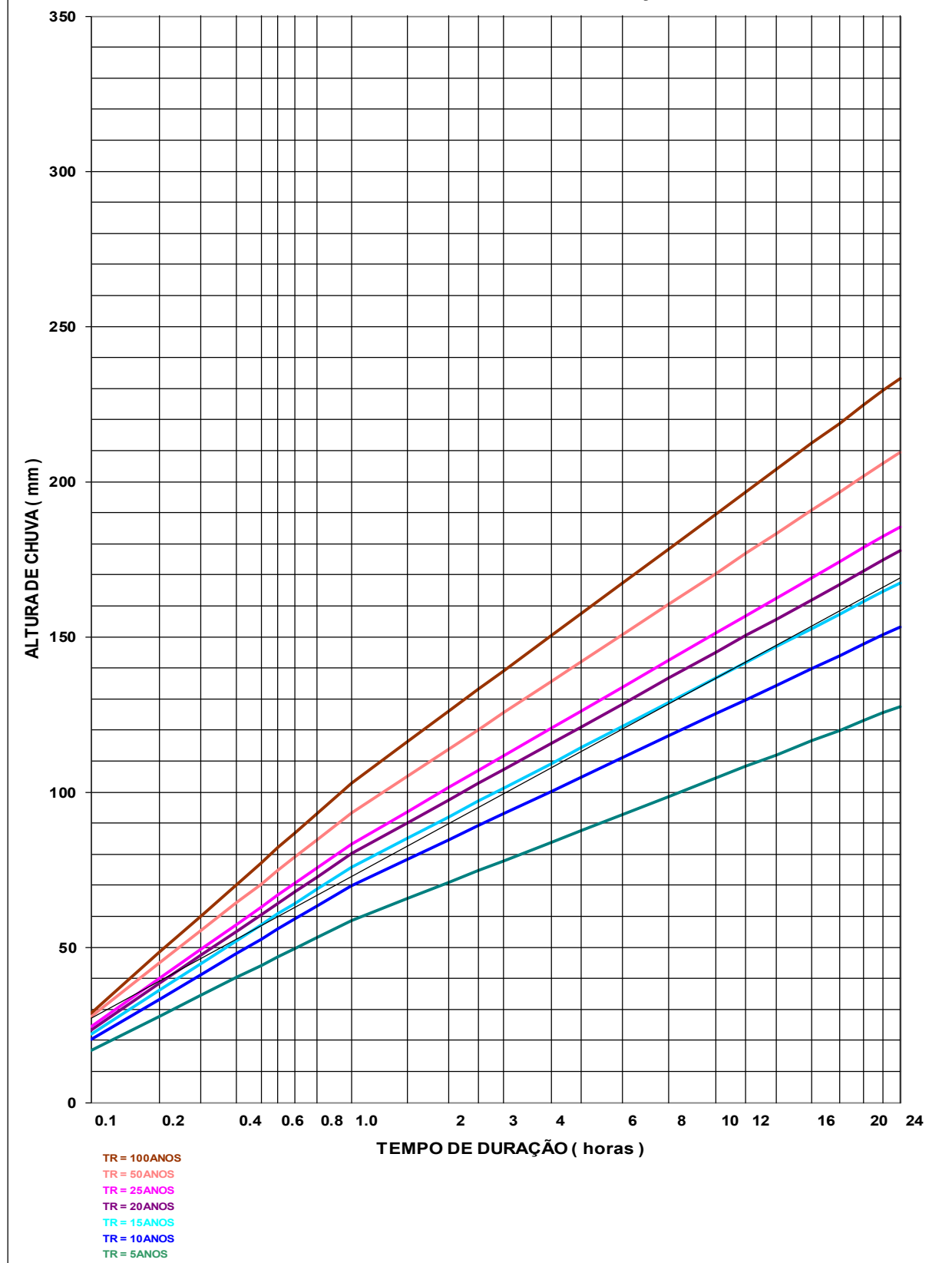
Figura 20 - Método das Isozonas de igual relação



ESTADÃO : DOVERLÂNDIA															
ISOZONA "F"															
Tempo de Recorrência em anos		1 hora / 24 horas chuva (A)					6 min / 24 horas (B)		Duração						
		5	10	15	20	25	50	100							
Porcentagem		46,0	45,6	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	12,4						
As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.															
Notas: Macha de cálculo: 1 - (C) = $P_{H(C)} \times 1,10$, onde $P_{H(C)}$ (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															
ESTADÃO : DOVERLÂNDIA															
ISOZONA "F"															
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
		P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)		
6 min. (0,1 h)		16,84	168,39	20,22	202,19	22,10	221,02	23,46	234,59	24,49	244,86	27,66	276,56	28,93	289,29
12 min. (0,2 h)		27,85	139,25	33,28	166,40	36,25	181,23	38,38	191,89	39,96	199,80	44,91	224,57	48,39	241,96
36 min. (0,6 h)		46,88	78,13	55,85	93,08	60,69	101,15	64,16	106,93	66,70	111,17	74,73	124,56	82,02	136,70
60 min. (1,0 h)		58,68	58,68	69,85	69,85	75,85	75,85	80,15	80,15	83,29	83,29	93,23	93,23	102,89	102,89
120 min. (2,0 h)		70,87	35,44	84,60	42,30	92,06	46,03	97,42	48,71	101,38	50,69	113,82	56,91	125,97	62,98
240 min. (4,0 h)		83,75	20,94	100,18	25,04	109,19	27,30	115,67	28,92	120,49	30,12	135,56	33,89	150,36	37,59
1440 min. (24,0 h)		127,57	5,32	153,17	6,38	167,44	6,98	177,72	7,41	185,50	7,73	209,51	8,73	233,30	9,72
Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershlid e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.															

Com esses valores, foram então traçadas no papel de probabilidades de Hershfield e Wilson, as retas das precipitações, onde se pode ler a altura de chuva para qualquer tempo de duração de chuva entre 6 minutos e 24 horas.

Figura 21 - Papel de Probabilidades de Hershfield e Willson
ESTAÇÃO: DOVERLÂNDIA
ALTURA DE CHUVA X TEMPO DE DURAÇÃO



Fonte: PAPEL DE PROBABILIDADE DE HERSHFIELD E WILSON

Nos quadros e gráficos a seguir, estão apresentados os valores de intensidade pluviométrica (em mm/h) e de precipitação total (em mm), obtidos a partir das leituras da Estação de Doverlândia, para chuvas intensas com durações entre 5 e 1.440 minutos, e períodos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos.

Tabela 9 - Intensidade Pluviométrica

DURAÇÃO (min)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)						
	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)						
	TR = 5 ANOS	TR = 10 ANOS	TR = 15 ANOS	TR = 20 ANOS	TR = 25 ANOS	TR = 50 ANOS	TR = 100 ANOS
6	168,386	202,190	221,020	234,591	244,857	276,558	289,293
12	139,247	166,395	181,231	191,891	199,801	224,565	241,958
18	114,853	137,050	149,109	157,766	164,149	184,225	200,230
24	100,454	119,766	130,219	137,719	143,229	160,603	175,473
30	88,291	105,216	114,359	120,917	125,725	140,908	154,391
36	78,127	93,078	101,146	106,931	111,167	124,556	136,704
42	70,867	84,408	91,707	96,941	100,768	112,876	124,070
48	66,413	79,081	85,902	90,791	94,362	105,670	116,346
60	58,680	69,847	75,850	80,152	83,289	93,233	102,886
90	43,804	52,231	56,795	60,069	62,476	70,063	77,459
120	35,436	42,298	46,031	48,711	50,690	56,908	62,985
150	29,865	35,672	38,839	41,115	42,800	48,084	53,257
180	25,920	30,976	33,740	35,726	37,200	41,814	46,337
240	20,939	25,045	27,297	28,917	30,123	33,890	37,589
300	17,509	20,952	22,845	24,207	25,223	28,391	31,506
360	15,452	18,502	20,182	21,392	22,297	25,113	27,885
480	12,321	14,762	16,110	17,081	17,808	20,070	22,300
600	10,442	12,518	13,667	14,494	15,116	17,044	18,948
720	9,017	10,813	11,809	12,525	13,065	14,737	16,388
840	8,000	9,596	10,481	11,119	11,600	13,088	14,559
960	7,280	8,735	9,543	10,126	10,565	11,925	13,269
1080	6,662	7,996	8,737	9,272	9,675	10,923	12,157
1200	6,151	7,384	8,070	8,564	8,938	10,092	11,235
1320	5,701	6,845	7,482	7,941	8,288	9,359	10,421
1440	5,315	6,382	6,977	7,405	7,729	8,730	9,721

Tabela 10 - Precipitação Total

DURAÇÃO (min)	PRECIPITAÇÃO (mm)						
	PERÍODO DE RECORRÊNCIA (anos)						
	TR = 5 ANOS	TR = 10 ANOS	TR = 15 ANOS	TR = 20 ANOS	TR = 25 ANOS	TR = 50 ANOS	TR = 100 ANOS
6	16,839	20,219	22,102	23,459	24,486	27,656	28,929
12	27,849	33,279	36,246	38,378	39,960	44,913	48,392
18	34,456	41,115	44,733	47,330	49,245	55,267	60,069
24	40,182	47,906	52,088	55,088	57,292	64,241	70,189
30	44,146	52,608	57,180	60,459	62,862	70,454	77,196
36	46,876	55,847	60,687	64,159	66,700	74,734	82,022
42	49,607	59,086	64,195	67,859	70,538	79,013	86,849
48	53,130	63,265	68,721	72,633	75,489	84,536	93,077
60	58,680	69,847	75,850	80,152	83,289	93,233	102,886
90	65,706	78,347	85,192	90,104	93,714	105,094	116,188
120	70,873	84,596	92,061	97,422	101,380	113,815	125,969
150	74,661	89,179	97,099	102,788	107,001	120,210	133,142
180	77,761	92,929	101,220	107,178	111,601	125,443	139,011
240	83,754	100,178	109,188	115,667	120,493	135,559	150,357
300	87,543	104,761	114,226	121,033	126,114	141,955	157,530
360	92,709	111,011	121,095	128,351	133,780	150,676	167,311
480	98,565	118,093	128,880	136,644	142,468	160,560	178,396
600	104,420	125,176	136,665	144,937	151,156	170,443	189,482
720	108,208	129,759	141,703	150,304	156,777	176,839	196,654
840	111,997	134,342	146,740	155,670	162,399	183,234	203,827
960	116,475	139,758	152,693	162,012	169,042	190,792	212,304
1080	119,919	143,925	157,273	166,890	174,153	196,606	218,825
1200	123,019	147,674	161,394	171,281	178,752	201,839	224,694
1320	125,430	150,591	164,600	174,696	182,330	205,909	229,258
1440	127,565	153,174	167,439	177,721	185,498	209,513	233,301

Figura 22 - Gráfico: Curva de Intensidade

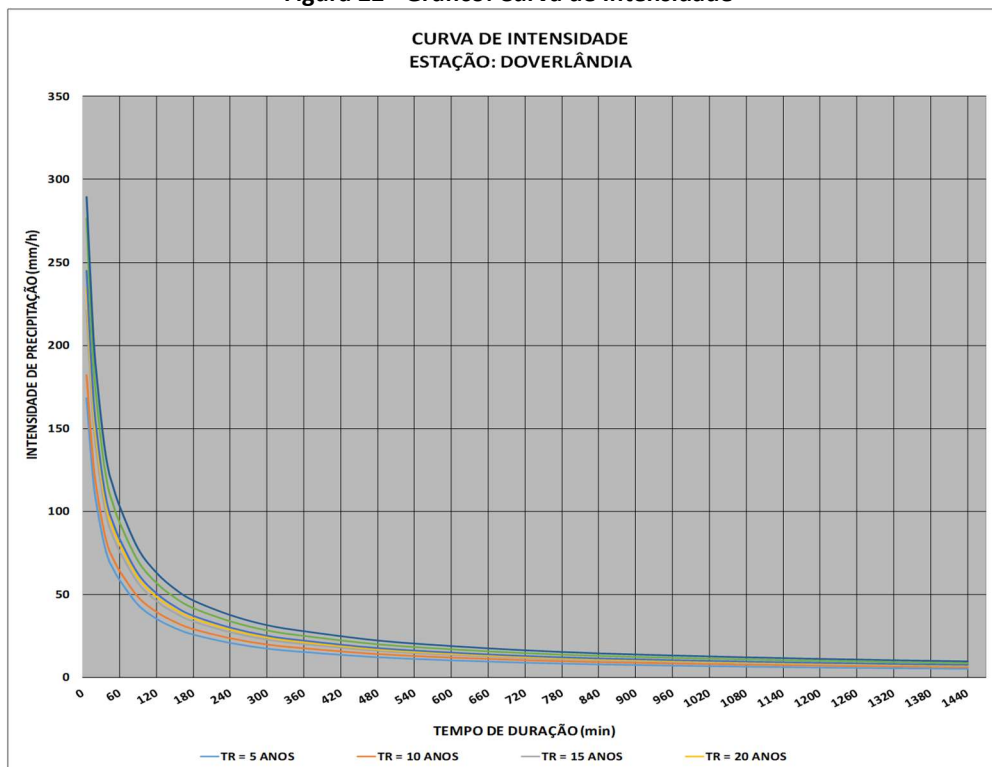
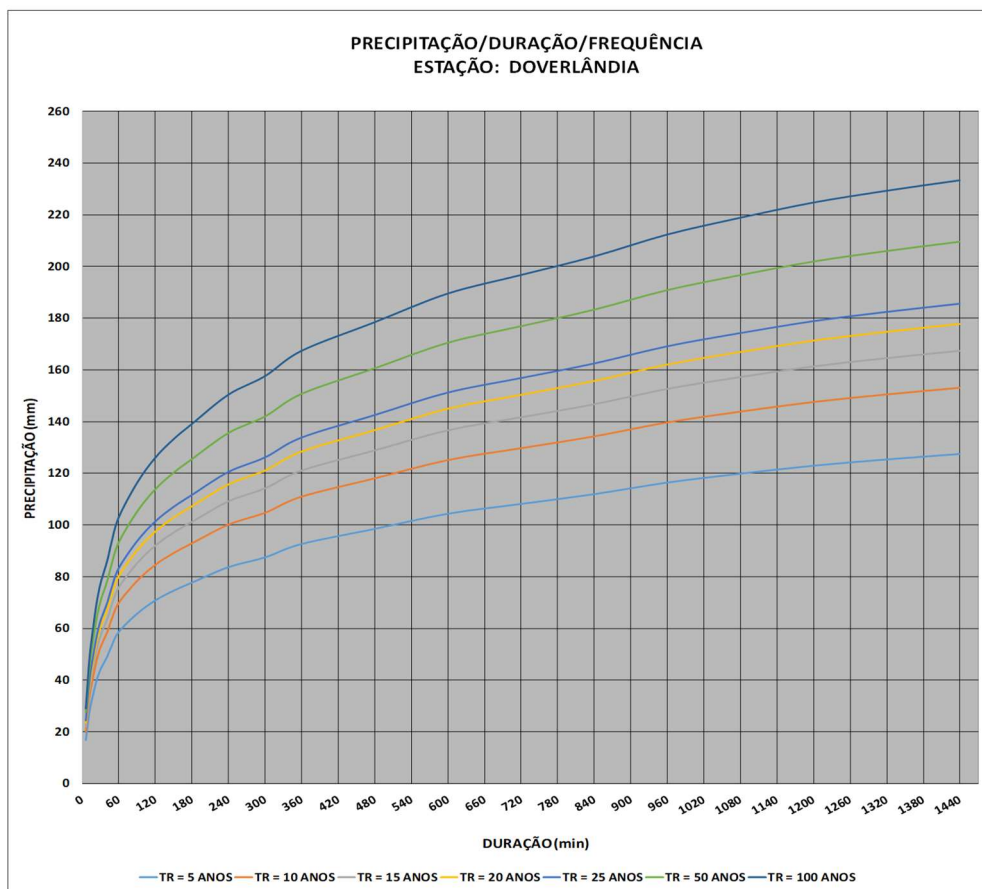


Figura 23 - Gráfico 6: Precipitação x Duração x Frequência



➤ TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR)

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado, levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Importância e segurança da obra;
- No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;
- Danos às obras de drenagem;
- Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;
- Outros fatores de ordem econômica.

Para o estudo em questão foram adotados os seguintes tempos de recorrência, os quais estão em conformidade com a Instrução IP-03 da GOINFRA.

- | | |
|-----------------------------|---|
| • Drenagem Superficial..... | 10 anos |
| • Bueiro Tubular..... | 15 anos (como canal)
25 anos (como orifício) |
| • Bueiro Celular..... | 25 anos (como canal)
50 anos (como orifício) |
| • Pontes..... | 100 anos |

➤ DECLIVIDADE EFETIVA

A fim de contribuir ainda mais na precisão das variáveis utilizadas para se chegar ao valor real da vazão da bacia contribuinte, utiliza-se o cálculo da declividade efetiva, como é mostrado a seguir. Quando a bacia tem pequena dimensão, a declividade efetiva tende a ter o mesmo valor que a declividade média, pois a curva hipsométrica do talvegue principal tende a ter uma homogeneidade nas curvas de nível, isto é, uma variação constante na distância entre uma curva e outra.

$$I = \left[\frac{L_T}{\frac{L_1}{\sqrt{I_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{I_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{I_3}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{I_n}}} \right]^2 = \left[\frac{Km}{Km} \right] \times 100 = I(\%)$$

Onde:

- LT = comprimento total do talvegue principal (Km);
- L1, L2, L3, Ln = comprimentos parciais do talvegue principal (Km);
- I1, I2, I3, In = declividades parciais (m/m).

➤ TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É definido como sendo o tempo necessário para que a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende de vários parâmetros, tais como:

- Área da bacia e sua forma;
- Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);
- Tipo, recobrimento vegetal, uso da terra, etc.

No projeto será utilizada a fórmula Kirpich publicada no “California Culverts Practice”, expressa pelas equações equivalentes 01 e 02 abaixo:

EQUAÇÃO 01	EQUAÇÃO 02	VARIÁVEIS E UNIDADES:
$T_c = 0,95 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$	$T_c = 0,95 \times \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	Onde: Tc = tempo de concentração, em horas; L = comprimento do talvegue, em Km; H = desnível do talvegue, em m; S = declividade média equiv. do talvegue, em m/km.

Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstram que a aplicação do hidrograma unitário triangular do US Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por Kirpich. Portanto para áreas maiores que 0,80 km² será utilizada a seguinte fórmula (Kirpich Modificado):

EQUAÇÃO 01	EQUAÇÃO 02	VARIÁVEIS E UNIDADES:
$T_c = 1,42 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$	$T_q = 1,42 \times \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385}$	Onde: Tc = tempo de concentração, em horas; L = comprimento do talvegue, em Km; H = desnível do talvegue, em m; S = declividade média equiv. do talvegue, em m/km.

O cálculo dos outros parâmetros, ou seja, área da bacia drenada, comprimento do talvegue principal e desnível entre o ponto mais alto nas cabeceiras dos mananciais e a seção de drenagem foram determinadas com suficiente precisão por meio de cartas topográficas fornecidas pelo IBGE em escala de 1:100.000 (relevo SRTM).

➤ COEFICIENTES DE ESCOAMENTO

Este coeficiente traduz a influência das condições pedológicas, da vegetação e das características físicas das bacias contribuintes na formação dos deflúvios, determinando em termos percentuais a parcela de chuva que escoar em relação à que se precipitou.

A definição dos coeficientes de escoamento superficial foi dividida em duas etapas, a saber:

- Coeficiente “C”, aplicável quando da utilização do Método Racional;

Tabela 11 - Tabela de coeficiente de escoamento, IPR-715,2005

CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 - 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 - 0,95
Revestimento primário	0,40 - 0,60
Solos sem revestimento com baixa permeabilidade	0,40 - 0,65
Solos sem revestimento com permeabilidade moderada	0,10 - 0,30
Taludes gramados	0,50 - 0,70
Prados e campinas	0,10 - 0,40
Áreas Florestais	0,10 - 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 - 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 - 0,30

- CN, Número da curva definidora do complexo solo-vegetação, utilizado no método do Hidrograma Unitário.

Tabela 12 - Número de Curva, IPR-715,2005

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

Onde:

- **GRUPO A:** Potencialidade mínima para formação de deflúvio superficial. Inclui areias em camadas espessas com muito pouco silte e argila e também loess profundo muito permeável.
- **GRUPO B:** Principalmente solos arenosos menos espessos que no grupo A e loess menos profundo ou menos agregado que no grupo A, porém apresentam infiltração acima da média, após intenso umedecimento prévio.
- **GRUPO C:** Compreende solos poucos profundos e solos contendo bastante argila e coloides, no entanto, menos que no grupo D. O grupo apresenta infiltração abaixo da média, após pré-saturação.
- **GRUPO D:** Potencial máximo para formação do deflúvio superficial. O grupo inclui em sua maioria, argilas de alto valor de expansão, incluindo também alguns solos poucos profundos, com sub-horizontes quase impermeáveis, próximos da superfície. Qualquer tipo de solo em terreno plano, com fraca rede de drenagem, acaba enquadrando-se nesse grupo, após um período prolongado de chuvas que eleva o nível do lençol freático para a superfície.

➤ CALCULO DOS COEFICIENTES “C” E “CN”H

Os valores do coeficiente de escoamento "C" e "CN" são obtidos nas tabelas apresentadas e estruturada em função das características das bacias. Para cada bacia analisada, foi levado em consideração as diferentes coberturas de solo e sua respectiva utilização, de acordo com o “C” de áreas urbanas, suburbanas e rurais.

Com isso, o coeficiente de escoamento superficial para cada bacia, levando as considerações supracitadas, é calculado ponderadamente em função da composição das áreas parciais, ou seja:

$$C = \frac{\sum C_i \times A_i}{\sum A_i}$$

Onde:

- C = coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);
- C_i = coeficiente de escoamento superficial da área parcial avaliado em função do uso e ocupação do solo;
- A_i = área parcial km².

➤ DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

Para a determinação das vazões de projeto, foram utilizados os seguintes métodos de cálculo, de acordo com a IP-03 - Estudos Hidrológicos da GOINFRA:

- Bacias com áreas até 4km² – Método Racional;
- Bacias com áreas entre 4km² e 10km² – Método Racional Corrigido;
- Bacias com áreas superiores a 10km² – Método do Hidrograma Unitário Triangular.

➤ MÉTODO RACIONAL

O Método Racional é representado pela seguinte equação:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Onde:

- Q = vazão de projeto (m³/s);
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- I = intensidade de precipitação (mm/min);
- A = área da bacia de contribuição (ha).

➤ MÉTODO RACIONAL CORRIGIDO

O Método Racional Corrigido é representado pela seguinte equação:

$$Q_c = Q \times C \times I \times A \times f$$

Onde:

- Q = vazão de projeto (m³/s);
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- I = intensidade de precipitação (mm/min);
- A = área da bacia de contribuição (ha);
- f = fator de correção.

Sendo:

- $f = A(-0,10)$ - para área rural;
- $f = A(-0,15)$ - para área urbana.

➤ MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT)

O Método do Hidrograma Unitário Triangular, desenvolvido, em 1957, pelo “U.S. Soil Conservation Service”, aplicável à obtenção das relações precipitação/deflúvio, em bacias hidrográficas com área de até 2.500km², está descrito na sequência.

A aplicação desse método envolve as seguintes operações:

- Identificação das características físicas da bacia;
- Determinação do tempo de concentração e tempo unitário;
- Cálculo do tempo de pico;
- Cálculo do tempo de descida;
- Avaliação da descarga de ponta;
- Cálculo de precipitação efetiva;
- Avaliação da vazão de projeto.

➤ IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA

As características físicas foram retiradas das cartas topográficas.

➤ TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E TEMPO UNITÁRIO

Os tempos de concentração e unitário são obtidos pela aplicação das fórmulas do Kirpich Modificado (vista anteriormente) e:

$$Ht = \frac{Tc}{5}$$

Onde:

- Tc = tempo de concentração, em horas;
- Ht = tempo unitário.

➤ **TEMPO DE PICO**

O valor do tempo de pico, que traduz, em horas, o tempo necessário para que a precipitação conduza à vazão de pico, é obtido pela fórmula:

$$Tp = \frac{DU}{2} + 0,6.Tc$$

➤ **TEMPO BASE E TEMPO DE DESCIDA**

Os tempos de base e descida do hidrograma são definidos pelas expressões:

$$tb = 2,67 \cdot tp \quad \text{e} \quad tr = 1,67 \cdot tp$$

➤ **DESCARGA DE PONTA**

O valor da descarga de ponta, em m³/s, do hidrograma unitário triangular é fornecido pela fórmula:

$$Q_p = \frac{2,08 \cdot A}{tp}$$

➤ **PRECIPITAÇÃO EFETIVA**

As precipitações efetivas são calculadas pela expressão:

$$Pe = \frac{\left(P' - \frac{5080}{CN} + 50,8 \right)^2}{P' - \frac{20320}{CN} - 203,2}$$

Sendo o valor de P', precipitação corrigida, necessário para bacias com área superior a 25 km², fornecido pela expressão:

$$P' = Po \left(1 - 0,1 \cdot \log \frac{A}{25} \right)$$

Onde o Po é obtido diretamente das curvas altura x tempo de duração.

6.5. DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE ARTE

A escolha das seções, das obras de arte estudadas, foi feita de acordo com a fórmula de Manning, calculando-se a vazão para a velocidade máxima de **4,50 m/s**, conforme recomendações do Manual de Drenagem do DNIT (pág 45).

Vazão, Velocidade e Declividade Crítica de Bueiros Celulares de Concreto.

Trabalhando como Canal (EC = D)

Tipo do Bueiro	Área Molhada Crítica (m ²)	Vazão Crítica (m ³ /s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSCC 1,50 X 1,50	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC 2,00 X 2,00	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC 2,50 X 2,50	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC 3,00 X 3,00	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC 1,50 X 1,50	3,00	9,40	3,14	0,68
BDCC 2,00 X 2,00	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC 2,50 X 2,50	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC 3,00 X 3,00	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC 1,50 X 1,50	4,50	14,10	3,14	0,68
BTCC 2,00 X 2,00	8,00	28,93	3,62	0,62
BTCC 2,50 X 2,50	12,50	50,55	4,05	0,58
BTCC 3,00 X 3,00	18,00	79,73	4,43	0,54

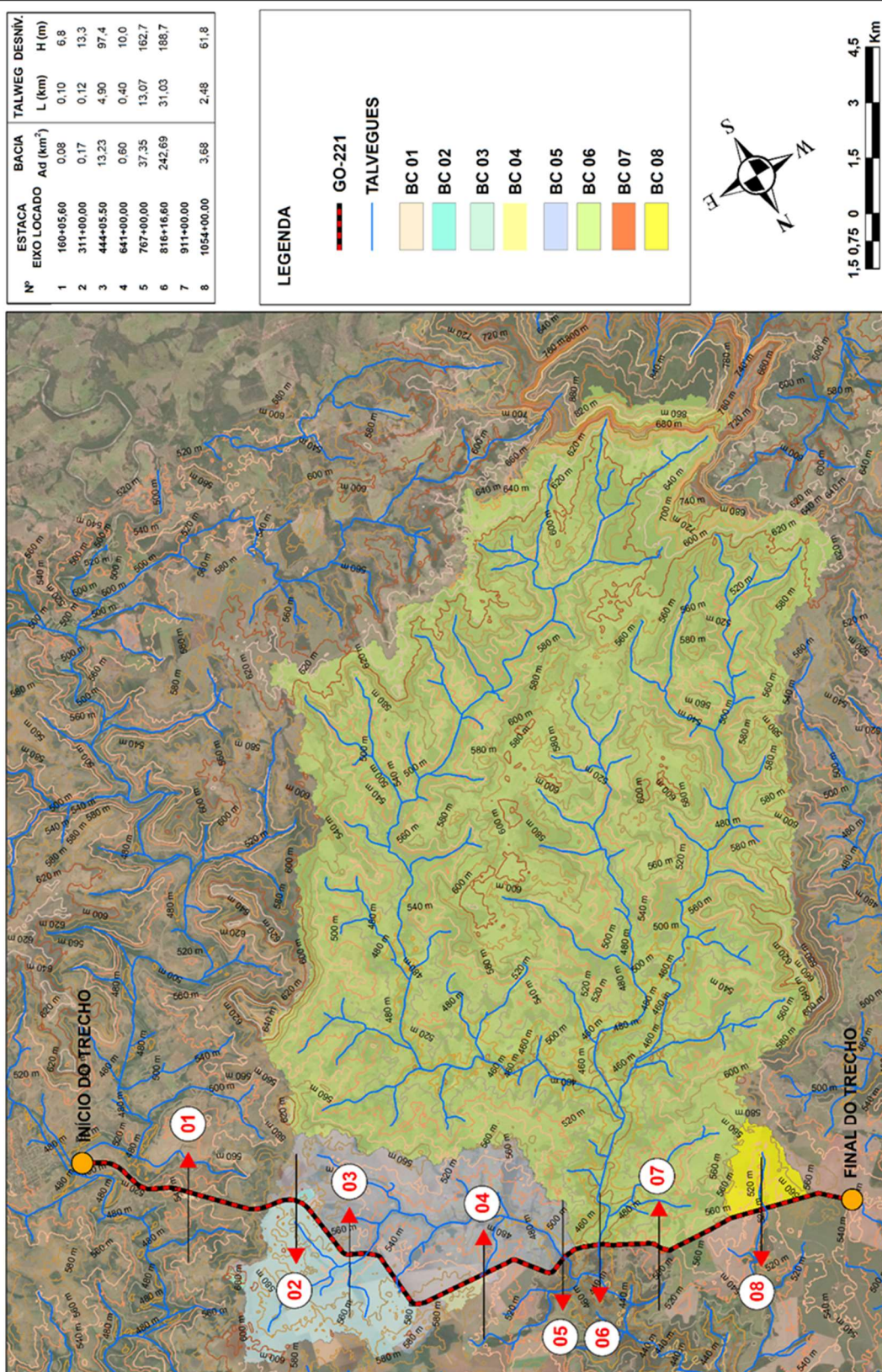
Vazão, Velocidade e Declividade Crítica de Bueiros Tubulares de Concreto.

Trabalhando como Canal (EC = D)

Tipo do Bueiro	Área Molhada Crítica (m ²)	Vazão Crítica (m ³ /s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSTC Ø 1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC Ø 1,20	0,86	2,42	2,80	0,69
BSTC Ø 1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC Ø 1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC Ø 1,20	1,72	4,84	2,80	0,69
BDTC Ø 1,50	2,69	8,45	3,14	0,65
BTTC Ø 1,00	1,80	4,60	2,56	0,74
BTTC Ø 1,20	2,59	7,25	2,80	0,69
BTTC Ø 1,50	4,04	12,67	3,14	0,65

6.6. MAPA DAS BACIAS

MAPA DE BACIAS - GO 221



6.7.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO – MÉTODO RACIONAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

a) BACIA - 160+05,60

$$Ad = 0,08 \text{ km}^2$$

$$L = 0,1 \text{ km}$$

$$\Delta H = 6,80999999999995 \text{ m}$$

$$s = 6,80999999999995 / 100 = 6,81 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,1^2/6,81)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,03 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 22 \text{ mm (} Tr = 15 \text{ anos)}$$

$$I = 22 / 0,1 = 220 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 220 \times 0,08 = 1,96 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BDTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = BDTC Ø 1,00 (M)

Obs:BDTC Ø 1,00 (M)

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

b) BACIA - 311+00,00

$$Ad = 0,17 \text{ km}^2$$

$$L = 0,122 \text{ km}$$

$$\Delta H = 13,32000000000001 \text{ m}$$

$$s = 13,32000000000001 / 122 = 10,92 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0,122^2/10,92)^{0,385} \Rightarrow Tc = 0,03 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0,1 \text{ h}$$

$$P = 22 \text{ mm (} Tr = 15 \text{ anos)}$$

$$I = 22 / 0,1 = 220 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0,4 \times 220 \times 0,17 = 4,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BTTC Ø 1,00

OBRA EXISTENTE = (C)

Obs: (C)

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

c) BACIA - 641+00,00

$$Ad = 0.33 \text{ km}^2$$

$$L = 0.12 \text{ km}$$

$$\Delta H = 10.69 \text{ m}$$

$$s = 10.69 / 120 = 8.91 \%$$

$$Tc = 0,39 \times (0.12^2/8.91)^{0,385}$$

$$\text{Adotou-se } Tc = 0.1 \text{ h}$$

$$P = 31 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 31 / 0.1 = 310 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0.4 \times 310 \times 0.33 = 8.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BSCC 2,00 X 2,00

OBRA EXISTENTE = BSTC Ø 1,00 (S)

Obs: BSTC Ø 1,00 (S)

MEMÓRIA DE CÁLCULO - MÉTODO RACIONAL

d) BACIA - 1054+13.20

$$Ad = 3.68 \text{ km}^2$$

$$L = 2.48 \text{ km} \quad 0,385$$

$$\Delta H = 61.8 \text{ m}$$

$$s = 61.8 / 2480 = 2.49 \%$$

$$Tc = 0,59 \times (2.48^2/2.49)^{0,385}$$

$$\Rightarrow Tc = 0.84 \text{ h} \quad \text{Adotou-se } Tc = 0.84 \text{ h}$$

$$P = 77 \text{ mm (Tr = 25 anos)}$$

$$I = 77 / 0.84 = 91.67 \text{ mm/h}$$

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times Ad \Rightarrow Qp = 0,278 \times 0.4 \times 91.6666666666667 \times 3.68 = 37.96 \text{ m}^3/\text{s}$$

∴ BUEIRO DIMENSIONADO = BTCC 2,50 X 2,50

OBRA EXISTENTE = (C)

Obs: (C)

6.7.2. MEMÓRIA DE CÁLCULO - HUT

Método do Hidrograma Unitário - HUT

ESTAÇÃO: DOVERLÂNDIA											C.N.: 60					
ESTACA: 442+10,00											COEF. DE REDUÇÃO(CR): 1,03					
CURSO DÁGUA: Córrego Do Retiro											TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 1,53 h					
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 13,23 km ²											TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,31 h					
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 4,90 km											TEMPO DE PICO(Tp): 1,07 h					
DESNÍVEL(ΔLTA H): 97,44 m											TEMPO DE RETORNO(Tr): 1,79 h					
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 1,989 %											TEMPO DE BASE(Tb): 2,86 h					
VEGETAÇÃO: Cerrado , Pastagens e Matas Ralas											TEMPO DE RECORRÊNCIA(Tr): 25 anos					
											φ(Tp): 25,69 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
0,31	4,97	5,11	0,16	0,16	7,34	1,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17
0,61	6,72	6,91	0,61	0,45	14,68	2,33	3,28	-	-	-	-	-	-	-	-	5,61
0,92	8,01	8,23	1,08	0,47	22,02	3,50	6,56	3,47	-	-	-	-	-	-	-	13,52
1,22	8,80	9,04	1,42	0,34	23,50	3,73	9,84	6,93	2,49	-	-	-	-	-	-	22,99
1,53	9,42	9,68	1,71	0,29	19,10	3,03	10,50	10,40	4,97	2,12	-	-	-	-	-	31,02
1,84	9,89	10,16	1,94	0,23	14,70	2,33	8,53	11,10	7,46	4,24	1,70	-	-	-	-	35,36
2,14	10,30	10,58	2,15	0,21	10,31	1,64	6,57	9,02	7,96	6,36	3,40	1,54	-	-	-	36,49
2,45	10,64	10,93	2,33	0,18	5,91	0,94	4,61	6,94	6,47	6,79	5,10	3,09	1,32	-	-	35,25
2,75	10,93	11,23	2,48	0,16	1,52	0,24	2,64	4,87	4,98	5,52	5,44	4,63	2,64	1,15	-	30,96
2,86	11,03	11,33	2,54	0,05	0,00	0,00	0,68	2,79	3,49	4,25	4,42	4,94	3,96	2,31	0,40	27,24

BURO PROJETADO : BTCC 2,50 X 2,50 VAZÃO MÁXIMA DE 50,55m³/s

ESTAÇÃO: DOVERLÂNDIA											C.N.: 60					
ESTACA: 767+05,00											COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,98					
CURSO DÁGUA: Córrego Do Retiro											TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 3,89 h					
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 37,35 km ²											TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 0,78 h					
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 13,07 km											TEMPO DE PICO(Tp): 2,72 h					
DESNÍVEL(ΔLTA H): 162,74 m											TEMPO DE RETORNO(Tr): 4,55 h					
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 1,245 %											TEMPO DE BASE(Tb): 7,27 h					
VEGETAÇÃO: Cerrado , Pastagens e Matas Ralas											TEMPO DE RECORRÊNCIA(Tr): 100 anos					
											φ(Tp): 28,53 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
0,78	9,17	9,01	1,40	1,40	8,15	11,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,43
1,56	11,73	11,53	2,64	1,24	16,30	22,85	10,11	-	-	-	-	-	-	-	-	32,96
2,33	13,08	12,85	3,39	0,75	24,45	34,28	20,21	6,13	-	-	-	-	-	-	-	60,62
3,11	14,03	13,79	3,96	0,56	26,09	36,57	30,32	12,26	4,58	-	-	-	-	-	-	83,73
3,89	14,91	14,65	4,50	0,54	21,21	29,73	32,35	18,38	9,17	4,43	-	-	-	-	-	94,06
4,67	15,51	15,24	4,88	0,38	16,33	22,89	26,30	19,61	13,75	8,85	3,11	-	-	-	-	94,51
5,45	16,19	15,91	5,32	0,44	11,44	16,05	20,24	15,94	14,67	13,28	6,22	3,60	-	-	-	90,00
6,22	16,86	16,57	5,77	0,45	6,56	9,20	14,19	12,27	11,93	14,16	9,32	7,21	3,63	-	-	81,92
7,00	17,29	16,99	6,06	0,29	1,68	2,36	8,14	8,60	9,18	11,51	9,95	10,81	7,26	2,37	-	67,82
7,27	17,44	17,14	6,16	0,10	0,00	0,00	2,09	4,94	6,44	8,86	8,09	11,54	10,89	4,74	0,83	58,41

OAE: PCA VAZÃO MÁXIMA ACIMA DE 94,51m³/s

ESTAÇÃO: DOVERLÂNDIA											C.N.: 60					
ESTACA: 816+18,30											COEF. DE REDUÇÃO(CR): 0,90					
CURSO DÁGUA: Ribeirão Capivara											TEMPO DE CONCENTRAÇÃO(Tc): 9,97 h					
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO(A): 242,69 km ²											TEMPO UNITÁRIO(ΔT): 1,99 h					
COMPRIMENTO DE TALVEGUE(L): 31,03 km											TEMPO DE PICO(Tp): 6,98 h					
DESNÍVEL(ΔLTA H): 188,73 m											TEMPO DE RETORNO(Tr): 11,65 h					
DECLIVIDADE DO TALVEGUE: 0,608 %											TEMPO DE BASE(Tb): 18,63 h					
VEGETAÇÃO: Cerrado , Pastagens e Matas Ralas											TEMPO DE RECORRÊNCIA(Tr): 100 anos					
											φ(Tp): 72,33 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
1,99	12,59	11,35	2,55	2,55	20,67	52,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,61
3,99	15,02	13,54	3,80	1,26	41,33	105,22	26,01	-	-	-	-	-	-	-	-	131,23
5,98	16,71	15,06	4,76	0,96	62,00	157,82	52,02	19,83	-	-	-	-	-	-	-	229,68
7,98	17,83	16,07	5,43	0,67	66,14	168,38	78,04	39,66	13,80	-	-	-	-	-	-	299,87
9,97	18,93	17,06	6,11	0,68	53,77	136,88	83,26	59,49	27,60	14,01	-	-	-	-	-	321,23
11,96	19,65	17,71	6,56	0,45	41,39	105,37	67,68	63,46	41,40	28,02	9,39	-	-	-	-	315,33
13,96	20,37	18,36	7,03	0,46	29,02	73,87	52,10	51,59	44,17	42,02	18,78	9,55	-	-	-	292,10
15,95	21,21	19,12	7,58	0,55	16,64	42,37	36,53	39,72	35,91	44,83	28,17	19,11	11,34	-	-	257,98
17,95	21,86	19,70	8,01	0,43	4,27	10,87	20,95	27,84	27,64	36,45	30,06	28,66	22,68	8,91	-	205,16
18,63	22,07	19,89	8,15	0,14	0,00	0,00	5,37	15,97	19,38	28,06	24,43	30,58	34,02	17,82	2,90	178,54

OAE: PCA VAZÃO MÁXIMA ACIMA DE 321,23m³/s

7. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

7. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

7.1. GENERALIDADES

Os trabalhos referentes aos estudos geotécnicos constaram de estudo de campo, de laboratório e de escritório. Os estudos de campo compreenderam observações visuais e coleta de amostra para posterior estudo no laboratório. Todos os resultados obtidos no campo e no laboratório foram encaminhados ao escritório onde foram devidamente analisados.

Os Estudos Geotécnicos desenvolvidos contemplam prospecções e estudos objetivando subsidiar a elaboração dos projetos de terraplenagem, drenagem e das interseções.

7.2. DIRETRIZES BÁSICAS E CRITÉRIOS UTILIZADOS

Foram adotadas as Instruções da GOINFRA - IP-07 Estudos Geotécnicos.

7.3. METODOLOGIA

7.3.1. ESTUDO DO SUBLEITO E CORTES

Os estudos do subleito foram realizados em duas fases descritas a seguir.

Inspeção e Coleta de Amostras

Para a identificação das diversas camadas de solos através da inspeção no campo, foram feitos furos de sondagens no eixo da pista projetada, espaçados longitudinalmente de 200m, tanto nos cortes como nos aterros inferiores a 1,00m. Para execução desses furos, foi fornecida uma nota de serviço de sondagem, baseado no greide de Terraplenagem, determinando a localização (estaca) e profundidade de cada um deles.

No trecho em estudo em alguns segmentos, não foi obedecido os 200 m entre os furos de sondagem, pois a localização escolhida representou uma amostra mais representativa. A profundidade dos diversos furos de sondagem atingiu 1,00m abaixo do greide projetado da terraplenagem. As amostras de solo foram coletadas, ensacadas e etiquetadas para posterior identificação, sendo a seguir encaminhadas ao laboratório.

Nos cortes os furos de sondagem foram feitos obedecendo o quadro abaixo:

Quadro 15 - Número de furos de sondagem

Extensão do Corte	Número mínimo de furos de sondagens
Até 300 metros	3 furos
300 a 400 metros	4 furos
Superior a 400 metros	1 furo a cada 150 metros

Os ensaios foram feitos em todos os furos de sondagem.

No segmento em estudo não foi detectado solo mole.

Ensaio de Laboratório

Foram realizados os seguintes ensaios de laboratório de acordo com as normas vigentes:

- Granulometria por peneiramento simples (DNER-ME-041/1994, DNER-ME-051/1994, DNER-ME-080/1994);
- Granulometria por sedimentação;
- Limite de liquidez (DNER-ME-122/1994);
- Limite de plasticidade (DNER-ME-082/1994);
- Compactação com energia proctor de 12 golpes ou 26 golpes (DNER-ME-129/1994);
- Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME-049/1994);
- Massa específica aparente "in situ" ou densidade "in situ" (DNER-ME-093/1994).

Todos os ensaios realizados obedeceram às especificações constantes do “Método de Ensaio”, adotados pela GOINFRA, estando os resultados apresentados no Volume 3B.

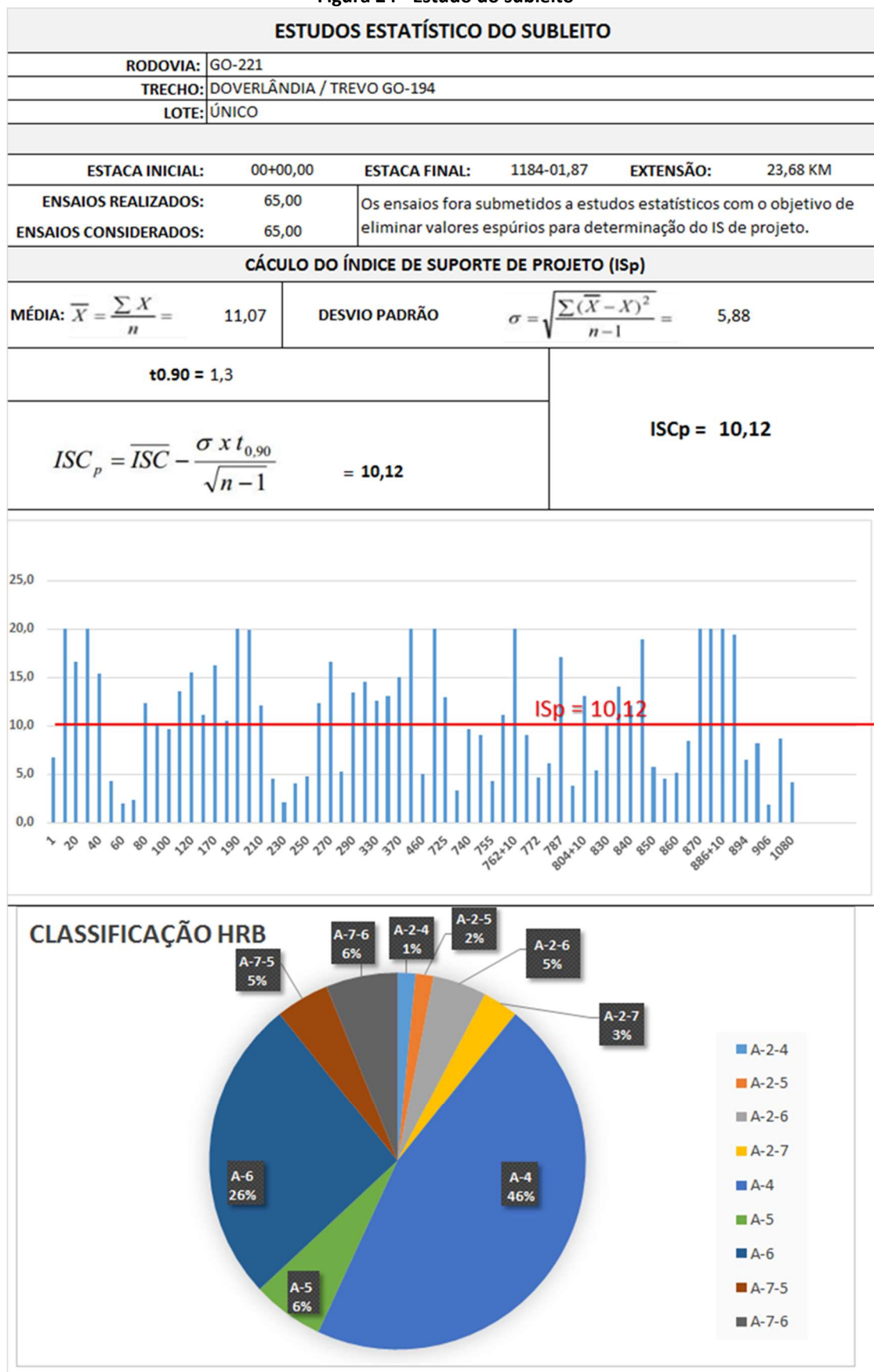
Os ensaios do subleito foram analisados concluindo-se que, o subleito é constituído predominantemente por solo argiloso com boa capacidade de suporte e expansão < 2%, sendo necessária a substituição dos materiais do subleito (cortes), em alguns segmentos, conforme relação abaixo:

Tabela 13 - Substituição de segmentos do sub-leito

SUBSTITUIÇÃO DO SUBLEITO ISC < ISC Projeto=10,12						
ESTACAS		EXTENSÃO (m)	ISC (%)	ESPESSURA (cm)	PLATAFORMA (m)	VOLUME (m³)
INICIAL	FINAL					
0+00	1+00	20,00	6,70	60,00	11,80	142
49+10	70+10	420,00	2,90	60,00	11,80	2.974
219+10	250+10	620,00	3,80	60,00	11,80	4.390
458+10	460+00	10,00	5,00	60,00	11,80	71
817+ 16,4	821+00	63,60	5,40	60,00	11,80	450
1065+00	1085+00	400,00	6,40	60,00	11,80	2.832

Os resultados dos ensaios foram tratados estatisticamente para a definição do valor de ISC de projeto adotado no dimensionamento do pavimento. Em decorrência da homogeneidade de suporte do subleito ao longo do trecho, foi considerado apenas um segmento homogêneo, para cada segmento, conforme análise estatística apresentada a seguir.

Figura 24 - Estudo do subleito



De acordo com as análises estatísticas do subleito, o ISCp adotado é **10,12%**.

7.3.2. ESTUDOS DE JAZIDAS

No estudo de ocorrência de materiais para pavimentação a determinação dos materiais compreendeu nas seguintes operações:

- Inspeção expedida no campo;
- Sondagens e coleta de amostra;
- Ensaios em Laboratório;
- Cubação do Volume aproveitável.

Na região foram encontradas 02 jazidas de cascalho.

Tabela 14 - Jazidas estudadas

JAZIDA DE CASCALHO					
			Distância do Eixo	Coordenadas	
Ocorrência	Estaca	Lado	km	x	y
Jazida 01	779	LE	4,00	347.352,06	8.157.284,98
Jazida 02	779	LE	2,98	347.004,56	8.154.640,92

Após a inspeção expedida no campo, foi lançado sobre a área escolhida um reticulado de 30 por 30m de lado, dentro do limite da ocorrência selecionada, cujos vértices foram numerados e feitos os furos de sondagem, e coleta de amostras. Todas as ocorrências de materiais terrosos foram amarradas em sistema de coordenadas UTM (informando o meridiano central) e geográficas, no mínimo em 3 vértices; para definir as direções das malhas, também, foram amarradas em relação a uma estaca do eixo da rodovia e determinamos sua coordenada.

Na ocorrência de materiais, foram realizados os seguintes ensaios:

- Granulometria (DNER-ME-041/1994, DNER-ME-051/1994, DNER-ME-080/1994);
- Limite de liquidez (DNER-ME-122/1994);
- Limite de plasticidade (DNER-ME-082/1994).
- Equivalente de areia (DNER-ME-054/1997);
- Compactação com energia Proctor de 26 golpes, 40 Golpes e 55 golpes (DNER-ME-129/1994);
- Índice de Suporte Califórnia (DNER-ME-049/1994);
- Massa específica aparente “in situ” ou densidade “in situ” (DNER-ME-093/1994).
- Abrasão Los Angeles.

Será apresentado um croqui das ocorrências, delimitando as áreas dos materiais aproveitáveis, bem como a posição dos furos.

As amostras de solo foram coletadas, ensacadas e etiquetadas para posterior identificação, contendo as seguintes informações: nº da amostra, rodovia, trecho, furo, ensaios, data e nome do operador.

Em função das determinações de laboratório e das anotações feitas no campo, foi realizada a cubagem de cada ocorrência.

A análise estatística realizada com os resultados dos ensaios de cascalho é apresentada a seguir.

Tabela 15 - Análise estatística dos materiais

JAZIDA 01- 26 GOLPES		REFERÊNCIA PARA SOLO LATERITICO SUB-BASE	REFERÊNCIA PARA SOLO LATERITICO BASE
ISC MIN	29,5	ISC > 20%	ISC > 80%
EXPANSÃO	0,0	EXP < 1%	EXP < 0,5%
LL	34,4	LL < 35%	LL < 45%
IP	11,8	IP < 15	IP < 15
JAZIDA 01- 40 GOLPES			
ISC MIN	45,6	ISC > 20%	ISC > 80%
EXPANSÃO	0,0	EXP < 1%	EXP < 0,5%
LL	40,1	LL < 35%	LL < 45%
IP	11,9	IP < 15	IP < 15
JAZIDA 01- 55 GOLPES			
ISC MIN	23,8	ISC > 20%	ISC > 80%
EXPANSÃO	0,0	EXP < 1%	EXP < 0,5%
LL	37,0	LL < 35%	LL < 45%
IP	12,3	IP < 15	IP < 15
JAZIDA 01- 2% C+ 25% AREIA -40 GOLPES			
ISC MIN	84,5	ISC > 20%	ISC > 80%
EXPANSÃO	0,0	EXP < 1%	EXP < 0,5%
LL	NL	LL < 35%	LL < 45%
IP	NP	IP < 15	IP < 15
JAZIDA 01- 30% BRITA + 25% AREIA -55 GOLPES			
ISC MIN	64,3	ISC > 20%	ISC > 80%
EXPANSÃO	0,0	EXP < 1%	EXP < 0,5%
LL	37,3	LL < 35%	LL < 45%
IP	4,5	IP < 15	IP < 15

JAZIDA 02- 26 GOLPES		REFERÊNCIA PARA SOLO LATERITICO SUB-BASE	REFERÊNCIA PARA SOLO LATERITICO BASE
ISC MIN	26,5	ISC > 20%	ISC > 80%
EXPANSÃO	0,0	EXP < 1%	EXP < 0,5%
LL	32,4	LL < 35%	LL < 45%
IP	12,5	IP < 15	IP < 15

Após a análise, conclui-se que para a sub-base usaremos a Jazida 02 com 26 golpes in natura e para a base usaremos a Jazida 01 com a mistura de 2% de cimento + 25% de Areia com 40 golpes. As características atendem integralmente às especificações DNIT – 141/2010-ES – para “Base Estabilizada Granulometricamente” e DNIT – 139/2010-ES – para “Sub-Base Estabilizada Granulometricamente”.

7.3.3. ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS CONCENTRADOS

Após indicação dada pelo projeto de Terraplenagem, dos locais onde houve necessidade de utilização de material importado, foram pesquisadas as caixas de empréstimo concentradas, escolhendo-se sempre a que propicie a obtenção do melhor material na menor distância possível.

Nas caixas de empréstimos concentrados, foram feitos, pelo menos, cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade igual à prevista para o empréstimo. Para caixas maiores que 10.000 m² foi feito um reticulado com malha de 50x100 m de lado.

Foram estudadas duas caixas de empréstimo concentradas que foram utilizadas nas camadas finais do aterro (1,0m).

Tabela 16 - Caixas de Empréstimo estudadas

CAIXAS DE EMPRESTIMO CONCENTRADOS					
Ocorrência	Estaca	Lado	Distância do Eixo	Coordenadas	
			km	x	y
CAIXA 01	893+10,38	LD	0,0143	346.138,11	8.161.226,91
CAIXA 02	779+00,00	LE	1,76 Km	347.491,00	8.158.660,00

As amostras coletadas de todos os furos, nos diversos horizontes, foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Granulometria (DNER-ME-041/1994, DNER-ME-051/1994, DNER-ME-080/1994)
- Limite de liquidez (DNER-ME-122/1994);
- Limite de plasticidade (DNER-ME-082/1994);
- Compactação com energia proctor de 12 golpes ou 26 golpes (DNER-ME-129/1994);
- Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNER-ME-049/1994);
- Massa específica aparente "in situ" ou densidade "in situ" (DNER-ME-093/1994).

Todas as amostras coletadas foram etiquetadas contendo n° da amostra, rodovia, trecho, estaca, localização do furo, ensaios, data e nome do operador.

O croqui e demais dados dos empréstimos encontram-se no Volume 2 – Projetos Executivos e Volume 3B - Estudos Geotécnicos.

7.3.4. ESTUDO DE PEDREIRAS

O reconhecimento da pedreira estudada foi feito em duas etapas, a saber:

- Reconhecimento preliminar;
- Prospeção definitiva.

No reconhecimento preliminar foi feito um exame visual do material, uma avaliação do volume e localização no trecho.

Nas ocorrências de materiais pétreos foram coletadas 3(três) amostras e feito os seguintes ensaios:

- Abrasão “Los Angeles” (DNER - ME -035/98);
- Adesividade (DNER-ME-078-94);
- Índice de forma (DNIT- ME 424/2020).
- Durabilidade (DNER-ME-089/1994);
- Granulometria (DNER ES 392/99- ME-083/98);
- Absorção (DNER- ME 081/94)

Para fornecimento de brita para execução do revestimento e obras de concreto foram estudadas duas ocorrências comerciais, denominadas de Pedreira P-01 e P-02.

- A Pedreira 01 – Calcário Montividiu Ltda, pedra Basalto, está localizada a 117,3, km do início do trecho (Estaca 00). A Pedreira atende as especificações exigidas pela GOINFRA.
- A Pedreira 02 – Sucal Mineração, pedra Basalto, está localizada a 175,0 km do início do trecho (Estaca 00). A Pedreira atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

Justificativa da ocorrência selecionada:

A ocorrência selecionada foi a que apresentou a menor distância média de transporte é a Pedreira Calcário Montividiu Ltda. e atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

A pedreira tem licença de operação, e manifestou interesse comercial de fornecimento de material para a obra.

O croqui e demais dados da Pedreira encontram-se no Volume 2 – Projetos Executivos e Volume 3B- Estudos Geotécnicos.

7.3.5. ESTUDO DE AREAL

Para fornecimento de agregados miúdos para as obras, foi pesquisado na ANM e na região, ocorrências viáveis que atendessem as especificações. Encontramos apenas um areal de areia natural explorado comercialmente que atende a obra:

- Areal Extração de Areia Martins (A01), localizado a 133,4 km da estaca inicial do trecho (Estaca 00+00). Este areal atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

Com as amostras coletadas no areal foram feitos os seguintes ensaios de laboratório:

- Granulometria de agregado miúdo (DNER-ME-080/1994);
- Teor de matéria Orgânica (DNER-ME-055/1995);
- Equivalente de Areia (DNER-ME-054/1997).

O areal tem licença de operação.

O croqui e demais dados dos Areais encontram-se no Volume 2 – Projetos Executivos e Volume 3B- Estudos Geotécnicos.

7.3.6. ORIENTAÇÕES PARA TERRAPLENAGEM

Após a realização do estudo do subleito ao longo do trecho, foram elaboradas as seguintes recomendações para o Projeto de Terraplenagem:

- Nos cortes com materiais com expansão > 2% e ISC < 10,12%, recomenda-se a substituição destes materiais por solos que apresentam expansão < 2% e ISC ≥ 10,12%;

Os aterros deverão ser executados com:

- No corpo do aterro, materiais que apresentem ISC > 2% e expansão < 4%, compactados a 95% do Proctor Normal;
- Nas camadas finais de aterro (1,0m), deverão ser utilizados solos com expansão < 2% e ISC ≥ 10,12%, compactados a 100% do Proctor Intermediário.

8.PROJETO GEOMÉTRICO

8. PROJETO GEOMÉTRICO

8.1. GENERALIDADES

O Projeto Geométrico baseou-se na diretriz definida, a qual procurou promover o melhor aproveitamento do relevo existente, sem deixar, contudo, de proporcionar características adequadas ao seguro desenvolvimento do tráfego previsto.

Evidentemente esse aproveitamento foi efetuado sem que houvesse prejuízo de aspecto de segurança, obtendo-se um projeto em conformidade com as instruções do órgão.

A elaboração do projeto foi iniciada a partir do lançamento da diretriz existente levantada pela topografia.

Este trecho atravessa uma região considerada ondulada de um modo geral.

O projeto obedeceu aos seguintes Documentos de Referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DNIT- IPR-726 -Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos básicos / Instruções de Serviço) - 2006;
- GOINFRA IP-08 - Instrução para Projeto Geométrico

8.2. CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA

Quadro 16 - Classificação Técnica

CLASSES DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA
0		Via Expressa	Decisão Administrativa
		Controle total de acesso	
I	A	Pista dupla	Os volumes de tráfego previstos ocasionarem níveis de serviço em rodovia de pista simples inferiores aos níveis C ou D.
		Controle parcial de acesso	
	B	Pista simples	Volume horário de projeto > 200
		Controle parcial de acesso	Volume médio diário (VDM) > 1400
II		Pista simples	VDM entre 700 e 1400
III		Pista simples	VDM entre 200 e 700
IV	A	Pista simples	VDM entre 50 e 200
	B	Pista simples	VDM < 50

O VMD calculado para o décimo ano no estudo de tráfego é de 333 veículos. Sendo assim a classe da rodovia se enquadra na Classe III, pista simples VMD entre 200 e 700.

ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS

O Projeto Geométrico obedeceu às seguintes Características Técnicas e Operacionais (Tabela 17):

Tabela 17 - Instruções específicas para rodovia classe III

Discriminação	Unidade	Instruções da GOINFRA
Tipo de Pavimento	-	Flexível
Tipo de Terreno (relevo)	-	Ondulado
Velocidade do Projeto	Km/h	80
Distância de Visibilidade de Parada	m	85 m
Distância mínima de visibilidade de Ultrapassagem	m	420 m
Largura da faixa de rolamento	m	3,50
Largura do acostamento	m	1,30
Largura da plataforma de terraplenagem	m	11,80

Obs: O acostamento adotado foi de 1,30 m devido as características já existentes da pista pavimentado do trecho da estaca 7+00 até a estaca 113+19,40 e da estaca 157+17,0 até a estaca 369+1,40, totalizando uma extensão de 6,34 km e também a ponte da estaca 816+18,30 (Ribeirão Capivara) será mantida, devendo assim permanecer a mesma seção existente.

8.3. EXECUÇÃO DO PROJETO

Definida a locação em planta e estabelecido o perfil altimétrico do terreno natural, tratou-se de lançar o greide. Esta linha de greide foi imaginada partindo-se de duas premissas fundamentais:

- Economia;
- Concordância dos elementos horizontais e verticais.

A economia foi obtida evitando grandes movimentos de terra. Já, para que houvesse concordância dos elementos horizontais e verticais, estes foram estudados em conjunto, de modo que a rodovia apresentasse o traçado mais fluente possível. Procurou-se sempre adotar nas curvas os raios mais amplos possíveis. O greide foi inicialmente lançado com base nos elementos obtidos no campo. A seguir, a equipe da empresa percorreu todo o trecho analisando e anotando as modificações necessárias. Efetuadas estas modificações, foram gabaritadas as seções transversais sendo novamente verificado o greide para eventuais ajustes localizados. As várias partes em que foi dividido o projeto estão expostas detalhadamente no decorrer deste capítulo.

8.4. PROJETO PLANIALTIMÉTRICO

a) Em planta - O eixo escolhido e locado no terreno foi estaqueado de 20 em 20m, assinaladas as estacas correspondentes a quilômetros inteiros e as centenas, aos PC e PT, TS, SC, CS, ST das curvas e seus PI's.

- Os alinhamentos acham-se indicados na planta com seus azimutes e estacas;
- Constam das plantas as cercas e benfeitorias existentes na faixa de domínio, os cruzamentos com outras estradas e com grotas, os bueiros, a serem prolongados e a construir. A posição dos Marcos está indicada na planta;

- São ainda indicados os bordos da pista e as projeções dos offsets hachurados em convenção diferenciando cortes e aterros;
- A faixa de domínio acha-se representada em todas as pranchas com seus limites e distâncias ao eixo. O relevo acha-se indicado por curvas de nível com equidistâncias de 1,00 m.

b) Projeto em perfil - No projeto em perfil acham-se indicados:

- Linha representativa do terreno natural;
- Linha representativa do greide de terraplenagem no eixo da plataforma;
- Porcentagem e comprimento das rampas retas;
- Comprimentos das projeções horizontais y_1 e y_2 das curvas de concordâncias verticais;
- Posições e cotas dos pontos de curvas verticais, pontos de interseção vertical, pontos de tangência vertical;
- Comprimento de flecha “e” das curvas verticais;
- Indicações das posições dos bueiros.

8.5. ELEMENTOS DE PROJETO

a) Curvas Verticais

As concordâncias verticais foram feitas com parábolas de segundo grau, sendo os valores mínimos das projeções horizontais das parábolas côncavas e convexas determinadas através das fórmulas abaixo:

○ **Parábola Convexa**

Se $L < y$:

$$y = \frac{0,5 \times L^2}{h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \times h_2}} \times \alpha$$

Se $L > y$:

$$y = \frac{0,5 \times L^2}{h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \times h_2}} \times \alpha$$

Onde:

- L = distância de visibilidade;
- y = projeção horizontal da parábola;
- $h_1 = 1,20$ (altura do olho do observador); $h_2 = 0,20$ (altura do obstáculo);
- $\alpha = i_1 - i_2$ = diferença de rampas.

○ **Parábola Côncava**Se $L < y$:

$$y = \frac{L}{1,2 + 2jh}$$

Se $L > y$:

$$y = 2 \times L \left(\frac{1,5 + 2jh}{\alpha} \right)$$

Sendo:

- y = projeção horizontal da parábola; L = distância de visibilidade;
- L = distância de visibilidade;
- h = altura dos faróis (0,75 m);
- j = ângulo do eixo dos faróis com o limite de iluminação: $(0,1^\circ) \text{ tg } j = 0,017455$.

▪ **Superlargura (S)**

Quando se está em uma curva, como o veículo é rígido e não pode acompanhar a curvatura da estrada, é necessário aumentar a largura da pista para que permaneça a distância mínima entre veículos que existia no trecho em tangente. Além disso, o motorista tem maior dificuldade de avaliar distâncias transversais em curva, o que exige algum aumento das distâncias de segurança consideradas em tangente.

▪ **Dimensionamento**

A consideração da superlargura, tanto no projeto como na construção, demanda um aumento de custo e trabalho que só é compensado pela eficácia desse acréscimo na largura da pista. Em consequência, valores pequenos de superlargura não têm influência prática e não devem ser considerados. Para esse fim, adota-se um valor mínimo de 0,40m.

Os valores, fórmulas e cálculos a seguir referem-se a trechos contínuos de rodovias, aos quais se aplicam os mais elevados critérios e onde predomina o intuito de proporcionar elevadas condições de segurança e conforto de viagem.

▪ **Pista de duas faixas**

As fórmulas a serem empregadas, já ajustadas para os casos de pistas de 2 faixas, são as seguintes:

$$S = L_T - L_B$$

$$L_T = \{2(G_C + G_L) + G_{BD}\} + FD$$

Onde:

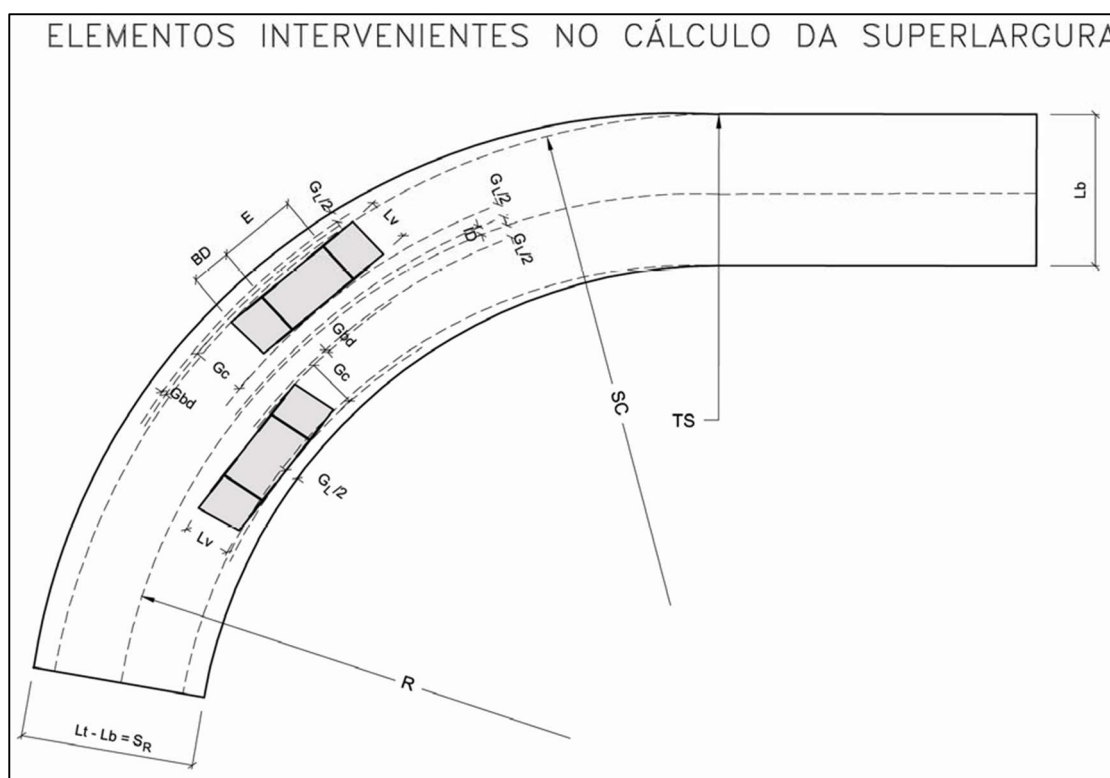
- S = superlargura total da pista;
- LT = largura total em curva da pista de 2 faixas de rolamento; LB = largura básica estabelecida para a pista em tangente*;
- GC = gabarito estático do Veículo de Projeto em curva;
- GL = gabarito (folga) lateral do Veículo de Projeto em movimento;
- GBD = gabarito requerido pelo percurso do balanço dianteiro do Veículo de Projeto em curva;
- FD = folga dinâmica. Folga transversal adicional para considerar a maior dificuldade em manter a trajetória de veículo em curvas, determinada de forma experimental e empírica.

Desdobrando as parcelas da fórmula acima, obtém-se:

$$G_C = L_v + (R - \sqrt{R^2 - E^2}) **$$

Onde:

- L_v = largura física do Veículo do Projeto, em metros. (Para Veículos de Projeto CO e SR, adota-se $L_v = 2,60$ m);
- E = distância entre eixos do Veículo de Projeto, em metros. (Para o Veículo de Projeto CO, adota-se $E = 6,10$ m);
- R = raio da curva, em metros.



Os valores de GL a serem adotados são os seguintes, em função da largura da pista de rolamento em tangente LB :

LB (m)	6,00/6,40	6,60/6,80	7,00/7,20
GL (m)	0,60	0,75	0,90

▪ Disposição da Superlargura

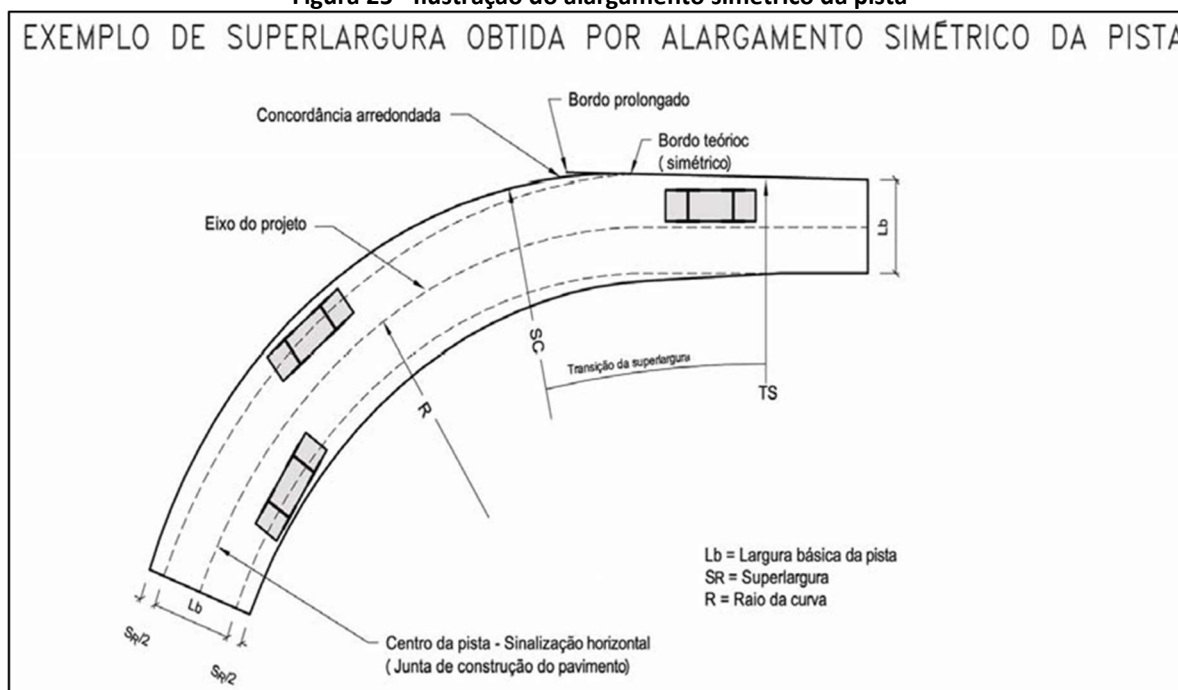
A superlargura adotada pode ser disposta metade para cada lado da pista (alargamento simétrico) ou integralmente de um só lado da pista (alargamento assimétrico), convindo realçar que o veículo, ao se posicionar para percorrer a curva, tende a se deslocar para o lado interno da mesma sem previamente procurar compensar tal tendência com um leve movimento para o lado externo.

▪ Alargamento Simétrico da Pista

Quando a curva em foco é adotada de curva de transição (e todas as curvas que requerem superlargura possuem raios que requerem também curvas de transição), deverá ser aproveitada sempre que possível e gradual passagem de tangente para a curva circular para também introduzir a superlargura, cujo valor total será mantido ao longo do trecho circular. Nesse caso, será aplicada metade da superlargura para cada lado da pista.

Se o eixo projetado se situa no centro da pista em tangente, continuará no centro da pista no trecho de transição e no trecho circular. Igual consideração se aplica à sinalização horizontal e mesmo, por motivos de condução ótica, à junta longitudinal de construção da pavimentação (especialmente de placas de concreto).

Figura 25 - Ilustração do alargamento simétrico da pista



▪ Alargamento Assimétrico da Pista

Em alguns casos, convirá alargar a pista para um só lado, desejavelmente correspondendo ao lado interno da curva. Esses casos sucederão condicionados por problemas executivos ou de aproveitamento da faixa de domínio, bem como por ocasião do emprego de curva circular simples sem transição.

O eixo de projeto se situará assimetricamente em relação ao centro da pista. Por sua vez, a sinalização horizontal deverá ser disposta no centro da pista alargada e não coincidente com o eixo do projeto. Consideração análoga, igualmente por motivos de condução ótica, deverá ser desejavelmente aplicada à junta longitudinal de construção do pavimento.

Figura 26 - Ilustração do alargamento assimétrico da pista



▪ Superelevação

Conforme foi observado na determinação dos raios mínimos de curvatura horizontal, as rodovias apresentam nas curvas seções inclinadas em relação ao plano horizontal com o propósito de contrabalançar o efeito da aceleração centrífuga. Dá-se o nome de superelevação em um ponto da curva ao valor da tangente do ângulo formado pela reta de maior declive da seção com o plano horizontal. Usualmente a superelevação é expressa em percentagem.

Os principais critérios básicos a serem fixados quanto à superelevação compreendem:

- Variação da seção da pista na implantação da superelevação;
- Posição do eixo de rotação;
- Necessidade de superelevação;
- Valores mínimos e máximos a considerar;
- Valores de superelevação para raios acima dos mínimos;
- Valores de superelevação nas restaurações de rodovias;
- Transição da superelevação;
- Concordância das rampas de superelevação.

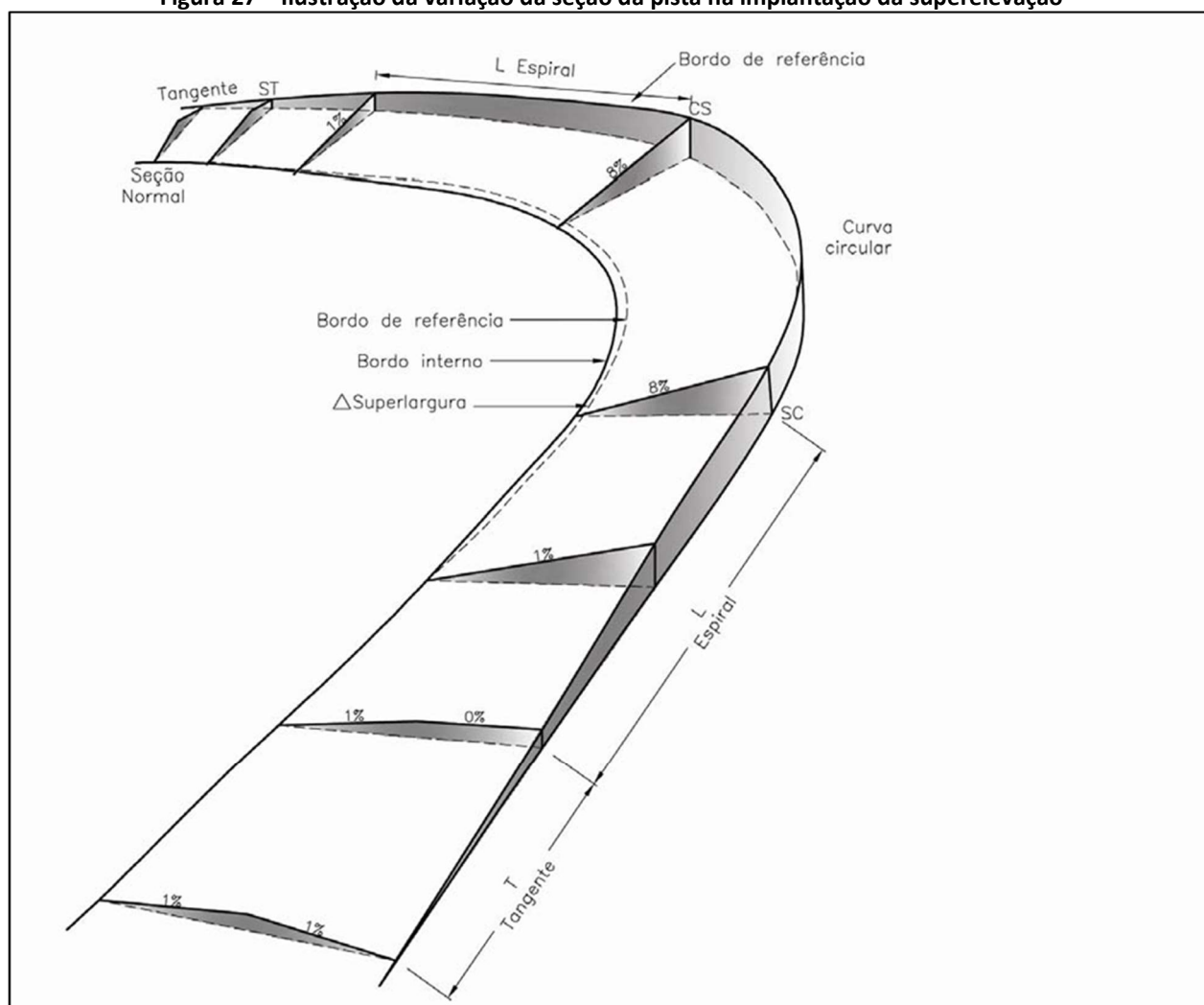
▪ Variação da Seção da Pista na Implantação da Superelevação

Nos trechos em tangente a seção transversal da pista de rolamento de uma rodovia de pista simples apresenta uma forma “abaulada”, em que as duas faixas de trânsito são inclinadas em torno do eixo para os bordos, que se situam em cotas inferiores para escoamento das águas para fora da rodovia.

Nos trechos em curva a seção transversal da pista apresenta normalmente com declividade constante, inclinada para o bordo interno da curva no valor da superelevação.

Para efetuar o giro da superfície do pavimento da pista tangente para a curva com objetivo de atingir a superelevação desejada, são estabelecidos dois comprimentos de transição, conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 27 – Ilustração da variação da seção da pista na implantação da superelevação



▪ Transição da Tangente (T)

Denomina-se de comprimento de transição da tangente T a extensão que antecede o comprimento da transição da superelevação e ao longo da qual se processa a rotação da pista, ou a parte dela, até tornar sua seção horizontal. Por extensão de conceito, mantém-se a designação também nos casos em que a pista tem declividade num único sentido.

▪ Transição em Curva (L)

Por definição, o comprimento de transição da superelevação L inicia no ponto onde toda, ou parte da pista tem (ou teria) sua seção no plano horizontal e termina no ponto onde for atingida a superelevação final (e) a ser mantida constante no trecho circular. Se a pista em tangente tem declividade transversal num único sentido, correspondente ao lado interno da curva que se segue, a definição mantém sua vitalidade, considerando-se ter havido um giro fictício da pista, desde sua situação hipotética prévia com a pista horizontal, até a situação com a efetiva declividade transversal em tangente.

Para manter a mesma taxa de variação da superelevação nos trechos em T (em tangente) e L (em curva) faz-se:

$$T = \frac{Ldt}{e}$$

Onde:

- T = comprimento da transição da tangente / abaulamento (m);
- L = comprimento de transição da superelevação (m);
- dt = declividade transversal da pista em tangente (%);
- e = superelevação mantida no trecho circular (%).

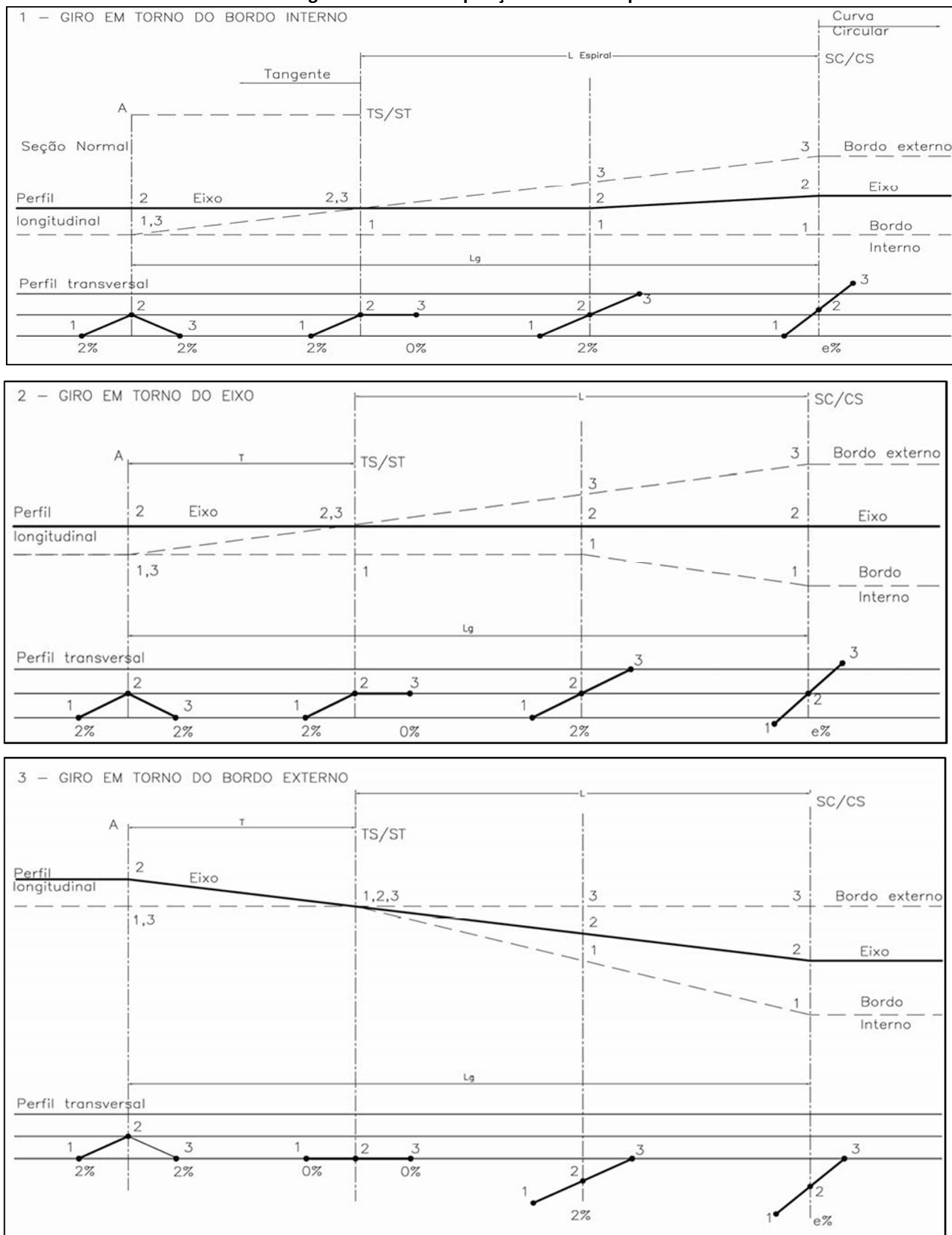
Nas rodovias em pista dupla é comum que nos trechos em tangente às pistas apresentem inclinação constante dt para o bordo externo a partir do bordo interno. A transição da superelevação nesse caso é semelhante ao caso de pista simples com a diferença que a pista gira por inteiro até atingir inclinação de 0%. As fórmulas se mantêm inalteradas.

▪ Posição do Eixo de Rotação

O eixo de rotação é uma linha fictícia longitudinal à pista, mantendo constante em cada trecho seu afastamento horizontal e vertical do eixo rodovia. Em torno dele a pista gira ao longo do comprimento de transição da superelevação.

A posição do eixo de rotação tem influência sobre diversos elementos de projeto. De um modo geral, o eixo de rotação poderá ser disposto em diversas situações conforme pode ser visualizado nas Figuras abaixo. A posição a ser escolhida em cada caso decorrerá da consideração conjunta de todos os fatores intervenientes.

Figura 28 - Possíveis posições de eixo da pista



Normalmente o eixo de rotação utilizado para implantação da superelevação coincidirá com o eixo (linha de centro) da rodovia. Essa solução resulta em menores variações altimétricas dos bordos e consequentemente menores diferenças entre rampas do eixo e bordos de transição da superelevação. Há casos, entretanto, em que é mais vantajoso utilizar um dos bordos como eixo de rotação.

Pode ser recomendável o uso do bordo interno quando:

- Por motivos de melhorias das condições de drenagem deseja-se manter as cotas do bordo interno;
- Para aproveitar uma superfície em revestimento primário, já consolidada pelo tráfego, deseja-se impedir cortes da superfície;
- O uso do solo adjacente desaconselha a redução das cotas do bordo interno;
- Após longa tangente em nível deseja-se realçar o início de uma curva.

Pode ser recomendável o uso do bordo externo quando:

- Uma forte rampa de bordo pode ser esteticamente desaconselhável, principalmente se iniciar em uma estrutura de ponte ou viaduto. A rampa resultante no bordo interno é menos perceptível para o motorista;
- O uso do solo adjacente desaconselha a elevação das cotas do bordo externo.

▪ Necessidade de Superelevação

Para cada Velocidade Diretriz considerada existe um valor de raio para o qual a aceleração centrífuga é tão pequena que pode ser desprezada, tratando-se o trecho como se fosse em tangente, seja porque o valor teoricamente já seria muito pequeno, seja por questões de aparência, ou por condições relativas à mudança no sentido de declividade transversal da pista.

Para fins práticos é apresentado o quadro a seguir:

Quadro 17 - Valores de R acima dos quais a superelevação é dispensável

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥100
R (m)	450	800	1250	1800	2450	3200	4050	5000

Convém salientar que os valores apresentados devem ser encarados essencialmente como indicadores de ordem de grandeza, não se justificando tentativas de definição precisa.

▪ Valores Mínimos e Máximos a Considerar

Há diversas considerações de ordem técnica e prática que limitam os valores extremos a adotar para a taxa de superelevação nos projetos rodoviários. Serão então indicados os valores mínimos e máximos a empregar.

▪ Valor Mínimo de Superelevação Admissível

Para facilitar a drenagem das águas pluviais, a seção transversal dos trechos em tangente apresenta declividade mínima transversal de 2%, considerada adequada para as condições

brasileiras em geral. Pela mesma razão se adota esse valor para superelevação mínima, que não deve ser reduzido, a não ser em casos especiais, devidamente justificados. Evidentemente, por considerações de coerência, a declividade mínima de uma pista superelevada será igual à declividade transversal fixada para seção normal em tangente.

▪ Valores Máximos de Superelevação Admissíveis

O valor máximo admissível para a superelevação é condicionado por diversos fatores, tais como:

- Grande possibilidade do fluxo de tráfego operar a velocidades bem abaixo da velocidade diretriz, devido à frequência de veículos comerciais, condições de rampa, interseções em nível e congestionamento;
- A velocidade diretriz e a classe de projeto;
- Comprimento de transição da superelevação com viabilidade prática, principalmente nos casos de curvas reversas e pistas com muitas faixas;
- Razões econômicas, visando, por exemplo, poupar estruturas existentes e reduzir os custos de construção e manutenção.

A consideração conjunta as condicionantes acima referidas, conduz aos valores práticos recomendados para a taxa máxima admissível de superelevação, mencionados a seguir:

$$e_{\max} = 12\%$$

A taxa máxima prática admissível para a superelevação de projetos rodoviários é de 12%. Seu emprego deve ser limitado aos casos de melhorias e correção de situações perigosas existentes sem alteração dos raios em planta (por economia ou impossibilidade). Deverá ser verificada a incidência de veículos lentos, já que para esses, o aumento da superelevação será contraindicada. No caso de projetos novos deve-se procurar aumentar os raios e não a superelevação. Para duplicação com aproveitamento de pista existente sem alterações, cada sentido pode ser atendido separadamente, se necessário.

$$e_{\max} = 10\%$$

Próprio para rodovias de padrão elevado, onde as condições topográficas, geométricas e de atrito lateral e os volumes de tráfego favoreçam elevadas velocidades e fluxo interrupto. Adotar para rodovias de Classe 0 em geral e Classe I em regiões planas e onduladas.

$$e_{\max} = 8\%$$

Em projetos de rodovias de padrão intermediário ou de rodovias de elevado padrão sujeitas a fatores (geralmente topográficos) que reduzam a velocidade média. Adotar para Classe I em região montanhosa e rodovias das demais classes de projeto em geral.

$$e_{\max} = 6\%$$

Em projetos condicionados por urbanização adjacente e frequentes interseções, que provocam redução da velocidade média.

$$e_{\max} = 4\%$$

Em situações extremas, com intensa ocupação do solo adjacente e reduzida flexibilidade para variar as declividades transversais da pista, sem vias marginais.

▪ Valores de Superelevação para Raios acima dos Mínimos

Para o raio mínimo permitido para uma determinada velocidade diretriz emprega-se a superelevação máxima correspondente. Para raios maiores que o mínimo, a aceleração centrífuga diminuiu e não há mais a necessidade de manter essa superelevação máxima. A experiência

mostrou ser aconselhável a adoção de valores variáveis, decrescentes em função do raio, que dessem ao motorista condições de conforto para os diversos raios adotados em um projeto.

Na pesquisa de uma solução adequada foram formuladas 3 hipóteses:

- **1ª Hipótese** - para raios crescentes a partir do raio mínimo, manter a taxa de superelevação fixa até o valor do raio que anule totalmente a aceleração centrífuga, resultando em valor nulo para a força de atrito. A partir desse ponto começaria a ser reduzida a superelevação.
- **2ª Hipótese** - para raios crescentes a partir do raio mínimo, manter a força de atrito constante e adotar a superelevação mínima necessária para manter o equilíbrio. Ao ser atingida a superelevação mínima prática (normalmente de 2%) a força de atrito começaria a reduzir com o crescimento do raio.
- **3ª Hipótese** - para raios crescentes a partir do raio mínimo, reduzir gradual e simultaneamente a taxa de superelevação e a força de atrito até atingir a taxa mínima de superelevação admissível.

Esta 3ª Hipótese revelou-se como a mais adequada do ponto de vista da segurança e conforto dos motoristas e para sua aplicação prática adotou-se a curva de variação expressa pela equação:

$$e = e_{max} \left(\frac{2R_{mi}}{R} - \frac{R_{min}^2}{R^2} \right)$$

Onde:

- E = taxa de superelevação a adotar (m/m);
- e max = taxa máxima de superelevação adotada (m/m);
- R = raio da curva (m);
- R min = raio mínimo para a taxa máxima de superelevação adotada para a velocidade diretriz em questão (m).

○ Transição da Superelevação

▪ Curvas de Transição

A variação da conformação da seção transversal da rodovia, desde a situação básica em tangente até atingir o valor total da superelevação adotado para a curva circular é realizada ao longo de um trecho dito de transição.

Admitindo, como é prática corrente, que a superelevação varie linearmente ao longo desta curva de transição e que o veículo percorra essa curva com velocidade constante, a clotóide é a curva que proporciona perfeito equilíbrio entre o crescimento da superelevação e o crescimento da aceleração centrífuga, sendo adotada como padrão para projetos rodoviários. Esta curva está disponível nos modernos sistemas computadorizados para projeto de rodovias e costuma constituir a opção básica.

Considerações de ordem prática levam a dispensar o uso da clotóide nos casos em que se revela de pouca relevância, quando:

- A trajetória descrita pelos veículos no trecho de transição puder ser acomodada dentro do conjunto tangente - curva circular sem maior dificuldade;
- Os comprimentos de clotoide forem pequenos e praticamente se confundirem com o conjunto tangente-curva circular que substituem;
- For pequeno o crescimento da aceleração centrífuga.

Existem vários critérios visando orientar o estabelecimento do limite de emprego de curvas de transição. Pode-se citar, a título ilustrativo:

- Que o afastamento (recuo) entre circunferência e tangente ($\square R$ ou p) seja superior a 0,30m;
- Que o ângulo central do segmento de clotoide (SC) seja superior a $3^{\circ}11'$;
- Que a curva requeira uma superelevação igual ou inferior a 3%.

Para fins de projetos rodoviários comuns, recomenda-se o critério associado à aceleração centrífuga. Por esse critério dispensa-se o uso de curva de transição quando a aceleração centrífuga a que o veículo é submetido na curva circular for igual ou inferior a $0,40 \text{ m/s}^2$, ou seja, quando $R \geq 0,193 V^2$, conforme valores do Quadro 18 a seguir.

Quadro 18 - Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição

V(km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R(m)	170	300	500	700	950	1200	1550	1900	2300	2800

○ **Comprimento da Transição da Superelevação**

▪ **Comprimento Mínimo**

Teoricamente, a adoção de uma superelevação para a pista visa a contrabalançar total ou parcialmente a aceleração transversal atuando sobre o veículo em decorrência de sua trajetória circular. Consequentemente, à variação da curvatura em planta entre a situação em tangente e a trajetória circular correspondem as pertinentes variações da aceleração transversal e da superelevação.

Portanto, o comprimento da curva de transição não deverá ser inferior ao comprimento de transição da superelevação L , determinado de acordo com os critérios, sendo desejável a adoção de valores superiores ao valor mínimo determinado.

- **(LC1) - Critério de taxa máxima de variação da aceleração centrífuga** - A taxa máxima de variação da aceleração centrífuga C é um valor empírico que indica o conforto e a segurança durante o percurso da transição $L_{\min}$. Deverá atender à expressão:

$$C = -0,009V + 1,5$$

Onde:

- C = taxa de variação da aceleração centrífuga (m/s^3);
- V = velocidade diretriz (km/h).

O Valor de $L_{\min}$ é calculado pela expressão:

$$L_{min} = \frac{V^3}{46,646CR} - \frac{eV}{0,367C}$$

Onde:

- L_{min} = comprimento da transição da superelevação (m);
- E = superelevação plena da curva (m/m);
- R = raio da curva (m).

A taxa de variação da aceleração centrífuga ou solavanco transversal mede o grau de desconforto do motorista durante o percurso da curva de transição e os valores adotados são considerados os máximos admissíveis que atendem a condições adequadas de conforto e segurança.

O segundo termo da expressão de L_{min} pode ser desprezado por ser muito pequeno em relação ao primeiro.

- **(LC2) - Critério do comprimento mínimo absoluto de L**- Valores muito pequenos para o comprimento de transição da superelevação não têm eficácia prática, prejudicam a aparência da rodovia e conduzem a perfis íngremes para os bordos da pista. Adotam-se como valores mínimos absolutos os comprimentos correspondentes ao percurso durante cerca de 2 segundos com a velocidade diretriz da rodovia. Os valores mínimos absolutos constam do Quadro 19:

Quadro 19 - Comprimentos mínimos absolutos de L

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
L (m)	30	30	30	40	40	50	60	60	70

- **(LC3) - Critério da fluência ótica**- No caso de concordância entre tangentes e curvas com raios grandes, da ordem de 800 e 1000 metros, para destacar a transição de alinhamento recomenda-se que o comprimento da transição atenda a condição complementar:

$$L_{min} \geq \frac{R}{9}$$

Onde:

- L_{min} = comprimento da transição da superelevação (m);
- R = raio da curva circular (m).

Os comprimentos L_{min} calculados pelos três critérios expostos são apresentados na Figura 00.

- **(LC4) - Critério da máxima rampa de superelevação admissível** - A diferença de greides entre o eixo da pista e o bordo mais afetado pela superelevação (rampa de superelevação) não deve ultrapassar os valores constantes do Quadro 20 para garantir valores confortáveis e seguros para a velocidade de giro de veículo em torno do eixo de rotação.

Quadro 20 - Rampas de superelevação admissíveis para pistas de 2 faixas com eixo de rotação no centro

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	≥100
r (%)	0,73 (1:137)	0,65 (1:154)	0,59 (1:169)	0,54 (1:185)	0,50 (1:200)	0,47 (1:213)	0,43 (1:233)

Nos casos em que a distância entre o bordo mais desfavorável e o eixo de rotação for superior a largura de uma faixa de rolamento (pistas com mais de 2 faixas, pistas com eixo de rotação no bordo, etc.), a adoção dos mesmos valores admissíveis para a rampa de superelevação conduziria a valores maiores para o comprimento mínimo de transição da superelevação, muitas vezes, impraticáveis. Nessa hipótese, os comprimentos de transição e as rampas de superelevação básicas (correspondentes às pistas de 2 faixas) são majorados segundo o seguinte critério, válido para qualquer situação relativa entre bordo e o eixo de rotação (Quadro 21).

Quadro 21 - Fatores de majoração do comprimento de transição para o caso do eixo de rotação fora do centro

Distância entre bordo da pista e eixo de rotação	Fatores de majoração	
	Comprimento de	Rampas de superelevação
Dobro de uma faixa	1,50	1,33
Triplo de uma faixa	2,00	1,50
Quádruplo de uma faixa	2,50	1,60

A fórmula geral para o cálculo do comprimento mínimo de transição da superelevação por esse critério é:

$$L_{\min} = \frac{d + l}{2r} \cdot e$$

Onde:

- $L_{\min}$ = comprimento mínimo de transição da superelevação (m);
- d = distância do eixo de rotação ao bordo mais afastado da pista de rolamento (m);
- l = largura da faixa de rolamento (m);
- r = rampa básica de superelevação admissível em pistas simples com eixo de rotação no centro da pista;
- e = taxa de superelevação na curva circular (%).

▪ Comprimento Máximo

O valor máximo do comprimento de transição da superelevação é considerado por dois critérios.

- **(LC5) - Critério do máximo ângulo central da clotóide** - Considerações de ordem prática recomendam limitar o comprimento da clotóide ao valor do raio da curva de concordância, o que corresponde ao ângulo central de transição de 28° 39' (S_c).

$$L_{\max} = R$$

Onde:

- $L_{\max}$ = valor máximo do comprimento da clotóide (m);
- R = raio da curva circular (m).

- **(LC6) - Critério do tempo de percurso** - Recomenda-se que o tempo de percurso da transição seja limitado a 8 segundos, o que corresponde a:

$$L_{\max} = 2,2V$$

Onde:

- L max = valor máximo do comprimento da transição da superelevação (m);
- V = velocidade diretriz (km/h).
- Para rodovias do mais elevado padrão este critério pode ser desconsiderado.

- **Critérios Complementares**

Além dos critérios expostos para determinar valores limites para a transição da superelevação há outras considerações de ordem prática a considerar.

- **Arredondamento**

De um modo geral os valores dos comprimentos de transição da superelevação para projeto deverão ser arredondados para valores múltiplos de 10m, objetivando a uniformidade e padronização dos valores e a facilidade de cálculo e locação.

- **Transição da Superelevação sem Curva de Transição**

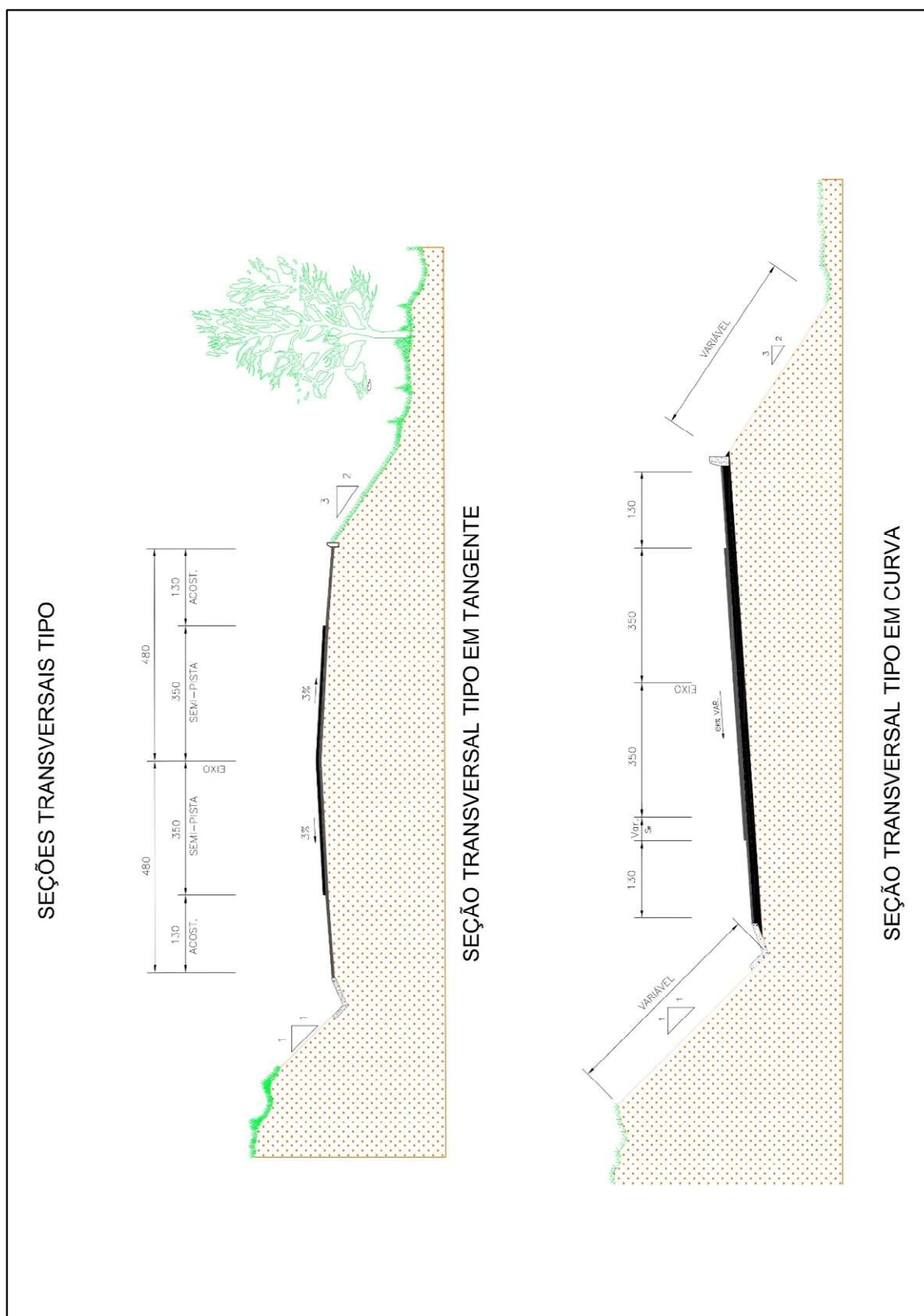
Nessa hipótese a transição da superelevação será procedida ao longo do comprimento de transição calculado, dispondo-se de 60% a 70% desse comprimento na tangente que procede ao PC. Se houver conveniência poderá haver pequenos deslocamentos longitudinais para fazer que os pontos notáveis coincidam com estacas inteira ou +10.

A seguir será apresentado o quadro resumo referente a “**Caracterização da Superelevação**” do trecho em questão.

CARACTERIZAÇÃO DA SUPEREVALUAÇÃO

GO -221

8.6. SEÇÕES TRANSVERSAIS



9.PROJETO DE TERRAPLENAGEM

9. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

9.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem da Rodovia: GO -221 - Trecho: Doverlândia / Trevo GO -194, com extensão de 23,68 km foi desenvolvido de acordo com os seguintes Documentos de Referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DNIT- IPR-726 - Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos básicos / Instruções de Serviço) - 2006;
- IP- 09 GOINFRA - Projeto de Terraplenagem.

De conformidade com o padrão da Rodovia, também foram utilizadas informações fornecidas pelos Estudos: Topográfico, Geológico, Geotécnico, Projeto Geométrico, pesquisas locais e sugestões da Fiscalização.

9.2. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

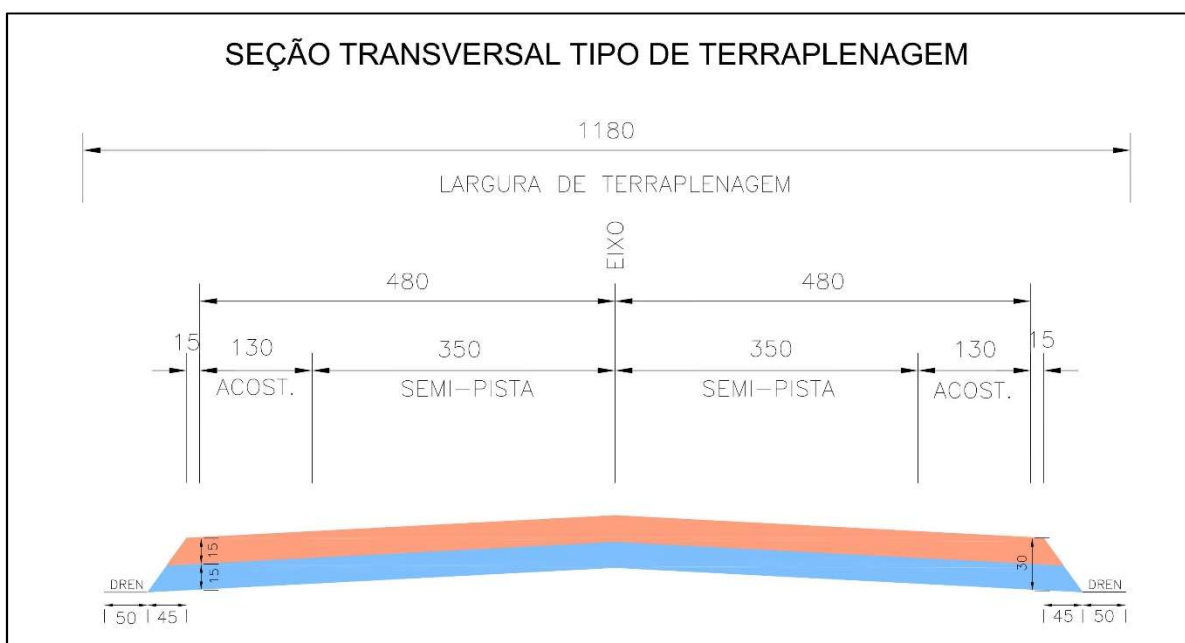
Para cortes e aterros, são as seguintes larguras de plataforma e declividades transversais:

➤ PISTA PRINCIPAL

- Em tangente - Largura: 11,80; Declividade: -3,00%.
- Em curva - Largura: 11,80 a 12,80m; Declividade: +7,9%.

A largura da plataforma de Terraplenagem foi determinada da seguinte forma:

Figura 29 - Seção Transversal Tipo



Para a definição dos taludes de cortes e aterros adotaremos os seguintes critérios:

Considerando que os cortes e os aterros existentes, na grande maioria, não ultrapassam a casa dos 5,0m, levando em conta o tipo de solo e considerando principalmente os aspectos relativos à proteção contra a erosão e a segurança do tráfego na rodovia e por outra série de razões advindas dos aspectos levantados na definição dos taludes, propusemos para este primeiro caso as seguintes inclinações a serem adotadas nos taludes:

Corte: 1:1(V.H) e Aterro: 1:1,5 (V.H).

Os taludes de cortes e aterros serão protegidos por um sistema constituído de:

- Valetas de coroamento dos cortes;
- Valetas de proteção dos pés de aterros;
- Sarjetas revestidas de gramas nas banquetas;
- Plantação de grama em todos os taludes de corte e aterro.

9.3. ATERROS, EMPRÉSTIMOS LATERAIS E SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS

a) Cortes

Os resultados obtidos pelo estudo geotécnico constataram que uma parte dos materiais provenientes dos cortes pode ser utilizada na confecção dos aterros. Nos cortes onde apresentaram rochas, nos estudos geotécnicos, foram feitos bota-foras e/ou aproveitamento em fundos de aterros.

b) Aterros

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes dos cortes e utilização dos materiais provenientes dos empréstimos concentrados, para a camada final dos aterros. Os aterros deverão ser executados com:

No corpo do aterro, materiais de 1ª, 2ª ou 3ª categoria que apresentem $ISC > 2\%$ e expansão $\leq 4\%$, compactados a 95% do Proctor Normal. (IP 09 – GOINFRA – TERRPLENAGEM)

Nas camadas finais de aterro (100 cm Superiores), materiais de 1ª categoria com expansão $< 2\%$ e $ISC >$ utilizado no dimensionamento do pavimento, compactados a 100% do Proctor Normal. (IP 09 – GOINFRA – TERRPLENAGEM)

Para os aterros com altura inferior a 3,0 metros, foi previsto e quantificado a compactação do fundo (terreno natural) onde será apoiada a primeira camada do aterro. A compactação do terreno onde será levantado o aterro consistirá na escarificação do terreno em 20 cm e sua posterior compactação.

No trecho da estaca 7+00 até a estaca 113+19,40 e da estaca 157+17,0 até a estaca 369+1,40, totalizando uma extensão de 6,34 km encontra-se pavimentado. Devido as condições precárias do pavimento a GOINFRA solicitou que estes trechos fossem considerados como implantação (será totalmente reconstruído). O material retirado será aproveitado no corpo do aterro.

c) Substituição de Solo

Nos cortes onde o ISC foi inferior ao adotado (IS=10,12%), foi necessária a substituição do solo, considerado e quantificado um rebaixamento mínimo de 60 cm (03 camadas), abaixo do greide de projeto, porém com destinação do material oriundo do corte para bota fora. Para a consideração do rebaixamento citado, não computamos a compactação da primeira camada, por esta ser o subleito e este ter sua compactação inclusa no serviço “Regularização e Compactação do Subleito”.

Tabela 18 - Localização das ocorrências de substituição do subleito

SUBSTITUIÇÃO DO SUBLEITO ISC < ISC Projeto=10,12						
ESTACAS		EXTENSÃO (m)	ISC (%)	ESPESSURA (cm)	PLATAFORMA (m)	VOLUME (m³)
INICIAL	FINAL					
0+00	1+00	20,00	6,70	60,00	11,80	142
49+10	70+10	420,00	2,90	60,00	11,80	2.974
219+10	250+10	620,00	3,80	60,00	11,80	4.390
458+10	460+00	10,00	5,00	60,00	11,80	71
817+ 16,4	821+00	63,60	5,40	60,00	11,80	450
1065+00	1085+00	400,00	6,40	60,00	11,80	2.832
TOTAL						10.859

d) Rebaixo nos Cortes

Nos cortes onde não será necessária a substituição de material, foi considerado e quantificado um rebaixamento, com aproveitamento do material existente, de 40 cm abaixo do greide de projeto, a fim de se ter um mínimo de 03 camadas controladas na fase do terraplenagem. Para a consideração do rebaixamento citado, foi computado a escavação, transporte e compactação e de apenas duas das três camadas, pois a última (fundo) será apenas escarificada e compactada tendo em vista que a primeira camada será o subleito e este tem sua compactação inclusa no serviço “Regularização e compactação do Subleito”.

Tabela 19 - Localização das ocorrências de rebaixo de corte

REBAIXAMENTO DOS CORTES					
ESTACAS		EXTENSÃO (m)	ESPESSURA (cm)	PLATAFORMA (m)	VOLUME (m³)
INICIAL	FINAL				
1+00	49+10	970,00	40,00	11,80	4.578
70+10	219+10	2.980,00	40,00	11,80	14.066
250+10	284+00	670,00	40,00	11,80	3.162
448+00	458+10	210,00	40,00	11,80	991
719+00	763+00	880,00	40,00	11,80	4.154
772+00	804+00	640,00	40,00	11,80	3.021
821+00	905+00	1.680,00	40,00	11,80	7.930
TOTAL					37.902

e) Solos Mole

Este item, do Projeto de Terraplenagem, objetiva esclarecer as definições e critérios que foram adotados para o projeto de aterros rodoviários sobre solos moles. Este estudo teve como referência a *Norma Rodoviária DNER-PRO 381/98 - Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias*.

Neste trecho não foi encontrado solo mole.

9.4. COLCHÃO DRENANTE COM BRITA PARA REBAIXO EM ROCHA

Nos locais de corte em rocha foi feito um rebaixo de 40 cm e o preenchimento com material drenante (Colchão de Brita), seguindo as recomendações do Manual de Implantação Básica do DNER (1996).

9.5. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA DE ÁREAS

São Serviços Preliminares de terraplenagem e constituem o conjunto de operações executadas nas áreas destinadas à implantação da rodovia projetada e naquelas correspondentes aos empréstimos, objetivando a remoção das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, matações, camada superior do solo com materiais orgânicos e resíduos vegetais, cercas, casas, etc., resguardando aquelas para preservação ambiental ou mesmo históricas.

9.5.1. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

O desmatamento compreende corte e remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade.

O destocamento compreende a operação de remoção de tocos e raízes, após o serviço de desmatamento na profundidade necessária até o nível do terreno considerado apto para terraplenagem.

A limpeza compreende a operação de remoção da camada de solo ou material orgânico, bem como de quaisquer outros objetos e materiais indesejáveis que ainda subsistam.

Tabela 20 - Localização das ocorrências de desmatamento

NOTA DE SERVIÇO DE DESMATAMENTO							
SERVIÇO	ESTACAS		EXTENSÃO (m)	LARGURA MÉDIA (m)	LARGURA PISTA EXISTENTE(m)	LARGURA A CONSIDERAR (m)	ÁREA (m2)
	INICIAL	FINAL					
Destocamento de Árvores D<15 cm	0	370	7.400,00	20,34	9,60	10,74	55.633,20
	370	1005	12.700,00	20,34	8,00	12,34	109.702,60
	1005	1135	2.600,00	17,41	0,00	17,41	31.686,20
	1135	1155	400,00	17,46	8,00	9,46	2.648,80
INTERSEÇÃO 01 - RAMO 100			532,90	11,47	0,00	11,47	4.278,65
INTERSEÇÃO 01 - RAMO 200			458,15	10,28	4,00	6,28	2.014,03
INTERSEÇÃO 01 - RAMO 300			433,69	11,51	4,00	7,51	2.279,91
INTERSEÇÃO 02 - RAMO 400			518,58	8,82	0,00	8,82	3.201,71
INTERSEÇÃO 02 - RAMO 500			551,13	8,47	5,00	3,47	1.338,69
INTERSEÇÃO 02 - RAMO 600			740,07	10,21	0,00	10,21	5.289,28
INTERSEÇÃO 02 - RAMO 700			77,39	6,58	0,00	6,58	356,46
INTERSEÇÃO 02 - RAMO 800			77,39	7,72	0,00	7,72	418,22
SUBTOTAL							218.847,75
Desmatamento, dest. e limpeza (arv. até 15cm) (Áreas de Empréstimo Concentrado)							150.000,00
TOTAL D<15cm							368.847,75
Destocamento de Árvores D > 15cm	00+00,00	1184+1,87	23.681,87				93.791,89
TOTAL D>15cm							93.791,89
TOTAL							462.639,64

Obs.: Foi considerado 70% com D<0,15m e 30% com D > 0,15m.

9.6. CRITÉRIOS PARA CÁLCULO DAS ÁREAS DE SUPERLARGURA EM CURVAS

De posse do greide projetado e da seção transversal definida, passou-se a confeccionar as notas de serviço de terraplenagem e pavimentação, utilizando-se métodos computacionais e levando-se em consideração a superelevação e superlargura (métodos descritos no projeto geométrico). A seguir mostraremos a nota de serviço da área considerada de superlargura nas curvas:

Area Total de Superlargas: 3.795,94

[illegible]

9.7. DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS E DISTÂNCIAS DE TRANSPORTES

A distribuição dos materiais foi feita objetivando-se as menores distâncias de transporte possíveis, evitando-se, porém, os transportes seguindo as rampas ascendentes muito acentuadas. Nos casos de cortes, a maioria de média altura, prevê-se a execução com lâmina de cima para baixo.

A classificação de materiais foi feita para os cortes e empréstimos separadamente, com base nos Estudos Geotécnicos realizados.

9.8. CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Os volumes de terraplenagem foram calculados por processamento eletrônico a partir das “seções transversais”, dos elementos do greide projetado e da seção transversal-tipo, de acordo com as normas e fornecidas pela GOINFRA.

O empolamento considerado foi tratado estatisticamente, considerando a relação entre as densidades in natura e compactada conforme apresentado nos estudos geotécnicos.

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

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

Onde:

$$\text{Empolamento} = \frac{X_{\text{MÁX}}}{X_{\text{INSITU}}}$$

Cortes - 12 Golpes: $\text{Empolamento} = (1.749 / 1.304) = 1,35$

Cortes - 26 Golpes: $\text{Empolamento} = (2.029 / 1.469) = 1,38$

Caixa Conc.01 - 26 Golpes: $\text{Empolamento} = (2.051 / 1.478,5) = 1,38$

Caixa Conc.02 - 12 Golpes: $\text{Empolamento} = (1.749 / 1.320) = 1,32$

Caixa Conc.02 - 26 Golpes: $\text{Empolamento} = (2.026 / 1.468) = 1,38$

O fator utilizado foi de 1,36.

A porcentagem considerada na distribuição dos materiais dos cortes foi de acordo com os resultados da sondagem, apresentando os seguintes percentuais:

% DE VOLUME DE 1ª, 2ª E 3ª CATEGORIA NOS CORTES			
CORTES	1ª CATEGORIA	2ª CATEGORIA	3ª CATEGORIA
C1	100,00%		
C2	100,00%		
C3	60,90%	19,50%	19,60%
C4	31,14%	36,08%	32,78%
C5	70,00%	30,00%	
C6	100,00%		

O relatório de volumes apresenta os seguintes dados:

- Volumes geométricos de cortes e aterros;
- Volumes geométricos acumulados de cortes e aterros;
- Volumes homogeneizados de compensação lateral;
- Volumes homogeneizados acumulados de compensação lateral e Bruckner.

No Volume 2 - Projetos Executivos estão apresentados todos os desenhos, gráficos e quadros.

Quadro 23 - Quadro Resumo Total de Terraplenagem

REF.	DESCRIÇÃO	VOLUMES (m³)			VOLUMES (m³)	OBSERVAÇÃO
		1ª Categoria	2ª Categoria	3ª Categoria		
1	VOLUME DE ATERRO (BRUCKNER)	519.675,00			519.675,00	
2	VOLUME DE ATERRO NA IN 01	0,00			0,00	
3	VOLUME DE ATERRO NA IN 02	24.958,00			24.958,00	
4	VOLUME DE BOTA FORA	164.107,00			164.107,00	
5	VOLUME SUBSTITUIÇÃO SOLO	10.859,00			10.859,00	
				SUB-TOTAL (1 A 5)	719.599,00	
6	VOLUME DE CORTE (BRUCKNER)	527.218,00			527.218,00	
7	VOLUME DE CORTE NA IN 01	28.113,00			28.113,00	
8	VOLUME DE CORTE NA IN 02	121,00			121,00	
9	VOLUME DE EMPRÉSTIMO	164.147,00			164.147,00	
				SUB-TOTAL (6 A 9)	719.599,00	
10	VOLUME DE COMPENSAÇÃO LATERAL (BRUCKNER)	1.141,00				
11	VOLUME DE REBAIXO NOS CORTES (40CM)	37.902,00				
12	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) <= 50	12.000,00				
13	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 50 <= 200	40.378,00				
14	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 200 <= 400	121,00				
15	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 400 <= 600	8.054,00				
16	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 600 <= 800	59.824,00				
17	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 800 <= 1000	6.611,00				
18	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 1600 <= 1800	3.196,00				
19	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 1800 <= 2000	56.252,00				
20	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 2000 <= 3000	164.094,00				
21	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 3000 <= 5000	62.357,00				
22	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 1ªDt. (m) > 5000 <= 10000	162.567,00				
23	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 400 <= 600		3.056,00			
24	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 600 <= 800		25.639,00			
25	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 1800 <= 2000		13.091,00			
26	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 2000 <= 3000		57.097,00			
27	VOLUME ESCAVADO DE MAT. 2ªDt. (m) > 5000 <= 10000		21.961,00			
28	VOLUME ESCAVADO MAT 3ª CATEG. (m) > 400 <= 600			2.777,00		
29	VOLUME ESCAVADO MAT 3ª CATEG. (m) > 1200			59.567,00		
30	VOLUME TOTAL ESCAVADO	575.454,00	120.844,00	62.344,00	758.642,00	
30	VOLUME MÉDIO ESCAVADO P/ km				32.037,25	
31	VOLUME COMPACTADO A 95% DO PROCTOR NORMAL(CORPO DO ATERRO)(VOL. COMPENSAÇÃO LATERAL)				263.784,56	((357606)+(1141))/1,36(empolamento)
32	VOLUME COMPACTADO A 95% DO PROCTOR NORMAL(BOTA FORA MAT 1ª E 2ª)(BOTA FORA MAT 3ª)				126.012,91	(143911/1,36)+(20196/1)
33	VOLUME COMPACTADO A 100% DO PI (CAMADA FINAL ATERRO(80cm) + REBAIXO CORTES(40cm) +SUBST. SOLO(60cm)				145.869,56	((187027X0,8)+(37902)+(10859))/1,36(emp)
34	VOLUME TOTAL COMPACTADO (31+32+33)				535.667,03	

9.9. SEÇÕES TRANSVERSAIS

Figura 30 - Seções Transversais Tipo

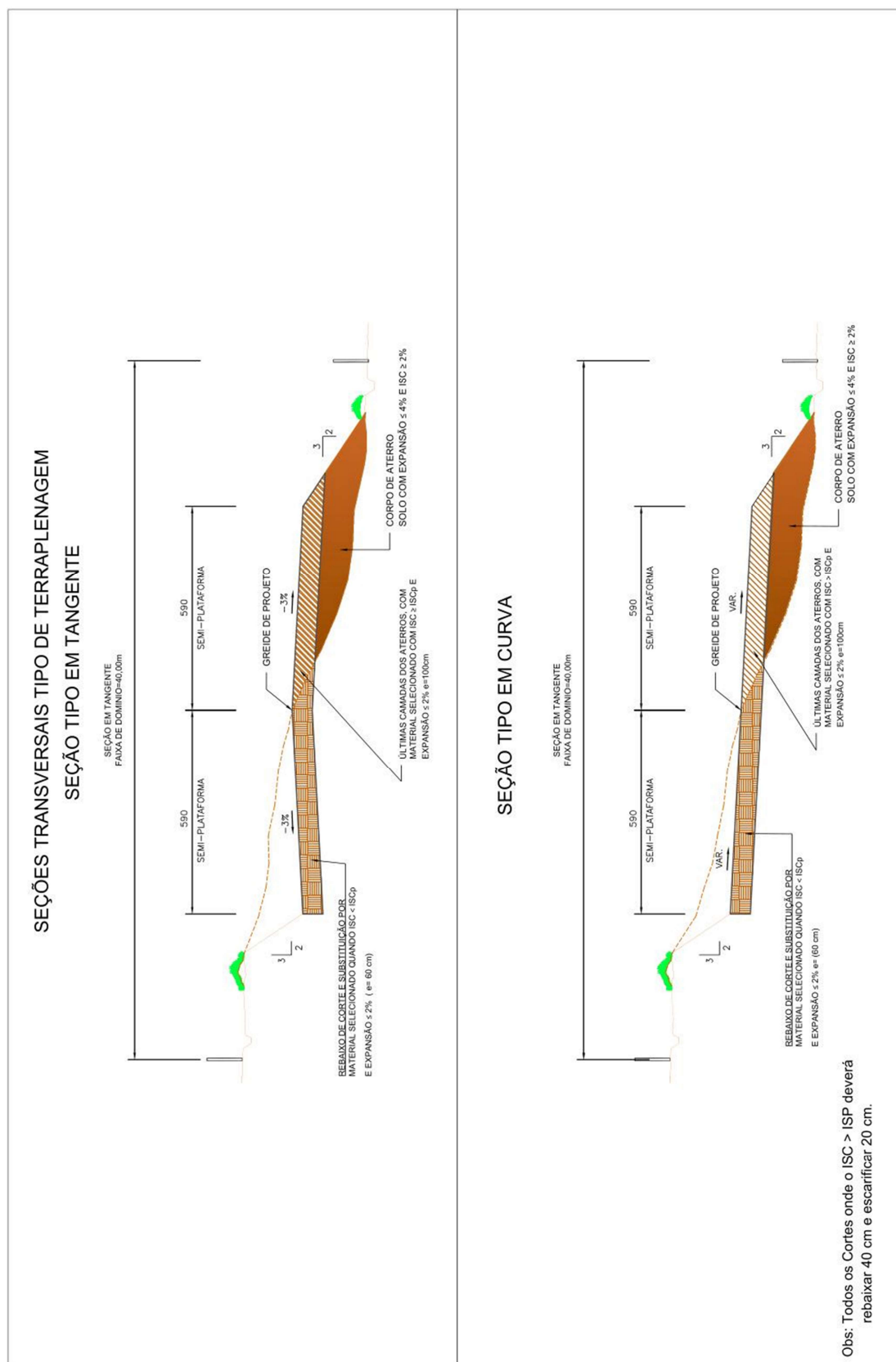
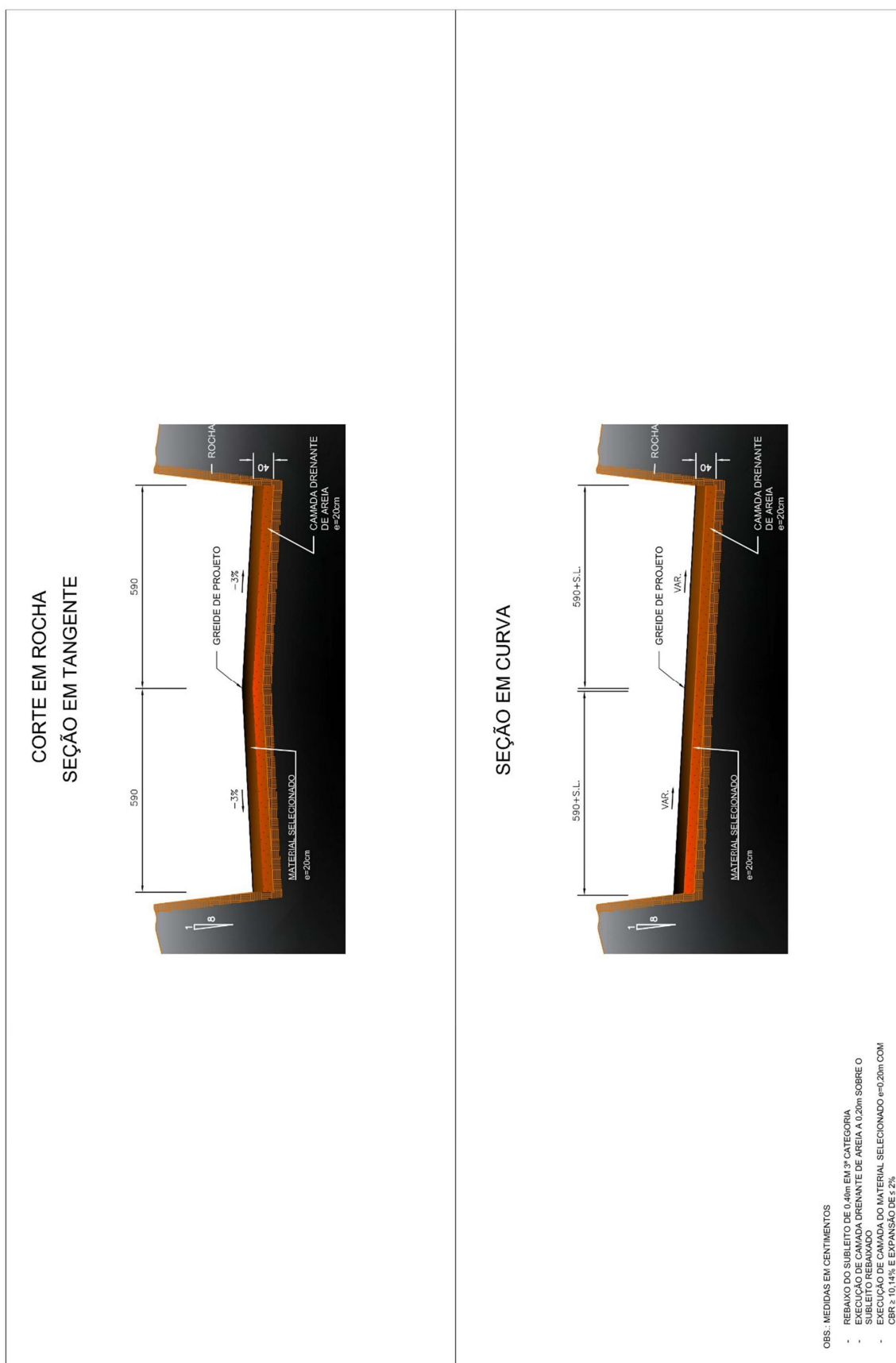


Figura 31 - Seções Transversais - Corte em rocha



10. PROJETO DE DRENAGEM

10. PROJETO DE DRENAGEM

10.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O projeto do sistema de drenagem e de obras de artes correntes foi desenvolvido com base nos subsídios fornecidos pelo estudo hidrológico e pelo projeto geométrico, nas especificações técnicas e projetos-tipo elaborados, definindo os dispositivos do sistema.

Assim, com o objetivo de disciplinar o fluxo de água superficial, e ainda, as águas provenientes da infiltração superficial, previu-se um sistema de drenagem de modo a captar, conduzir e descarregar em lugar apropriado e seguro as águas que interceptem a rodovia GO-221, Trecho: Doverlândia / Trevo GO-194

O sistema de drenagem projetado apresenta os seguintes tipos de obras de drenagem:

- Drenagem superficial;
- Drenagem profunda;
- Obras de Arte Correntes.

Dentro desse contexto, apresentam-se individualmente os tipos de obras de drenagem propostos para a realização deste projeto, no que tange as características e dimensionamento dos mesmos.

Os tipos de dispositivos indicados no presente relatório, assim como os desenhos ilustrativos, constam no **ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM, DO DNIT**.

Os projetos foram desenvolvidos obedecendo aos seguintes Documentos de Referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DNIT- IPR-726 -Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos básicos / Instruções de Serviço) – 2006;
- IP- 13 GOINFRA - Projeto de Drenagem;
- DNIT – IPR-724 - Manual de Drenagem de Rodovia – 2006

10.2. DRENAGEM SUPERFICIAL

O projeto de drenagem superficial objetiva definir os dispositivos de coleta, condução e deságue das águas superficiais que precipitam sobre o corpo da estrada, bem como sobre os taludes e áreas que convergem ao talude.

Este projeto consiste no dimensionamento, posicionamento e detalhamento dos seguintes elementos:

- Valetas de proteção;
- Sarjetas;
- Meios-fios;
- Descidas de água;
- Entradas para Descidas D'Água
- Caixas coletoras;
- Dissipadores de energia.

10.2.1. VALETAS DE PROTEÇÃO

➤ Valetas de proteção de corte

As valetas de proteção de cortes têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante impedindo-as de atingir o talude de corte.

Será aberta a montante de crista dos cortes com traçados aproximadamente paralelos ao eixo da estrada, destinadas ao escoamento total ou parcial do fluxo superficial proveniente da área contribuinte.

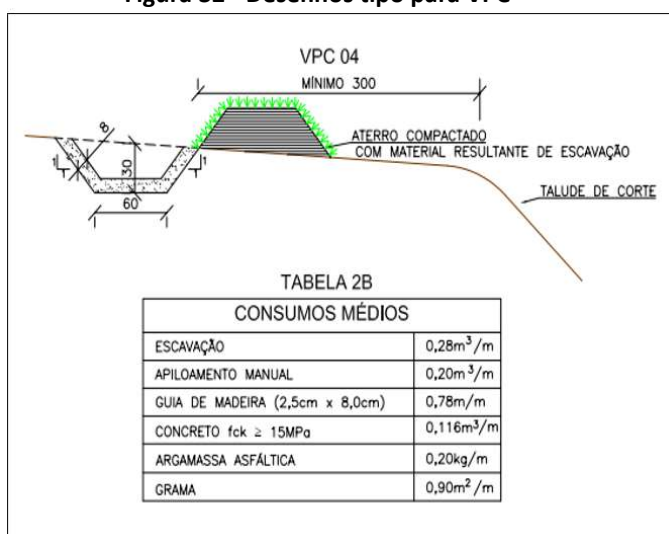
Como as valetas de proteção dos cortes têm a finalidade de impedir que as águas superficiais dos taludes naturais do terreno atinjam os taludes de corte, elas só serão utilizadas quando a declividade do terreno está no sentido da rodovia.

Deverão ser observadas as seguintes recomendações quando na execução dessas valetas:

- Sua localização estará a uma distância de 3,00m da crista do corte;
- O material removido na escavação deverá ser depositado e apiloado a jusante da valeta, formando com ela o coroamento de seu lado inferior;
- Deverá ser evitada inclinação longitudinal forte (maiores de 5%) conseguindo-se isto pelo acompanhamento do terreno natural, tomando-se, entretanto, o cuidado de não fazer cantos com ângulos superiores a 45°, sempre que possível, ao invés de cantos deve-se colocar uma curva.

As valetas de coroamento de corte serão revestidas de concreto.

Figura 32 - Desenhos tipo para VPC



A seguir a tabela da valeta de proteção de corte:

Tabela 22 - Localização de Valetas de Proteção de Corte

ESTACAS		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO
INICIAL	FINAL			
36	46	VPC-04	200,00	D
257	277	VPC-04	400,00	E
772	805	VPC-04	660,00	E
TOTAL			1.260,00	

➤ Valetas de proteção de aterro

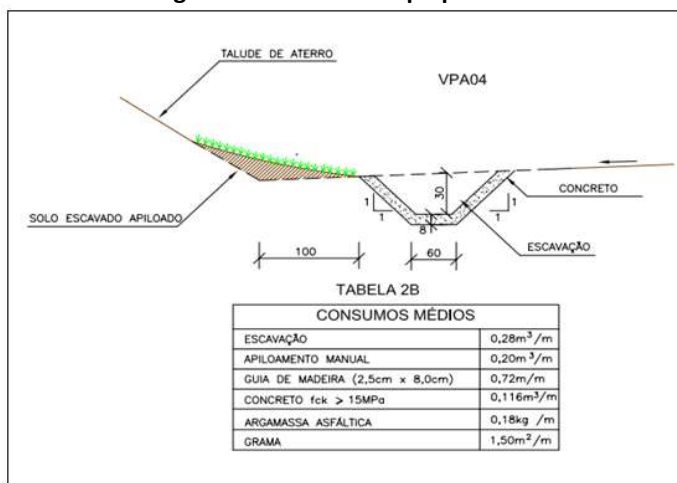
As valetas de proteção dos aterros têm a finalidade de proteger os pés dos taludes de aterro da ação das águas superficiais, quando houver encosta íngreme à montante do aterro. Elas serão construídas nos pés dos taludes de aterro que apresentem um caimento transversal superior a 10%. Seguirá a mesma seção tipo da valeta de coroamento dos cortes.

Algumas recomendações a serem seguidas quando na execução dessas valetas:

- Sua localização estará a uma distância de 1,0m do pé do aterro;
- O material removido na escavação deverá ser espalhado e apiloado entre a valeta e a linha de "off- set";
- As águas coletadas por estas valetas serão conduzidas para a boca do bueiro ou ponto mais próximo;
- Estas valetas serão construídas obrigatoriamente, mesmo que o caimento transversal do terreno seja inferior a 10%, quando elas coletarem águas provenientes de patamares ou bermas de aterros ou de valetas de coroamento dos cortes;
- O revestimento deverá ser escolhido de acordo com os materiais que ocorram ao longo do trecho. Exclui-se o revestimento vegetal, pois as lavagens sucessivas dos taludes carregam finos que sedimentam no fundo da valeta, provocando a destruição da vegetação.

A seção adotada será trapezoidal, conforme a figura apresentada a seguir:

Figura 33 - Desenhos tipo para VPA



A seguir a tabela da valeta de proteção de aterro:

Tabela 23 - Localização de Valetas de Proteção de Aterro

ESTACAS		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO
INICIAL	FINAL			
433	441	VPA-04	160,00	E
441	448	VPA-04	140,00	D
492	641	VPA-04	2980,00	D
1040	1055	VPA-04	300,00	E
1055	1065	VPA-04	200,00	D
TOTAL			3.780,00	

10.2.2. SARJETAS

A sarjeta em tela tem como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural, mediante uma deflexão de 45° e prolongada em cerca de 6,0m, ou para a valeta de aterro ou para a caixa coletora de um bueiro de greide.

As sarjetas devem localizar-se em todos os cortes maiores que 0,40m, sendo construídas às margens dos acostamentos e podem ter diversos tipos de seções, dependendo da capacidade de vazão necessária.

A sarjeta triangular é um tipo bem aceito, pois, além de apresentar uma razoável capacidade de vazão, conta a seu favor com o importante fato da redução dos riscos de acidentes.

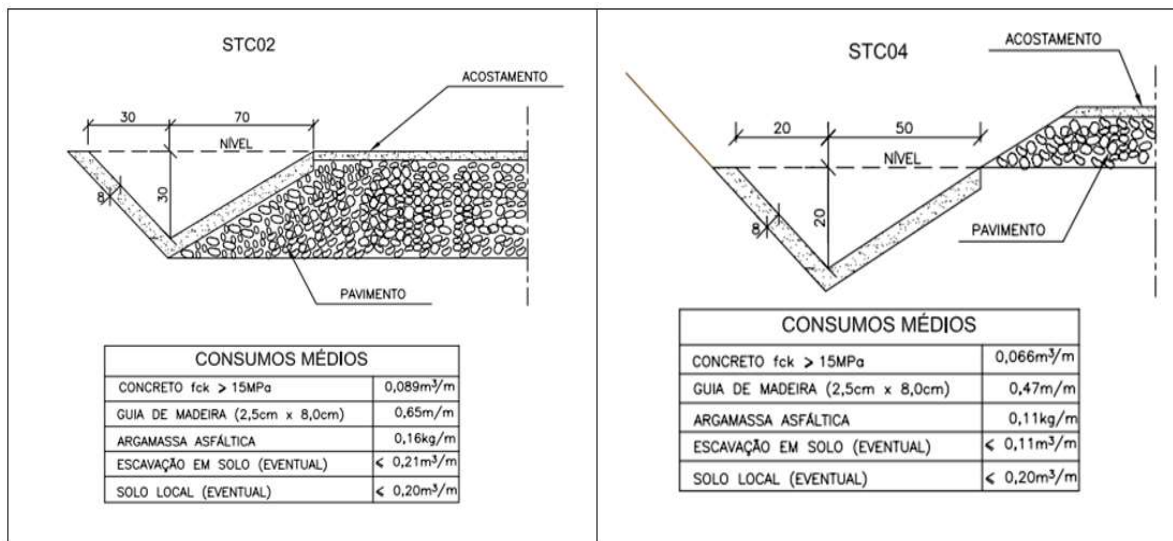
Quando para valor máximo de $L_1 = 2,00$ m a seção da vazão ainda for insuficiente, deverá então ser adotada seção tipo trapezoidal ou retangular, com dimensões convenientes para atender à descarga de projeto.

Deve-se adotar a sarjeta de seção trapezoidal com meio fio elevado, descontínuo, do tipo barreira entre a valeta e o acostamento, de forma a proteger os veículos desgovernados que tendem a cair nas mesmas. Quando a saída de uma sarjeta se der no terreno natural e em velocidade excessiva, em sua extremidade será colocado um dissipador de energia feito de pedra amarrada ou seixo rolado argamassado.

A declividade máxima admitida nas sarjetas e seus prolongamentos serão de 5%. Toda vez que não conseguir esta declividade máxima, serão utilizados degraus para manter esta declividade.

As sarjetas adotadas para este projeto foram a STC-02 e STC-04, conforme desenho abaixo:

Figura 34 - Desenhos tipo de STC



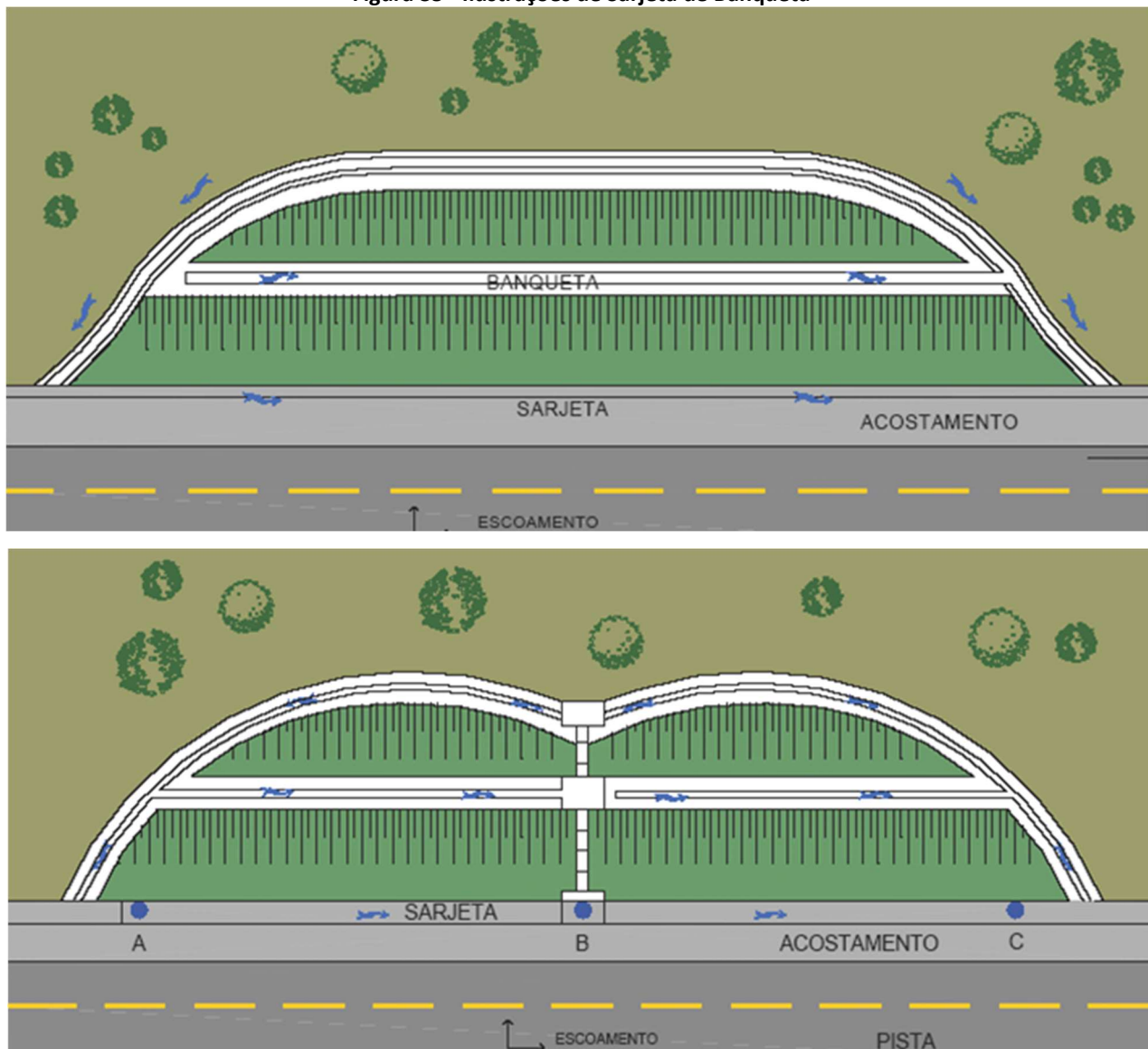
➤ **Sarjeta de Banqueta**

O projeto de terraplenagem indicou a necessidade de construção de banquetas nos aterros ou corte a construir, havendo a necessidade de construção de sarjetas para drenar os patamares.

Nos cortes e aterros a altura máxima entre patamares será de 8,00 m e a largura da banquetta será de 3,00 m. Deduz-se daí que, a largura média da área de contribuição deverá ficar em torno de 8,00 m

A declividade mínima longitudinal não deve ser menor que 0,5%.

Figura 35 - Ilustrações de Sarjeta de Banqueta



- **Dimensionamento das sarjetas**

Estabelecidas as dimensões transversais das sarjetas, o dimensionamento consiste em determinar a extensão máxima admissível sem que ocorra o transbordamento. Assim, para extensões maiores que a limite deve ser implantada uma saída ou um dispositivo de captação para esgotamento da sarjeta.

Para o cálculo da capacidade de vazão das sarjetas utilizou-se a metodologia do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT 2006.

a) Determinação da velocidade e vazão crítica para as sarjetas em estudo

A vazão da bacia contribuinte foi calculada através do método racional, igualando-se à vazão da bacia contribuinte à vazão do condutor, que fornece o comprimento crítico das sarjetas, qual seja:

Onde:

- C = coeficiente de escoamento superficial, sendo adotados os seguintes valores:
 - ✓ Área de taludes: C = 0,70;
 - ✓ Área de terreno natural: C = 0,30;
 - ✓ Área da plataforma sem revestimento ou revestido com grama: C = 0,35;
 - ✓ Área pavimentada ou impermeabilizada: C = 0,90;

O tempo de concentração mínimo utilizado foi de 6 minutos para o período de recorrência de 10 anos, conforme procedimento adotado, apresentado no relatório referente aos estudos hidrológicos, resultando nos seguintes valores:

I = intensidade de precipitação (mm/h) para o Tc de 6 minutos é de 202,19 mm/h (Posto Pluviométrico Doverlândia);

A = área da bacia hidrográfica contribuinte calculada pela expressão abaixo.

$$A = L * l$$

Assim:

$$Q_{bacia} = \frac{C \times I \times L \times l}{3,6}$$

A vazão da sarjeta é dada pela fórmula:

$$Q_{sarjeta} = \frac{S \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}}{n}$$

- S = seção de vazão da sarjeta (m²);
- Rh = raio hidráulico (m);
- i = declividade da sarjeta, considerada a mesma inclinação do greide (m/m);
- n = coeficiente de Manning. Para o revestimento em concreto foi adotado n = 0,016 e para o revestimento em grama n=0,023.

Fazendo:

Q bacia = Q condutor

$$\frac{C \times I \times L \times l}{3,6} = \frac{S \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}}{n}$$

Assim, pode-se tirar o comprimento crítico para as sarjetas através da seguinte fórmula:

$$L = \frac{3,6 \times 10^6 \times S \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}}{C \times n \times I \times l}$$

Onde:

- L = comprimento crítico para sarjetas (m);
- i = declividade do greide (m/m);
- Rh = raio hidráulico (m);
- C = coeficiente de escoamento superficial;
- n = coeficiente de Manning;
- I = intensidade de precipitação (mm/h);
- l = largura de implúvio (m).

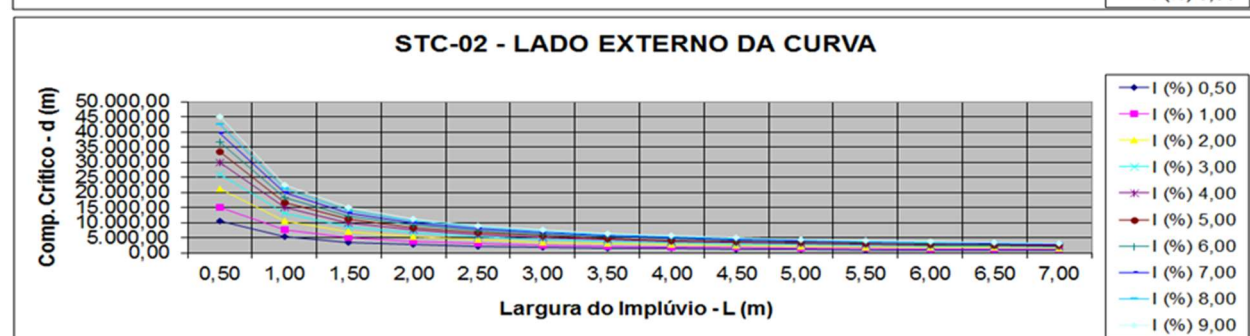
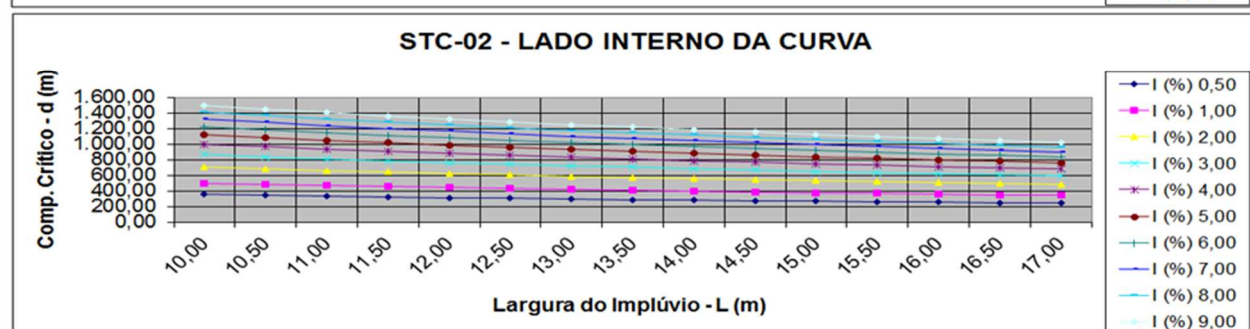
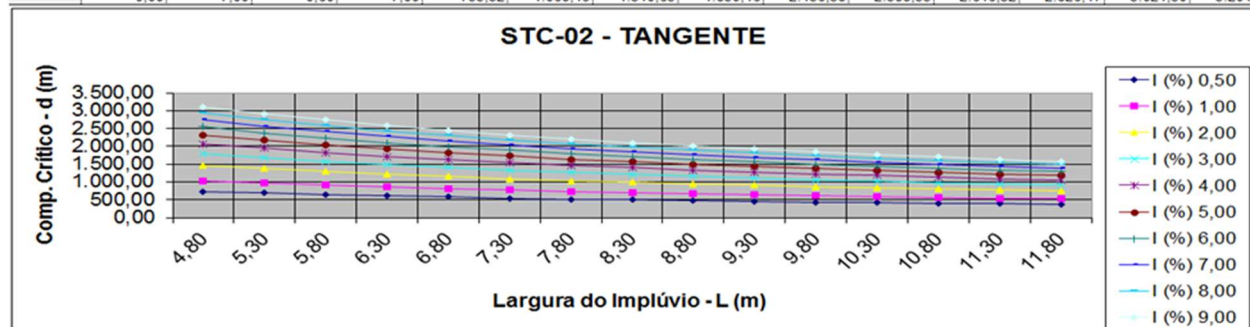
As velocidades máximas de escoamento foram limitadas sempre que possível para não ocasionar erosão nos dispositivos com revestimento vegetal ou naqueles sem revestimento, ou causar abrasão nos dispositivos com revestimento de concreto, conforme abaixo relacionadas:

- Sarjetas, valetas e canais revestidos de grama: $v = 1,80$ m/s
- Canais revestidos de concreto ou pedra e bueiros de concreto: $v = 4,50$ m/s
- Sarjetas e valetas revestidas de concreto: $v = 4,50$ m/s

b) Cálculo do comprimento crítico das sarjetas a partir da vazão

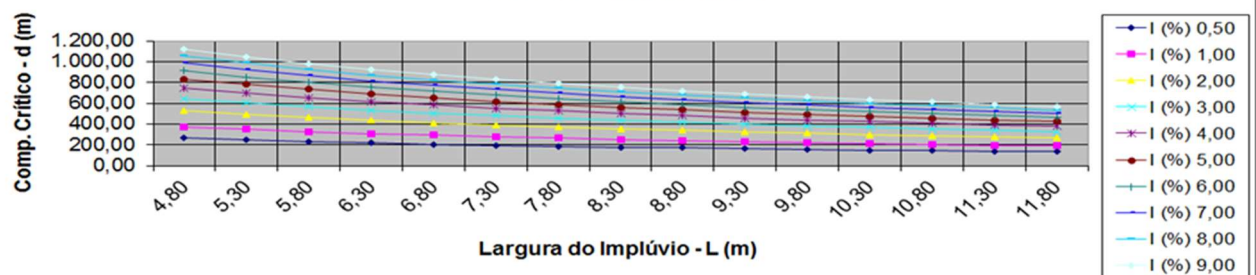
Através da equação do comprimento crítico das sarjetas deduzida acima, pode-se elaborar as planilhas de comprimentos críticos, variando-se a declividade do greide e a largura de contribuição, apresentadas a seguir:

STC-02	L1 (m)	L2 (m)	h (m)	A (m2)	Pmol (m)	Rhid (m)	n	i (cm/h)	C1	C2	Plataform.	Faixas	Plat. Tot.	SR ref.
	0,70	0,30	0,30	0,1500	1,1858	0,1265	0,0150	20,2200	0,90	0,60	4,80	2,00	9,60	0,40
	L plataf. (m)	L talude (m)	C	L implúvio (m)	Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I" (%)									
TANGENTE	4,80	0,00	0,90	4,80	734,34	1.038,52	1.468,69	1.798,77	2.077,04	2.322,20	2.543,84	2.747,66	2.937,37	3.115,55
	4,80	0,50	0,87	5,30	686,66	971,08	1.373,32	1.681,96	1.942,16	2.171,40	2.378,65	2.569,24	2.746,63	2.913,25
	4,80	1,00	0,85	5,80	644,79	911,87	1.289,58	1.579,40	1.823,74	2.039,00	2.233,61	2.412,58	2.579,16	2.735,61
	4,80	1,50	0,83	6,30	607,73	859,46	1.215,46	1.488,63	1.718,93	1.921,82	2.105,25	2.273,93	2.430,93	2.578,39
	4,80	2,00	0,81	6,80	574,70	812,75	1.149,41	1.407,73	1.625,51	1.817,37	1.990,83	2.150,34	2.298,81	2.438,26
	4,80	2,50	0,80	7,30	545,08	770,86	1.090,16	1.335,17	1.541,72	1.723,69	1.888,21	2.039,50	2.180,32	2.312,58
	4,80	3,00	0,78	7,80	518,36	733,07	1.036,72	1.269,72	1.466,14	1.639,20	1.795,65	1.939,53	2.073,44	2.199,21
	4,80	3,50	0,77	8,30	494,14	698,82	988,27	1.210,38	1.397,63	1.562,60	1.711,74	1.848,89	1.976,55	2.096,45
	4,80	4,00	0,76	8,80	472,08	667,62	944,16	1.156,35	1.335,24	1.492,84	1.635,33	1.766,35	1.888,31	2.002,86
	4,80	4,50	0,75	9,30	451,90	639,09	903,81	1.106,93	1.278,18	1.429,04	1.565,44	1.690,87	1.807,61	1.917,26
	4,80	5,00	0,75	9,80	433,38	612,90	866,77	1.061,57	1.225,79	1.370,48	1.501,28	1.621,57	1.733,53	1.838,69
	4,80	5,50	0,74	10,30	416,32	588,77	832,64	1.019,77	1.177,53	1.316,52	1.442,18	1.557,73	1.665,28	1.766,30
	4,80	6,00	0,73	10,80	400,55	566,46	801,10	981,15	1.132,93	1.266,65	1.387,55	1.498,72	1.602,20	1.699,39
	4,80	6,50	0,73	11,30	385,93	545,79	771,86	945,34	1.091,58	1.220,42	1.336,91	1.444,03	1.543,73	1.637,37
LADO INTERNO DA CURVA	4,80	7,00	0,72	11,80	372,34	526,57	744,69	912,05	1.053,15	1.177,45	1.289,83	1.393,18	1.489,37	1.579,72
	10,00	0,00	0,90	10,00	352,48	498,49	704,97	863,41	996,98	1.114,65	1.221,04	1.318,88	1.409,94	1.495,47
	10,00	0,50	0,89	10,50	341,11	482,41	682,23	835,56	964,82	1.078,70	1.181,65	1.276,33	1.364,46	1.447,23
	10,00	1,00	0,87	11,00	330,45	467,33	660,91	809,44	934,67	1.044,99	1.144,73	1.236,45	1.321,82	1.402,00
	10,00	1,50	0,86	11,50	320,44	453,17	640,88	784,92	906,34	1.013,32	1.110,04	1.198,98	1.281,76	1.359,51
	10,00	2,00	0,85	12,00	311,02	439,84	622,03	761,83	879,69	983,52	1.077,39	1.163,72	1.244,06	1.319,53
	10,00	2,50	0,84	12,50	302,13	427,28	604,26	740,06	854,55	955,42	1.046,61	1.130,47	1.208,52	1.281,83
	10,00	3,00	0,83	13,00	293,74	415,41	587,47	719,51	830,81	928,88	1.017,54	1.099,06	1.174,95	1.246,22
	10,00	3,50	0,82	13,50	285,80	404,18	571,60	700,06	808,36	903,77	990,03	1.069,36	1.143,19	1.212,54
	10,00	4,00	0,81	14,00	278,28	393,54	556,55	681,64	787,09	879,99	963,98	1.041,22	1.113,11	1.180,63
	10,00	4,50	0,81	14,50	271,14	383,45	542,28	664,16	766,91	857,43	939,26	1.014,52	1.084,57	1.150,36
	10,00	5,00	0,80	15,00	264,36	373,87	528,73	647,56	747,73	835,99	915,78	989,16	1.057,45	1.121,60
	10,00	5,50	0,79	15,50	257,92	364,75	515,83	631,76	729,50	815,60	893,45	965,03	1.031,66	1.094,24
	10,00	6,00	0,79	16,00	251,77	356,06	503,55	616,72	712,13	796,18	872,17	942,06	1.007,10	1.068,19
LADO EXTERNO DA CURVA	10,00	6,50	0,78	16,50	245,92	347,78	491,84	602,38	695,57	777,67	861,89	920,15	983,68	1.043,35
	10,00	7,00	0,78	17,00	240,33	339,88	480,66	588,69	679,76	759,99	832,53	899,23	961,32	1.019,64
	0,00	0,50	0,60	0,50	10.574,54	14.954,66	21.149,08	25.902,23	29.909,32	33.439,64	36.631,29	39.566,31	42.298,17	44.863,98
	0,00	1,00	0,60	1,00	5.287,27	7.477,33	10.574,54	12.951,12	14.954,66	16.719,82	18.315,64	19.783,16	21.149,08	22.431,99
	0,00	1,50	0,60	1,50	3.524,85	4.984,89	7.049,69	8.634,08	9.969,77	11.146,55	12.210,43	13.188,77	14.099,39	14.954,66
	0,00	2,00	0,60	2,00	2.643,64	3.738,66	5.287,27	6.475,56	7.477,33	8.359,91	9.157,82	9.891,58	10.574,54	11.215,99
	0,00	2,50	0,60	2,50	2.114,91	2.990,93	4.229,82	5.180,45	5.981,86	6.687,93	7.326,26	7.913,26	8.459,63	8.972,80
	0,00	3,00	0,60	3,00	1.762,42	2.492,44	3.524,85	4.317,04	4.984,89	5.573,27	6.105,21	6.594,39	7.049,69	7.477,33
	0,00	3,50	0,60	3,50	1.510,65	2.136,38	3.021,30	3.700,32	4.272,76	4.777,09	5.233,04	5.652,33	6.042,60	6.409,14
	0,00	4,00	0,60	4,00	1.321,82	1.869,33	2.643,64	3.237,78	3.738,66	4.179,95	4.578,91	4.945,79	5.287,27	5.608,00

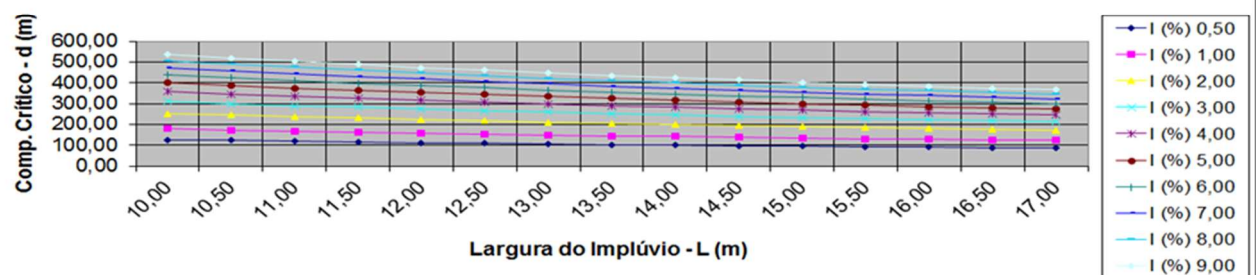


STC-04	L1 (m) 0,50	L2 (m) 0,20	h (m) 0,20	A (m2) 0,0700	Pmol (m) 0,8214	Rhid (m) 0,0852	n 0,0150	i (cm/h) 20,2200	C1 0,90	C2 0,60	Plataform. 4,80	Faixas 2,00	Plat. Tot. 9,60	SR ref. 0,40
	L plataf. (m)	L talude (m)	C	L implúvio (m)	Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I (%)"									
					I (%) 0,50	I (%) 1,00	I (%) 2,00	I (%) 3,00	I (%) 4,00	I (%) 5,00	I (%) 6,00	I (%) 7,00	I (%) 8,00	I (%) 9,00
TANGENTE	4,80	0,00	0,90	4,80	263,37	372,47	526,75	645,13	744,93	832,86	912,35	985,45	1.053,50	1.117,40
	4,80	0,50	0,87	5,30	246,27	348,28	492,54	603,24	696,56	778,78	853,11	921,46	985,09	1.044,84
	4,80	1,00	0,85	5,80	231,26	327,04	462,51	566,46	654,09	731,29	801,09	865,28	925,02	981,13
	4,80	1,50	0,83	6,30	217,96	308,25	435,93	533,90	616,50	689,26	755,05	815,55	871,86	924,75
	4,80	2,00	0,81	6,80	206,12	291,50	412,24	504,89	582,99	651,80	714,02	771,23	824,47	874,49
	4,80	2,50	0,80	7,30	195,49	276,47	390,99	478,86	552,94	618,21	677,21	731,47	781,98	829,41
	4,80	3,00	0,78	7,80	185,91	262,92	371,82	455,39	525,84	587,90	644,01	695,62	743,64	788,75
	4,80	3,50	0,77	8,30	177,22	250,63	354,45	434,11	501,26	560,43	613,92	663,11	708,89	751,90
	4,80	4,00	0,76	8,80	169,31	239,44	338,62	414,73	478,89	535,41	586,51	633,51	677,25	718,33
	4,80	4,50	0,75	9,30	162,08	229,21	324,15	397,00	458,42	512,53	561,45	606,43	648,30	687,63
	4,80	5,00	0,75	9,80	155,43	219,82	310,87	380,73	439,63	491,52	538,44	581,58	621,74	659,45
	4,80	5,50	0,74	10,30	149,31	211,16	298,63	365,74	422,32	472,17	517,24	558,68	597,26	633,49
	4,80	6,00	0,73	10,80	143,66	203,16	287,32	351,89	406,33	454,29	497,65	537,52	574,63	609,49
	4,80	6,50	0,73	11,30	138,42	195,75	276,83	339,05	391,50	437,71	479,49	517,90	553,66	587,25
	4,80	7,00	0,72	11,80	133,54	188,86	267,08	327,11	377,71	422,30	462,60	499,67	534,17	566,57
LADO INTERNO DA CURVA	10,00	0,00	0,90	10,00	126,42	178,78	252,84	309,66	357,57	399,77	437,93	473,02	505,68	536,35
	10,00	0,50	0,89	10,50	122,34	173,02	244,68	299,67	346,03	386,88	423,80	457,76	489,37	519,05
	10,00	1,00	0,87	11,00	118,52	167,61	237,04	290,31	335,22	374,79	410,56	443,45	474,07	502,83
	10,00	1,50	0,86	11,50	114,93	162,53	229,85	281,51	325,06	363,43	398,12	430,02	459,71	487,59
	10,00	2,00	0,85	12,00	111,55	157,75	223,09	273,23	315,50	352,74	386,41	417,37	446,19	473,25
	10,00	2,50	0,84	12,50	108,36	153,24	216,72	265,43	306,49	342,66	375,37	405,44	433,44	459,73
	10,00	3,00	0,83	13,00	105,35	148,99	210,70	258,05	297,97	333,14	364,94	394,18	421,40	446,96
	10,00	3,50	0,82	13,50	102,50	144,96	205,00	251,08	289,92	324,14	355,08	383,53	410,01	434,88
	10,00	4,00	0,81	14,00	99,80	141,15	199,61	244,47	282,29	315,61	345,73	373,44	399,22	423,44
	10,00	4,50	0,81	14,50	97,25	137,53	194,49	238,20	275,05	307,52	336,87	363,86	388,98	412,58
	10,00	5,00	0,80	15,00	94,81	134,09	189,63	232,25	268,18	299,83	328,45	354,76	379,26	402,26
	10,00	5,50	0,79	15,50	92,50	130,82	185,00	226,58	261,64	292,52	320,44	346,11	370,01	392,45
	10,00	6,00	0,79	16,00	90,30	127,70	180,60	221,19	255,41	285,55	312,81	337,87	361,20	383,11
	10,00	6,50	0,78	16,50	88,20	124,73	176,40	216,04	249,47	278,91	305,53	330,01	352,80	374,20
	10,00	7,00	0,78	17,00	86,20	121,90	172,39	211,13	243,80	272,57	298,59	322,51	344,78	365,69
LADO EXTERNO DA CURVA	0,00	0,50	0,60	0,50	3.792,58	5.363,52	7.585,17	9.289,89	10.727,05	11.993,20	13.137,89	14.190,55	15.170,33	16.090,57
	0,00	1,00	0,60	1,00	1.896,29	2.681,76	3.792,58	4.644,95	5.363,52	5.996,60	6.568,95	7.095,27	7.585,17	8.045,28
	0,00	1,50	0,60	1,50	1.264,19	1.787,84	2.528,39	3.096,63	3.575,68	3.997,73	4.379,30	4.730,18	5.056,78	5.363,52
	0,00	2,00	0,60	2,00	948,15	1.340,88	1.896,29	2.322,47	2.681,76	2.998,30	3.284,47	3.547,64	3.792,58	4.022,64
	0,00	2,50	0,60	2,50	758,52	1.072,70	1.517,03	1.857,98	2.145,41	2.398,64	2.627,58	2.838,11	3.034,07	3.218,11
	0,00	3,00	0,60	3,00	632,10	893,92	1.264,19	1.548,32	1.787,84	1.998,87	2.189,65	2.365,09	2.528,39	2.681,76
	0,00	3,50	0,60	3,50	541,80	766,22	1.083,60	1.327,13	1.532,44	1.713,31	1.876,84	2.027,22	2.167,19	2.298,65
	0,00	4,00	0,60	4,00	474,07	670,44	948,15	1.161,24	1.340,88	1.499,15	1.642,24	1.773,82	1.896,29	2.011,32
	0,00	4,50	0,60	4,50	421,40	595,95	842,80	1.032,21	1.191,89	1.332,58	1.459,77	1.576,73	1.685,59	1.787,84
	0,00	5,00	0,60	5,00	379,26	536,35	758,52	928,99	1.072,70	1.199,32	1.313,79	1.419,05	1.517,03	1.609,06
	0,00	5,50	0,60	5,50	344,78	487,59	689,56	844,54	975,19	1.090,29	1.194,35	1.290,05	1.379,12	1.462,78
	0,00	6,00	0,60	6,00	316,05	446,96	632,10	774,16	893,92	999,43	1.094,82	1.182,55	1.264,19	1.340,88
	0,00	6,50	0,60	6,50	291,74	412,58	583,47	714,61	825,16	922,55	1.010,61	1.091,58	1.166,95	1.237,74
	0,00	7,00	0,60	7,00	270,90	383,11	541,80	663,56	766,22	856,66	938,42	1.013,61	1.083,60	1.149,33

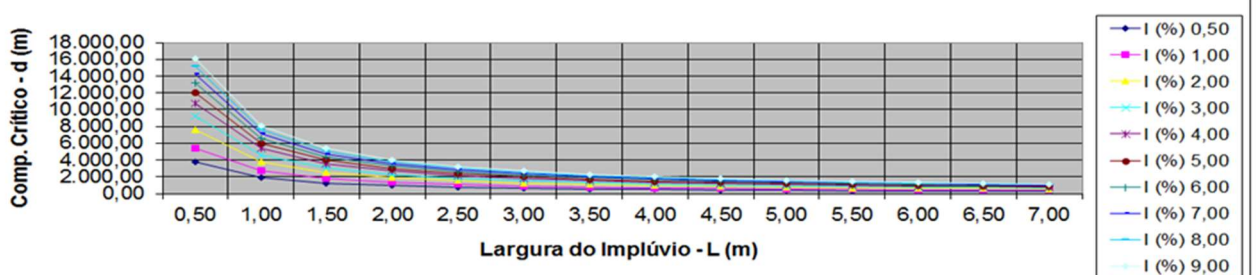
STC-04 - TANGENTE



STC-04 - LADO INTERNO DA CURVA



STC-04 - LADO EXTERNO DA CURVA



[illegible]

SARJETA DE BANQUETA					
ESTACAS		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	NÍVEL
INICIAL	FINAL				
728	764	SZC-02	720,00	E	1
750	760	SZC-02	200,00	E	2
729	764	SZC-02	700,00	D	1
746	760	SZC-02	280,00	D	2
819	842+10,00	SZC-02	470,00	D	1
819	842+10,00	SZC-02	470,00	E	1
		TOTAL	2.840,00		

10.2.3. MEIO-FIO

O meio fio tem como objetivo captar as águas precipitadas sobre a plataforma de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude do aterro, conduzindo-se ao local de deságue seguro. A indicação do meio fio deve fundamentar-se nas seguintes situações:

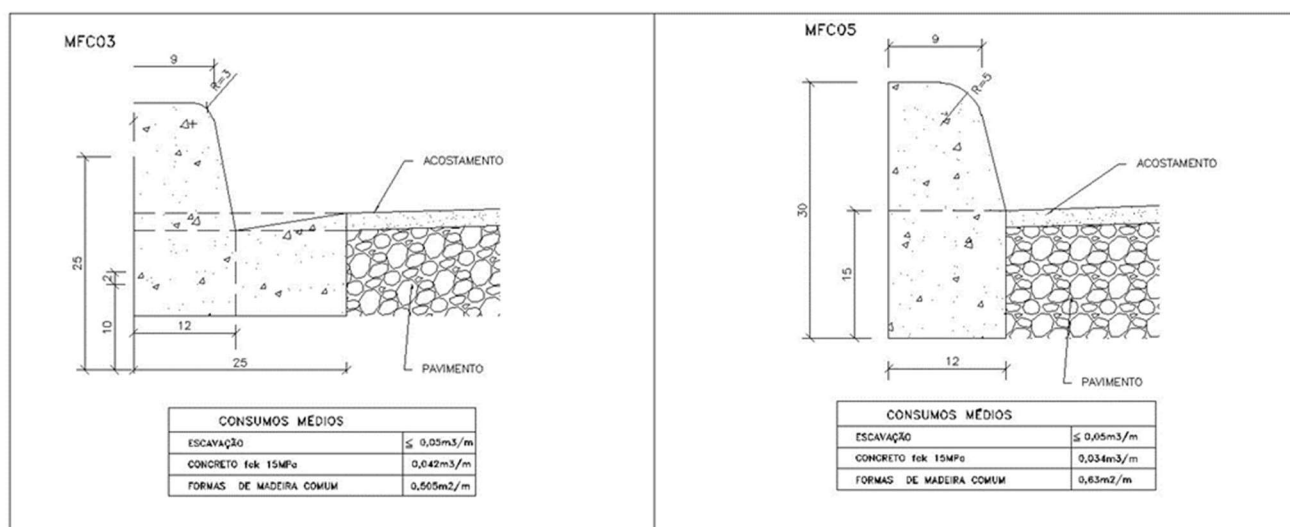
Trechos onde a velocidade das águas provenientes da pista provoque erosão na borda da plataforma;

- Serão empregadas nos bordos dos aterros com altura superior a 1,5 m;
- Interseções, para coletar e conduzir as águas provenientes dos ramos, ilhas, etc.

O meio-fio posiciona-se na faixa da plataforma contígua ao acostamento.

Neste projeto foram usados os tipos **MFC 03** e **MFC 05**, conforme desenho abaixo:

Figura 36 - Desenhos tipo de MFC

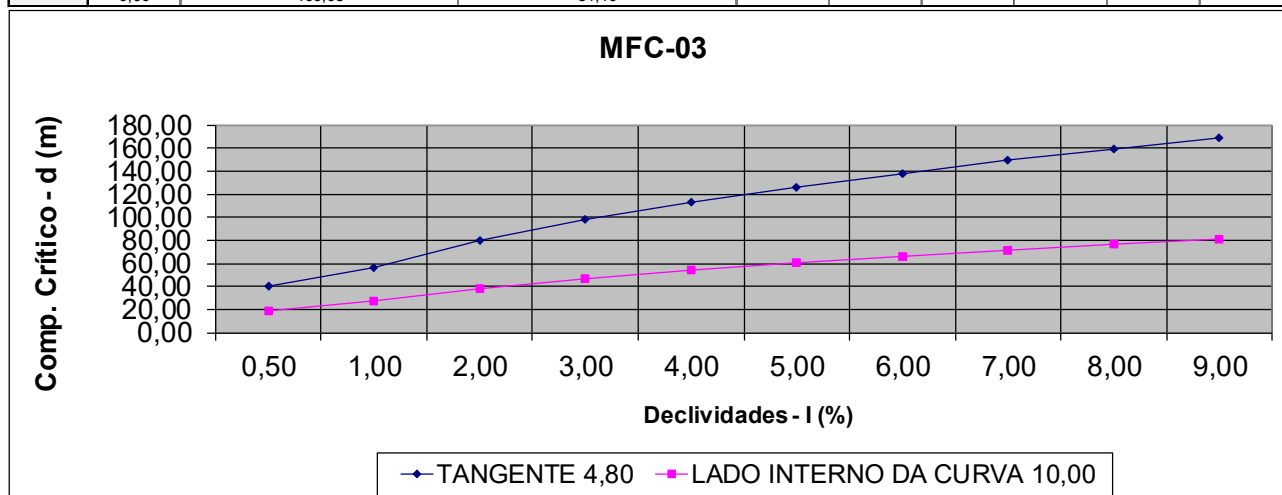


a) Cálculo do Comprimento Crítico

O projeto consiste na determinação do comprimento máximo do meio-fio a ser executada no caso de aterro. O projeto em estudo apresenta os seguintes casos:

- Trechos em tangente; e
- Trechos em curva.

	L1 (m)	L2 (m)	h (m)	A (m2)	Pmol (m)	Rhid (m)	n	i (cm/h)	C1	Plataform.	Faixas	Plat. Tot.	SR ref.
	0,7800	0,0115	0,0575	0,0228	0,8408	0,0271	0,0150	20,2200	0,90	4,80	2,00	9,60	0,40
MFC-03	Comprimento Crítico "d" (m) para cada declividade "I" (%) nas situações de TANGENTE e LADO INTERNO DA CURVA												
	I (%)	TANGENTE 4,80			LADO INTERNO DA CURVA 10,00								
	0,50	39,85			19,13								
	1,00	56,36			27,05								
	2,00	79,71			38,26								
	3,00	97,62			46,86								
	4,00	112,72			54,11								
	5,00	126,03			60,49								
	6,00	138,06			66,27								
	7,00	149,12			71,58								
	8,00	159,41			76,52								
	9,00	169,08			81,16								



10.2.4. DESCIDAS D'ÁGUA

O objetivo das descidas de água é conduzir a água captada por outros dispositivos de drenagem pelos taludes de corte ou aterro. São instaladas quando o comprimento crítico das sarjetas de aterro ou valetas de corte é atingido. Podem ser do tipo rápido ou em degraus e devem se posicionar sobre os taludes seguindo as declividades dos mesmos.

Nos aterros as águas são conduzidas pelas sarjetas e descidas até desaguar no terreno natural.

Na sua parte terminal, se estiver conduzindo as águas para o terreno natural, esses dispositivos contam com uma bacia de dissipação de energia, reduzindo a velocidade da água e evitando, assim, erosões no terreno natural.

O posicionamento destes dispositivos de drenagem foi determinado após análises do projeto geométrico.

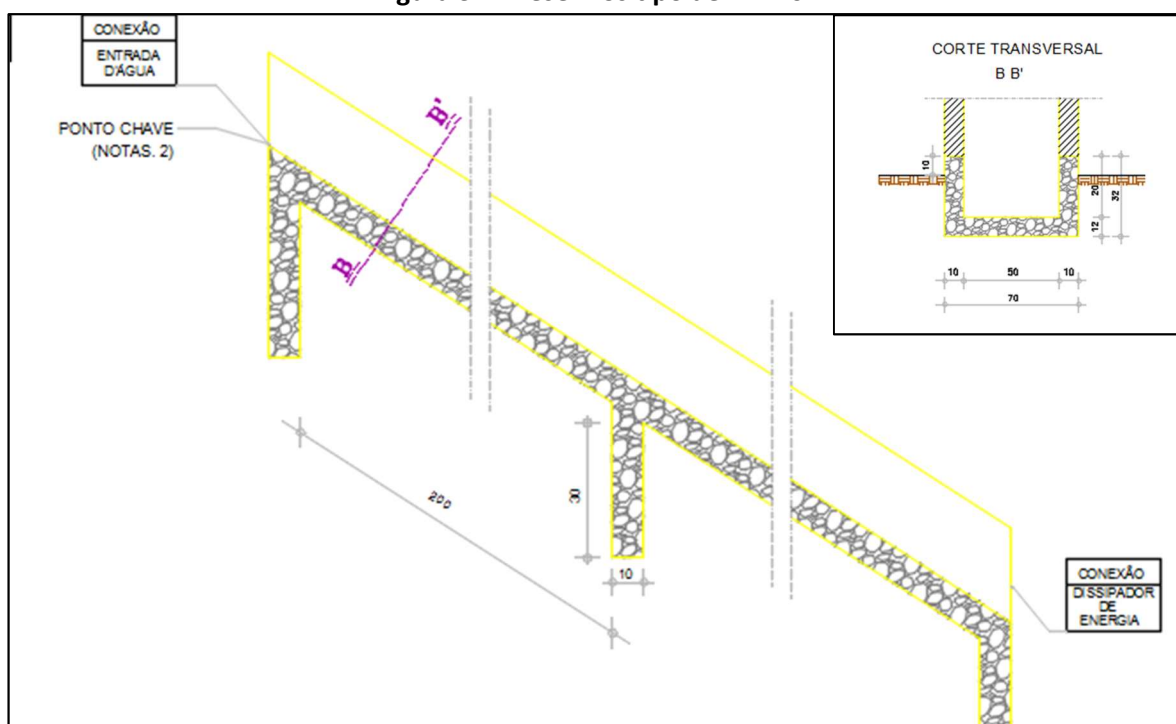
Neste projeto as descidas d'água serão do tipo:

- Descida D'água de Aterro Tipo Rápido (DAR 02);
- Descida D'Água de Aterros em Degraus (DAD-01)

a) Descida D'água de Aterro Tipo Rápido (DAR-02)

Este tipo de descida d'água é usado para conduzir a água das sarjetas, meios-fios ou bueiros de greide ao pé dos taludes de aterro de até 10,00 de altura.

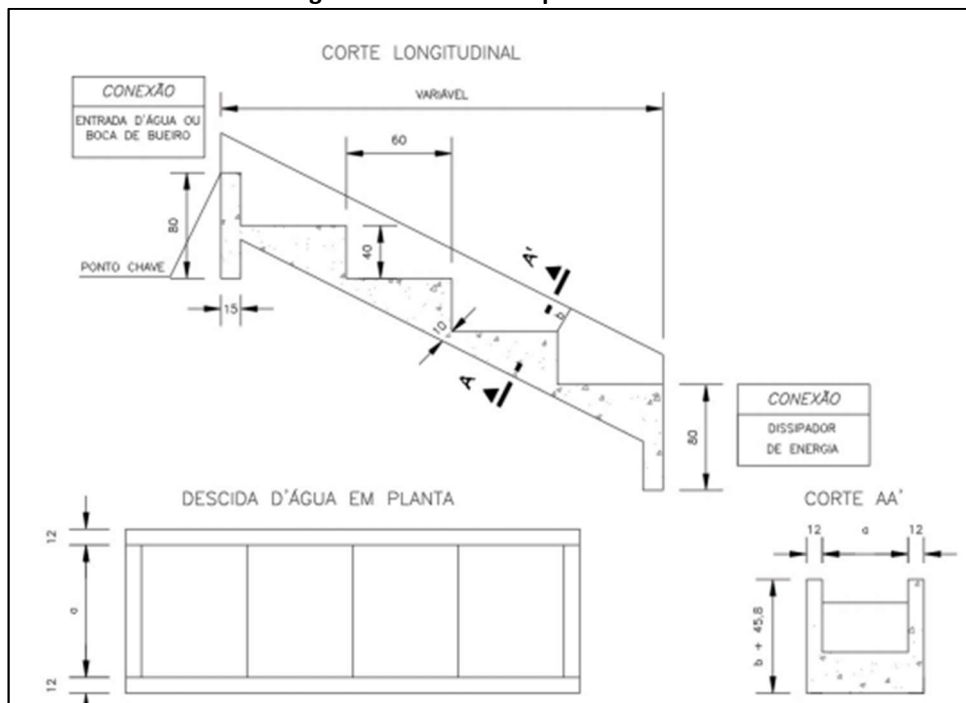
Figura 37 - Desenhos tipo de DAR-02



b) Descida D'Água de Aterros em Degraus (DAD-01)

As descidas d'água em degraus, serão usadas somente quando a altura do aterro não permitir a utilização da descida do tipo rápido (DAR-02). De uma forma já consagrada pela prática, adota-se esse tipo de descida quando a altura dos aterros comprimentos ultrapassarem a 10,0 m.

Figura 38 - Desenhos tipo de DAD-01



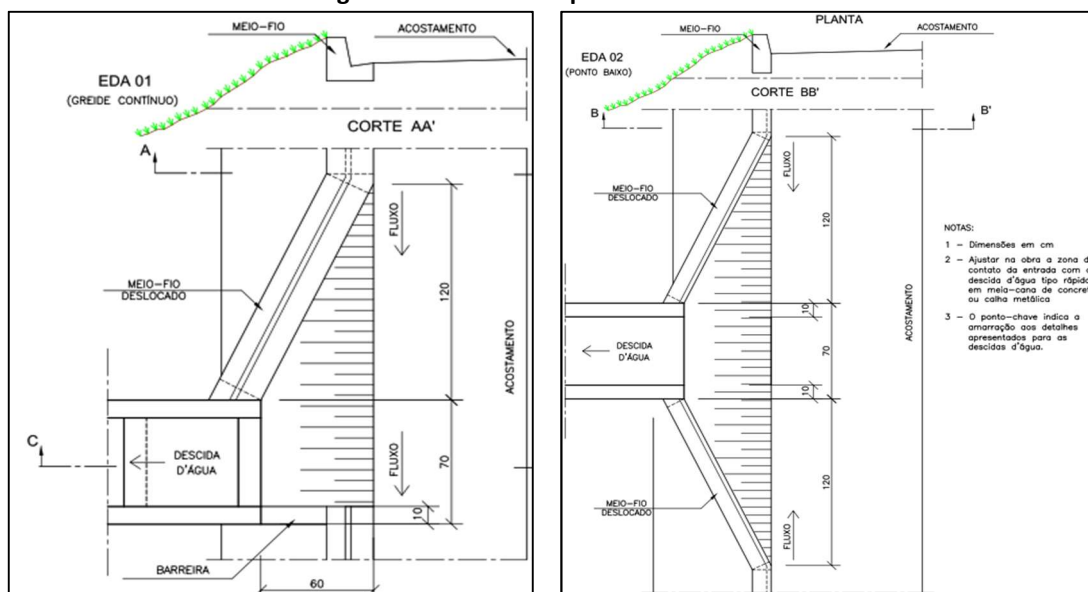
10.2.5. ENTRADAS PARA DESCIDAS D'ÁGUA

O sistema de sangramento das vazões das sarjetas de aterro é combinado por um sistema composto pela entrada d'água, descida d'água e sistema de dissipação de energia.

As entradas d'água são dispositivos de mudança de direção do fluxo de sarjetas de aterro. Localizam-se nas extremidades dos comprimentos críticos das sarjetas de aterro, nos pontos baixos das curvas verticais côncavas, junto a pontes, pontilhões e viadutos e, algumas vezes, nos pontos de transição entre corte e aterro.

Para o projeto em questão, utilizaremos os dispositivos EDA-01 e EDA-02 conforme figuras a baixo.

Figura 39 - Desenhos tipo de EDA



10.2.6. CAIXAS COLETORAS

As caixas coletoras, como o próprio nome indica, têm a função de coletar as águas provenientes das sarjetas e das descidas de água de cortes e de canteiro central, quando os comprimentos críticos das mesmas são atingidos, conduzindo-as para bueiros de greide ou a um dispositivo de deságue seguro. Servem, também, para coletar águas de bacias, para que as mesmas passem por bueiros de transposição de talvegues construídos abaixo do terreno natural.

Com função de caixa de passagem, devem ser executadas onde houver mudanças na declividade, direção ou dimensão de um bueiro, ou ainda onde ocorrer o encontro de mais de um bueiro num mesmo local.

Nos locais onde se deseja verificar a eficiência hidráulica e o estado de conservação de bueiros ou drenos profundos, as caixas de passagem têm função de caixa de inspeção.

Para este projeto foram adotadas as caixas coletoras de sarjeta (CCS) com grelha de concreto (TCC- 01).

10.2.7. DISSIPADORES DE ENERGIA

Os dissipadores de energia são dispositivos destinados a reduzir a velocidade da água tanto no escoamento de um dispositivo de drenagem superficial, quanto no terreno natural.

Podem ser classificados em dissipadores localizados e dissipadores contínuos. Os primeiros também conhecidos como bacia de amortecimento, objetivam evitar a erosão no terreno natural, tendo sido previstos ao final das descidas de água, à jusante dos bueiros e nas saídas das sarjetas de corte e nos pontos de passagem de corte para aterro. Os dissipadores contínuos destinam-se a diminuir a velocidade da água ao longo do percurso no dispositivo de drenagem superficial, ou seja, nas descidas d'água e valetas de proteção, quando necessário.

10.3. DRENAGEM PROFUNDA

10.3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A drenagem profunda tem por finalidade remover as águas infiltradas no corpo da rodovia, bem como rebaixar o nível do lençol freático evitando que, por ascensão capilar, a água subterrânea afete a estabilidade do subleito, comprometendo o desempenho do pavimento.

A necessidade de implantação foi definida pela situação local do lençol freático nos cortes, pela ocorrência de materiais com excesso de umidade, ou existência de materiais rochosos impermeáveis abaixo do greide projetado.

A ausência de drenos ou o seu mau funcionamento podem provocar os seguintes problemas:

- Redução da resistência do solo ao cisalhamento;
- Deterioração da camada de revestimento da estrada;
- “Pipping” ou retro-erosão, que é o carreamento de partículas de solo pelas forças de percolação, causando vazios, para onde converge o fluxo d’água e acelera-se o processo iniciado;
- Variação do volume de solo, etc.

O critério geral para a previsão de drenos longitudinais profundos e rasos ficará restrito aos seguintes casos:

- Presença d’água nos furos de sondagem, a profundidade menor que 1,50 m em relação ao greide de terraplenagem, e nos cortes em rocha.
- Quando forem encontradas camadas permeáveis sobrepostas a camadas impermeáveis, mesmo sem a presença de água livre.
- Constatação de problemas específicos locais, tais como: olho d’água, umidade excessiva nos cortes, etc.

Foram adotados os projetos tipo de drenos para cortes em solo e rocha, a saber:

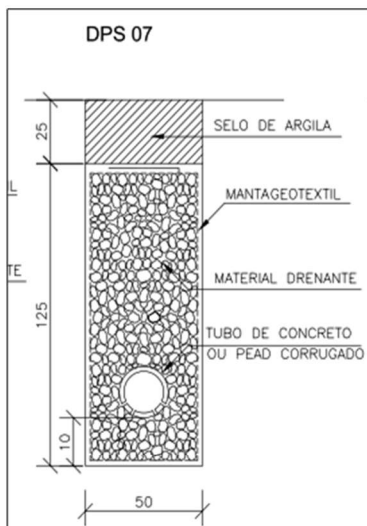
- Corte em solo: dreno longitudinal medindo 0,50m na base e 1,50 de altura (**DPS-07**) com tubo PEAD de 15 cm.
- Corte em rocha: dreno longitudinal medindo 0,50m na base e 0,50 de altura (**DPR-02**) com tubo PEAD de 15 cm.

10.3.2. CALCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO DRENOS PROFUNDO

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

DADOS HIDROLÓGICOS: DOVERLÂNDIA

SEÇÃO TIPO



DADOS:

- Coef. de infiltração do pavimento (C)
0,26
- Intensidade pluviométrica " i " (cm/h)
20,22
- Cof. de condutividade hidráulica "K" (cm/s)
15 Brita 01
- Declividade transversal "s" (m/m)
0,03
- Coeficiente de Manning do Tubo (PEAD)
0,01
- Diâmetro do Tubo (PEAD)
15 cm

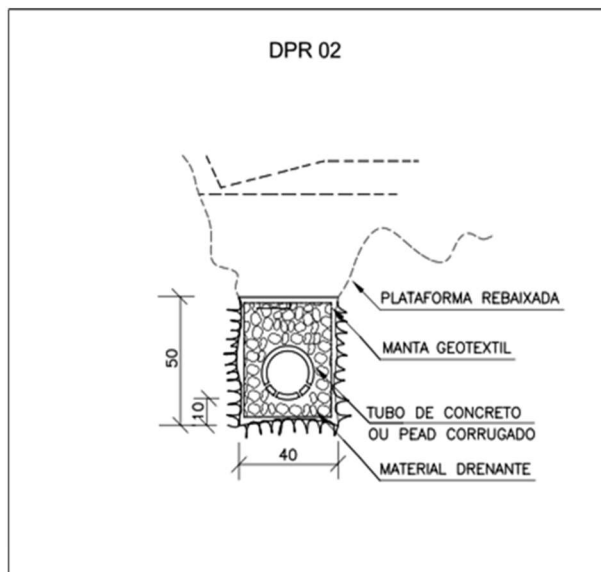
DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO CRÍTICO (d) E DA CAPACIDADE HIDRÁULICA (Q)

ESTACA		LADO D/E	Ext. (m)	I (m/m)	d (m)	Q (m³/dia)	DIAGNÓSTICO
INICIAL	FINAL						
35 + 0,00	46 + 0,00	D	220,00	0,05	3.399,67	4.289,46	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
126 + 0,00	134 + 0,00	E	160,00	0,07	3.987,66	5.031,34	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
126 + 0,00	156 + 0,00	D	600,00	0,07	3.987,66	5.031,34	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
138 + 0,00	156 + 0,00	D	360,00	0,03	2.438,68	3.076,95	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
164 + 0,00	169 + 0,00	E	100,00	0,03	2.328,40	2.937,81	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
256 + 0,00	268 + 0,00	E	240,00	0,03	2.347,88	2.962,39	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
780 + 0,00	806 + 0,00	E	520,00	0,07	4.035,93	5.092,24	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
780 + 0,00	806 + 0,00	D	520,00	0,07	4.035,93	5.092,24	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
819 + 0,00	905 + 0,00	D	1.720,00	0,07	4.035,93	5.092,24	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
819 + 0,00	905 + 0,00	E	1.720,00	0,07	4.035,93	5.092,24	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente

TIPO DE DISPOSITIVO: Drenos Longitudinais Profundos para Cortes em Solo Tipo DPR-02 do DNIT

DADOS HIDROLÓGICOS: DOVERLÂNDIA

SEÇÃO TIPO



DADOS:

- Coef. de infiltração do pavimento (C)
0,50
- Intensidade pluviométrica " i " (cm/h)
20,22
- Cof. de condutividade hidráulica "K" (cm/s)
15
- Declividade transversal "s" (m/m)
0,03
- Coeficiente de Manning do Tubo (PEAD)
0,01
- Diâmetro do Tubo (PEAD)
15 cm

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

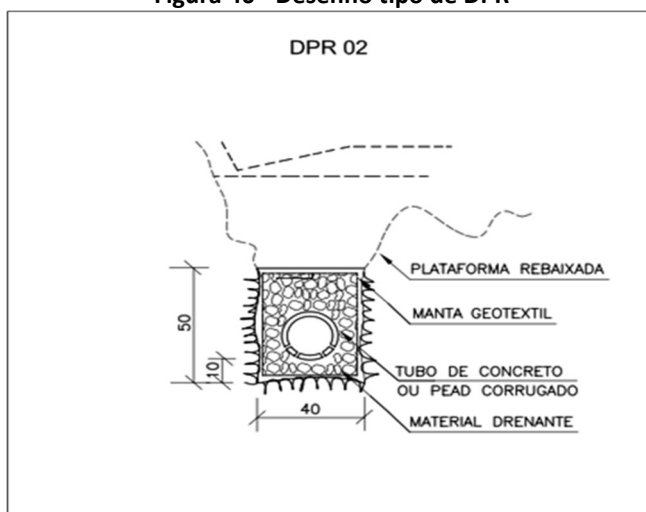
ESTACA				LADO D/E	Ext. (m)	l (m/m)	d (m)	Q (m³/dia)	DIAGNÓSTICO		
INICIAL		FINAL									
722	+	0,00	764	+	0,00	D	840,00	0,0576	1768,69	4291,538	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
722	+	0,00	764	+	0,00	E	840,00	0,0576	1768,69	4291,538	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
771	+	15,13	780	+	0,00	D	164,87	0,0700	1958,47	4752,042	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente
771	+	15,13	780	+	0,00	D	164,87	0,0700	1958,47	4752,042	O dreno possui capacidade hidráulica suficiente

10.3.3. TIPOS DE DISPOSITIVOS PROJETADOS

10.3.3.1. DRENOS PROFUNDOS PARA CORTES EM ROCHA

Estão previstos drenos do tipo DPR-02, para coletar as águas onde houver cortes em rocha.

Figura 40 - Desenho tipo de DPR



10.3.3.2. DRENOS PROFUNDOS DE CORTE EM SOLO

Foi indicado dreno do tipo DPS-07 nos segmentos de corte com a finalidade de rebaixo do Lençol Freático.

Figura 41 - Desenho tipo de DPS



10.3.3.3. TERMINAL DE DRENOS

Os drenos deverão, na transição corte/aterro, ter uma deflexão de cerca 45°, prolongando-se além do bordo da plataforma, de modo que o deságue se processe, no mínimo, a um metro do "off-set". Para proteção na saída dos drenos, são projetados terminais de saída do tipo BSD-02.

Figura 42 - Desenho tipo de BSD

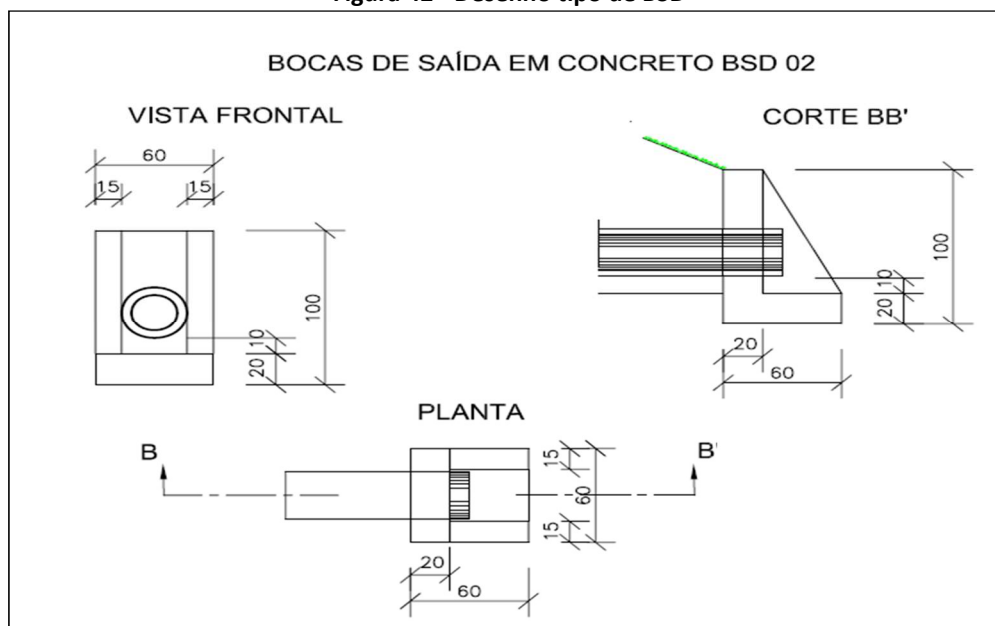


Tabela 24 - Nota de serviço de Drenos

DRENO					BOCAS DE SAÍDAS		
ESTACAS		TIPO	EXTENSÃO (m)	LADO	ESTACAS DE SAÍDA	EXT. DE DRENO ATÉ A BOCA (m)	TIPO
INICIAL	FINAL						
35	46	DPS-07	220,00	D	35 / 46	60,00	BSD-02
126	134	DPS-07	160,00	E	126	30,00	BSD-02
126	156	DPS-07	600,00	D	126 / 156	60,00	BSD-02
138	156	DPS-07	360,00	D	156	30,00	BSD-02
164	169	DPS-07	100,00	E	164	30,00	BSD-02
256	268	DPS-07	240,00	E	256	30,00	BSD-02
722	764	DPR-02	840,00	D	722	30,00	BSD-02
722	764	DPR-02	840,00	E	722	30,00	BSD-02
771+15,13	780	DPR-02	164,87	E	771+15,13	30,00	BSD-02
780	806	DPS-07	520,00	E	806	30,00	BSD-02
771+15,13	780	DPR-02	164,87	D	771+15,13	30,00	BSD-02
780	806	DPS-07	520,00	D	806	30,00	BSD-02
819	905	DPS-07	1.720,00	D	819	30,00	BSD-02
819	905	DPS-07	1.720,00	E	820	30,00	BSD-02

Extensão de DPS-07 no trecho: 6.520,00 m

Extensão de DPR-02 no trecho: 2.129,74 m

Número de BSD-02 no trecho: 16,00 un

10.3.3.4. COLCHÃO DRENANTE

O objetivo das camadas drenante é drenar as águas, situadas a pequena profundidade do corpo estradal, em que o volume não possa ser drenado pelos drenos "espinha de peixe".

São utilizados:

- Nos cortes em rocha;
- Nos cortes em que o lençol freático estiver próximo do greide da terraplenagem;
- Na base dos aterros onde houver água livre próximo ao terreno natural;
- Nos aterros constituídos sobre terrenos impermeáveis.

Neste trecho usamos o colchão drenante com brita, e a remoção da água coletada foi feita por drenos longitudinais.

10.4. OBRAS DE ARTE CORRENTES

O Projeto de Obras de Arte Correntes e Especiais consiste no dimensionamento de estruturas de drenagem para transposição de cursos d'água. Em sua função primordial, a drenagem de uma rodovia 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 daquele.

No caso da transposição de talvegues, essas águas pertencem a uma bacia e, por imperativos hidrológicos, têm que ser desviadas de maneira a não comprometer a estrutura da estrada. Esse objetivo é alcançado pela introdução de uma ou mais linhas de bueiros sob os aterros ou pela construção de pontes transpondo os cursos d'água, que se constituem nos obstáculos a serem vencidos pela rodovia.

Neste capítulo foram estudados os dois tipos de obras de arte correntes:

- Bueiros tubulares de concreto, (grota e pequenos cursos d'água);
- Bueiros celulares de concreto.

Os bueiros foram dimensionados a fim de se atender às vazões de projeto, calculadas e apresentadas nos Estudos Hidrológicos.

Esse dimensionamento obedeceu a seguinte sistemática:

- 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.

Tabela 25 - Nota de serviço Colchão Drenante

ESTACA		ESPESSURA (m)	EXTENSÃO (m)	PLAT. (m)	VOLUME (m³)
INICIAL	FINAL				
720	764+00,00	0,40	880,00	11,80	4.153,60
772	805	0,40	660,00	11,80	3.115,20
TOTAL=					7.268,80

10.4.1. METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DOS BUEIROS TUBULARES E CELULARES DE CONCRETO

O dimensionamento da seção de vazão dos bueiros foi calculado cuidadosamente para que seja assegurado o escoamento em tempo útil, do fluxo que atingir essas obras.

10.4.2. DIMENSIONAMENTO DOS BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO

Os bueiros de grota e pequenos cursos d'água foram dimensionados a fim de atender às vazões de projeto calculadas e apresentadas no Estudo Hidrológico.

Esses bueiros foram dimensionados tendo em vista as suas declividades, verificadas nos levantamentos topográficos e nas seções transversais. Os bueiros foram dimensionados para atender a uma vazão com os seguintes tempos de recorrência:

- Obras de Arte Corrente - 15 anos (como canal) e 25 anos (verificação como orifício);
- Bueiros Celulares - 25 anos (como canal) e 50 anos (verificação como orifício).

Apresentamos, a seguir, o quadro de vazões para dimensionamento de bueiros tubulares de concreto.

Quadro 24 - Quadro de vazão para dimensionamento de BTC

VAZÃO, VELOCIDADE E DECLIVIDADE CRÍTICA DE BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO TRABALHANDO COMO CANAL(EC = D)					
Tipo	Diâmetro (m2)	Área Molhada Crítica (m2)	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSTC	1,00	0,600	1,530	2,560	0,740
	1,20	0,870	2,420	2,800	0,700
	1,50	1,350	4,220	3,140	0,650
BDTC	1,00	1,200	3,070	2,560	0,740
	1,20	1,730	4,840	2,800	0,700
	1,50	2,710	8,450	3,140	0,650
BTTC	1,00	1,810	4,600	2,560	0,740
	1,20	2,600	7,260	2,800	0,700
	1,50	4,060	12,670	3,140	0,650

10.4.3. DIMENSIONAMENTO DOS BUEIROS CELULARES DE CONCRETO

Os bueiros celulares foram dimensionados a fim de atender as vazões de projeto já calculadas e apresentadas no estudo hidrológico, segundo a mesma metodologia dos tubulares.

Estes bueiros foram dimensionados para atender a uma vazão com tempo de recorrência de 50 anos. O método de cálculo utilizado vai depender da área da bacia.

- Bacias com até 400 há - Método Racional;
- Bacias de 400 a 1000 há - Método Racional Corrigido;
- Bacias acima de 1000 há - Hidrograma Unitário.

Os projetos dos bueiros celulares adotados estão apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos (Projeto de O.A.E).

Apresentamos a seguir o quadro de vazões para dimensionamento de bueiros celulares de concreto.

Quadro 25 - Quadro de vazão para dimensionamento de BCC

VAZÃO, VELOCIDADE E DECLIVIDADE CRÍTICA DE BUEIROS CELULARES DE CONCRETO TRABALHANDO COMO CANAL(EC = D)					
Tipo	Diâmetro B x H	Área Molhada Crítica (m2)	Vazão Crítica (m3/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Declividade Crítica (%)
BSCC	1,50 x 1,50	1,500	4,700	3,140	0,684
	2,00 x 2,00	2,670	9,640	3,620	0,622
	2,50 x 2,50	4,170	16,850	4,050	0,577
	3,00 x 3,00	6,000	26,580	4,430	0,543
BDCC	1,50 x 1,50	3,000	9,400	3,140	0,684
	2,00 x 2,00	5,330	19,290	3,620	0,622
	2,50 x 2,50	8,330	33,700	4,050	0,577
	3,00 x 3,00	12,000	53,160	4,430	0,543
BTCC	1,50 x 1,50	4,500	14,100	3,140	0,684
	2,00 x 2,00	8,000	28,930	3,620	0,622
	2,50 x 2,50	12,500	50,550	4,050	0,577
	3,00 x 3,00	18,000	79,730	4,430	0,543

10.4.3.1. Comprimento dos bueiros

Para o cálculo do comprimento de cada bueiro, obedeceu a seguinte sistemática:

- 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.

10.5. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos estão apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos, contendo os seguintes elementos:

- Projetos-tipo de bueiros tubulares;
- Projetos-tipo dos Bueiros Celulares;
- Projeto de sarjetas, meio fio, saídas d'água, descidas d'água, valetas de proteção e drenos;
- Notas de serviço separadas por tipo de serviço, contendo a localização, tipo e extensão.

11. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

11. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

11.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para a elaboração das estruturas de pavimento a serem implantadas, serão analisados os seguintes parâmetros de cálculo:

- Dados de contagens volumétricas e número de solicitações oriundas do tráfego de categoria comercial;
- Capacidade de suporte do subleito através de ensaios de caracterização dos materiais de fundação existentes no local de implantação e;
- Características dos materiais disponíveis no local.

Adiante serão analisados e definidos os parâmetros de tráfego e de suporte de subleito, bem como a definição das estruturas a serem implantadas.

Os projetos foram desenvolvidos obedecendo aos seguintes Documentos de Referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- IP 10 GOINFRA - Projeto de Pavimentação
- DNIT- IPR-726 - Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos básicos / Instruções de Serviço) - 2006;
- DNIT – IS- 211 - Instrução de Serviço para Projeto de Pavimentação (Pavimentos Flexíveis);
- DNIT – IPR-719 - Manual de Pavimentação - 2006

11.2. PARÂMETROS DE TRAFEGO

O tráfego é considerado no dimensionamento de pavimentos através do conceito de equivalência de carga, onde se transformam todas as solicitações no número de passagens de um eixo padrão de 8,2 tf, também conhecido como número “N”. Essa transformação normalmente é feita através da aplicação do fator de veículo ao volume previsto para o período de projeto.

Para este estudo, utilizaram-se os dados de volumes de tráfego apresentados no relatório “*Estudo de Tráfego*” que, além da contagem classificada realizada no local, definiu os fatores de veículo e o número N.

Dessa forma, para atender a um período de projeto de 10 anos, definiram-se os seguintes valores de número N.

O Número “N” usado para o dimensionamento do pavimento será o da USACE, no 10º ano (2032).

Quadro 26 - Número N utilizado

Número N – GO-221	
USACE	AASHTO
8,75+06	2,04E+06

Quadro 27 - Projeção do VMDAT e Número N

PROJEÇÃO DO "VMDAT" E DOS VALORES DE "N"														
RODOVIA CONTAGEM: GO-221														
TRECHO CONTAGEM: Doverlândia / Entroncamento GO-194														
ANO DA PESQUISA	TAXA DE CRESCIMENTO DO TRÁFEGO				PERÍODO DE PROJETO (ANOS)	FATORES DE VEÍCULO - FV		FATOR CLIMÁTICO REGIONAL	FATOR DIRECIONAL FD	OBSERVAÇÕES				
	PASSEIO	COLETIVO	CARGA	MÉTODO USACE		MÉTODO AASHTO								
	3,00%	3,00%	3,00%	15,09513		3,52296								
	COMPOSIÇÃO DA FROTA			NÚMERO "N" ACUMULADO (COLETIVO E CARGA)										
ANO	PASSEIO	COLETIVO	CARGA	ANO DE ABERTURA	VMDAT Total	MÉTODO USACE	MÉTODO AASHTO							
	78,03%	0,35%	21,61%											
	VEICULO - TIPO		PASSEIO	COLETIVO	CARGA									
2022	881	4	244	1.129	6,83E+05	1,59E+05	Abertura ao Tráfego							
1	2023	907	4	251	1.162	1,39E+06	3,23E+05							
2	2024	935	4	259	1.198	2,11E+06	4,92E+05							
3	2025	963	4	267	1.234	2,86E+06	6,67E+05							
4	2026	992	5	275	1.272	3,63E+06	8,47E+05							
5	2027	1.021	5	283	1.309	4,42E+06	1,03E+06							
6	2028	1.052	5	291	1.348	5,24E+06	1,22E+06							
7	2029	1.084	5	300	1.389	6,08E+06	1,42E+06							
8	2030	1.116	5	309	1.430	6,94E+06	1,62E+06							
9	2031	1.150	5	318	1.473	7,83E+06	1,83E+06							
10	2032	1.184	5	328	1.517	8,75E+06	2,04E+06							
11	2033	1.220	6	338	1.564	9,70E+06	2,26E+06							
12	2034	1.256	6	348	1.610	1,07E+07	2,49E+06							
13	2035	1.294	6	358	1.658	1,17E+07	2,72E+06							
14	2036	1.333	6	369	1.708	1,27E+07	2,97E+06							
15	2037	1.373	6	380	1.759	1,38E+07	3,21E+06							

11.3. ESTUDO DO SUBLEITO

O Subleito foi estudado a partir das notas de serviço calculadas do Projeto Geométrico de modo a abranger a extensão da pista em corte e as extensões em aterro com alturas inferiores a 1,0m.

As sondagens foram realizadas com espaçamento máximo de 200 m, atingindo uma profundidade mínima de 1,00 m abaixo da linha do greide de Terraplenagem. Todos os estudos se desenvolveram após a aprovação da GOINFRA da diretriz definitiva do projeto e do greide definitivo de terraplenagem.

11.4. ESTUDO DOS MATERIAIS DISPONÍVEIS PARA PAVIMENTAÇÃO

Foram realizados estudos geotécnicos completos em várias ocorrências, a fim de selecionar as melhores da região, observando aspectos como localização, quantificação e qualificação, objetivando seu emprego na pavimentação.

11.5. ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS

Após indicação dada pelo projeto de Terraplenagem, dos locais onde houve necessidade de utilização de material importado, foram pesquisadas as caixas de empréstimo concentradas, escolhendo-se sempre a que propicie a obtenção do melhor material na menor distância possível.

Nas caixas de empréstimos concentrados, foram feitos, pelo menos, cinco furos, distribuídos pela área de empréstimo, com profundidade igual à prevista para o empréstimo. Para caixas maiores que 10.000 m² foi feito um reticulado com malha de 50X100 m de lado.

Foram estudadas duas caixas de empréstimo concentradas que foram utilizadas nas camadas finais do aterro (1,0m).

Tabela 26 - Caixas de Empréstimo estudadas

CAIXAS DE EMPRESTIMO CONCENTRADOS					
Ocorrência	Estaca	Lado	Distância do Eixo	Coordenadas	
			km	x	y
CAIXA 01	893+10,38	LD	0,0143	346.138,11	8.161.226,91
CAIXA 02	779+00,00	LE	1,76 Km	347.491,00	8.158.660,00

11.6. CARACTERIZAÇÃO DO SUPORTE DO SUBLEITO

Para a definição das condições de suporte do subleito do pavimento, foram utilizados dados de investigações geotécnicas executadas, com a finalidade de coletar e ensaiar os solos ocorrentes na cota de implantação do subleito do pavimento permitindo estabelecer critérios de escolha de materiais para camadas de pavimento e estabelecer índices de capacidade de suporte dos materiais de fundação das estruturas a serem implantadas.

Para efeito de dimensionamento da capacidade de suporte de projeto, as amostras de solos foram coletadas nas áreas de cortes e nas caixas de empréstimo que serão utilizadas para a execução das últimas camadas dos aterros (CFT).

A seguir, apresenta-se o quadro-resumo contendo dados de caracterização dos solos nestes locais, apresentados integralmente no memorial descritivo dos Estudos Geológicos e Geotécnicos (Volume 3B - Estudos Geotécnicos).

Tabela 27 - Resumo dos Ensaios Realizados nos cortes (sondagem a trado)

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SUBLEITO					
ESTACA	HBR	ISC %	ESTACA	HBR	ISC %
1	A-7-6	6,70	720	A-2-7	20,00
10	A-6	20,00	725	A-7-6	13,00
20	A-4	16,60	730	A-4	3,30
30	A-4	20,00	740	A-7-5	9,70
40	A-6	15,40	747+10	A-4	9,00
50	A-6	4,30	755	A-4	4,30
60	A-4	2,00	760	A-5	11,10
70	A-6	2,40	762+10	A-4	20,00
80	A-4	12,30	747+10	A-4	9,00
90	A-4	10,20	772	A-2-5	4,70
100	A-4	9,70	779+10	A-4	6,10
110	A-4	13,60	787	A-4	17,10
120	A-4	15,50	800	A-4	3,80
160	A-6	11,10	804+10	A-5	13,10
170	A-4	16,30	820	A-6	5,40
180	A-2-4	10,50	830	A-7-5	10,10
190	A-4	20,00	835	A-4	14,10
200	A-4	19,90	840	A-4	12,10
210	A-6	12,10	842+10	A-6	19,00
220	A-6	4,50	850	A-4	5,80
230	A-6	2,10	857+10	A-4	4,50
240	A-6	4,00	860	A-4	5,10
250	A-4	4,80	865	A-4	8,50
260	A-4	12,30	870	A-2-7	20,00
270	A-4	16,60	872+10	A-7-6	20,00
280	A-6	5,30	886+10	A-2-6	20,00
290	A-7-6	13,50	890	A-5	19,40
320	A-6	14,60	894	A-4	6,50
330	A-6	12,60	900+10	A-4	8,20
360	A-6	13,10	906	A-5	1,90
370	A-2-6	15,00	1070	A-6	8,70
450	A-2-6	20,00	1080	A-7-5	4,20
460	A-6	5,00			

Dos valores obtidos e aplicando-se a equação apresentada na **IP-10 GOINFRA-PAVIMENTAÇÃO** para se obter o mínimo valor provável estatisticamente da amostra, o ISC de projeto foi determinado conforme formulação abaixo:

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

Onde:

- ISC: média aritmética dos valores de ISC das “n” amostras ensaiadas
- $t_{0,90}$: coeficiente de Student relativo ao intervalo de confiança de 90%
- σ : desvio padrão da população dos valores de ISC das “n” amostras ensaiadas

Os valores do percentual $t_{0,90}$ em função dos valores de n-1 são mostrados na tabela a seguir.

Tabela 28 - Determinação do $t_{0,90}$ em função do n-1

n - 1	$t_{0,90}$	n - 1	$t_{0,90}$	n - 1	$t_{0,90}$	n - 1	$t_{0,90}$
1	3,08	11	1,36	21	1,32	40	1,30
2	1,89	12	1,36	22	1,32	60	1,30
3	1,64	13	1,35	23	1,32	120	1,29
4	1,53	14	1,34	24	1,32	∞	1,28
5	1,48	15	1,34	25	1,32		
6	1,44	16	1,34	26	1,32		
7	1,42	17	1,33	27	1,31		
8	1,40	18	1,33	28	1,31		
9	1,38	19	1,33	29	1,31		
10	1,37	20	1,32	30	1,31		

Fonte: DER SP – Projeto de Pavimentação.

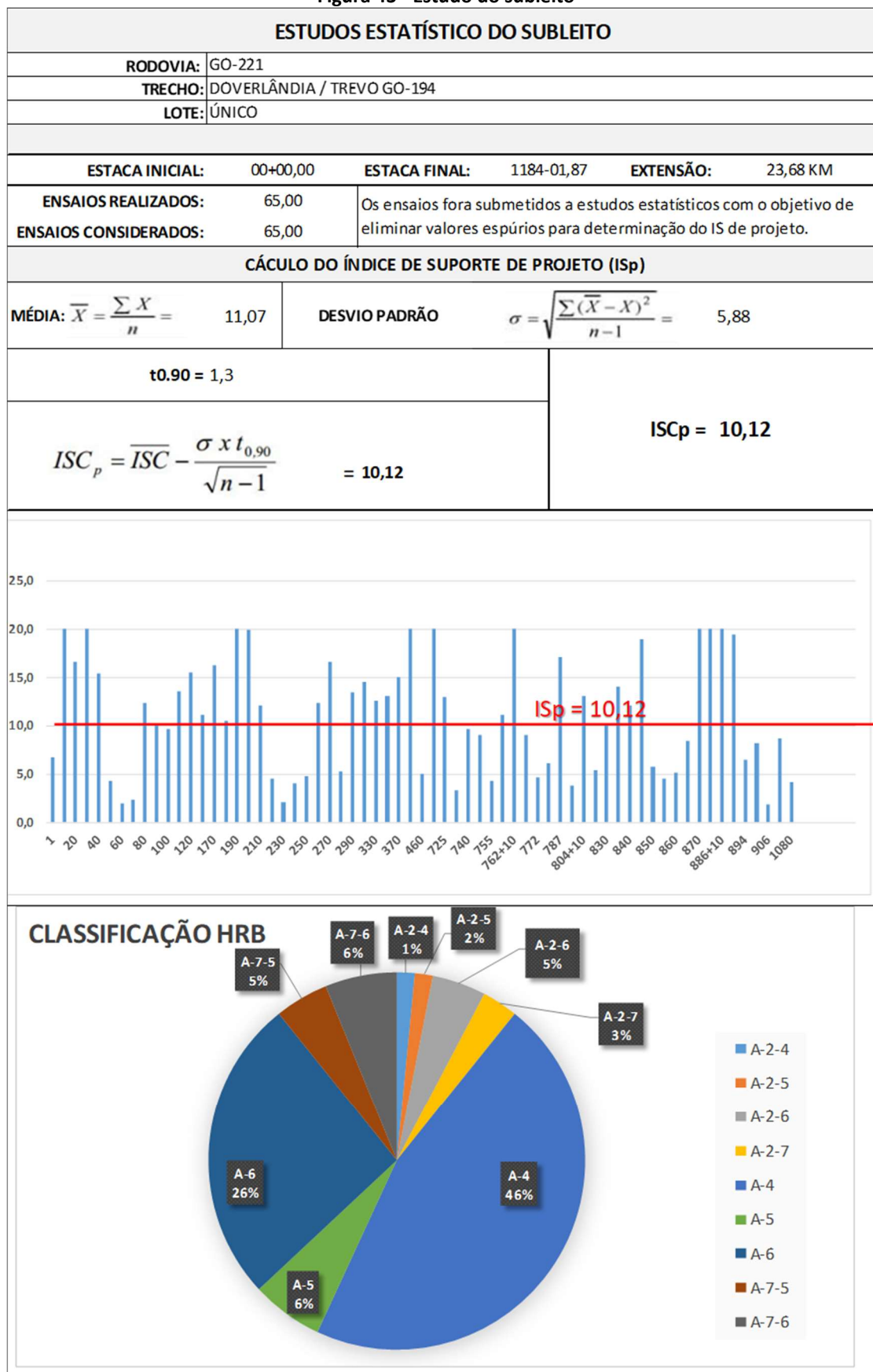
A tabela a seguir, permite classificar o solo em função da porcentagem de silte na fração fina, S, ou seja, fração que passa na peneira de abertura de 0,075 mm e o valor ISC correspondente.

Tabela 29 - Classificação dos Solos Quanto à Resiliência

ISC (%)	S (%)		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

O resultado do estudo realizado para a determinação do ISC de projeto, será apresentado a seguir.

Figura 43 - Estudo do subleito



11.7. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento, foram utilizados os seguintes métodos:

- Método do DNER (Engº Murillo Lopes de Souza)
- Método da Resiliência

11.7.1. MÉTODO DO DNER

O Método do DNER é um dos mais difundidos e tradicionalmente utilizados no país para o dimensionamento de pavimentos, tendo como premissa básica a proteção das camadas quanto à ruptura por cisalhamento. Nele, definem-se as espessuras equivalentes de pavimento necessárias para a proteção das camadas subjacentes em função do índice de Suporte Califórnia. Já as espessuras de cada camada são dadas em função de seus coeficientes de equivalência estrutural.

No que diz respeito às camadas betuminosas, recomenda-se a adoção de uma espessura mínima no intuito de se proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego e evitar a ruptura do revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. Esses valores mínimos para a espessura de revestimento são apresentados a seguir:

Quadro 28 - Espessura Mínima de CBUQ em função de "N"

Parâmetro de Tráfego	Tipo e Espessura
$N \leq 1 \times 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos
$1 \times 10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos (5,0 cm)
$5 \times 10^6 < N \leq 1 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (7,5 cm)
$1 \times 10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (10 cm)
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (12,5 cm)

Os coeficientes estruturais dos diferentes tipos de materiais permitem corrigir as espessuras necessárias de cada camada do pavimento em função da capacidade estrutural para espraizar às tensões e da capacidade de resistir mais ou menos às ações das cargas rodoviárias quanto à deformação. Esses valores dos coeficientes estruturais são apresentados a seguir:

Quadro 29 - Coeficiente de equivalência estrutural

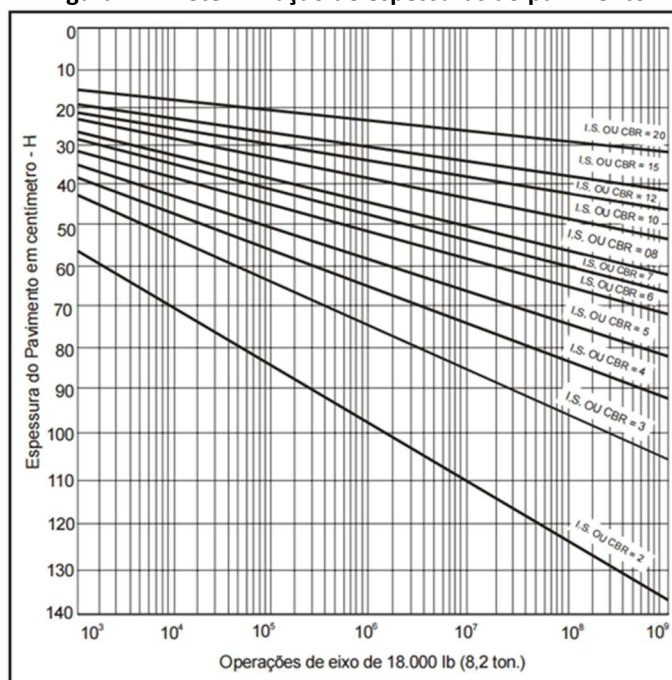
Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Dessa forma, o dimensionamento baseia-se nos seguintes parâmetros:

- Índice de Suporte Califórnia do subleito (ISC)
- Número de operações do eixo padrão de 8,2 tf (N)
- Coeficientes estruturais das camadas do pavimento (K)

A partir do número N e da capacidade de suporte da camada em análise é possível definir a espessura equivalente em material granular necessária para a proteção da mesma, conforme ábaco abaixo.

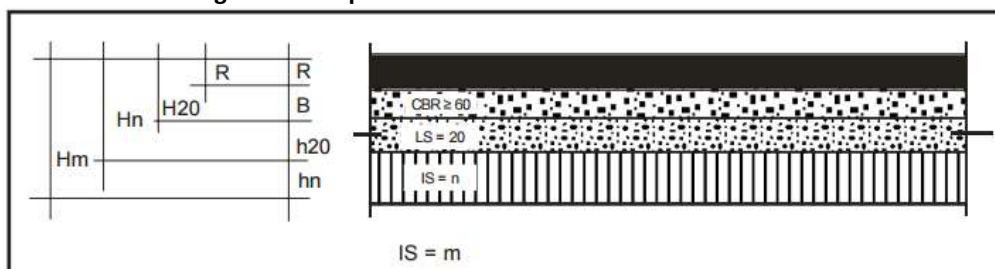
Figura 44 - Determinação de espessuras do pavimento



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

Portanto, a definição das espessuras equivalentes para a proteção de cada camada é realizada para o subleito (H_m), o reforço do subleito (H_n) e a sub-base (H_{20}), respectivamente conforme a Figura 46, apresentada na sequência:

Figura 45 - Esquema de Dimensionamento do Pavimento



As espessuras individuais das camadas constituintes do pavimento são calculadas com base no critério a seguir:

$$R \times KR + B \times KB \geq H_{20}$$

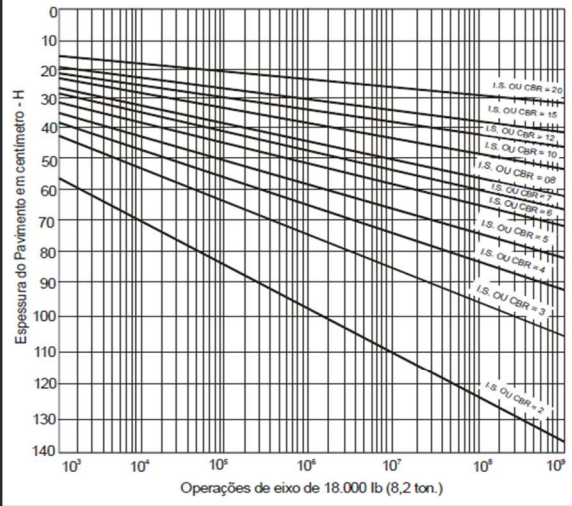
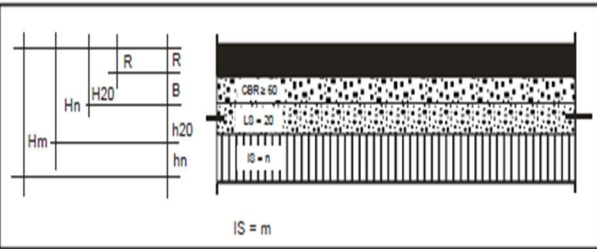
$$R \times KR + B \times KB + h_{20} \times KS \geq H_n$$

$$R \times KR + B \times KB + h_{20} \times KS + h_n \times KREF \geq H_m$$

Onde:

- R = espessura do revestimento;
- B = espessura da base;
- h_{20} = espessura da sub-base;
- H_{20} = espessura necessária para recobrir a sub-base granular;
- H_n = espessura necessária para recobrir um subleito

A seguir apresenta-se a memorial de cálculo utilizando da estrutura do pavimento utilizando a metodologia do DNER/DNIT:

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO PELO MÉTODO DO DNER (ENGº MURILLO LOPES DE SOUZA)												
CARACTERISTICA DO SUBLEITO		NÚMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO										
I.S.C PROJETO: 10,12 %		NÚMERO N = 8,75E+06 PERIODO DE PROJETO: 10 anos										
COMPONENTES DO PAVIMENTO		 $H_i = 77,67 \cdot N^{0,0492} \cdot CBR^{-0,598}$										
REVESTIMENTO: CBUQ												
BASE: SOLOCIMENTO 28<R>21												
SUB-BASE: GRANULAR												
REFORÇO SUB-LEITO:												
CARACTERISTICA DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO												
COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL												
REVESTIMENTO (Kr): 2,00												
BASE (Kb): 1,20												
SUB-BASE (Kbs): 1,00												
REFORÇO SUB-LEITO (Kref.): 1,00												
ESPESSURAS EQUIVALENTES		ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO										
		<table><tr><td>$N \leq 10^6$</td><td>Tratamentos superficiais betuminosos</td></tr><tr><td>$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$</td><td>Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura</td></tr><tr><td>$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$</td><td>Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura</td></tr><tr><td>$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$</td><td>Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura</td></tr><tr><td>$N > 5 \times 10^7$</td><td>Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura</td></tr></table>	$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos	$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura	$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura	$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura	$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos											
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura											
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura											
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura											
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura											
CALCULO DAS ESPESSURAS												
1) $Rkr + Bkb \geq H20$ $7,5x2 + Bx1,2 \geq 28$ R = 7,50 cm $B \geq 10,8cm \longrightarrow BadoT. = 15,00\ cm$ H20 = 28,00 cm 2) $Rkr + Bkb + h20Ks \geq Hn$ h20 = 42,00 cm $7,5x2 + 15x1,2 + SBx1 \geq 42$ $SB \geq 9cm \longrightarrow SBadot. = 15,00\ cm$												
CONSTITUIÇÃO FINAL DO PAVIMENTO												
REVESTIMENTO:	CBUQ	7,50 cm										
BASE:	SOLOCIMENTO 28<R>	15,00 cm										
SUB-BASE:	GRANULAR	15,00 cm										

11.7.2. MÉTODO DA RESILIÊNCIA

A aplicação do Método da Resiliência no dimensionamento do pavimento foi introduzida pelos estudos dos Eng. Ernesto Simões Preussler e Salomão Pinto, considerando a resiliência dos materiais, e foi recomendado na versão anterior do Manual de Pavimentação do DNER.

O dimensionamento do pavimento novo pelo Critério da Resiliência (TECNAPAV) foi efetuado na seguinte sequência:

➤ **Definição da estrutura:**

- Camada 1 - Revestimento (CBUQ), espessura Hcb;
- Camada 2 - Granulares (base + sub-base), espessura Hcg;
- Camada 3 - Subleito, tipo I, II ou III, em função do ISC e da percentagem de silte;

➤ **Classificação do Tipo de Solo do Subleito quanto à resiliência (tipos I, II ou III):**

Tipos	S (%) = % de SILTE na Peneira No. 200		
ISC (%)	< 35 %	35 a 65 %	> 65 %
>= 10 %	I	II	III
6 a 9 %	II	II	III
2 a 5 %	III	III	III

- S – Porcentagem de Silte sobre a porcentagem passando na Peneira Nº 200;
- ISC - Índice de Suporte Califórnia do subleito.

➤ **Definição dos coeficientes I1 e I2 em função do tipo de solo do subleito e da espessura total das camadas granulares (hcg):**

Esp. Camada Granular	Hcg ≤ 45cm			Hcg > 45cm
Tipo Subleito	I	II	III	I, II ou III
I ₁	0	1	0	0
I ₂	0	0	1	1

➤ **Cálculo da Espessura de CBUQ (Hcb):**

$$H_{cb} = \frac{807,961}{D_{adm}} - 5,737 + 0,972 I_1 + 4,101 I_2$$

➤ **Cálculo da Deflexão Admissível (Dadm) pelo Critério de Fadiga:**

$$\log D_{adm} = 3,148 - 0,188 \log N_p$$

onde:

- N_p - Número N para o período de projeto (10 anos) calcula pelo critério da USACE.

A seguir apresenta-se a memorial de cálculo utilizando da estrutura do pavimento utilizando a metodologia da Resiliência:

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO PELO MÉTODO DA RESILIÊNCIA			
CARACTERISCAS DO SUBLEITO		NUMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO	
I.S.C PROJETO: 10,12%		NÚMERO N = 8,75E+06	
TIPO DO SOLO: II			
COMPONENTES DO PAVIMENTO		COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL	
REVESTIMENTO: CBUQ		REVESTIMENTO: 2,00	
BASE: SOLO CIMENTO		BASE: 1,20	
SUB-BASE: SOLO GRANULAR		SUB-BASE: 1,00	
CALCULO DAS ESPESSURAS			
TIPO DE SOLO	II		I ₁ = 1 I ₂ = 0
DEFLEXÃO ADMISSÍVEL	log D _{adm} = 3,148 - 0,188 log N		69,65
ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO	H _{CB} = -5,737 + (807,961/D)+0,972 I ₁ +4,101 I ₂		6,84
ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO	H _T = 77,67 x N ^{0,0482 x CBR^{-0,598}}		42,05
ESPESSURA TOTAL DA CAMADA GRANULAR	H _{CB} x V _E + H _{CG} = H _T		28,38
CONSTITUIÇÃO FINAL DO PAVIMENTO			
REVESTIMENTO:	CBUQ	7,50 cm	
BASE:	SOLO CIMENTO	15,00 cm	
SUB-BASE:	SOLO GRANULAR	15,00 cm	

*Para diminuir a possibilidade de reflexão de trincas devido a utilização de base melhorada com cimento, foi empregada uma camada de TSD com polímero entre a camada de base e o revestimento betuminoso, com espessura média de 2,50 cm, conforme recomendação da IP-10 GOINFRA.

A camada de anti-reflexão em TSD tem por objetivo evitar que o trincamento oriundo do processo de retração das camadas de base e sub-base cimentadas seja refletido para as camadas superiores em CBUQ.

Devido ao incremento de 2,50 cm de TSD na estrutura do pavimento, foi possível reduzir a espessura do **CBUQ para 5,00 cm, atendendo aos critérios de dimensionamento da estrutura do pavimento.

11.8. CONSTITUIÇÃO FINAL DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO

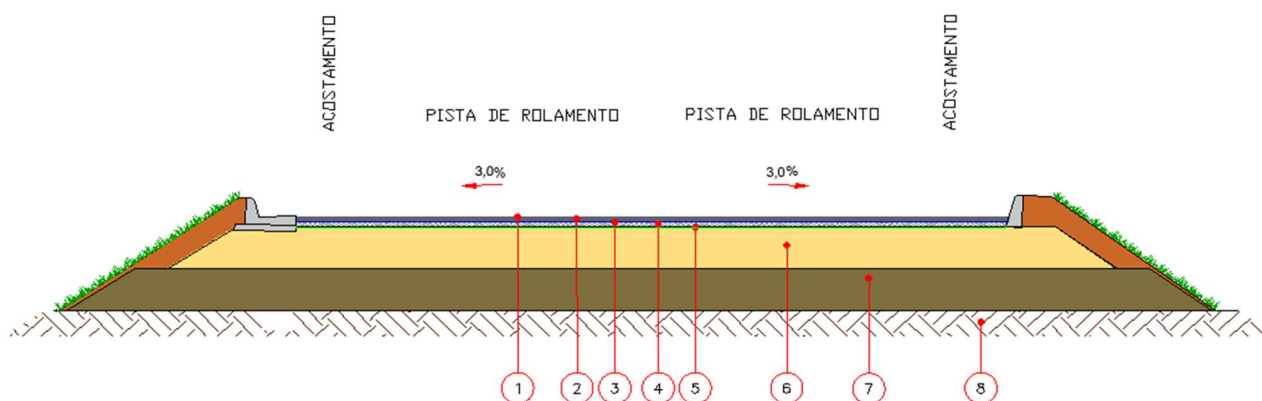
Figura 46 - Esquema da estrutura do pavimento - pista

ESTRUTURA DO PAVIMENTO -PISTA DE ROLAMENTO E ACOSTAMENTO



Figura 47 - Esquema da seção transversal tipo de pavimentação

SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO - PAVIMENTAÇÃO



QUADRO DE CONVENÇÕES

ITEM	CAMADA / MATERIAL
①	CUBQ - FAIXA C
④	Pintura de Ligação
⑤	TSD - TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO
⑥	Imprimação
⑦	Base Solo Cimento - CBR $\geq 80\%$
⑧	Sub-base Granular - CBR $\geq 20\%$
⑨	Regularização do Subleito - Solo com CBR $\geq 10,12\%$

Há de se destacar que são necessários cuidados e controle na execução da estrutura, especialmente no que se refere à compactação das camadas granulares, à usinagem e a aplicação das camadas asfálticas.

11.9. CONTROLE DEFLECTOMÉTRICO

Como forma de aumentar a probabilidade de bom desempenho de um pavimento novo é controlar a deformação resiliente da estrutura durante o processo construtivo, através da medida sistemática das deflexões recuperáveis. A medida das deflexões possibilita a avaliação, de forma indireta, a magnitude da deformação de tração inicial resiliente a que o revestimento estará submetido no início do ciclo de vida, enquanto o pavimento está sendo construído (TRICHÊS, 2007).

O parâmetro de deformação recuperável, ou deflexão dos pavimentos, é de extrema importância, não só como dado de entrada para a previsão da evolução de outros índices de desempenho, mas também como parâmetro fundamental utilizado em diversos métodos de projeto de reforço (recapeamento) de pavimentos asfálticos.

É recomendável a determinação das deflexões recuperáveis com viga Benkelmann, a cada 20 metros, na posição correspondente à trilha de roda externa, em cada uma das faixas de tráfego. É extremamente importante o acompanhamento da evolução da deflexão durante a realização dos serviços de pavimentação. Conjugando o controle deflectométrico como uma ferramenta auxiliar aos métodos convencionais de controle na construção de camadas, possibilitará obter-se um padrão de homogeneidade do processo construtivo, na medida em que os serviços se desenvolvem.

As metas pretendidas na utilização deste processo no controle dos serviços projetados são as seguintes:

- Avaliar a homogeneidade do processo executivo durante a construção;
- Criar banco de dados, onde estejam associadas as características físicas e mecânicas dos materiais, de forma a se estabelecer padrões de desempenho para futuras obras;
- Registrar, através de um relatório final – “as-built”, o comportamento elástico do pavimento, no início de sua vida útil, objetivando subsidiar o gestor da via no plano de manutenção preventiva, dando maior atenção àqueles segmentos ou áreas que apresentem maiores deflexões e que teoricamente tenham maiores probabilidades de trincar precocemente.

Nos serviços onde os processos de exploração, mistura, transporte, distribuição e confecção, há possibilidade de alterações nas características dos materiais, como é o caso deste projeto, é importante que se tenha dispositivos de controle suplementares para que seja garantida a qualidade final dos serviços

Como os excessos de umidade, a má compactação ou a presença de solos saturados nas camadas subjacentes, induzem deflexões elevadas na medida em que reduzem a sua capacidade de suporte. Para a tomada de decisão para verificar a aceitação ou rejeição dos serviços, são necessárias amostragens no campo e ensaios laboratoriais para que se possam confirmar as anomalias e seu grau de severidade.

Visto isso, o Quadro 30 apresenta os valores mínimos de referência para controle deflectômetro sobre cada camada executada, conforme recomenda a **IP 10-GOINFRA**.

Quadro 30 - Valores para Controle Deflectométrico

Topo da Camada	Espessura (cm)	Deflexão Dadn (1/100mm)
Concreto Asfático Usinado a Quente	5,0	61,41
Base	15	61,59
Sub-base	15	61,81
Subleito Estabilizado (CBR>10,12%)	-	62,00

11.10. IRI ADMISSIVEL – RODOVIAS NOVAS

A irregularidade longitudinal é o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico que afeta a dinâmica do veículo, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via. Existe um índice internacional para a medida da irregularidade, designado de IRI – international roughness index (índice de irregularidade internacional) que é um índice estatístico, expresso em m/km, que quantifica os desvios da superfície do pavimento em relação à de projeto (Bernucci et al, 2008).

A prática hoje é limitar as medidas das irregularidades, relacionando-as com o perfil longitudinal da superfície da rodovia por serem estas que causam vibrações nos veículos e desconforto aos usuários. As irregularidades nas rodovias podem ser causadas por quaisquer dos seguintes fatores (Ksaibati et al., 1998): i) Técnicas de construção que permitem algumas variações do perfil do projeto; ii) Cargas repetidas, particularmente em áreas canalizadas; iii) Compactação inicial não uniforme da base ou do subleito.

A Tabela 29 mostra os padrões estabelecidos pelo DNIT para a classificação do pavimento, e observa-se que valores menores que 3 é considerado como sendo pavimento de IRI bom.

Tabela 30 - Padrões DNIT - IRI

Irregularidade Superficial	Classificação
IRI < 3	BOM
3 < IRI < 4	REGULAR
4 < IRI < 5,5	MAU
IRI > 5,5	PÉSSIMO

Fonte: Manual de Gerência de Pavimentos (2011) – Publicação IPR 745.

Portanto para o trecho em questão o IRI admissível para é de 3 m/km, visto que se trata de uma rodovia nova.

11.11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

A execução dos serviços deverá seguir rigorosamente as Especificações Técnicas de Materiais e Serviços Faixas Granulométricas e Resistências a seguir discriminadas, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

Quadro 31 - Especificações Técnicas de Materiais e Serviços

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
MATERIAL	CÓDIGO
CBUQ - Concreto betuminoso usinado a quente com CAP 30/45	GOINFRA ES- PAV 012/2020
Pintura de Ligação	GOINFRA ES- PAV 008/2019
Imprimação	GOINFRA ES-PAV 007/2019
Base estabilizada solo + 2% de cimento + 25% areia	GOINFRA ES-PAV 004/2019
Sub-base estabilizada granulometricamente	GOINFRA ES-PAV 002/2019
Regularização Subleito	GOINFRA ES-PAV 001/2019

11.12. CÁLCULO DAS LARGURAS DE BASE E SUBBASE

ÁREA ESCAVAÇÃO BASE E SUBBASE		
BASE	LARGURA BASE MENOR =	9,90
	LARGURA BASE MAIOR =	10,35
	ÁREA DE ESCAVAÇÃO (m ²) =	1,51875
	LARGURA MÉDIA 10,125	
SUB-BASE	LARGURA BASE MENOR =	10,35
	LARGURA BASE MAIOR =	10,80
	ÁREA DE ESCAVAÇÃO (m ²) =	1,58625
	LARGURA MÉDIA 10,575	

ÁREA COMPACTAÇÃO BASE E SUBBASE		
BASE	LARGURA BASE MENOR =	9,60
	LARGURA BASE MAIOR =	10,05
	ÁREA DE ESCAVAÇÃO (m ²) =	1,47375
	LARGURA MÉDIA 9,825	
SUB-BASE	LARGURA BASE MENOR =	10,05
	LARGURA BASE MAIOR =	10,50
	ÁREA DE ESCAVAÇÃO (m ²) =	1,54
	LARGURA MÉDIA 10,275	

11.13. MEMÓRIA DE CALCULO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

1- REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

ESTACA						COPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ÁREA (M²)	OBSERVAÇÃO
0	+	00,00	à	180	+ 01,34	3.601,34	11,80	42.495,81	PISTA
180	+	01,34	à	206	+ 03,27	VAR	VAR	14.564,73	INTERSEÇÃO 01
206	+	03,27	à	766	+ 10,00	11.206,73	11,80	132.239,41	PISTA
768	+	00,00	à	816	+ 00,30	960,30	11,80	11.331,54	PISTA
817	+	16,40	à	1173	+ 00,00	7.103,60	11,80	83.822,48	PISTA
1173	+	00,00	à	1184	+ 00,00	VAR	VAR	16.415,97	INTERSEÇÃO 02
							TOTAL	300.869,95	

2. MATERIAL PARA SUB-BASE

ESTACA						COPRIMENTO (M)	LARGURA MEDIA (ESCAVAÇÃO) (M)	LARGURA MEDIA (COMPACTAÇÃO) (M)	ESPESSURA SUBBASE (M)	VOLUME ESCAVADO (M³) + EMPOLAMENTO	VOLUME ESTABILIZADO (M³)	OBSERVAÇÃO	
0	+	00,00	à	180	+	01,34	3.601,34	10,575	10,275	0,15	7.654,92	5.550,57	PISTA
180	+	01,34	à	206	+	03,27	VAR	VAR	VAR	0,15	2.623,60	1.902,36	INTERSEÇÃO 01
206	+	03,27	à	711	+	00,00	10.096,73	10,575	10,275	0,15	21.461,36	15.561,59	PISTA
711	+	00,00	à	766	+	10,00	1.110,00	10,575	10,275	0,15	2.359,39	1.710,79	PISTA
766	+	00,00	à	816	+	00,30	960,30	10,575	10,275	0,15	2.041,19	1.480,06	PISTA
817	+	16,40	à	1173	+	00,00	7.103,60	10,575	10,275	0,15	15.099,23	10.948,42	PISTA
1173	+	00,00	à	1184	+	00,00	VAR	VAR	VAR	0,15	2.957,07	2.144,16	INTERSEÇÃO 02

3 - MATERIAL PARA BASE

ESTACA						COPRIMENTO (M)	LARGURA MEDIA (ESCAVAÇÃO) (M)	LARGURA MEDIA (COMPACTAÇÃO) (M)	ESPESSURA BASE (M)	VOLUME ESCAVADO (M³) + EMPOLAMENTO	VOLUME ESTABILIZADO (M³)	OBSERVAÇÃO
0	+	00,00	à	180	+ 01,34	3.601,34	10,125	9,825	0,15	4.951,02	5.307,47	PISTA
180	+	01,34	à	206	+ 03,27	VAR	VAR	VAR	0,15	1.238,72	1.819,05	INTERSEÇÃO 01
206	+	03,27	à	766	+ 10,00	11.206,73	10,125	9,825	0,15	15.406,70	16.515,92	PISTA
768	+	00,00	à	816	+ 00,30	960,30	10,125	9,825	0,15	1.320,19	1.415,24	PISTA
817	+	16,40	à	1173	+ 00,00	7.103,60	10,125	9,825	0,15	9.765,83	10.468,93	PISTA
1173	+	00,00	à	1184	+ 00,00	VAR	VAR	VAR	0,15	1.396,17	2.050,26	INTERSEÇÃO 02
									TOTAL	34.078,65	37.576,87	

ÁREA DE DESMATAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE IAZIDAS

ÁREA DE DESMATAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS		
JAZIDA	ÁREA DISPONÍVEL (M2)	ÁREA UTILIZADA (M2)
JAZIDA 01	106.200,00	42.507,91
JAZIDA-02	33.600,00	32.387,62
TOTAL =		74.895,54

4- REVESTIMENTO

A) IMPRIMAÇÃO

ESTACA						COPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ÁREA (M²)	OBSERVAÇÃO
0	+	00,00	à	180	+ 01,34	3.601,34	09,60	34.572,86	PISTA
180	+	01,34	à	206	+ 03,27	VAR	VAR	12.786,35	INTERSEÇÃO 01
206	+	03,27	à	766	+ 10,00	11.206,73	09,60	107.584,61	PISTA
768	+	00,00	à	816	+ 00,30	960,30	09,60	9.218,88	PISTA
817	+	16,40	à	1173	+ 00,00	7.103,60	09,60	68.194,56	PISTA
1173	+	00,00	à	1184	+ 00,00	VAR	VAR	14.153,75	INTERSEÇÃO 02
						Total		246.511,01	

MATERIAL	TAXA	QUANT. (TON)
EIA	1,30 kg/m²	320,46

B) PINTURA DE LIGAÇÃO - BANHO (FAIXA DE ROLAMENTO + ACOSTAMENTO)

ESTACA						COPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ÁREA M²	OBSERVAÇÃO	
0	+	00,00	à	180	+	01,34	3.601,34	09,60	34.572,86	PISTA
180	+	01,34	à	206	+	03,27	VAR	VAR	12.786,35	INTERSEÇÃO 01
206	+	03,27	à	766	+	10,00	11.206,73	09,60	107.584,61	PISTA
768	+	00,00	à	816	+	00,30	960,30	09,60	9.218,88	PISTA
817	+	16,40	à	1173	+	00,00	7.103,60	09,60	68.194,56	PISTA
1173	+	00,00	à	1184	+	00,00	VAR	VAR	14.153,75	INTERSEÇÃO 02
766	+	10,00	à	768	+	00,00	30,00	09,60	288,00	PONTE 01
816	+	00,30	0	817	+	16,40	36,10	09,60	346,56	PONTE 02
							Total		247.145,57	

MATERIAL	TAXA	QUANT. (TON)
RR-1C	0,40 kg/m ²	98,86

C) TSD - TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

ESTACA							COPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ÁREA (M²)	ESPESSURA (M)	VOLUME (M³)	OBSERVAÇÃO
0	+	00,00	à	180	+	01,34	3.601,34	09,60	34.572,86	0,025	864,32	PISTA
180	+	01,34	à	206	+	03,27	VAR	VAR	12.786,35	0,025	319,66	INTERSEÇÃO 01
206	+	03,27	à	766	+	10,00	11.206,73	09,60	107.584,61	0,025	2.689,62	PISTA
768	+	00,00	à	816	+	00,30	960,30	09,60	9.218,88	0,025	230,47	PISTA
817	+	16,40	à	1173	+	00,00	7.103,60	09,60	68.194,56	0,025	1.704,86	PISTA
1173	+	00,00	à	1184	+	00,00	VAR	VAR	14.153,75	0,025	353,84	INTERSEÇÃO 02
Total									246.511,01		6.162,77	

D) CBUQ - FAIXA C (FAIXA DE ROLAMENTO)

ESTACA							COPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ÁREA (M²)	ESPESSURA (M)	VOLUME (M³)	OBSERVAÇÃO
0,00	+	0,00	à	180,00	+	1,34	3.601,34	9,60	34.572,86	0,050	1.728,64	PISTA
180,00	+	1,34	à	206,00	+	3,27	VAR	VAR	12.786,35	0,050	639,32	INTERSEÇÃO 01
206,00	+	3,27	à	766,00	+	10,00	11.206,73	9,60	107.584,61	0,050	5.379,23	PISTA
768,00	+	0,00	à	816,00	+	0,30	960,30	9,60	9.218,88	0,050	460,94	PISTA
817,00	+	16,40	à	1173,00	+	0,00	7.103,60	9,60	68.194,56	0,050	3.409,73	PISTA
1173,00	+	0,00	à	1184,00	+	0,00	7.103,60	VAR	14.153,75	0,050	707,69	INTERSEÇÃO 02
766,00	+	10,00	à	768,00	+	0,00	30,00	9,60	288,00	0,050	14,40	PONTE 01
816,00	+	0,30	0,00	817,00	+	16,40	36,10	9,60	346,56	0,050	17,33	PONTE 02
							Total		247.145,57		12.357,28	

5 - TRANSPORTE MATERIAIS

a- TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO - BASE

- Cálculo de cimento para fins de transporte (m^3) – obtido segundo o produto dos seguintes valores: massa específica aparente seca máxima do projeto de mistura x volume geométrico da mistura estabilizada em pista (conforme seção tipo definida em projeto) x taxa de cimento (%) em peso).

$$C_c = \gamma_m \cdot V_{GEOM} \cdot T_c (\%) \quad , \text{ onde:}$$

$$C_a = \text{consumo de cimento, unidade (t)}$$

$$\gamma_m = \text{massa específica aparente seca máxima, obtida no projeto de mistura, unidade (t/m}^3\text{)}$$

$$V_{GEOM} = \text{volume geométrico da seção tipo de projeto, executada em campo, unidade (m}^3\text{)}$$

$$T_c (\%) = \text{taxa de cimento utilizada na mistura, em peso, conforme projeto de mistura, unidade (\%)}$$

DADOS:

$$\text{MASSA ESPECÍFICA MISTURA (T/M3)} = 1.936$$

$$\text{VOLUME GEOMÉTRICO MISTURA (M3)} = 37.576,87$$

$$\text{TAXA DE CIMENTO, EM PESO (\%)} = 0,02$$

$$\text{Ccimento (TON)} = 1.454,98$$

$$\text{DMT COMERCIAL CIMENTO (km)} = 328,31$$

$$\text{TRANSP. COMERCIAL DE CIMENTO - (KM/TON)} = 477.683,32$$

b- TRANSPORTE COMERCIAL DE AREIA - BASE

- Cálculo de agregado para fins de transporte (m^3) – obtido segundo o produto dos seguintes valores: massa específica aparente seca máxima do projeto de mistura x volume geométrico da mistura estabilizada em pista (conforme seção tipo definida em projeto) x taxa de agregado (%) em peso) ÷ massa unitária em estado solto do agregado (i) (pelo método DNER-ME 152/95).

$$C_a = \gamma_m \cdot V_{GEOM} \cdot T_a (\%) / \gamma_i \quad , \text{ onde:}$$

$$C_a = \text{consumo de agregado, unidade (m}^3\text{)}$$

$$\gamma_m = \text{massa específica aparente seca máxima, obtida no projeto de mistura, unidade (t/m}^3\text{)}$$

$$V_{GEOM} = \text{volume geométrico da seção tipo de projeto, executada em campo, unidade (m}^3\text{)}$$

$$T_a (\%) = \text{taxa de agregado utilizada na mistura, em peso, conforme projeto de mistura, unidade (\%)}$$

$$\gamma_i = \text{densidade solta do agregado (i), determinado pela norma DNER-ME 152/95, unidade (t/m}^3\text{)}$$

DADOS:

$$\text{MASSA ESPECÍFICA MISTURA (T/M3)} = 1.936$$

$$\text{VOLUME GEOMÉTRICO MISTURA (M3)} = 37.576,87$$

$$\text{TAXA DE AREIA, EM PESO (\%)} = 0,25$$

$$\text{DENSIDADE SOLTA AGREGADO (T/M3)} = 1.500,00$$

$$\text{Careia (m}^3\text{)} = 12.124,80$$

$$\text{DMT COMERCIAL AREIA (km)} = 132,81$$

$$\text{TRANSP. COMERCIAL DE AREIA - (m}^3\text{km)} = 1.610.295,20$$

c- TRANSPORTE COMERCIAL E LOCAL DE AGREGADO - TSD

DADOS:

$$\text{ÁREA TSD (M}^2\text{)} = 246.511,01$$

$$\text{CONSUMO AGREGADO (M}^3\text{/M}^2\text{)} = 0,0213$$

$$\text{VOLUME BRITA (M}^3\text{)} = 5.250,68$$

$$\text{DMT COMERCIAL BRITA (km)} = 116,71$$

$$\text{TRANSP. COMERCIAL DE BRITA - (m}^3\text{km)} = 612.807,39$$

$$\text{DMT LOCAL BRITA (km)} = 12,43$$

$$\text{TRANSP. LOCAL DE BRITA - (m}^3\text{km)} = 65.266,01$$

d- TRANSPORTE COMERCIAL E LOCAL DE AGREGADO - CBUQ

DADOS:

$$\text{VOLUME CBUQ (M}^3\text{)} = 12.357,28$$

$$\text{CONSUMO AGREGADO (M}^3\text{/M}^3\text{)} = 1,632$$

$$\text{VOLUME AGREGADO (M}^3\text{)} = 20.167,08$$

$$\text{DMT COMERCIAL BRITA (km)} = 116,71$$

$$\text{TRANSP. COMERCIAL DE BRITA - (m}^3\text{km)} = 2.353.700,02$$

e- TRANSPORTE COMERCIAL E LOCAL DE AREIA - CBUQ

DADOS:

$$\text{VOLUME CBUQ (M}^3\text{)} = 12.357,28$$

$$\text{CONSUMO AGREGADO (M}^3\text{/M}^3\text{)} = 0,24$$

$$\text{VOLUME AGREGADO (M}^3\text{)} = 2.965,75$$

$$\text{DMT COMERCIAL AREIA (km)} = 132,81$$

$$\text{TRANSP. COMERCIAL DE AREIA - (m}^3\text{km)} = 393.880,89$$

f- TRANSPORTE COMERCIAL E LOCAL CIMENTO/CAL/FILLER- CBUQ

DADOS:

$$\text{VOLUME CBUQ (M}^3\text{)} = 12.357,28$$

$$\text{CONSUMO AGREGADO (KG/M}^3\text{)} = 60,00$$

$$\text{VOLUME AGREGADO (TON)} = 741,44$$

$$\text{DMT COMERCIAL CIMENTO (km)} = 328,31$$

$$\text{TRANSP. COMERCIAL DE AREIA - (TON/km)} = 243.421,12$$

11.14. QUADRO RESUMO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o quadro de quantidades de serviços previstos.

Quadro 32 - Quadro demonstrativo das quantidades de serviço de pavimentação

SERVIÇO	MATERIAL	QUANTIDADE	UNID.
IMPRIMAÇÃO	EIA	320,46	TON
PINTURA DE LIGAÇÃO	RR-1C	98,86	TON
TSD - TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO	BRITA	5.250,68	M³
	EMULSÃO - RR 2C E	739,53	TON
CBUQ - FAIXA C	AREIA	2.965,75	M³
	BRITA	20.167,08	M³
	FILLER - CIMENTO	741,44	TON
	CAP 30/45	1.631,16	TON
	MASSA USINADA	29.657,47	TON

Quadro 33 - Quadro demonstrativo do consumo de materiais

CONSUMO DE MATERIAIS			
SERVIÇO	MATERIAL	TAXA	
PINTURA DE LIGAÇÃO	EMULSÃO – RR 1C	0,4000	kg/m²
CBUQ - FAIXA C	AREIA	0,240	m³/m³
	BRITA	1,632	m³/m³
	FILLER - CIMENTO	60,00	kg/m³
	CAP 30/45	132,00	kg/m³
IMPRIMAÇÃO	EIA	1,30	kg/m²
TSD	BRITA	0,0213	m³/m²
	EMULSÃO - RR 2C E	3,00	kg/m²
* Taxas utilizadas somente para orçamento. As taxas de aplicação deverão ser definidas na obra.			

11.15. CALCULO DO EMPOLAMENTO DAS JAZIDAS

O empolamento será obtido pela razão entre a massa específica aparente máxima de laboratório (DNIT 164/2013-ME) e a massa específica aparente “in situ”

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

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

Onde:

$$\text{Empolamento} = \frac{X_{\text{MÁX}}}{X_{\text{IN SITU}}}$$

➤ **Jazida 1 – 40 Golpes com mistura**

$$\text{Empolamento} = 2034 / 1638 = 1,24$$

➤ **Jazida 1 - 26 Golpes sem mistura**

$$\text{Empolamento} = 2020 / 1503 = 1,34$$

➤ **Jazida 2 - 26 Golpes sem mistura**

$$\text{Empolamento} = 2112 / 1579 = 1,34$$

12. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

12. PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

12.1. INTRODUÇÃO

Destacamos que os projetos de OAE's não estão inclusos neste contrato, neste capítulo será apresentado somente os estudos e as conclusões sobre a suficiência da seção hidráulica das obras de artes especial abaixo:

- PONTE DO CÓRREGO DO RETIRO – ESTACA 766+10,00 A 768+00,00- Extensão 30,0m
- PONTE DO RIBEIRÃO CAPIVARA (EXISTENTE) – ESTACA 816+00,30 A 817+16,40 – Extensão 36,1m

Conforme o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT o tempo de recorrência a adotar na determinação da descarga de projeto deve ser compatível com o porte da obra e sua vida útil, com a importância da rodovia e com o risco a temer de sua interrupção ou da destruição da obra, de vidas humanas e de propriedades adjacentes, portanto foi adotado $TR = 100$ anos.

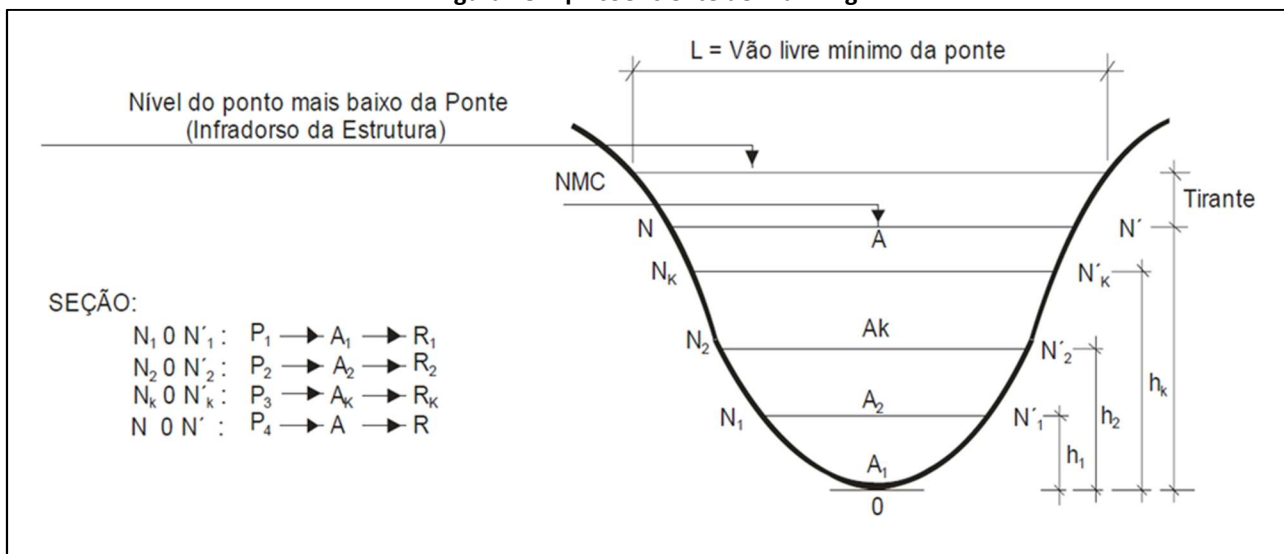
Para o dimensionamento hidráulico foram obtidos:

- Descarga do projeto para o TR adotado;
- Declividade do leito do rio, determinada entre dois pontos distantes no mínimo de 200m, sendo um a montante e outro a jusante do eixo da rodovia, do qual devem distar 100m cada um;
- Levantamento de seções normais ao curso do rio no local de sua travessia pelo eixo da rodovia a montante e jusante;
- Fixação do coeficiente de Manning a adotar para o curso d'água após inspeção local e exame da tabela própria constante no capítulo 2 do Manual, adotado = 0,033.

12.2. MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DE MÁXIMA CHEIA E VÃO DA OBRA

Para cada altura h do nível d'água, corresponde uma área molhada (A), um perímetro molhado (P) e, em consequência, raio hidráulico ($R=A/P$) e velocidade (V), que substituído pelo seu valor Q/A (equação de continuidade), obtém-se da fórmula de Manning:

Figura 48 - η = coeficiente de Manning



Portanto, para qualquer nível d'água, referente a uma travessia, verifica-se sempre:

Verifica-se então que a velocidade (v) e a vazão (Q) são função somente da altura (h) da lâmina d'água, já que a declividade e o coeficiente de Manning são constantes. Basta, portanto, variar a altura da lâmina d'água até uma altura em que a vazão obtida supere a vazão calculada pela hidrologia para o tempo de recorrência definido.

12.3. SUFICIÊNCIA HIDRÁULICA

Neste capítulo será apresentado o Estudo para a verificação da Suficiência Hidráulica das 2 (duas) pontes existentes no projeto. Será apresentado para cada OAE o mapa da bacia, e o estudo para determinação da suficiência hidráulica

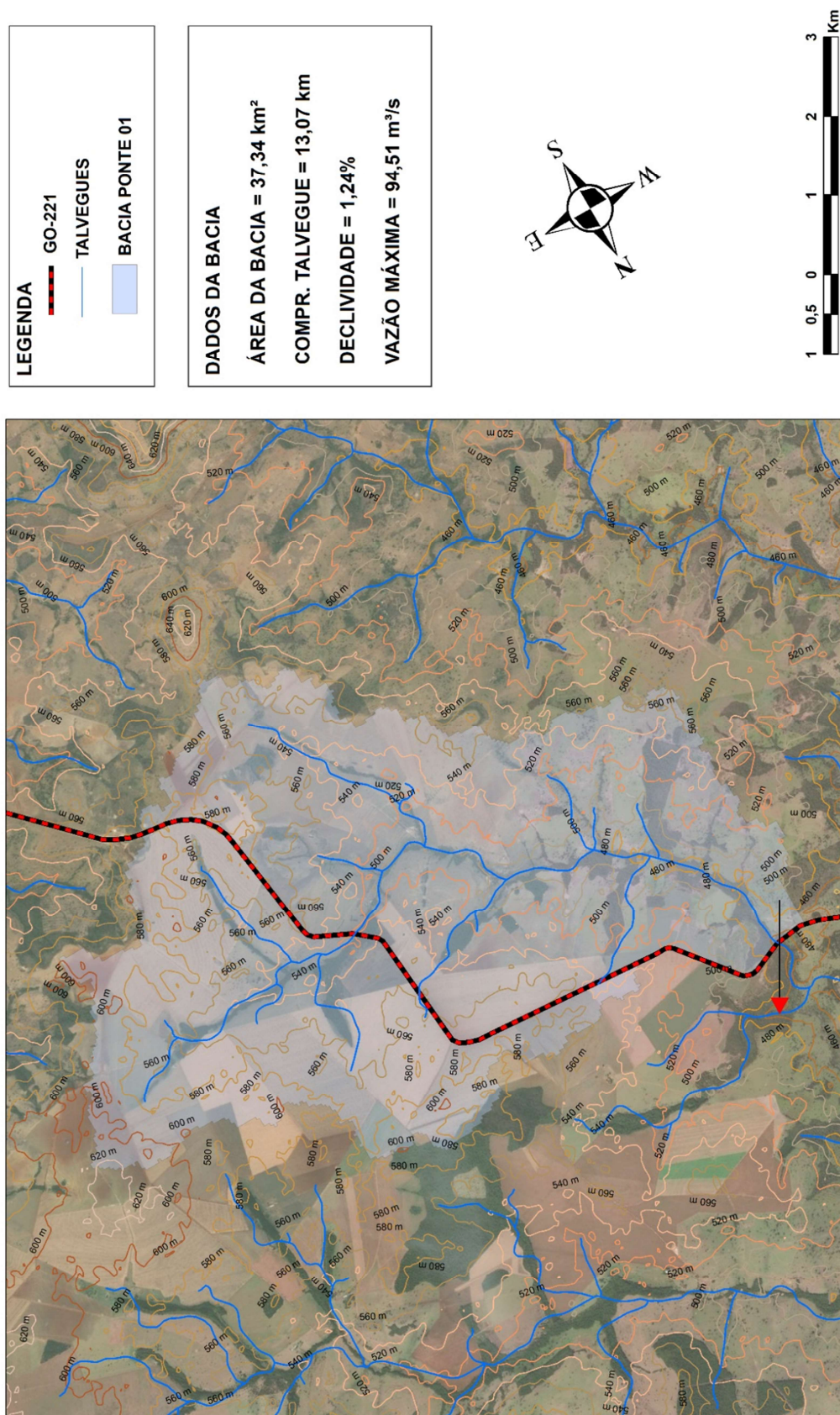
➤ PONTE DO CÓRREGO DO RETIRO – ESTACA 766+10,00 A 768+00,00

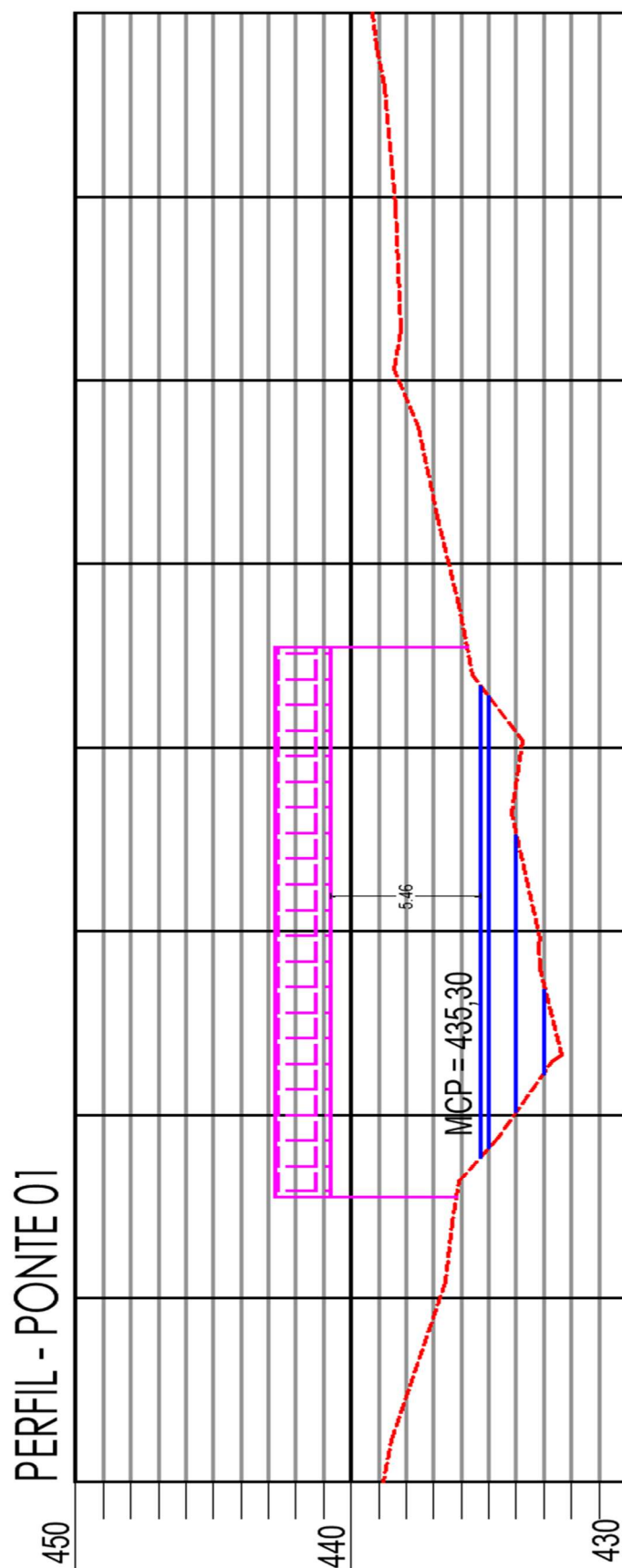
Apresentamos a seguir os resultados obtidos para a vazão máxima de projeto da Ponte sob o Córrego do Retiro, calculando o nível d'água máximo para o período de retorno de 100 anos.

O projeto desta ponte, conforme foi dito não está incluso neste projeto. É de conhecimento da FUNDEPEC que será necessário elaborar o projeto para a licitação e execução da obra.

Figura 49 - Mapa da Bacia: Ponte 01

MAPA DA BACIA - PONTE 01 - ESTACA 767+00,00 (CÓRREGO DO RETIRO)





ESTUDOS E CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA OBRA-DE-ARTE ESPECIAL

Rodovia: GO-221
 Trecho: DOVERLÂNDIA / TREVO GO-194
 Extensão: 23,61 km
 Lote: ÚNICO

Estaca de Referência: 766+10,00
 Curso D'água: CÓRREGO DO RETIRO
 Obra Existente: PONTILHÃO

1 - DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

ÁREA DA BACIA:	37,34	Km ²	TEMPO DE BASE:	7,27	h
COMPRIMENTO DO TALVEGUE PRINCIPAL:	13,07	Km	TEMPO DE PONTA:	2,72	h
DECLIVIDADE MÉDIA DO TALVEGUE PRINCIPAL:	1,25%	%	DURAÇÃO DA CHUVA:	4,55	h
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:	3,89	h	DESCARGA MÁXIMA:	94,51	m ³ /s

2 - CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO

DECLIVIDADE NO LOCAL DA TRAVESSIA (i)	0,36	%	COMPRIMENTO:	30,00	m
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n)	0,033		SEÇÃO DE VAZÃO:	42,08	m ²
COTA DA MÁX. CHEIA DE PROJETO (MCP)	435,300	m	PERÍMETRO MOLHADO:	26,930	m
TIRANTE (FOLGA MÍNIMA)	1,00	m	VELOCIDADE MÉDIA DE ESCOAMENTO:	2,25	m/s

3 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ (SOB CONDIÇÃO DO PROJETO)

n 0,033

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

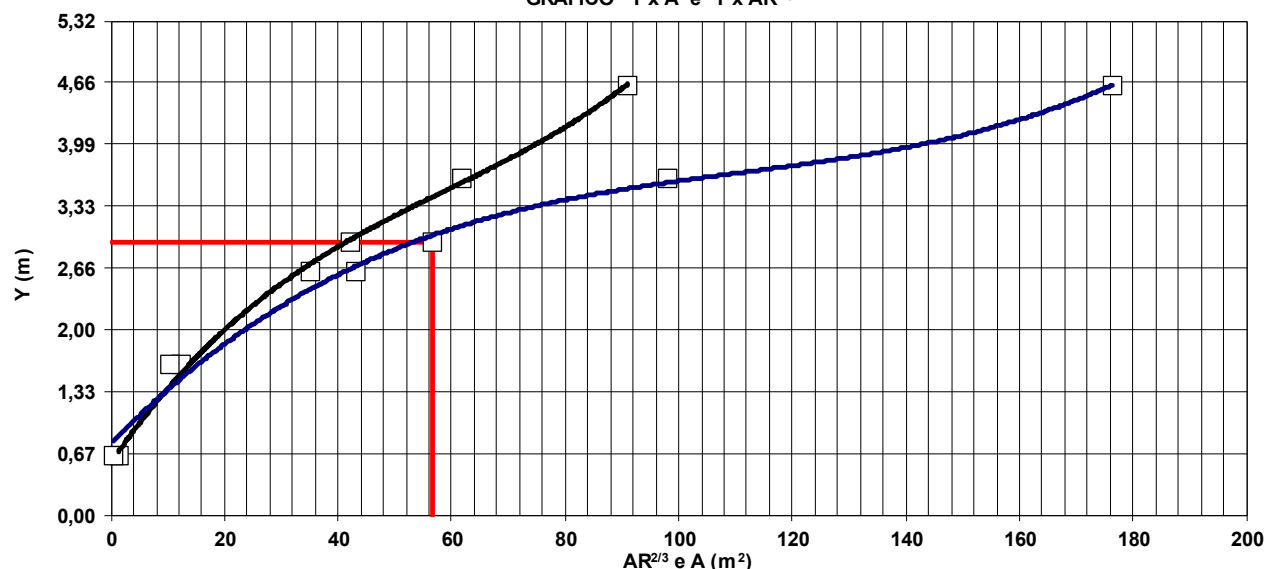
i 0,00358 m/m

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

AR^{2/3} = 52,1254 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ EM FUNÇÃO DE Y (sendo Y a altura entre o FUNDO e a COTA de Máxima Cheia Estudada)

COTA (m)	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$
433,000	0,630	1,370	4,780	0,287	0,435	0,596
434,000	1,630	12,300	15,570	0,790	0,855	10,511
435,000	2,630	34,980	25,660	1,363	1,229	43,006
435,300	2,930	42,080	26,930	1,563	1,347	56,663
436,000	3,630	61,650	30,750	2,005	1,590	98,022
437,000	4,630	91,020	33,700	2,701	1,939	176,526
Adotada						
435,300	2,930	42,080	26,930	1,563	1,347	56,663

5 -

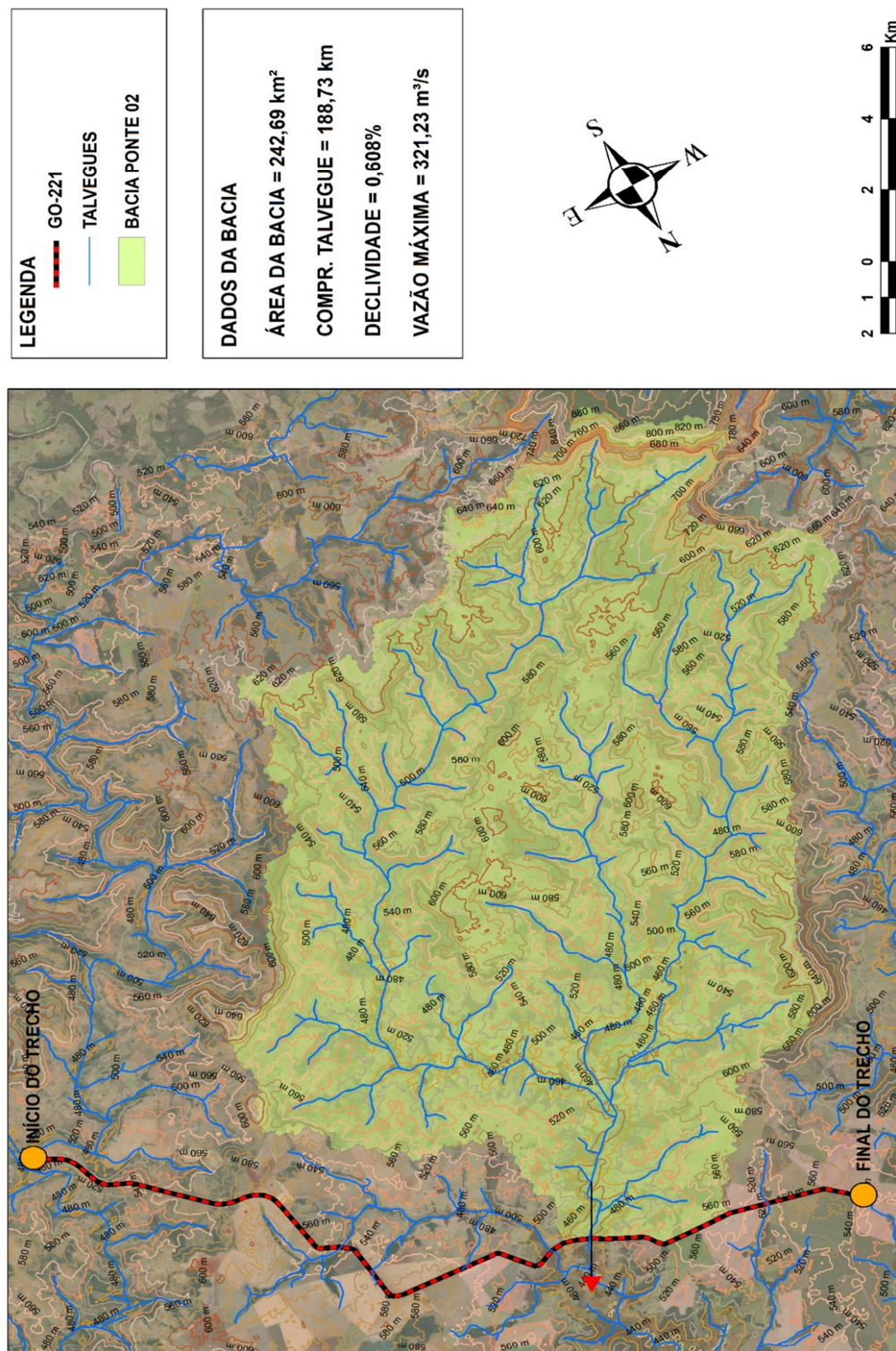
GRÁFICO Y x A e Y x $AR^{2/3}$ 

• PONTE DO RIBEIRÃO CAPIVARA (EXISTENTE) – ESTACA 816+00,30 À 817+16,30

Apresentamos a seguir os resultados obtidos para a vazão máxima de projeto da Ponte sob o Ribeirão Capivara, calculando o nível d'água máximo para o período de retorno de 100 anos.

Figura 50 - Mapa da Bacia: Ponte 02

MAPA DA BACIA - PONTE 02 - ESTACA 816+16,60
(RIBEIRÃO CAPIVARA)



ESTUDOS E CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA OBRA-DE-ARTE ESPECIAL

Rodovia: GO-221
 Trecho: DOVERLÂNDIA / TREVO GO-194
 Extensão: 23,61 km
 Lote: ÚNICO

Estaca de Referência: 816+18,30
 Curso D'água: RIBEIRÃO CAPIVARA
 Obra Existente: PCA

1 - DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

ÁREA DA BACIA:	242,69	Km ²	TEMPO DE BASE:	18,63	h
COMPRIMENTO DO TALVEGUE PRINCIPAL:	31,03	Km	TEMPO DE PONTA:	6,98	h
DECLIVIDADE MÉDIA DO TALVEGUE PRINCIPAL:	0,61	%	DURAÇÃO DA CHUVA:	11,65	h
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:	9,97	h	DESCARGA MÁXIMA:	321,23	m ³ /s

2 - CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO

DECLIVIDADE NO LOCAL DA TRAVESSIA (i)	0,73	%	COMPRIMENTO:	36,10	m
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n)	0,033		SEÇÃO DE VAZÃO:	67,08	m ²
COTA DA MÁX. CHEIA DE PROJETO (MCP)	430,700	m	PERÍMETRO MOLHADO:	25,230	m
TIRANTE (FOLGA MÍNIMA)	1,00	m	VELOCIDADE MÉDIA DE ESCOAMENTO:	4,79	m/s

3 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ (SOB CONDIÇÃO DO PROJETO)

n 0,033

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

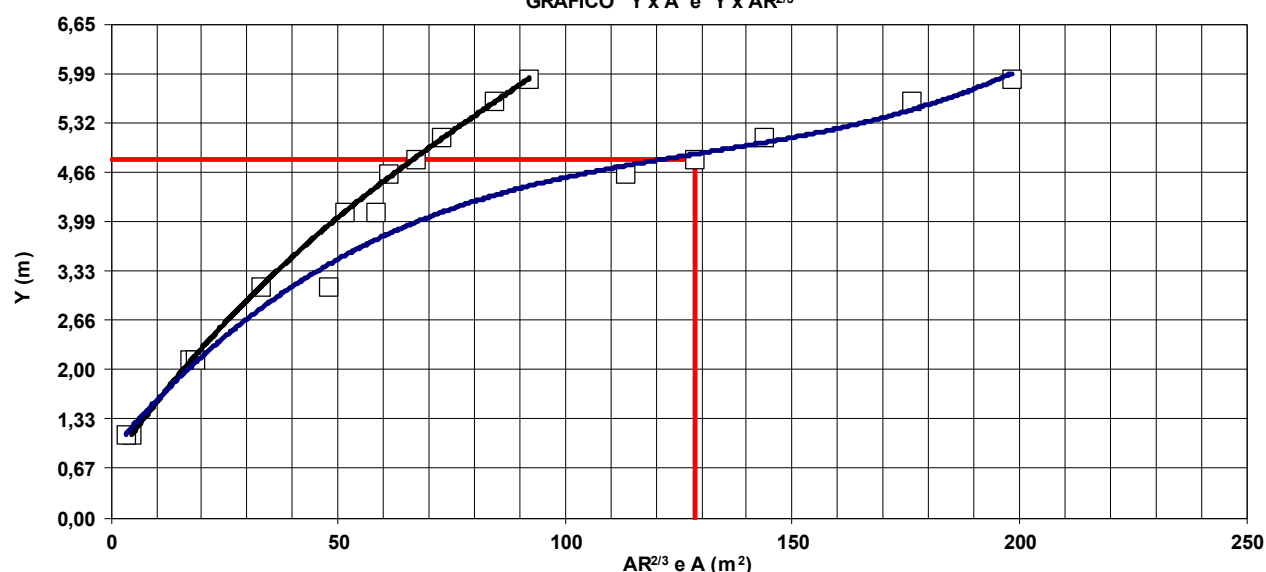
i 0,0073 m/m

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

AR^{2/3} = 124,0714 - CÁLCULO DE $AR^{2/3}$ EM FUNÇÃO DE Y (sendo Y a altura entre o FUNDO e a COTA de Máxima Cheia Estudada)

COTA (m)	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$
427,000	1,117	4,620	7,960	0,580	0,696	3,215
428,000	2,117	17,350	15,730	1,103	1,068	18,522
429,000	3,117	33,230	19,170	1,733	1,443	47,952
430,000	4,117	51,560	42,760	1,206	1,133	58,411
430,500	4,617	61,170	24,320	2,515	1,849	113,133
430,700	4,817	67,080	25,230	2,659	1,919	128,739
431,000	5,117	72,890	26,300	2,771	1,973	143,817
431,500	5,617	84,500	28,060	3,011	2,085	176,212
431,800	5,917	92,210	29,230	3,155	2,151	198,340
Adotada						
430,700	4,817	67,080	25,230	2,659	1,919	128,739

5 -

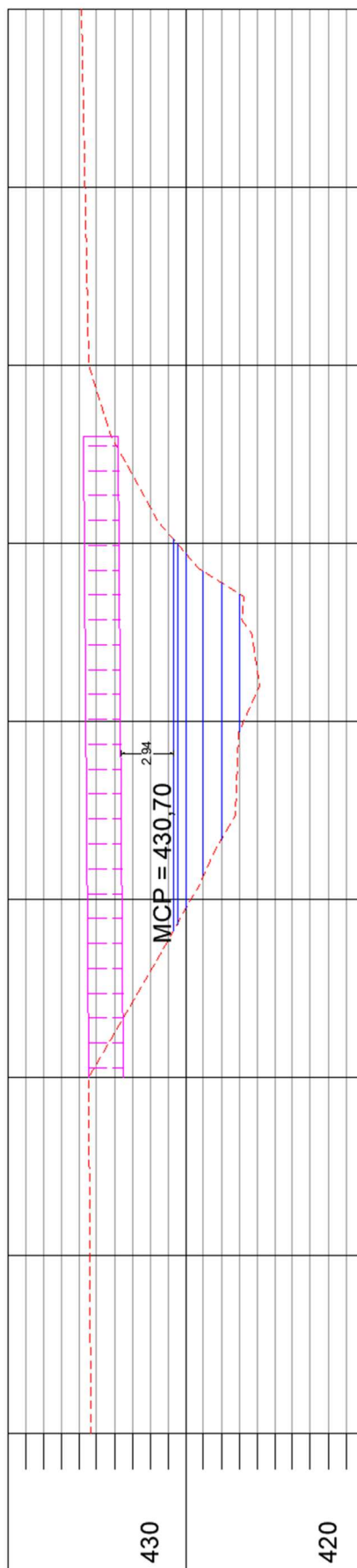
GRÁFICO Y x A e Y x $AR^{2/3}$ 

PERFIL - PONTE 02

440

430

420



13. PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS

13. PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E ACESSOS

13.1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Instrução de Projetos Rodoviários – IP-08 GOINFRA – Projeto Geométrico, item 4.3.6 Interseções, diz o seguinte:

[...] Para o projeto de interseções, inclusive das faixas de mudança de velocidade necessária de serem implantadas em determinadas ramos, dever ser seguidas as diretrizes apresentadas no Manual de Interseções do DNIT. [...]

Portanto, adotou-se para a elaboração dos Projetos das Interseções o Manual de Projeto de Interseções – Publicação IPR – 718 – 2ª Edição – Rio de Janeiro – 2005.

13.1.1. DEFINIÇÃO

O DNIT define interseção “como a área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam. As interseções são classificadas em duas categorias gerais, conforme os planos em que se realizam os movimentos: interseções em nível e interseções em níveis diferentes”.

Tradicionalmente, para fins de projeto, adotam-se as seguintes definições (DNIT – 2005):

- Interseções: são confluências, entroncamentos ou cruzamentos de duas ou mais vias. Podem ser nível quando as correntes de tráfego ocorrem no mesmo nível ou interconexão quando em nível diferente;
- Acesso: interseção de uma rodovia com uma via de ligação a propriedades marginais, de uso particular ou público.
- Retorno: dispositivo de uma rodovia que permite a veículos de uma corrente de tráfego a transferência para a corrente de sentido contrário.

13.2. METODOLOGIA

13.2.1. VEÍCULO TIPO

O elemento básico mais importante a ser considerado na determinação das características geométricas e operacionais de uma interseção, é o veículo.

A escolha do veículo de projeto deve levar em consideração a composição do tráfego que utiliza ou utilizará a rodovia, obtida através de contagem de tráfego ou de projeções que constituem o futuro desenvolvimento da região. Assim, denomina-se **veículo de projeto**, o veículo teórico de uma certa categoria, cujas características físicas e operacionais representam uma envoltória das características da maioria dos veículos que se utilizarão da interseção.

O DNIT classifica os veículos usuais em cinco categoria, a serem adotadas nos projetos conforme as características predominantes do tráfego, são eles:

- **VP** – Veículos leves: automóveis, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares;
- **CO** – Veículos comerciais, rígidos, não articulados. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas;
- **O** – Veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e turismo, bem como caminhões longos, frequentemente com três eixos (tracção), de maiores dimensões que o veículo CO básico. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal admissível para veículos rígidos;

- **SR** – Veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semirreboque, com comprimento próximo do limite máximo legal para veículos dessa categoria;
- **RE** – Veículos comerciais com reboque: composto de uma unidade tratora simples, um semirreboque e um reboque, frequentemente conhecido como bitrem e rodotrem, com comprimento o máximo permitido pela legislação;

Com base no estudo de tráfego da região o veículo adotado no projeto foi o do tipo **SR** (Semirreboque), conforme Tabela 30 abaixo:

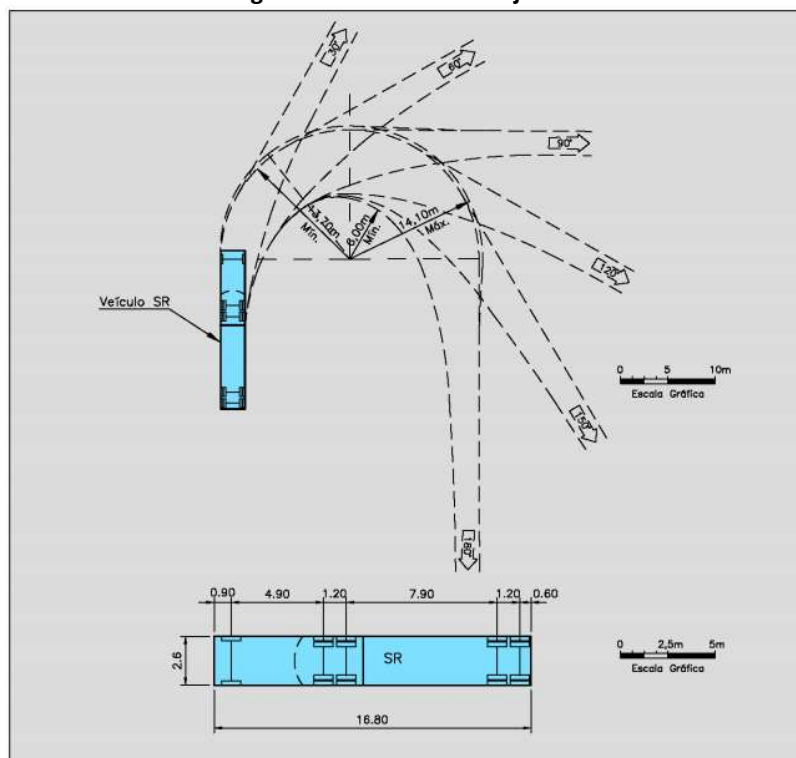
Tabela 31 - Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto

Designação do veículo tipo	Veículos leves (VP)	Caminhões e ônibus convencionais (CO)	Caminhões e ônibus longos (O)	Semi-reboques (SR)	Reboques (RE)
Características					
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8
Raio min. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7	13,7
Raio min. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	6,0	6,9

Fonte: DNIT – Manual de Estudo de Tráfego – 2006

As dimensões do veículo adotado e seus menores valores de giro estão graficamente representados na figura abaixo, permitindo, mediante o emprego de reproduções transparentes, a verificação de condições limite.

Figura 51 - Veículo de Projeto SR



Fonte: DNIT – Manual de Estudo de Tráfego – 2006

13.2.2. ESCOLHA DA SOLUÇÃO E TIPO ADOTADO

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), recomenda que a escolha do modelo de interseções baseie-se em projetos já consagrados, reconhecidamente seguros e com os quais os motoristas estão familiarizados. Além disso, devem-se considerar interseções simples e que estejam em harmonia com outros dispositivos na continuidade do projeto, proporcionando maior segurança e conforto aos usuários. Não há razão, entretanto, para evitar novas configurações onde for conveniente, desde que, essas novas soluções sejam pautadas cuidadosamente na segurança e conforto do usuário, bem como nos baixos custos e manutenção e operação.

De fato, não existem critérios generalizados que possam definir, com precisão, o tipo de interseção a ser adotado para determinadas condições. Tal impossibilidade justifica-se:

1. Pelo fato de que essa escolha se constitui num problema complexo, que envolve volumes de tráfego, velocidades, diferentes tipos de veículos, aspectos topográficos, orçamentos e, sobretudo, o grau de aleatoriedade na distribuição do tráfego;
2. Pelo reduzido número de estudos e pesquisas realizadas no Brasil e em outros países que, além do seu caráter local, não possuem o desejado grau de precisão.

Entretanto, há condições gerais que podem justificar a adoção de um ou outro tipo específico, dependendo de fatores de terreno, de tráfego, circulação, de segurança e de custos.

Ainda de acordo com o DNIT, o tipo de interseção deve ser escolhido a partir de uma visão socioeconômica considerando:

- Exigências técnicas de trânsito baseadas em velocidade de referência, volume e composição do tráfego;
- Topografia do local da implantação e arredores;
- Custo de instalação, operação e manutenção.

Assim, as premissas principais para as soluções padrão das interseções são determinadas durante o planejamento da rede de estrada e a determinação das categorias destas, através de:

- Funções determinantes das estradas conectadas;
- Seções transversais destas estradas (sentido duplo ou sentido único; pista simples ou dupla);
- Formas gerais das interseções se: acessos ou cruzamentos; se em nível ou desnível);

Sendo assim, as interseções foram projetadas com o objetivo de obter soluções seguras para o tráfego que passa direto e o de mudança de direção à esquerda ou direita. Para tanto, a escolha do tipo de interseção e de seus elementos (largura de pistas, raio de curvatura, comprimento das faixas de aceleração e desaceleração, tapers, etc.), foram obedecidos os valores fixados pelas normas do DNIT, em especial ao Manual de Projeto de Interseções – Publicação IPR – 718 – 2ª Edição – Rio de Janeiro – 2005, conforme citado no caput;

Tendo em vista que, para o projeto em questão, foram adotadas características técnicas para rodovia Classe III (pista simples), estas conduziram à adoção de soluções compatíveis para as interseções.

As interseções projetadas foram classificadas quanto à forma, dimensão e tipo, segundo o tráfego esperado, haja vista, que foram realizadas contagens de tráfego em um local específico de implantação de uma das interseções.

A Projetista baseou-se em contagens realizadas no Entr. GO-221/GO-461 (km 3,82) nos sentidos: Doverlândia/GO-194 e GO-194/Doverlândia, para a determinação do $N_{10} 8,75 \times 10^6$.

Baseado nos critérios estabelecidos pelos DNIT, ficou evidenciado que para as interseções em projeto, de acordo com o volume de tráfego, serão projetadas em nível, nos cruzamentos com as rodovias estaduais (GO-461 e GO-194) que são rodovias não pavimentadas;

13.2.3. LARGURAS DAS PISTAS E ACOSTAMENTOS

As larguras das pistas de rolamento dos ramos internos (com meio-fio dos dois lados) foram dimensionadas para uma faixa de tráfego, **condição B** em regime de mão única, possibilitando a ultrapassagem aos veículos parados.

Todos os canteiros e ilhas das interseções serão delimitados por meio-fio. Nos ramos externos os meios-fios são intransponíveis, enquanto que os ramos internos são transponíveis.

Considerando as pequenas extensões dos ramos nas interseções projetadas, os acostamentos são dispensáveis.

13.2.4. FAIXA DE MUDANÇA DE VELOCIDADE

As interseções foram projetadas com faixas de aceleração e desaceleração para aumento ou redução das velocidades dos veículos que saem ou entram na pista principal, estas faixas estão contempladas na **Tabela 48** do Manual de Interseções do DNIT, a qual fornece os comprimentos das faixas de mudança de velocidade para os automóveis em função da velocidade da diretriz da rodovia e da velocidade de segurança no início/fim do trecho circular da curva de conversão (faixa de aceleração/desaceleração), para greides até 2%. Nesta tabela os comprimentos das faixas de mudança de velocidade incluem o taper correspondente.

Tabela 48 – Comprimentos das faixas de mudança de velocidade

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da faixa de desaceleração, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de saída (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	70	-
90	80	145	140	135	120	110	100	90	80
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	90	180	180	170	160	150	140	120	105
120	100	200	195	185	175	170	155	140	120

Obs: O comprimento mínimo da faixa de desaceleração será sempre o do taper.

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da faixa de aceleração, inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de entrada (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	180	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	80	280	250	240	220	190	140	100	80
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200

Obs: O comprimento mínimo da faixa de aceleração será sempre o do taper.

Fonte: DNIT Manual de Estudo de Tráfego – 2006

Nos projetos das duas interseções foram adotadas faixas de aceleração e desaceleração maiores que o recomendado na Tabela 48 do Manual de Interseções do DNIT, para a velocidade de segurança nas curvas de 40 km, ou em caso específico das rodovias secundárias adotou-se o comprimento mínimo de 70,00 metros para faixas de aceleração/desaceleração.

13.2.5. RAIOS E RAMPAS

Os valores dos raios de giro nos ramos foram fixados em função da importância da interseção e de seu volume de tráfego, conforme recomenda o Manual de Interseções DNIT- 2006.

Na pista existente, sua rampa original foi mantida, para aproveitamento da mesma, portanto, os ramos da interseção terão seus greides em função das rampas de projeto da pista existente, obtidas através do levantamento topográfico, mesmo que não sejam pavimentadas.

13.2.6. RAMPAS MÁXIMAS PARA RAMOS – CRITÉRIO GERAL

Segundo o Manual de Interseções do DNIT, em princípio, os greides dos ramos devem estar diretamente relacionados com a velocidade de projeto. Essa velocidade, porém, é uma indicação geral dos padrões que deverão ser usados, devendo o greide de um ramo que tem velocidade diretriz elevada, ser mais suave que o greide dos ramos com velocidade diretriz baixa. Como critério geral, recomenda-se que os greides em alicve dos ramos com velocidades de projeto de 70 a 80 km/h sejam limitados em 3 a 5%, os de 60 km/h em 4 a 6%, os de 40 a 50 km/h em 5 a 7% e os de 30 a 40 km/h em 6 a 8%. Quando for exigido pelas condições topográficas, poderão ser utilizados greides mais fortes do que os recomendados. Nos ramos de mão única com greide em declive, deverão ser mantidos os mesmos limites, que poderão ser 2% maiores em casos especiais. As rampas máximas são definidas na **Tabela 73** do Manual de Interseções do DNIT.

Tabela 73 - Rampas máximas para ramos (Critério geral)				
Velocidade de projeto km/h)	30 - 40	40 - 50	50 - 70	70 - 80
Rampa máxima	6% - 8%	5% - 7%	4% - 6%	3% - 5%
i) Em casos especiais, nos ramos de mão única em declive, os valores podem ser 2% maiores. ii) Quando as condições topográficas exigirem, greides mais fortes que os recomendados podem se usados.				

Fonte: DNIT Manual de Estudo de Tráfego – 2006

13.2.7. PARÂMETRO K NAS INTERSEÇÕES

O parâmetro K representa a distância a ser percorrida ao longo da curva vertical no plano horizontal, em metros para cada de variação de 1% na declividade longitudinal, sendo, portanto, uma medida de curvatura.

O parâmetro “k” é definido na **Tabela 58** do Manual de Interseções do DNIT:

Tabela 58 - Valores de K segundo distância de visibilidade de parada

Velocidade diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Curvas verticais convexas										
K – Mínimo	2	5	9	14	20	29	41	58	79	102
K – Desejável	2	5	10	18	29	48	74	107	164	233
Curvas verticais côncavas										
K – Mínimo	4	7	11	15	19	24	29	36	43	50
K – Desejável	4	7	12	17	24	32	42	52	66	80

Fonte: DNIT Manual de Estudo de Tráfego – 2006

13.2.8. ILHAS DIRECIONAIS

Destinam-se ao controle e orientação dos movimentos de trânsito. São projetadas de modo a tornar evidente aos motoristas as trajetórias a seguir, cobrindo áreas inúteis que, se acessíveis aos veículos, poderiam dar origem a uma circulação desordenada.

As ilhas deverão ter áreas superiores a 7 m². Para áreas inferiores deverão as mesmas serem unicamente pintadas no pavimento.

Importante dizer que as ilhas devem ser limitadas por meios-fios transponíveis, para permitam que os veículos os transponham em caso de emergência.

As ilhas deverão levar cobertura vegetal que não prejudique a visibilidade. Recomenda-se o plantio de grama por enleivamento.

13.2.9. BICOS E AFUNILAMENTOS

Os bicos das ilhas foram arredondados com curvas de raio de 1,00m, nas entradas, e 0,50m, nas saídas, dos locais de convergência e divergência de pista, respectivamente.

Nos locais onde houve necessidade as larguras das pistas de rolamento dos ramos de entrada e saída serão afiladas segundo uma variação linear para permitir o acesso de somente um veículo por vez à pista de tráfego, seja interna ou externa a interseção

13.2.10. RESULTADOS OBTIDOS

Para o projeto em questão foram estudadas duas implantações de interseção:

1. **Interseção 01:** Interseção Tipo T simples em forma de rotatória vazada (trevo) para o Entroncamento da GO-221 com a GO-461 (Est. 196+0,00) que dá acesso à Portelândia – Figura 1
2. **Interseção 02:** Interseção Tipo T simples em forma de rótula alongada para o Entroncamento da GO-221 com GO-194 (Estaca 1173+0,00) que dá acesso a Baliza e Divisa de GO/MT;

Interseção 01 - Entroncamento da GO-221/GO-461/Portelândia

Figura 52 - Entroncamento da GO-221 com a GO-461 (Est. 196+0,00)



Fonte: Google/Projetista, maio/2021

Esta interseção situa-se na estaca 196+00,00 na rodovia GO-221 para atender a junção com a Rodovia GO-461 que dá acesso a Portelândia, no projeto foi designada como Interseção 01.

A solução escolhida caracteriza-se por uma interseção tipo em T simples, em forma de rotatória vazada ou trevo, cuja ilha central é seccionada por uma via considerada prioritária, geralmente o dispositivo é comumente instalado em rodovias nas entradas de cidades de pequeno porte.

Deverá ser dada atenção especial à sinalização de modo a orientar o usuário nas conversões, bem como à importância do respeito pela sinalização, visando sempre sua segurança.

Procurou-se manter a interseção dentro das faixas de domínio para evitar mais desapropriações.

A interseção 01 é composta por 3 ramos, descritos a seguir:

- **Ramo 1** – Inicia-se na Estaca 100+0,00 = Estaca 180+1,34 e finaliza na estaca 126+12,90=206+3,27 da (GO-221), totalizando uma extensão de 532,90 metros.

Quadro 34 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 01 – Ramo 1

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C18	102,758	200,000	102,758	029° 26' 16.76"	107+4,055	112+6,813	N E	8154076,0244 355970,4360	8154038,4765 356007,1864	8154126,7866 355956,8845
C19	39,048	38,000	39,048	058° 52' 33.51"	112+6,813	114+5,861	N E	8154147,5061 355951,3533	8154126,7866 355956,8845	8154153,4808 355930,7573
C20	102,758	200,000	102,758	029° 26' 16.76"	114+5,861	119+8,619	N E	8154168,1186 355880,2976	8154153,4808 355930,7573	8154205,6665 355843,5472

Fonte: Projetista, maio 2021

- **Ramo 2** – Inicia-se na Estaca 200+0,00 = Estaca 206+3,27 e finaliza na estaca 222+18,15 (GO-461/Portelândia), totalizando uma extensão de 458,15 metros.

Quadro 35 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 01 – Ramo 2

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C21	156,239	158,143	156,239	056° 36' 21.86"	207+14,927	215+11,166	N E	8154127,3515 355900,6096	8154188,2125 355841,0406	8154044,1195 355882,5827

Fonte: Projetista, maio 2021

- **Ramo 3** – Inicia-se na Estaca 300+0,00 (GO-461/Portelândia) e finaliza na estaca 321+13,69=Estaca 180+1,34 totalizando uma extensão de 433,39 metros.

Quadro 36 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 01 – Ramo 3

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C22	36,248	90,000	36,248	023° 04' 34.44"	307+0,029	308+16,277	N E	8154052,9482 355895,7499	8154034,9915 355891,8607	8154067,9437 355906,3661
C23	37,090	27,512	37,090	077° 14' 30.12"	308+16,277	310+13,367	N E	8154085,8824 355919,0661	8154067,9437 355906,3661	8154077,4576 355939,3665
C24	36,248	90,000	36,248	023° 04' 34.87"	310+13,367	312+9,615	N E	8154070,4151 355956,3364	8154077,4576 355939,3665	8154057,2846 355969,1880

Fonte: Projetista, maio 2021

Interseção 02 - Entroncamento da GO-221/GO-194/Baliza/Div. GO/MT

Figura 53 - Entroncamento da GO-221 com a GO-164 (Est. 1173+0,00)



Fonte: Google/Projetista, maio/2021

Esta interseção situa-se na estaca 1173+0,00 na rodovia GO-221 para atender a junção com a rodovia GO-194 que dá acesso Baliza e Divisa de GO/Mato Grosso, no projeto foi designada como Interseção 02.

A solução escolhida caracteriza-se por uma interseção tipo em T simples, em forma de rótula alongada. As rótulas alongadas são interseções maiores que priorizam o tráfego de passagem, possuem uma faixa interna exclusiva para os movimentos de retorno e de conversões à esquerda. Este tipo de rótula, com dimensões adequadas, apresenta maior capacidade e é indicada sua preferência às demais principalmente se tratando de rodovias rurais.

Esse tipo de dispositivo, oferece uma flexibilidade de alteração na sua forma, pois geralmente se caracterizam por uma falsa elipse, com canteiro de no mínimo 30 metros, e retornos, neste projeto a distâncias entre os retornos foi de aproximadamente 370 metros, optou-se por indicar esta solução visando minimizar os custos com desapropriação, já que se permitiu o estreitamento do canteiro para 6,00 metros, o mínimo recomendado pelo DNIT em caso de vias rurais, evitando desapropriar as edificações existentes do lado direito da GO-221, sentido Div. GO/MT/Ponte Branca, bem como, manteve-se dentro da faixa de domínio para evitar mais desapropriações.

A interseção 02 é composta por 5 ramos, descritos a seguir:

- **Ramo 4** – Inicia-se na Estaca 400+0,00 = Estaca 1155+8,50 (GO-221) e finaliza na estaca 425+18,58 da (GO-194), totalizando uma extensão de 518,58 metros.

Quadro 37 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 4

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C25	56,895	498,690	56,895	006° 32' 12.36"	399+20,000	402+16,895	N E	8162589,7953 341221,7396	8162569,5459 341241,7638	8162612,1927 341204,1508
C26	95,297	205,093	95,297	026° 37' 21.11"	405+16,895	410+12,191	N E	8162697,5444 341137,1234	8162659,3811 341167,0933	8162718,2317 341093,2296
C28	70,777	50,000	70,777	081° 06' 17.24"	415+2,187	418+12,964	N E	8162799,2314 340988,6494	8162771,0606 341020,8489	8162835,3996 341011,5025

Fonte: Projetista, maio 2021

- **Ramo 5** – Inicia-se na Estaca 500+0,00 (GO-194) e finaliza na estaca 527+11,13 (GO-221), totalizando uma extensão de 551,13 metros.

Quadro 38 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 5

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C29	51,782	30,000	51,782	098° 53' 44.61"	507+11,462	510+3,243	N E	8162807,2293 340979,5083	8162836,8692 340998,2363	8162830,3154 340953,1210
C30	43,064	205,255	43,064	012° 01' 15.81"	512+19,854	515+2,918	N E	8162883,2634 340895,5809	8162867,9528 340910,8333	8162901,4149 340883,8518
C31	95,297	205,093	95,297	026° 37' 21.11"	515+2,918	519+18,215	N E	8162942,1711 340857,5160	8162901,4149 340883,8518	8162966,8048 340815,7091
C32	92,913	498,701	92,913	010° 40' 29.08"	522+18,214	527+11,127	N E	8163020,9157 340723,8751	8162997,2635 340764,0163	8163051,5941 340688,8099

Fonte: Projetista, maio 2021

- **Ramo 6** – Inicia-se na Estaca 600+0,00 (GO-221) e finaliza na estaca 637+0,07=Estaca 1155+8,50 da (GO-221), totalizando uma extensão de 740,07 metros.

Quadro 39 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 6

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C33	92,913	498,701	92,913	010° 40' 29.08"	600+0,000	604+12,913	N E	8163015,6474 340719,2659	8163046,3258 340684,2006	8162979,0047 340748,0417
C34	95,297	205,093	95,297	026° 37' 21.11"	607+12,912	612+8,208	N E	8162893,6537 340815,0685	8162931,8170 340785,0985	8162872,9664 340858,9623
C35	57,131	205,256	57,131	015° 56' 52.02"	612+8,208	615+5,340	N E	8162860,7089 340884,9700	8162872,9664 340858,9623	8162841,7772 340906,6088
C36	57,131	205,256	57,131	015° 56' 52.02"	623+10,747	626+7,878	N E	8162713,9317 341052,7358	8162732,8633 341031,0970	8162689,7832 341068,3401
C37	95,297	205,093	95,297	026° 37' 21.11"	626+7,878	631+3,175	N E	8162649,0271 341094,6759	8162689,7832 341068,3401	8162624,3933 341136,4828
C38	56,896	498,701	56,896	006° 32' 12.27"	634+3,174	637+0,069	N E	8162579,4772 341212,7117	8162593,9346 341188,1756	8162562,3207 341235,4425

Fonte: Projetista, maio 2021

- **Ramo 7** (Alça Retorno) – Inicia-se na Estaca 700+0,00 = Estaca 410+12,19 (Ramo 4) e finaliza na estaca 703+17,39=Estaca 626+7,88 (Ramo 6), totalizando uma extensão de 77,39 metros.

Quadro 40 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 7

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C42	22,384	46,000	22,384	027° 52' 49.17"	700+0,000	701+2,384	N E	8162706,3801 341099,5300	8162711,2801 341089,2168	8162697,2260 341106,3547
C43	32,626	12,000	32,626	155° 46' 37.05"	701+2,384	702+15,010	N E	8162652,3942 341139,7787	8162697,2260 341106,3547	8162679,5653 341090,9034
C44	22,384	46,000	22,384	027° 52' 49.17"	702+15,010	703+17,393	N E	8162685,1133 341080,9238	8162679,5653 341090,9034	8162694,6840 341074,6969

Fonte: Projetista, maio 2021

- **Ramo 8** – Inicia-se na Estaca 800+0,00 = Estaca 612+8,21(Ramo 6) e finaliza na estaca 803+17,39 (Ramo 5), totalizando uma extensão de 77,39 metros.

Quadro 41 - Quadro dos Elementos Geométricos – Interseção 02 – Ramo 8

Nº	LC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
C39	22,384	46,000	22,384	027° 52' 49.17"	800+0,000	801+2,384	N E	8162884,8180 340852,6619	8162879,9180 340862,9751	8162893,9721 340845,8372
C40	32,626	12,000	32,626	155° 46' 37.05"	801+2,384	802+15,010	N E	8162938,8040 340812,4132	8162893,9721 340845,8372	8162911,6328 340861,2885
C41	22,384	46,000	22,384	027° 52' 49.17"	802+15,010	803+17,393	N E	8162906,0849 340871,2681	8162911,6328 340861,2885	8162896,5141 340877,4949

Fonte: Projetista, maio 2021

13.3. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE INTERSEÇÕES

Os desenhos do projeto são apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos no item Projeto de Interseções.

14. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

14. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

14.1. 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

14.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

14.2.1. 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.

14.2.2. 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 32 - Tonalidades das cores para sinalização horizontal

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

CLASSIFICAÇÃO

14.2.3. 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 33 - 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.

14.2.4. 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.

14.2.5. 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.

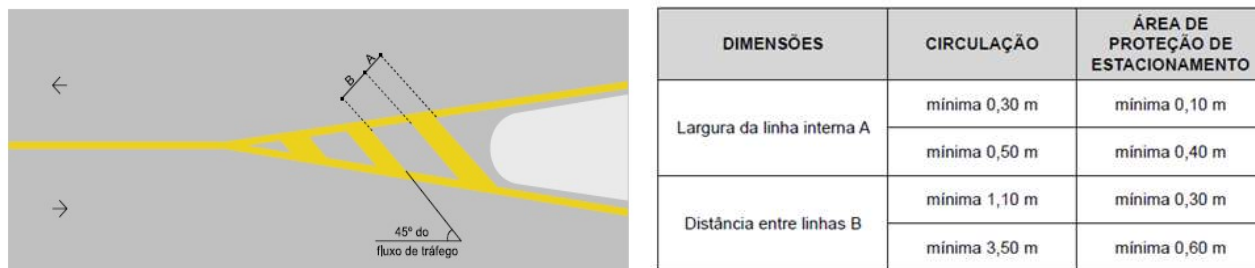
- **Linha de Canalização – LCA**

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:

Figura 54 - Dimensões ZPA



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

14.2.6. 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.

14.2.7. 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 34 - 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.

14.2.8. 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 metacrilicas 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.

14.3. SINALIZAÇÃO VERTICAL

14.3.1. 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.

14.3.2. 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.

14.3.3. 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.

14.3.4. 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.

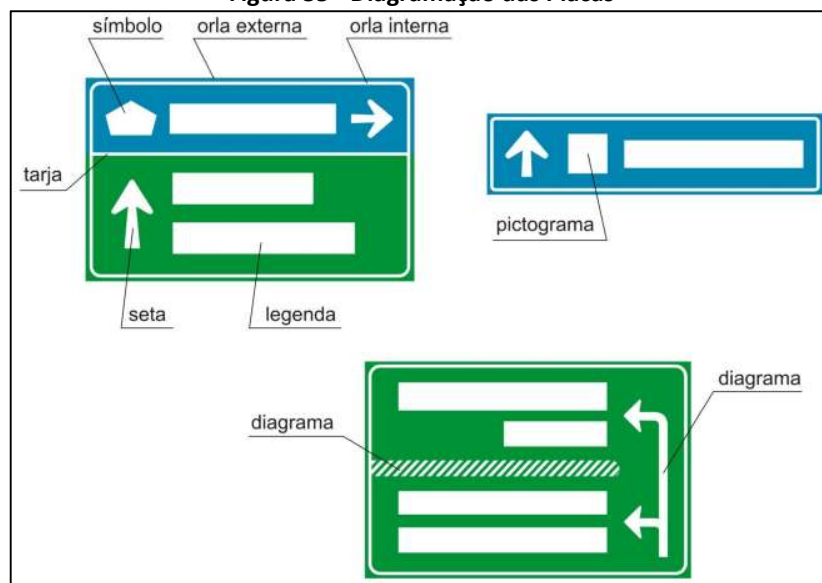
As letras e números adotados nos projetos de sinalização obedecem aos padrões Série D e Série E do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings – FHWA e Arial Rounded MT Bold.

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.

Todos 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.

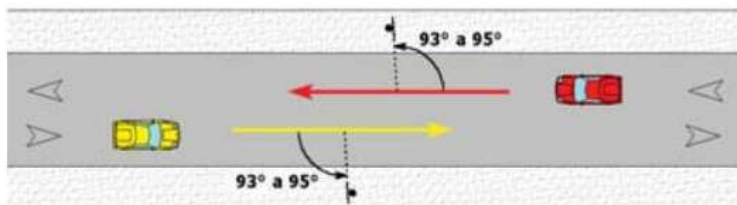
Figura 55 - Diagramação das Placas



14.3.5. 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.

Figura 56 - 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.

14.3.6. 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 refere as placas com largura superior a 3,00 m e/ou altura superior a 1,20 m e que devem ser contornadas por um perfil fixado à placa por meio de fita dupla face ou rebites. O espaçamento entre fitas ou rebites deve ser inferior a 0,15 m.

- **Película Refletiva**

A película a ser utilizada: Películas Retrorrefletivas tipo III A

As películas retrorrefletivas tipo III A são constituída, tipicamente, por lentes prismáticas gravadas em resina sintética transparente e seladas por fina camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, permitindo, assim, apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis dos veículos. São utilizadas, normalmente, nas cores branca, amarela, verde, vermelha, azul, laranja e marrom.

- **Retrorreflexão**

As películas devem apresentar os valores mínimos de retrorreflexão preconizados na NBR 14644.

A película retrorrefletiva deve apresentar os valores mínimos de coeficiente de retrorreflexão constantes da Tabela 1, utilizando equipamento que possua ângulo de observação de 0,1°, 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 (cd.lx⁻¹.m⁻²), de acordo com o método ASTM E 810.

A película deve manter cerca de 90% dos valores da Tabela 34, quando submetida às condições de chuva ou umidade sobre a superfície.

Tabela 35 - 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 35.

Tabela 36 - 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.

14.4. SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Durante o período de construção é de maior importância o emprego de intensa sinalização nas proximidades das frentes de trabalho a fim de que sejam garantidas aos usuários as informações necessárias à sua segurança além da segurança daqueles que trabalham nestes locais.

Os elementos que compõem a sinalização de obras devem atender as normas do Código de Trânsito Brasileiro e o Manual de Sinalização de Obras e Emergenciais em rodovias do DNIT.

Para a execução dos serviços, a colocação dos sinais deverá ser tal que permita transmitir a mensagem sem restringir a distância de visibilidade, ou reduzir a largura da pista.

- **Objetivos**

Definir e padronizar os procedimentos a serem adotados para a elaboração do projeto básico de sinalização durante a execução de obras e serviços em rodovias no âmbito da construção da rodovia em estudo.

O projeto consiste na definição de dispositivos de sinalização cuja principal finalidade deve ser a segurança do tráfego, devendo, portanto:

- Advertir com antecedência a existência de obras ou de serviços de conservação;
- Regular a circulação, a velocidade e outras condições para a segurança local;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, reduzir os riscos de acidentes e minimizar os congestionamentos;
- Transmitir informações claras e padronizadas aos usuários da via;
- Delimitar o contorno da obra de forma visível, protegendo não só os condutores de veículos e os pedestres, mas também os trabalhadores das obras.

➤ Elementos do Projeto

Dependendo da natureza dos trabalhos que afetarão o trânsito, em especial a duração e a mobilidade dos serviços, o projeto de sinalização deve constar de:

- Sinalização vertical, contendo as placas de regulamentação, de advertência e indicativas;
- Sinalização horizontal, incluindo as linhas, marcas de canalização, setas, legendas e tachas;
- Dispositivos auxiliares, incluindo as barreiras, balizas, balizadores, marcadores de perigo, marcações de obstáculos, marcadores de alinhamento, cones e cúpulas luminosas, luzes intermitentes, painéis com seta iluminada, bandeiras, o sinal "PARE" portátil, a operação leva-bandeira, os acessórios de segurança individual e a sinalização de veículos de serviço;
- Sinalização semafórica.

➤ Característica da Sinalização

A sinalização de obras deverá ser constituída de:

- **Pré-sinalização** - Destinada a advertir a existência de obras adiante que modifiquem a circulação dos veículos. Serão implantados sinais de regulamentação, advertência indicando aos motoristas qual deverá ser seu comportamento ao trafegarem junto ao canteiro de obras;
- **Sinalização de posição** - Representado pelo trecho onde estão regulamentadas as condições de trafegabilidade. Neste local deverão ser implantadas placas de regulamentação e dispositivos de canalização e/ou de controle de tráfego;
- **Sinalização de fim de obras** - Estabelecida a situação normal de circulação, deverá ser informado o final da obra e a rodovia receber a regulamentação de velocidade máxima permitida desse trecho em diante, conforme as características da estrada, caso a velocidade tenha sido reduzida através de sinalização anterior.

14.4.1. 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:

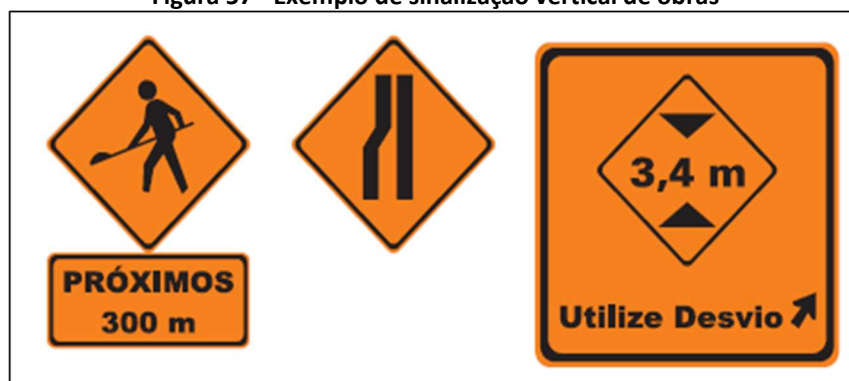
- Para sinais de advertência:
 - Velocidade de segurança: 100 km/h, 80 Km/h e 60 Km/h - 150 m
 - Velocidade de segurança: 40 Km/h - 100 m

- 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.

Figura 57 - Exemplo de sinalização vertical de obras



14.4.2. 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.

14.4.3. 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.

14.4.4. Dispositivo de Canalização e Segurança

Além dos sinais, podem ser utilizados ainda outros dispositivos de segurança:

- Barreiras;
- Balizadores;
- Piquetes;

- Delineadores Direcionais;
- Cones;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Luz Intermitente;
- Bandeiras;
- Sinal – PARE – Portátil; e
- Barreiras Amortecedoras de Choque.

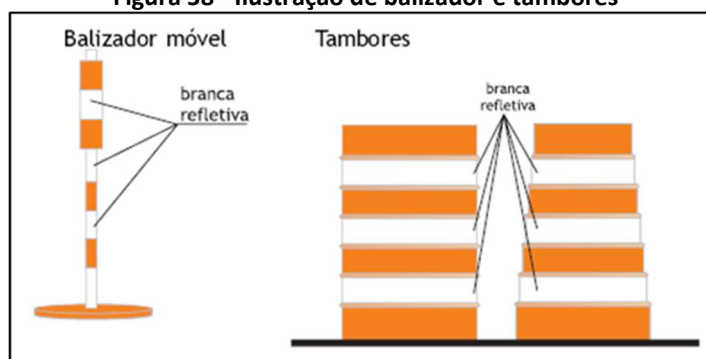
➤ **Dentre estes se destacam:**

Delineadores direcionais - Atuam informando aos motoristas que houve uma alteração no alinhamento horizontal da rodovia, tendo assim a função de desviar, canalizar e direcionar o fluxo dos veículos no trecho em obras.

Sinal de “PARE” portátil - Dispositivo utilizado quando a rodovia, por conta da obra, só dispor de uma faixa de tráfego, sendo necessária, assim, a interrupção momentânea de um sentido para que haja o fluxo do outro. Serão utilizados pelos sinalizadores, bandeiras com cabo, de forma circular ($\varnothing = 0,40\text{m}$), tendo uma das faces o fundo verde e a palavra SIGA, em branco, na outra face, fundo vermelho, com a palavra PARE, em branco.

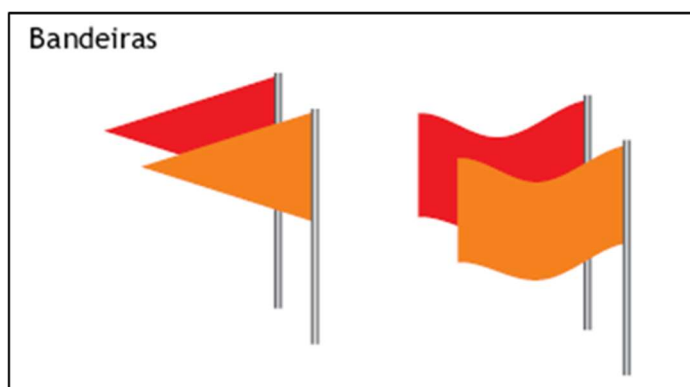
Tambores e Balizadores - Empregados para delimitar o local das obras. Serão pintados nas cores preta e amarela, sendo a segunda com tinta refletorizada. A largura das faixas será de 0,1m. No caso dos balizadores, serão inclinados, formando um ângulo de 45° com a horizontal e, no caso dos tambores, serão horizontais. Durante o período noturno funcionará nos locais das obras um sistema de sinalização luminosa. Deverá ser tomado o cuidado para evitar o ofuscamento dos motoristas.

Figura 58 - Ilustração de balizador e tambores



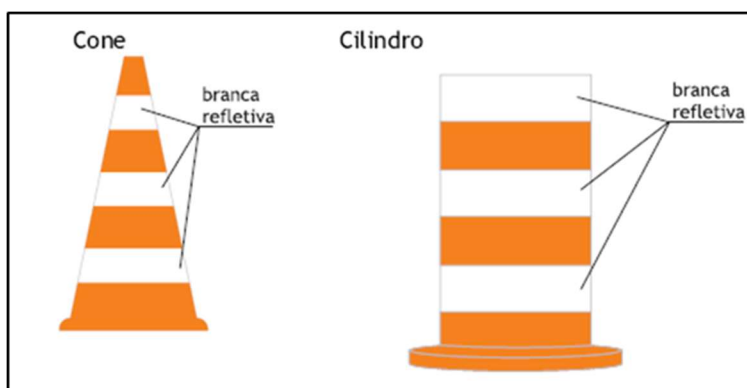
Bandeira – É utilizado como um elemento de controle complementar de controle do fluxo em situação de volume de tráfego muito alto, altas velocidades, necessidade de interrupção do fluxo e obras móveis durante o dia. O sinalizador deve portar uma bandeira ou um dispositivo luminoso, caso a obra seja realizada durante a noite, período no qual se faz necessário o uso nos locais onde há pouca visibilidade.

Figura 59 - 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.

Figura 60 - 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.

Figura 61 - Ilustração de fita zebra



Figura 62 - Ilustração de cavaletes

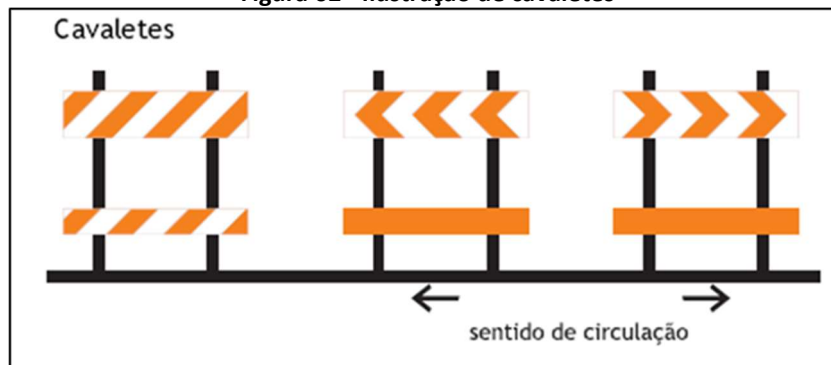


Figura 63 - Ilustração de barreiras

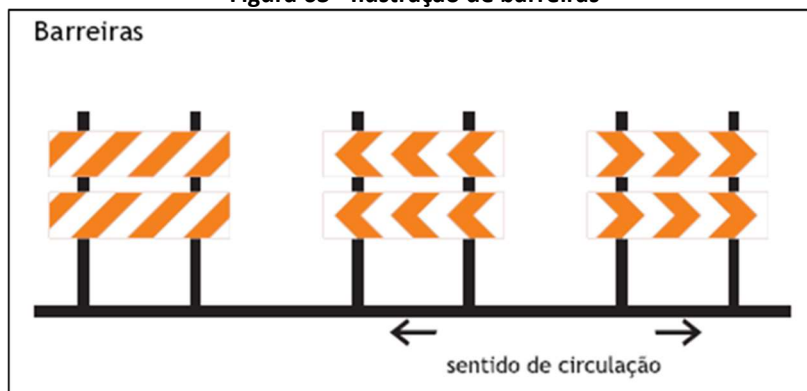
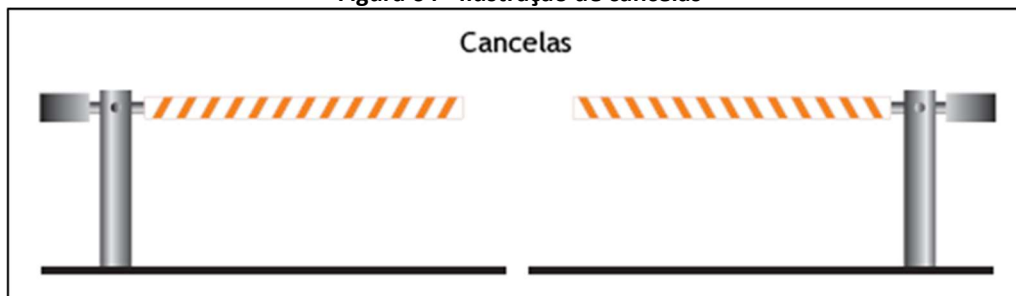


Figura 64 - Ilustração de cancelas



Barreira em módulos plásticos - As barreiras plásticas devem ser utilizadas para canalizar o fluxo de veículos para faixas de tráfego diferentes daquelas em que estão circulando. É composta por módulos ocos, que podem ser acoplados lateralmente e que possuem orifícios que permitem o preenchimento com água ou areia, para aumentar a estabilidade e a resistência a choques leves.

Para melhor operação da rodovia e com o intuito de preservar a segurança dos usuários da via e daqueles que trabalham na obra deverão ser projetados e executados desvios provisórios de tráfego. Nestes casos, o pavimento da pista nova deverá estar, preferencialmente, na penúltima camada de revestimento, uma vez que não são admitidas aplicações posteriores de pinturas para cobrir a sinalização horizontal provisória.

➤ **Materiais e Especificações:**

A sinalização para construção não será objeto de medição. As características dos materiais a serem empregados e as técnicas de execução deverão seguir as especificações:

Documentos de referência

- DNIT IPR 738 Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias – 2010
- DNIT ES 100/2009 Obras Complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal
- DNIT ES 101/2009 Obras Complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical - Especificação de serviço

14.5. PROJETO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

“Os acidentes de trânsito são um dos problemas socioeconômicos mais graves nos países em desenvolvimento” (GOLD, 2002).

O ato de dirigir é uma tarefa difícil e complexa. Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos concluiu que o motorista comete um erro a cada dois minutos, envolvendo-se em uma situação perigosa a cada uma ou duas horas (PETZHOLD, apud GEIPOT, 1987).

O estudo de segurança de trânsito tem a finalidade de analisar as condições operacionais da rodovia. Tradicionalmente, a engenharia de segurança viária enfatiza a redução de acidentes pela adoção de medidas corretivas em pontos com grande concentração de acidentes, denominadas de pontos críticos. Porém, nos últimos anos, vem crescendo a importância de tratar a segurança viária de forma preventiva.

A adoção de medidas preventivas na fase de projeto e continuadas nas fases de operação e manutenção pode resultar em economia significativa de recursos. Os benefícios incluem desde a redução das despesas referentes aos acidentes que deixam de ocorrer ou cuja severidade é diminuída, até a eliminação dos gastos decorrentes de obras de correção que podem ser evitadas pela análise criteriosa nas fases de projeto e construção, período no qual as ações, normalmente, são mais fáceis e menos onerosas.

Nos últimos anos tem-se verificado um progresso significativo na segurança quanto ao melhoramento no traçado geométrico, em demarcação e no equipamento de sinalização. Entretanto a segurança depende da qualidade da superfície da pista que é o único elemento que tem contato direto e permanente com o tráfego. Ainda hoje se tem dado mais importância às propriedades relacionadas com a resistência e durabilidade em detrimento à segurança do usuário.

Há alguns aspectos que influenciam na segurança do trânsito:

- Camada do Pavimento;
- Sinalização da Rodovia;
- Condições dos Veículos;
- Educação do Usuário.

14.5.1. Fatores de segurança rodoviária

Quando a segurança é considerada desde o início, ainda nas fases de planejamento e concepção da rodovia, a necessidade de introduzir medidas de correção após a execução é menor. No entanto, através da análise rigorosa dos dados relativos à sinistralidade será possível identificar os locais de

risco elevado. A inspeção rigorosa dos locais de maior sinistralidade permite frequentemente esclarecer o problema e identificar formas de melhorar a segurança, preferencialmente através de medidas de engenharia de baixo custo. Com a ajuda de instrumentos e processos específicos é possível identificar as medidas de correção prioritárias e aplicar aquelas com melhor relação custo/benefício nos locais de maior sinistralidade.

Normalmente concorda-se que acidentes de trânsito são eventos complexos que geralmente envolvem a interação de muitos fatores contribuintes. Diversos autores citam como fatores que influem na ocorrência de acidentes as características e geometria da via, o meio ambiente, o tráfego, as condições do veículo, as condições do tempo e de iluminação e fatores humanos.

A rodovia é um fator de reconhecida importância, e os seus elementos que contribuem de forma mais significativa para a ocorrência de acidentes são: largura da pista de rolamento, raio e grau das curvas horizontais, extensão e declividade das rampas, distância de visibilidade, volume de tráfego, velocidade de projeto, taludes laterais, pontes (principalmente a largura), características do canteiro central, zonas de escape (área lateral adjacente à pista e acostamento).

Segundo GOLD (2002), a ideia de que 90% dos acidentes de trânsito são causados por falha humana (condutores e pedestres) não corresponde à verdade, pois, por exemplo, no caso de motoristas embriagados, estes provavelmente vão se acidentar mais quando estiverem sob a influência de deficiência da via, sinalização ou manutenção inadequada do veículo. Entretanto deve-se considerar que dentro do sistema de trânsito, o usuário é o único componente de todo o sistema que pode tomar decisões (SHINAR, 1978 apud BRAGA, 1989), o que pode servir de base para explicar os acidentes como falha do usuário.

NOGUEIRA (1995) analisou a relação entre a geometria de rodovias e acidentes de trânsito com veículos de carga e afirmou que, no Brasil, 70% dos acidentes em rodovias ocorrem devido a falha humana, 20% pelas deficiências das estradas e apenas 10% por defeitos mecânicos dos veículos. Essa diferença nas porcentagens atribuída à via pode ser devido à forma com que os acidentes no Brasil são documentados, ou seja, amenizando a influência das vias e dos veículos nos acidentes.

Os elementos geométricos de uma rodovia que podem ser associados com o número de acidentes são normalmente referentes às variáveis do traçado em planta, em perfil ou da seção transversal. PÉREZ (2002) concluiu que a variável geométrica mais significativa do ponto de vista da segurança viária é o grau da curva, que é uma variável de curva horizontal, sendo, portanto, do traçado em planta.

Em um estudo envolvendo rodovias rurais de duas faixas sem canteiro central, VOGT e BARED (1997) concluíram que as mesmas são rodovias com taxas de acidentes mais altas em relação às rodovias com canteiro central. De acordo com GOLD (2002), a duplicação de rodovias com introdução de canteiro central tende a eliminar acidentes tipo colisão frontal, que normalmente resultam em vítimas fatais. Entretanto, em áreas de circulação de pedestres, a simples duplicação da pista, sem a implantação de outras melhorias como passarelas ou passagens inferiores, tende a aumentar a possibilidade de atropelamento.

Nas rodovias brasileiras mais antigas é comum a existência de aclives acentuados e longos, que provocam atrito entre o tráfego pesado e o tráfego leve, induzindo o motorista a possíveis ultrapassagens perigosas e criando situações potenciais para a ocorrência de acidentes. Segundo CHOUEIRI 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.

Quadro 42 - 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 Socorro.
Veículo	✓ Projeto do Sistema de Controle. ✓ Projeto dos Sistemas de Conforto. ✓ Projeto do Sistema de Informação. ✓ Leis e Policiamento.	✓ Sistema de Proteção ao Ocupante. ✓ Projeto do Sistema de Controle.	
Meio Ambiente	✓ Geometria. ✓ Policiamento. ✓ Sistema de Controle. ✓ Clima e Luminosidade. ✓ Condições da Superfície. ✓ Apelo Informativo.	✓ Geometria e dispositivos de absorção de energia.	✓ Geometria para facilitar o acesso de emergência. ✓ Limpeza dos estilhaços e partes dos veículos acidentados. ✓ Esquemas de tráfego e reabertura da via.

Medidas preventivas de acidentes implantadas em projetos ou na execução de obras rodoviárias, tais como a sinalização horizontal e vertical, e ainda providências geométricas, algumas previstas em normas técnicas, tais como limites de alguns parâmetros (por exemplo: raio de curvas, superelevação, declividade longitudinal das rampas, distância mínima de visibilidade etc.), visam minimizar o potencial de ocorrência de acidentes.

14.5.2. 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.

14.5.3. 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.

14.5.4. 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.

14.5.5. 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.

14.5.6. 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.

14.5.7. 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.

14.6. 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.

14.7. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

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

15. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

15. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

15.1. INTRODUÇÃO

Os Projetos de Obras Complementares são compostos basicamente dos projetos de:

- Cercas e
- Defensas.

Os projetos foram desenvolvidos obedecendo aos seguintes Documentos de Referência:

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DNIT- IPR-726 -Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos básicos / Instruções de Serviço) – 2006
- DNIT- IS-217- Instrução de Serviço para Projeto de Dispositivos de Proteção (Defensas e Barreiras)
- DNIT- IS-218 -Instrução de Serviço para Projeto de Cercas
- NBR - 15486 - Segurança no Tráfego – Dispositivos de Contenção Viária – Diretrizes de Projeto e Ensaio de Impacto - 2016

15.2. METODOLOGIA

15.2.1. CERCAS E MOURÕES

As cercas, utilizadas na vedação da faixa de domínio, objetivam:

- Evitar o acesso de animais, cujo porte ameaça a segurança do usuário;
- Preservar os limites da propriedade da GOINFRA.

O serviço de implantação de cercas, delimitando a faixa de domínio da rodovia, foi elaborado de acordo com as Especificações.

As cercas foram projetadas nos locais onde houve necessidade de remoção da existente e execução de uma nova devido a fatores diversos, onde as cercas existentes não obedeciam a faixa de domínio, sendo interrompida apenas nas travessias dos cursos d'água, interseção com outras estradas e acessos às localidades.

Este serviço consistirá também da limpeza da faixa de implantação da cerca, aquisição e cravação no terreno de mourões suportes e esticadores de concreto armado e colocação de quatro ou cinco fios de arame farpado.

O Mourão de suporte deve ter o comprimento de 210 cm, seção transversal uniforme, em forma de triângulo equilátero ou quadrada, com 11 cm de lado.

O Mourão esticador deve ter o comprimento de 220 cm, seção transversal uniforme, em forma de triângulo equilátero ou quadrada, com 15 cm de lado e reentrância biselada para receber o mourão de escora.

O mourão de escora deve ter a mesma dimensão e a mesma seção do mourão de suporte, conforme desenho apresentado no Volume 2 – Projetos Executivos.

➤ **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 apurados 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.

Tabela 37 - Implantação e Remanejamento de Cercas

IMPLANTAÇÃO DE CERCAS - LD			
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)
INÍCIO	FIM		
255	280	D	500,00
490	530	D	800,00
542	576	D	680,00
708	750	D	840,00
1006	1131	D	2.500,00
TOTAL			5.320,00
IMPLANTAÇÃO DE CERCAS - LE			
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)
INÍCIO	FIM		
531,00	544,00	E	260,00
860,00	871,00	E	220,00
1.005,00	1.130,00	E	2.500,00
TOTAL			2.980,00

REMANEJAMENTO DE CERCAS - LD			
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)
INÍCIO	FIM		
0	255	D	5.100,00
280	490	D	4.200,00
530	542	D	240,00
576	708	D	2.640,00
750	1006	D	5.120,00
1131	1184	D	1.060,00
TOTAL			18.360,00
REMANEJAMENTO DE CERCAS - LE			
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)
INÍCIO	FIM		
0	531	E	10.620,00
544	860	E	6.320,00
871	1005	E	2.680,00
1130	1184	E	1.080,00
TOTAL			20.700,00

15.3. 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 Bean) parafusadas em peças de primeira qualidade.

Os detalhes de colocação das defensas estão apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos (Projeto de Obras Complementares).

Tabela 38 – Localização da implantação de defensas

SENTIDO: DOVERLÂNDIA / TREVO GO-194						
ESTACAS		DEFENSA EXT.(m)	ANCORAGEM (m)	TOTAL (m)	LOCALIZAÇÃO	
INICIAL	FINAL					
DEFENSAS PONTES						
764 + 10,00	766 + 10,00	24,00	16,00	40,00	LD	
768 + 0,00	769 + 4,00	8,00	16,00	24,00	LD	
770 + 0,00	768 + 0,00	24,00	16,00	40,00	LE	
766 + 10,00	765 + 6,00	8,00	16,00	24,00	LE	
814 + 0,30	816 + 0,30	24,00	16,00	40,00	LD	
817 + 16,40	819 + 0,40	8,00	16,00	24,00	LD	
819 + 16,40	817 + 16,40	24,00	16,00	40,00	LE	
816 + 0,30	814 + 16,30	8,00	16,00	24,00	LE	
SUB-TOTAL (m):		128,00	128,00	256,00		
DEFENSAS EM ATERRO > 4,0m						
436 + 16,75	470 + 11,14	674,39	32,00	706,39	LE	
811 + 0,00	815 + 0,00	80,00	32,00	112,00	LE	
812 + 0,00	816 + 0,00	80,00	32,00	112,00	LD	
908 + 0,00	924 + 0,00	320,00	32,00	352,00	LD	
1050 + 0,00	1060 + 0,00	200,00	32,00	232,00	LE	
1050 + 0,00	1059 + 0,00	180,00	32,00	212,00	LD	
SUB-TOTAL (m):		1534,39	192,00	1.726,39		
DEFENSAS EM CURVAS ACENTUADAS						
287 + 4,62	337 + 13,50	1008,88	32,00	1040,88	LE	
525 + 11,43	556 + 6,36	614,93	32,00	646,93	LD	
SUB-TOTAL (m):		1.623,81	64,00	1.687,81		
TOTAL		3.286,20	384,00			

15.4. RESULTADOS OBTIDOS

Serão apresentados no Volume 2 – Projetos Executivos, todos os desenhos, listagens e detalhes que vierem a elucidar o projeto.

16. PROJETO DE PAISAGISMO

16. PROJETO DE PAISAGISMO

16.1. INTRODUÇÃO

O projeto de proteção ao meio ambiente foi desenvolvido com o objetivo de levantar os principais impactos a serem causados pelas obras junto ao meio ambiente, de forma a definir atividades e ações mitigadoras desses impactos, quantificando-se ao final os serviços de proteção ao meio ambiente.

Medidas que visem a mitigação dos efeitos da construção da rodovia sobre o meio biótico local são de fundamental importância para o empreendimento. O estudo tem por objetivo apresentar o diagnóstico ambiental das áreas a serem influenciadas pela rodovia GO-221, Trecho: Doverlândia / Trevo GO-194, bem como, identificar e avaliar os impactos ambientais significativos decorrentes do projeto de pavimentação da acordo com as normas e instruções definidas pelo corpo normativo ambiental da GOINFRA.

Em conformidade com esta documentação, o componente ambiental é constituído de:

- Estudos ambientais e
- Projeto ambiental.

16.2. ESTUDOS AMBIENTAIS

➤ Caracterização do Empreendimento

A implantação da Rodovia GO-221 no traçado proposto e aprovado pela GOINFRA, seguiu em quase sua totalidade a mesma geometria da rodovia existente.

A implantação da rodovia tem influência econômica, política e social sobre a região por ela atravessada. Abrem-se novos horizontes para o desenvolvimento, pela maior rapidez de circulação de mercadorias. O setor agrícola necessita disponibilidade de sementes, fertilizantes e outros insumos e acessos em boas condições para os seus mercados. A indústria necessita do transporte eficiente das matérias-primas e da distribuição dos seus produtos.

A falta de acessibilidade ou as precárias condições rodoviárias são barreiras reais para a agricultura, indústria e comércio e pode impedir tentativas de alcançar progresso econômico.

A pavimentação desta rodovia constitui-se num importante elemento na capitalização da economia, influenciando de forma marcante a cadeia produtiva, juntamente com as demais obras de construção pesada, bem como, irá reduzir o tempo de viagem, trazer mais segurança para os que nela trafegam e trazer mais desenvolvimento para a região.

➤ Obra a Executar

O presente projeto prevê a execução de pavimentação, construção de dispositivos de drenagem e obras complementares.

As principais características geométricas da rodovia projetada são:

- Largura da pista de rolamento: 7,0 m (2 faixas de tráfego com 3,50m cada);
- Largura do acostamento: 1,30m;
- Largura dos dispositivos de drenagem : 1,00 m;
- Largura total da plataforma de terraplenagem: 11,8m;
- Inclinação transversal: -3,00%;
- Superelevação máxima: +8%;
- Velocidade diretriz: 80,0 km/h;

➤ Impactos Ambientais Significativos

Seguindo-se os procedimentos metodológicos propostos pode-se observar, na Matriz de Referência para controle das principais Áreas Temáticas Potencialmente Afetadas, que tanto na implantação quanto na operação estão presentes, em potencial, um conjunto significativo de áreas Temáticas. Contudo, a incidência maior se dá no meio físico, na medida em que a maioria dos IAS são de ocorrência direta e associada às obras de engenharia.

No meio biótico deve ser destacado que o empreendimento atuará em sinergia com a já existente fragmentação de habitat e empobrecimento de espécies. Trata-se de uma região já explorada na quais os remanescentes florestais e a biota devem ser tratados com extremo cuidado.

Quadro 43 - Proposição de Medidas Mitigadoras

MEIO	IMPACTOS	MEDIDAS MITIGADORAS
BIÓTICO	Pressão sobre os recursos florísticos e faunísticos	- Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético das espécies vegetais que ocorrem ao longo da Rodovia; - Reduzir ao mínimo a retirada de vegetação na faixa marginal da Rodovia; - Efetuar a revegetação das áreas afetadas; - Executar o programa de Educação ambiental para os funcionários da obra e moradores da AID; - Proibir a extração de madeira de interesse ecológico ou comercial ao longo da Rodovia - Promover ações de fiscalização periódica com os órgãos ambientais competentes ; - Proibir ações de queimadas da vegetação; - Executar o programa de treinamento e capacitação de engenheiros e encarregados da empresa executora da obra; - Manter áreas intactas para a preservação da biodiversidade e manutenção dos processos ambientais;
	Geração de poeira e ruídos	- Controle da umidade do material e do solo, nas áreas das obras e canteiro; - Controle da velocidade média e níveis de emissão de ruídos dos veículos e equipamentos; - Manutenção periódica de máquinas e equipamentos, sobretudo motores e geradores;
FÍSICO	Alteração da paisagem	- Toda área degradada (jazidas, caixa de empréstimo acessos, canteiros e acampamentos), será devidamente recomposta de forma a aproximá-la, o máximo possível de sua situação original; - Após o término da obra todas instalações e equipamentos serão devidamente desmobilizados, recuperando-se em seguida toda área envolvida; - Em todas as edificações e acessos será feito uma limpeza adequada, sendo retirados quaisquer entulhos da obra, lixo, materiais inservíveis. Após este procedimento as áreas serão devidamente revegetadas;
	Erosão hídrica	- Preservar tanto quanto possível a vegetação na área do canteiro de obras e acampamentos, instalações de apoio e industriais; - Implantar sistemas de drenagem conforme a necessidade nas áreas de apoio (caixas de empréstimo, jazidas, áreas de bota-fora); - Evitar queimadas quando da instalação do canteiro de obras;
	Poliuição causada por combustíveis e materiais lubrificantes	- Instalar os tanques de combustíveis conforme as determinações previstas na legislação específica; - Instalação de caixas separadoras de óleo e graxa - Manutenção adequada dos equipamentos utilizados na obra - Todos os motores, especificamente aqueles movidos a óleo Diesel, deverão ser revistados permanentemente, evitando assim a emissão excessiva de poluentes atmosféricos.
	Deposição de material de descarte	- Seleção de locais adequados para utilização como bota-fora - Recuperação das áreas de bota-fora - Reutilização dos materiais passíveis de serem reciclados
	Deposição de resíduos sólidos	- Todo lixo gerado na obra deve ser adequadamente disposto em aterros sanitários (resíduo urbano); - Ensacar todo lixo gerado no canteiro de obras; - Reduzir ao mínimo a retirada de vegetação na faixa marginal da Rodovia; - Efetuar a revegetação das áreas afetadas; - Executar o programa de Educação ambiental para os funcionários da obra e moradores da AID; - Proibir a extração de madeira de interesse ecológico ou comercial ao longo da Rodovia - Promover ações de fiscalização periódica com os órgãos ambientais competentes . - Proibir ações de queimadas da vegetação; - Executar o programa de treinamento e capacitação de engenheiros e encarregados da empresa executora da obra; - Manter áreas intactas para a preservação da biodiversidade e manutenção dos processos ambientais;
	Alterações no cotidiano das populações	- Comunicação constante com a população local, informando principalmente sobre as alterações nas vias de tráfego; - Planejamento da sinalização das áreas em obras utilizando-se legislação pertinente; - Transferência de informações às populações das AID's, dando maior ênfase aos locais onde existem maiores concentrações de pessoas como condomínios, escolas, hospitais, centros sociais, etc; - Elaboração de planos específicos para atendimento de emergência em caso de acidentes nas áreas em obras; - Discutir com as prefeituras sobre as modificações necessárias nos fluxos das vias, transporte de equipamentos pesados que possa interferir no fluxo de tráfego da Rodovia.
SÓCIO ECONOMICO	Alterações no cotidiano das populações	

➤ **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

Uma vez que a rodovia em estudo se encontra implantada, os impactos decorrentes da ação de desapropriação de terras ocorrerão no limite das cercas ou eixo até a faixa de domínio (40m para cada lado).

• Contratação de Mão de Obra

A contratação de mão-de-obra tende a se restringir ao pessoal não especializado, tendo em vista que as empreiteiras contratadas para a execução da obra em geral contam com um quadro técnico formado. A mão de obra local não especializada poderá ser mobilizada com impactos positivos, ainda que de pequena magnitude, sobre o emprego e a renda.

• Instalação de Canteiros e Desmobilização

A instalação dos canteiros e o conjunto de atividades relacionadas à construção podem gerar impactos sobre o solo (uso do espaço físico e contaminação com óleos e graxas, com cimento, com resíduos domésticos e outros), sobre a água (óleos e graxas, despejos sanitários) e sobre o ar a emissão de poeiras, fumaça e gases de exaustão, (ruídos e vibrações). Todos são impactos próprios de atividades de construção, quando inevitáveis são temporários e de mitigação fácil e não muito custosa.

Esses impactos afetam em maior ou menor grau, a flora e a fauna.

• Desmatamento e Limpeza do Terreno

Os desmatamentos e a limpeza dos terrenos são etapas de construção que requerem atenção devido aos impactos ambientais. Os desmatamentos devem ser amplos o suficiente para garantir a construção da obra e restrito à área de licenciamento de supressão vegetal, garantindo ao mesmo tempo, às necessidades mínimas exigidas para as operações de construção e de visibilidade dos motoristas (segurança do tráfego). Dessa forma, os desmatamentos devem ser conduzidos de forma criteriosa para não provocar maiores impactos como:

- A exposição dos solos e dos taludes naturais à erosão, que podem evoluir facilmente para a formação de processos erosivos profundos e extensos, afetando a rodovia e as propriedades vizinhas;
- Maior ocorrência de assoreamento e sobrecarga nos sistemas de drenagem, causando obstruções nas entradas de água e erosões nas saídas, frequentemente ameaçando de colapso o corpo estradal.

As soluções para estes impactos, como já observados no item anterior, residem na execução criteriosa dos projetos de engenharia.

- **Abertura de Caminhos de Serviço**

Os caminhos de serviços, abertos para uso provisório durante a execução das obras para permitir a operação mais eficiente das máquinas e equipamentos de construção ou para garantir o acesso a áreas de exploração de materiais e insumos (água, areia, pedra, etc.). São, pelo próprio caráter de provisoriedade, implantados com o menor custo possível, economizando-se na abertura de vegetação, no movimento de terra, na transposição de talvegues, e dessa forma devem continuar sendo feitos.

Contudo, o simples abandono dos caminhos de serviço, a partir do momento em que se tornam desnecessários, pode acarretar problemas graves capazes de ameaçarem até mesmo a rodovia existente. Estes caminhos de serviço, cujos impactos ambientais são negativos, diretos e locais, são, contudo, reversíveis, bastando para isso, que se proceda a recuperação total das condições originais de toda e qualquer parte do terreno afetado pela sua construção, permitindo que as águas superficiais percorram seus trajetos naturais, sem impedimentos ou captações que fiquem fora do controle dos responsáveis pela conservação da rodovia.

- **Terraplenagem, Empréstimos e Bota-foras**

As obras de terraplenagem exigem, em geral, o movimento de grandes volumes, gerando tráfego intenso de veículos pesados, onde a produtividade é associada à velocidade, modo comum de medir a recompensa pelo trabalho de operadores de máquinas e motoristas de caçambas (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 deficientes 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.

16.3. 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.

Neste trecho não tem passivo ambiental.

16.4. 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.

16.5. 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 e caixas de empréstimo:

- 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;
- 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.

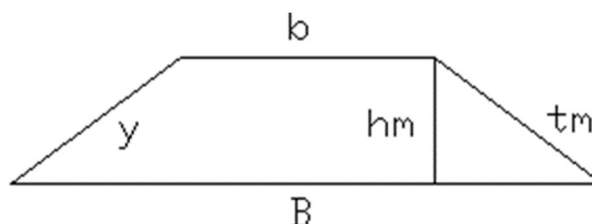
➤ **Taludes de Cortes e Aterro**

Como forma de garantir a recuperação dos taludes de corte e aterro contíguos ao corpo estradal, definiu-se como método de recuperação o revestimento vegetal por semeadura. Apresentamos a tabela com o cálculo das Áreas no Volume 2 – Projetos Executivos.

A execução de semeadura se mostrou a melhor solução técnica econômica para a recuperação ambiental dos 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.

Cálculo Áreas de Semeadura (Taludes de Cortes e Aterro)

Figura 65 - Seção Transversal Média (STM)



Onde:

b = Largura da Plataforma (corte/aterro);

hm = Altura média (corte/aterro);

tm = talude médio (corte/aterro).

Na sequência, apresentamos a tabela com o cálculo das Áreas de Taludes de Aterro e Corte:

Tabela 39 - Áreas de Taludes de Corte e Aterro

LOCALIZAÇÃO		LADO	ÁREA			ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMPRIM.	Coef. Incl	Hm	
SEMEADURA DE TALUDE - ATERRO						
115 + 1,64	116 + 0,00	E	18,36	1,80	2,60	86,00
280 + 0,00	448 + 0,00	E	3.360,00	1,80	2,35	14.206,00
460 + 0,00	719 + 0,00	E	5.180,00	1,80	1,48	13.985,00
763 + 0,00	772 + 0,00	E	160,00	1,80	1,88	727,00
804 + 0,00	815 + 0,00	E	220,00	1,80	2,85	1.315,00
905 + 0,00	1065 + 0,00	E	3.200,00	1,80	2,03	9.972,00
1085 + 0,00	1155 + 0,00	E	460,00	1,80	2,30	2.723,00
SUB-TOTAL TALUDE ATERRO:						43.014,00

LOCALIZAÇÃO		LADO	ÁREA			ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMPRIM.	Coef. Incl	Hm	
SEMEADURA DE TALUDE - ATERRO						
99 + 0,00	113 + 0,00	D	294,98	1,80	0,95	505,00
115 + 0,00	116 + 0,00	D	20,00	1,80	0,28	10,00
251 + 0,00	253 + 0,00	D	40,00	1,80	0,19	14,00
277 + 0,00	280 + 0,00	D	20,00	1,80	0,17	15,00
281 + 0,00	448 + 0,00	D	3.260,00	1,80	1,23	16.506,00
461 + 0,00	719 + 0,00	D	5.140,00	1,80	1,23	11.510,00
763 + 0,00	771 + 0,00	D	160,00	1,80	1,25	489,00
805 + 0,00	815 + 0,00	D	240,00	1,80	2,82	1.335,00
905 + 0,00	1065 + 0,00	D	3.200,00	1,80	2,29	11.490,00
1085 + 0,00	1155 + 0,00	D	1.400,00	1,80	1,78	1.680,00
SUB-TOTAL TALUDE ATERRO:						43.554,00

LOCALIZAÇÃO		LADO	ÁREA			ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMPRIM.	Coef. Incl	Hm	
SEMEADURA DE TALUDE - CORTE						
0 + 0,00	99 + 0,00	D	1.980,00	1,41	0,8514	2.377,00
113 + 0,00	115 + 0,00	D	25,02	1,41	0,0850	4,00
116 + 0,00	251 + 0,00	D	1.280,00	1,41	1,5703	4.884,00
253 + 0,00	277 + 0,00	D	240,00	1,41	0,1005	104,00
280 + 0,00	281 + 0,00	D	120,00	1,41	2,2104	2,00
448 + 0,00	461 + 0,00	D	280,00	1,41	1,3095	443,00
719 + 0,00	763 + 0,00	D	900,00	1,41	12,6612	15.421,00
771 + 0,00	805 + 0,00	D	660,00	1,41	6,0359	3.993,00
815 + 0,00	905 + 0,00	D	1.780,00	1,41	16,8810	14.606,00
1065 + 0,00	1085 + 0,00	D	400,00	1,41	0,8936	789,00
SUB-TOTAL TALUDE CORTE:						42.623,00

LOCALIZAÇÃO		LADO	ÁREA			ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMPRIM.	Coef. Incl	Hm	
SEMEADURA DE TALUDE - CORTE						
0 + 0,00	115 + 0,00	E	2.300,00	1,41	0,4595	1.490,00
116 + 0,00	282 + 0,00	E	1.280,00	1,41	1,5514	5.638,00
448 + 0,00	460 + 0,00	E	240,00	1,41	0,3369	113,00
719 + 0,00	763 + 0,00	E	880,00	1,41	11,7319	13.777,00
772 + 0,00	804 + 0,00	E	660,00	1,41	4,9742	3.214,00
815 + 0,00	905 + 0,00	E	1.800,00	1,41	16,5611	14.324,00
1065 + 0,00	1085 + 0,00	E	400,00	1,41	0,7447	683,00
SUB-TOTAL TALUDE CORTE:						39.239,00

LOCALIZAÇÃO		LADO	ÁREA			ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMPRIM.	Coef. Incl	Hm	
SEMEADURA DE TALUDE - ATERRO						
INTERSEÇÃO 01- RAMO 100						
120 + 0,00	125 + 0,00	D	100,00	1,80	0,21	37,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 400						
400 + 0,00	420 + 0,00	D	400,00	1,80	0,69	495,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 500						
503 + 0,00	505 + 0,00	D	40,00	1,80	0,10	7,00
507 + 0,00	527 + 0,00	D	400,00	1,80	0,67	483,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 600						
601 + 0,00	637 + 0,00	D	720,00	1,80	1,51	1.961,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 700						
700 + 0,00	703 + 17,39	D	77,39	1,80	0,70	98,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 800						
800 + 0,00	803 + 17,39	D	77,39	1,80	1,31	182,00
SUB-TOTAL TALUDE ATERRO:						3.263,00

LOCALIZAÇÃO		LADO	ÁREA			ÁREA TOTAL (m²)
INICIAL	FINAL		COMPRIM.	Coef. Incl	Hm	
SEMEADURA DE TALUDE - CORTE						
INTERSEÇÃO 01- RAMO 100						
100 + 0,00	120 + 0,00	D	400,00	1,41	2,34	1.320,00
125 + 0,00	126 + 12,89	D	32,89	1,41	0,22	10,00
INTERSEÇÃO 01- RAMO 200						
200 + 0,00	222 + 18,15	D	458,15	1,41	1,89	1.223,00
INTERSEÇÃO 01- RAMO 300						
300 + 0,00	321 + 13,69	D	433,69	1,41	3,11	1.904,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 400						
420 + 0,00	425 + 18,58	D	118,58	1,41	0,26	44,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 500						
500 + 0,00	503 + 0,00	D	60,00	1,41	0,19	16,00
505 + 0,00	508 + 0,00	D	60,00	1,41	0,12	10,00
INTERSEÇÃO 02- RAMO 600						
600 + 0,00	601 + 0,00	D	20,00	1,41	0,32	9,00
SUB-TOTAL TALUDE CORTE:						4.536,00

➤ Caixas de Empréstimo

Os empréstimos terão garantido o fácil acesso aos seus pontos de localização, e utilizamos o processo de revestimento vegetal por **semeadura** 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.

Apresentamos a tabela com o cálculo das Áreas de Revegetação das Caixas de Empréstimos no Volume 2 – Projetos Executivos, cujas colunas foram programadas e calculadas por processo eletrônico, e seguiram a metodologia exposta a seguir:

- No Fundo da Caixa, multiplicou-se o comprimento da caixa pela sua largura, obtendo-se a coluna Área do Fundo;
- Nos taludes, com a inclinação de 1 / 1 (45°), calculou-se a hipotenusa do triângulo a partir da altura necessária, multiplicando-se daí pelo perímetro externo da caixa, obtendo-se a coluna Área dos Taludes.

Tabela 40 - Área semeadura de caixas de empréstimos

CAIXA DE EMPRÉSTIMO									
ESTACA		LOCALIZAÇÃO		FUNDO			TALUDES		TOTAL
INICIAL	FINAL	NÚMERO	LADO	COMP.(m)	LARG.(m)	ÁREA(m ²)	INCLI.	ÁREA(m ²)	ÁREA(m ²)
893 + 10,38	908 + 10,38	EC01	D	300,00	300,00	90.000,00	1 / 1	2.085,88	92.085,88
779 + 00,00	a 1,76 km	EC02	E	200,00	300,00	60.000,00	1 / 1	1.559,28	61.559,28
TOTAL:									153.645,15

➤ Bota-foras

Para a determinação dos locais de deposição de materiais provenientes de cortes não aproveitáveis para a execução de aterros, foram realizados criteriosos estudos como forma de determinar com precisão os locais mais apropriados e que produzam o menor impacto possível sobre a paisagem local. Os resultados destes estudos foram a base para a distribuição de volumes de terraplenagem, sendo assim definidas as distâncias de transporte de materiais de bota-fora em relação ao eixo da futura rodovia.

Os bota foras serão direcionados as duas caixas de empréstimos, nas quais já foi indicado o processo de semeadura.

➤ Áreas de Jazidas de Cascalho

Para as jazidas de cascalho fica garantida a viabilidade da utilização do processo de revestimento vegetal por semeadura destas áreas.

Já no que tange ao aspecto da vegetação nativa existente nestas áreas, todas as ocorrências estudadas possuem o cerrado ralo como cobertura vegetal atual.

Na sequência, apresentamos a tabela com o cálculo das Áreas de Revegetação das Jazidas de cascalho:

Tabela 41 - Área semeadura das jazidas

SEMEADURA - JAZIDAS DE SOLO			
LOCALIZAÇÃO	ESTACA	LADO	ÁREA TOTAL (m²)
JAZIDA 01	779+0,00	E	106.200,00
JAZIDA 02	779+0,00	E	33.600,00
TOTAL (JAZIDAS):			139.800,00

➤ 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**.

Tabela 42 - Áreas de Semeadura (Canteiro de Obras)

CANTEIRO	ESTACA	SOLUÇÃO ADOTADA	ÁREA SEMEADURA (m²)
01	00 +0,0 (LD)	Semeadura	12.600

➤ 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 43 - Áreas de Enleivamento (Interseções)

NOTA DE SERVIÇO PARA ENLEIVAMENTO			
ESTACA		LOCALIZAÇÃO	ÁREA(m2)
INICIAL	FINAL		
180+1,34	206+3,48	ILHA 1 - IN01	120,00
180+1,34	206+3,48	ILHA 2 - IN01	982,00
180+1,34	206+3,48	ILHA 3 - IN01	120,00
180+1,34	206+3,48	ILHA 4 - IN01	83,50
180+1,34	206+3,48	ILHA 5 - IN01	1.013,00
180+1,34	206+3,48	ILHA 6 - IN01	200,00
1155+8,50	1184+1,87	ILHA 1 - IN02	3.770,00
1155+8,50	1184+1,87	ILHA 2 - IN02	3.724,00
1155+8,50	1184+1,87	ILHA 3 - IN02	494,00
1155+8,50	1184+1,87	ILHA 4 - IN02	3.778,00
TOTAL (ENLEIVAMENTO):			14.284,50

16.6. QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES

Quadro 44 - Resumo de quantidades

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE
Semeadura	482.274,00	m²
Plantio de Mudás	12.800,00	m²
Enleivamento	14.284,50	m²

16.7. REVEGETAÇÃO

A revegetação das áreas utilizadas na implantação de um projeto corresponde a uma etapa do processo de reabilitação ambiental, no qual são empregadas técnicas agronômicas apropriadas a cada caso.

16.8. TÉCNICAS DE PLANTIO RECOMENDADAS**A - Semeadura**

A semeadura é o processo de aplicação das espécies vegetais no solo, para germinação e/ou reprodução, desenvolvimento vegetativo e cobertura do solo, que se processa por sementes ou mudas a lanço.

B - Plantio de Mudás de Árvores Frutíferas e Mudás Arbóreas

- Dimensões das covas: 50cm x 50cm x 60cm (Frutíferas) e 60cm x 60cm x 60cm (Arbóreas)

Cuidados no Plantio:

- Plantio no campo deve ser feito no período das águas; depois de plantada, fazer o coroamento em volta da muda, de maneira a facilitar que a água do molhamento fique em volta da muda, isto se ocorrer veranico (falta de chuvas) nos primeiros 60 dias;
- Pode fazer uma cobertura morta na cova para conservar o solo mais úmido;
- Tutoramento das mudas;
- Controle de pragas (principalmente formigas) e doenças.

C- Enleivamento

Esta técnica de plantio é recomendada para áreas de interseção, canteiros centrais, áreas com pouca declividade (inferior a 3%), áreas de fácil manutenção.

O preparo do terreno consiste em:

- Regularização do terreno, incluindo-se a implantação de sistemas de escoamento superficial, quando for necessário;
- Distribuição uniforme das placas de grama;

- Estaqueamento das placas, utilizando-se por exemplo, varetas de bambu. As estacas devem ser fincadas a uma profundidade tal que mantenha as placas de grama fixadas no solo. Esta operação é indicada para áreas com declividade.
- Recobrimento parcial das placas de grama com solo;
- Comprimir a área plantada manual ou mecanicamente.

➤ **Seleção das Espécies**

A seleção das espécies é um fator de extrema importância para o sucesso dos trabalhos de recuperação de áreas degradadas. Por se tratar de uma região recoberta de extensas áreas de formações primárias deve-se optar por espécies típicas da tipologia onde estará inserida a área a ser revegetada.

a) Quanto à Segurança do Trabalho

Entre os Equipamentos de Proteção Individual - EPI, necessários na implantação dos serviços de paisagismo, estão:

- 1 - Capa de Chuva;
- 2 - Capacete;
- 3 - Boné ou Chapéu de Palha;
- 4 - Botas de Borracha;
- 5 - Luvas de Borracha;
- 6 - Luvas de couro;
- 7 - Óculos para uso de Roçadeiras;
- 8 - Óculos para aplicação de Defensivo;
- 9 - Máscara para aplicação de Defensivo;
- 10 - Cordas de Alpinismo;
- 11 - Cadeirinha de Alpinismo;
- 12 - Mosquetões.

Além dos EPI's, deve-se utilizar, também, equipamentos de Proteção Coletiva:

- 1 - Placas indicativas de "Homens trabalhando", "Reduza a velocidade" etc;
- 2 - Cones de sinalização;
- 3 - Faixas de isolamento de área.

O uso destes equipamentos de proteção coletiva é primordial, porque em área de trânsito de veículos é extremamente perigoso não identificar que os operários estão trabalhando, pois, os mesmos, envolvidos pelo serviço, podem distrair-se e sofrer acidentes.

Obs: Os Desenhos de plantio de mudas de grama em leivas, bem como o esquema de plantio de mata ciliar estão no Volume 2 – Projetos Executivos.

17. PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DO ACAMPAMENTO

17. PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DO ACAMPAMENTO

17.1. INTRODUÇÃO

É objeto do presente, o enfoque pormenorizado do Acampamento e 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 e os critérios de dimensionamento do acampamento, 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 alojamentos, 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 que constituirão o conjunto acampamento e 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.

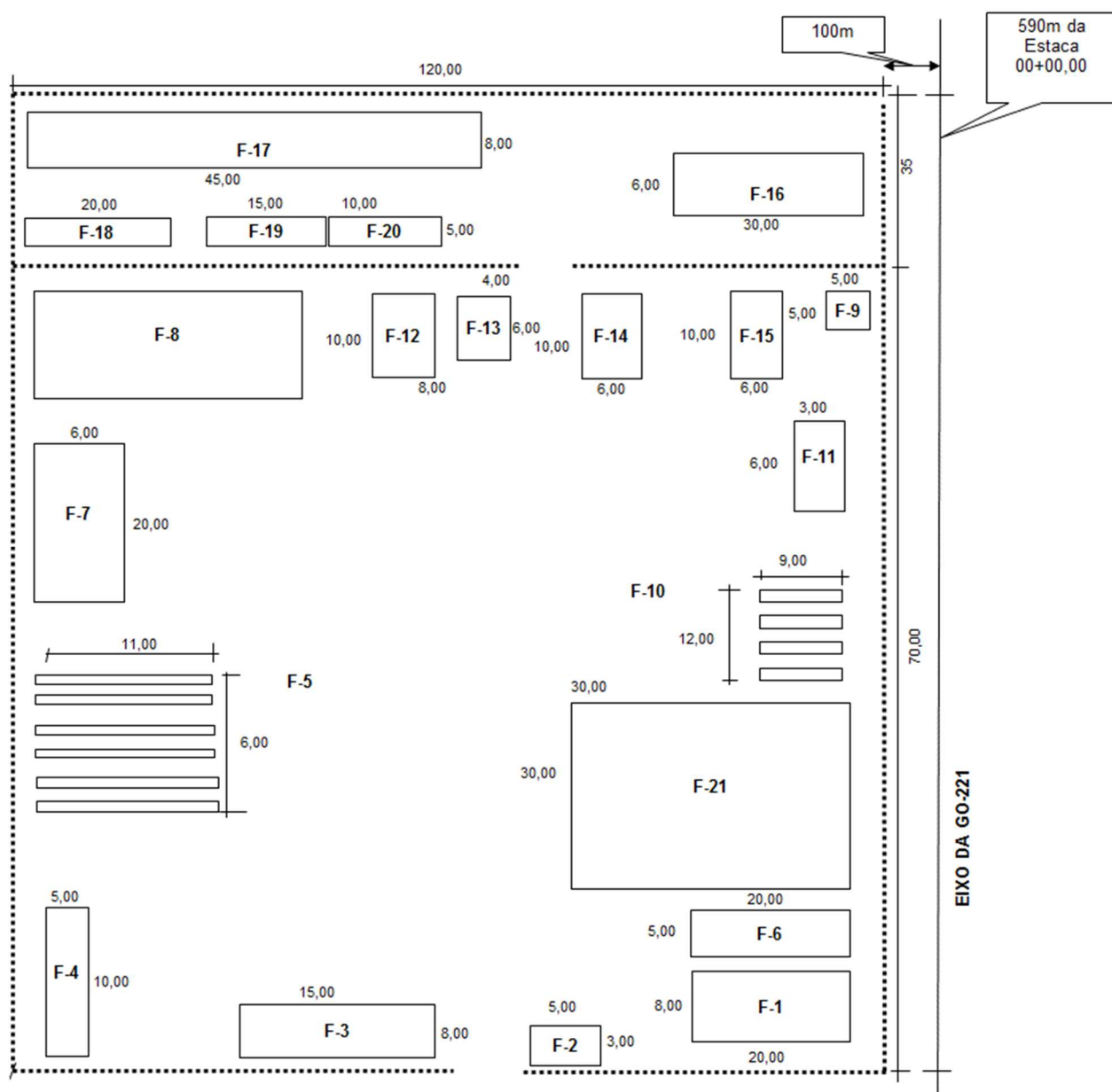
Deverão ser adotados quatro tipos básicos de construção, conforme sua utilização:

- 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.

Apresentamos a seguir uma sugestão do canteiro de obras. O canteiro localiza-se a 590,00 m da Estaca 00+0,00.

Figura 66 - Layout do canteiro de obra e acampamento



CONVENÇÃO

F-01 Escritório	F-12 Pátio de Pré-moldados
F-02 Guarita	F-13 Central de Concreto
F-03 Laboratório	F-14 Central de Armação
F-04 Almoarifado	F-15 Central de Carpintaria
F-05 Lavador	F-16 Refeitório e Cozinha
F-06 Estacionamento de veículos leves	F-17 Dormitório
F-07 Oficina Mecânica	F-18 Sanitários
F-08 Estacionamento de máquinas	F-19 Dormitório de Pessoal Qualificado
F-09 Gerador	F-20 Ambulatório
F-10 Tanque de combustível e estocagem	F-21 Área de Estacionamento e Pátio
F-11 Posto de combustível e Lubrificantes	

17.2. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

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).

2 - Guarita

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

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.

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.

5 - Lavador

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

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.

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).

8 - Estacionamento de Máquinas

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

9 - Gerador

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

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.

11 - Posto de Combustíveis e Lubrificantes

Com a finalidade de garantir um suprimento contínuo e eficiente aos seus equipamentos e veículos, deverá ser instalado um posto de abastecimento junto ao canteiro principal, constituído de tanques com capacidade para 50.000 litros de óleo diesel, 10.000 litros de gasolina, 10.000 litros de álcool e respectivas bombas. Sua área construída será de 18,00 m².

12 - 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.

13 - 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.

14 - 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 - 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.

16 - 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.

17 - Dormitórios

O alojamento para os empregados será de madeira do tipo pré-fabricado com uma área construída de 520,00 m² (65 x 8m).

18 - Sanitários

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

19 - Dormitório de Pessoal Qualificado

O alojamento será de madeira do tipo pré-fabricado com uma área construída de 75,00 m² (15x5m).

20 - Ambulatório

Deverá ser montado um ambulatório do tipo pré-fabricado em madeira, com área de 50,00m². Constará de sala de consultas, sala de curativos e recepção. A construção desta unidade destina-se ao atendimento dos casos médicos mais simples ou de urgência ocorridos na obra, sendo os de maior gravidade encaminhados a rede hospitalar da região.

21 - 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.

18. QUADRO DE QUANTIDADE DOS SERVIÇOS

18. QUADRO DE QUANTIDADE DOS SERVIÇOS

1	ADMINISTRAÇÃO, CANTEIRO E MOBILIZAÇÃO (GOINFRA)				
1.1	42140	AGETOP RODOV	ADMINISTRAÇÃO LOCAL - TIPO C1	un	1,00
1.2	42240	AGETOP RODOV	CANTEIRO DE OBRA - TIPO C1	un	1,00
1.3	42340	AGETOP RODOV	MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO - TIPO C1	un	1,00
2	TERRAPLENAGEM				
2.1	40001	AGETOP RODOV	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 CM	m2	368.847,75
2.2	40002	AGETOP RODOV	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA - ÁRVORES COM DIÂMETROS MAIORES DE 15 CM	m2	93.791,89
2.3	40010	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M	m3	12.000,00
2.4	40015	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M)	m3	40.378,00
2.5	40016	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M)	m3	121,00
2.6	40017	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	8.054,00
2.7	40018	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m3	59.824,00
2.8	40019	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1.000M)	m3	6.611,00
2.9	40023	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.601 A 1.800M)	m3	3.196,00
2.10	40024	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2.000M)	m3	56.252,00
2.11	40025	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2.001 A 3.000M)	m3	164.094,00
2.12	40026	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5.000M)	m3	62.357,00
2.13	40027	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 5.001 A 10.000M)	m3	162.567,00
2.14	40032	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	3.056,00
2.15	40033	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M)	m3	25.639,00
2.16	40039	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2.000M)	m3	13.091,00
2.17	40040	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 2.001 A 3.000M)	m3	57.097,00
2.18	40042	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 2ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 5.001 A 10.000M)	m3	21.961,00
2.19	40077	AGETOP RODOV	ESCAV., CARGA E TRANSP. 3ª CATEG. C/ CARREGADEIRA - (DT: 401 A 600M)	m3	2.777,00
2.20	40092	AGETOP RODOV	ESCAV. E CARGA 3ª CATEG. - SEM TRANSPORTE	m3	59.567,00
2.21	40097	AGETOP RODOV	TRANSPORTE LOCAL MAT. 3ª CATEG. C/ BASCULANTE 10M³ - DMT>1,2KM	m3km	256.331,00
2.22	40100	AGETOP RODOV	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL	m3	263.784,56
2.23	40100	AGETOP RODOV	COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL - BOTA FORA	m3	126.012,91
2.24	40101	AGETOP RODOV	COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL	m3	145.869,56
3	PAVIMENTAÇÃO				
3.1	40310	AGETOP RODOV	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO	m2	300.869,95
3.2	40300	AGETOP RODOV	DESMATAMENTO, LIMPEZA E EXPURGO DE JAZIDA	m2	74.895,54
3.3	40305	AGETOP RODOV	ACABAMENTO E RECOMPOSIÇÃO DE JAZIDAS	m2	74.895,54
3.4	40316	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO E CARGA MAT. DE JAZIDA-COM INDENIZAÇÃO	m3	88.275,40
3.5	40320	AGETOP RODOV	TRANSPORTE DE MATERIAL DE JAZIDA (CASCAHO)	m3km	786.658,37
3.6	40335	AGETOP RODOV	SUBBASE - ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA SEM MISTURA - REF. PROCTOR: 26 GOLPES (100% P.L)	m3	39.297,95
3.7	40350	AGETOP RODOV	BASE - ESTABILIZAÇÃO SOLO - CIMENTO 2% PESO - AREIA 25% PESO - PISTA	m3	37.576,87
3.8	40450	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO - BASE	TKM	477.683,32
3.9	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AREIA - BASE	m3km	1.610.295,20
3.10	40380	AGETOP RODOV	IMPRIMAÇÃO	m2	246.511,01
3.11	40435	AGETOP RODOV	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO - EAI	TKM	3.983,32
3.12	40385	AGETOP RODOV	PINTURA DE LIGAÇÃO	m2	246.511,01
3.13	40435	AGETOP RODOV	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO - RR-1C	TKM	1.228,83
3.14	40609	AGETOP RODOV	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO - TSD (BC)	m2	246.511,01
3.15	40435	AGETOP RODOV	TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO	TKM	9.192,36
3.16	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS	m3km	612.806,86
3.17	40445	AGETOP RODOV	TRANSPORTE LOCAL DE AGREGADOS - TSD	m3km	65.265,95
3.18	40602	AGETOP RODOV	CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE-CBUQ (BC/AC)	m3	12.357,28
3.19	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - CBUQ	m3km	2.353.699,91
3.20	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AREIA - CBUQ	m3km	393.881,25
3.21	40450	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER - CBUQ	TKM	243.422,16
3.22	40440	AGETOP RODOV	TRANSPORTE LOCAL DE MASSA ASFÁLTICA	TKM	368.642,16
3.23	40480	AGETOP RODOV	FORNECIMENTO DE EAI - BDI = 11,25	T	320,46
3.24	40530	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO - EAI - BDI = 11,25	t	320,46
3.25	40510	AGETOP RODOV	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-1C - BDI = 11,25	T	98,86
3.26	40530	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO - RR 1C - BDI = 11,25	t	98,86
3.27	40490	AGETOP RODOV	FORNECIMENTO DE EMULSÃO RR-2CE - BDI = 11,25	T	739,53
3.28	40530	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO - RR-2CE - BDI = 11,25	t	739,53
3.29	40520	AGETOP RODOV	FORNECIMENTO DE CAP-30/45 - BDI = 11,25	t	1.631,16
3.30	40530	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO - CAP 30/45 - BDI = 11,25	t	1.631,16

ITEM	CÓDIGO	REF.	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
4	DRENAGEM				
4.1	41287	AGETOP RODOV	VALETA DE PROTEÇÃO DE CORTE - VPC02	m	1.260,00
4.2	41297	AGETOP RODOV	VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA02	m	3.780,00
4.3	41309	AGETOP RODOV	DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS13 (ANTIGO DPS07) (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	6.520,00
4.4	41312	AGETOP RODOV	DRENO PROFUNDO, CORTE EM ROCHA PEAD - DPR02 (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC)	m	2.129,74
4.5	41455	AGETOP RODOV	BOCA P/ DRENO PROFUNDO - BSD 02 (AC/BC)	un	16,00
4.6	41317	AGETOP RODOV	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC02 (AC/BC)	m	8.033,00
4.7	41319	AGETOP RODOV	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC04 (AC/BC)	m	3.502,66
4.8	41325	AGETOP RODOV	SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO - SZC02 (AC/BC)	m	2.840,00
4.9	41332	AGETOP RODOV	MEIO FIO COM SARJETA - MFC03 (AC/BC)	m	13.698,86
4.10	41334	AGETOP RODOV	MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05 (AC/BC)	m	2.029,58
4.11	41414	AGETOP RODOV	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 02 (AC/BC)	m	1.083,06
4.12	41422	AGETOP RODOV	DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD 02 (AC/BC)	m	257,96
4.13	41385	AGETOP RODOV	ENTRADA D'ÁGUA - EDA 01 (AC/BC)	un	235,00
4.14	41386	AGETOP RODOV	ENTRADA D'ÁGUA - EDA 02 (AC/BC)	un	3,00
4.15	41367	AGETOP RODOV	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 01 (AC/BC)	un	15,00
4.16	41368	AGETOP RODOV	DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 02 (AC/BC)	un	12,00
4.17	41371	AGETOP RODOV	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 01 (AC/BC)	un	228,00
4.18	41372	AGETOP RODOV	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 02 (AC/BC)	un	10,00
4.19	41375	AGETOP RODOV	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 05 (AC/BC)	un	1,00
4.20	41381	AGETOP RODOV	DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 11 (AC/BC)	un	1,00
4.21	41302	AGETOP RODOV	COLCHÃO DRENANTE COM BRITA (BC)	m3	7.268,80
4.22	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - COLCHÃO DRENANTE	m3km	848.341,65
5	OBRA DE ARTE CORRENTE				
5.1	41816	AGETOP RODOV	CORPO DE BSTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO)	m	27,00
5.2	41841	AGETOP RODOV	CORPO DE BTTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO)	m	15,00
5.3	41856	AGETOP RODOV	BOCA DE BSTC D=1,00M (AC/BC)	un	2,00
5.4	41881	AGETOP RODOV	BOCA DE BTTC D=1,00M (AC/BC)	un	2,00
6	OBRAS DE ARTE ESPECIAL				
6.1	BTCC 2,50x2,50 - ESTACA 442+10,00				
6.1.1	INFRA-ESTRUTURA				
6.1.1.1	47027	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO MANUAL	m3	137,94
6.1.1.2	45020	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO MECANIZADA	m3	206,91
6.1.1.3	45030	AGETOP RODOV	LASTRO DE PEDRA	m3	344,85
6.1.2	SUPER-ESTRUTURA				
6.1.2.1	45140	AGETOP RODOV	ESCORAMENTO PARA BUEIRO	m3	993,75
6.1.2.2	45145	AGETOP RODOV	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m2	1.727,60
6.1.2.3	45155	AGETOP RODOV	AÇO CA 50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - SUPERESTRUTURA	Kg	30.703,91
6.1.2.4	45050	AGETOP RODOV	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	60,67
6.1.2.5	45160	AGETOP RODOV	CONCRETO FCK=20 MPA	m3	427,54
6.1.2.6	47018	AGETOP RODOV	ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:4 (AC)	m3	24,35
6.1.3	TRANSPORTE				
6.1.3.1	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - BRITA	m3km	111.207,12
6.1.3.2	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - AREIA	m3km	69.082,45
6.1.3.3	40450	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	64.483,60
6.2	BSCC 2,00x2,00 - ESTACA 641+00,00				
6.2.1	INFRA-ESTRUTURA				
6.2.1.1	47027	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO MANUAL	m3	21,60
6.2.1.2	45020	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO MECANIZADA	m3	32,40
6.2.1.3	45030	AGETOP RODOV	LASTRO DE PEDRA	m3	54,00
6.2.2	SUPER-ESTRUTURA				
6.2.2.1	45140	AGETOP RODOV	ESCORAMENTO PARA BUEIRO	m3	60,00
6.2.2.2	45145	AGETOP RODOV	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m2	272,00
6.2.2.3	45155	AGETOP RODOV	AÇO CA 50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - SUPERESTRUTURA	Kg	2.685,51
6.2.2.4	45050	AGETOP RODOV	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	10,20
6.2.2.5	45160	AGETOP RODOV	CONCRETO FCK=20 MPA	m3	37,51
6.2.2.6	47018	AGETOP RODOV	ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:4 (AC)	m3	2,37
6.2.3	TRANSPORTE				
6.2.3.1	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - BRITA	m3km	13.904,83
6.2.3.2	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - AREIA	m3km	6.770,65
6.2.3.3	40450	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	6.180,91

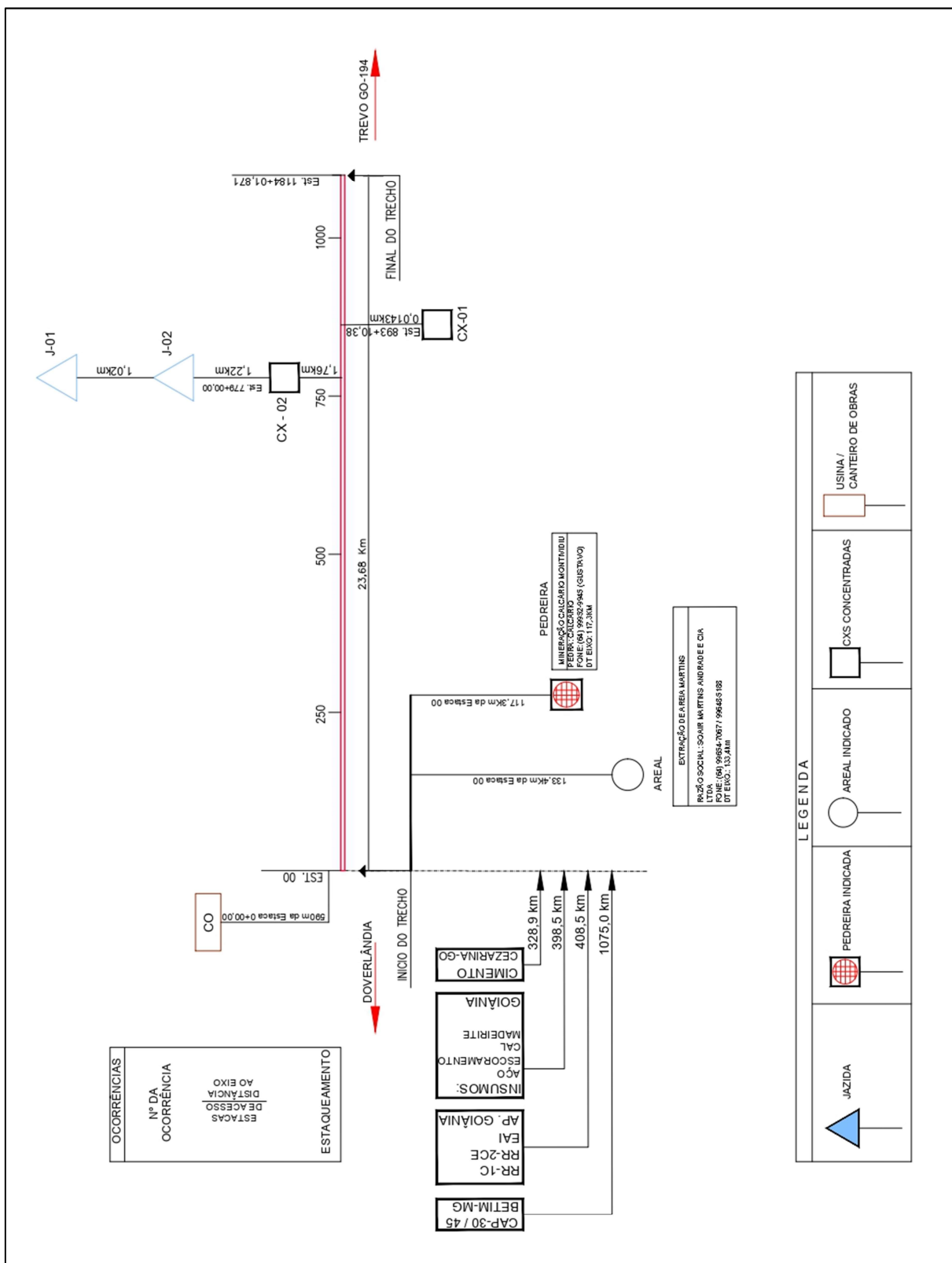
ITEM	CÓDIGO	REF.	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
6.3	BTCC 2,50x2,50 - ESTACA 1054+13,20				
6.3.1	INFRA-ESTRUTURA				
6.3.1.1	47027	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO MANUAL	m3	90,06
6.3.1.2	45020	AGETOP RODOV	ESCAVAÇÃO MECANIZADA	m3	135,09
6.3.1.3	45030	AGETOP RODOV	LASTRO DE PEDRA	m3	225,15
6.3.2	SUPER-ESTRUTURA				
6.3.2.1	45140	AGETOP RODOV	ESCORAMENTO PARA BUEIRO	m3	600,00
6.3.2.2	45145	AGETOP RODOV	FORMA CHAPA COMPENSADA RESINADA 12 MM (INCLUSO DESFORMA)	m2	1.050,80
6.3.2.3	45155	AGETOP RODOV	AÇO CA50/60 AQUISIÇÃO, ARMAÇÃO E COLOCAÇÃO (INCLUSO PERDAS) - SUPERESTRUTURA	Kg	17.127,87
6.3.2.4	45050	AGETOP RODOV	CONCRETO FCK=15 MPA	m3	40,72
6.3.2.5	45160	AGETOP RODOV	CONCRETO FCK=20 MPA	m3	216,23
6.3.2.6	47018	AGETOP RODOV	ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:4 (A/C)	m3	14,80
6.3.3	TRANSPORTE				
6.3.3.1	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - BRITA	m3km	64.770,55
6.3.3.2	40455	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - AREIA	m3km	36.581,19
6.3.3.3	40450	AGETOP RODOV	TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER	TKM	33.793,03
7	MEIO AMBIENTE				
7.1	40865	AGETOP RODOV	REVESTIMENTO VEGETAL EM PLACAS (GRAMA)	m2	14.284,50
7.2	40895	AGETOP RODOV	SEMEADURA MANUAL	m2	482.274,00
7.3	40870	AGETOP RODOV	REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS	m2	12.800,00
8	SINALIZAÇÃO				
8.1	40815	AGETOP RODOV	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM RESINA ACRÍLICA	m2	13.053,05
8.2	40820	AGETOP RODOV	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TERMOPLÁSTICO POR ASPERSÃO - HOT SPRAY (1,5 mm)	m2	479,31
8.3	40830	AGETOP RODOV	TACHA REFLETIVA MONODIRECIONAL	Un	217,00
8.4	40835	AGETOP RODOV	TACHA REFLETIVA BIDIRECIONAL	Un	8.295,00
8.5	40855	AGETOP RODOV	SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA PINTURA ELETR.	m2	291,96
9	OBRAS COMPLEMENTARES				
9.1	40800	AGETOP RODOV	CERCA DE VEDAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM MADEIRA	M	8.300,00
9.2	40805	AGETOP RODOV	REMOÇÃO E RECOLOCAÇÃO DE CERCA	M	39.060,00
9.3	40810	AGETOP RODOV	DEFENSA METÁLICA SEMI-MALEÁVEL SIMPLES	M	3.286,20
9.4	3713601	SICRO NOVO	Ancoragem de defesa maleável simples - fornecimento e implantação	m	384,00
9.5	3713690	SICRO NOVO	Terminal de ancoragem de defesa metálica em barreira New Jersey - fornecimento e implantação	un	8,00

18.1. RESUMO DAS DISTÂNCIAS BÁSICAS DE TRANSPORTE

SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL (DMT)	TRANSPORTE COMERCIAL (DMT)
		ORIGEM	DESTINO		
IMPRIMAÇÃO	EAI	AP. DE GOIANIA/GO	CANTEIRO		408,50
	EAI	CANTEIRO	PISTA	12,43	
	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C	AP. DE GOIANIA/GO	CANTEIRO		408,50
	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-1C	CANTEIRO	PISTA	12,43	
TSD	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	AP. DE GOIANIA/GO	CANTEIRO		
	EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	CANTEIRO	PISTA	12,43	
	BRITA	CALCÁRIO MONTIVÍDIU	CANTEIRO		116,71
	BRITA	CANTEIRO	PISTA	12,43	
CBUQ	AREIA	EXTRAÇÃO MARTINS	USINA		132,81
	BRITA	CALCÁRIO MONTIVÍDIU	USINA		116,71
	CAP 30/45	REFINARIA (BETIM-MG)	USINA		1.075,00
	FILLER	CEZARINA	USINA		328,31
	MASSA	USINA	PISTA	12,43	
SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA	SOLO	Jazidas: J-01 e J-02	PISTA / ACOSTAMENTO	8,77	
BASE ESTABILIZADA SOLO + 2% DE CIMENTO + 25% AREIA	SOLO	Jazidas: J-01	PISTA / ACOSTAMENTO	9,14	
OBRAS COMPLEMENTARES	DEFENSA / ANCORAGEM	GOIÂNIA	CANTEIRO		398,50
	MADEIRA	DOVERLÂNDIA	PISTA	17,43	
	CIMENTO PORTLAND	CEZARINA	CANTEIRO		328,31
DRENAGEM e O.A.C	AREIA	EXTRAÇÃO MARTINS	CANTEIRO		132,81
	BRITA,PEDRA DE MÃO E RACHÃO	CALCÁRIO MONTIVÍDIU	CANTEIRO		116,71
	AÇO	GOIÂNIA	CANTEIRO		398,50
	MUDAS E GRAMA	DOVERLÂNDIA	PISTA	17,43	
RODOVIA GO-221				PROJETO FINAL DE ENGENHARIA	
TRECHO: DOVERLÂNDIA / TREVO GO-194				QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE	
EXTENSÃO: 23,68 km					
LOTE: ÚNICO					

19. DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS

19. DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS (CO).



20. ESPECIFICAÇÕES

20. ESPECIFICAÇÕES

São as seguintes as especificações a serem empregadas nas obras:

a) 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.

b) 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

c) 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

d) Obras complementares

GOINFRA-ES-OC 01/2019 - Cercas

GOINFRA-ES-OC 002/01 – Proteção Vegetal

e) Sinalização

GOINFRA ES–SIN 001/2019 - Segurança no tráfego rodoviário sinalização horizontal

GOINFRA ES–SIN 002/2019 - segurança no tráfego rodoviário sinalização vertical

f) Recebimento de Obra

GOINFRA- IT - 003/2019 – Recebimento de Obras

21. TERMO DE ENCERRAMENTO

21. TERMO DE ENCERRAMENTO

Este volume encerra-se nesta página e contém 276 folhas, enumeradas de 01 até 276.