# E S T A D O  D E  G O I Á S

**SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA**

**Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte - GOINFRA**

# PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA DUPLICAÇÃO DA RODOVIA GO-210

| | |
|---|---|
| **RODOVIA** | : GO-210 |
| **TRECHO** | : Perímetro Urbano de Rio Verde – Trevo GO-174 |
| **EXTENSÃO** | : 6,50 km |
| **CÓDIGO SRE** | : 210EGO0480 |
| **LOTE** | : Único |

## VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO

**SETEMBRO/2024**

## SUMÁRIO

**1. APRESENTAÇÃO ..... 7**
1.1. DADOS ..... 7
1.2. INFORMAÇÕES SOBRE O CONTRATO ..... 8
1.3. COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO ..... 8
**2. MAPA DE SITUAÇÃO ..... 10**
**3. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS ..... 12**
3.1. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS PARA A DUPLICAÇÃO ..... 12
3.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ..... 20
3.3. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO ..... 28
3.4. DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE ..... 29
3.5. CERTIFICADOS DOS APARELHOS UTILIZADOS ..... 31
3.6. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS PARA O PROJETO DE RESTAURAÇÃO ..... 34
**4. ESTUDO DE TRÁFEGO ..... 42**
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS ..... 42
4.2. ÁREA DE ESTUDO ..... 42
4.3. PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE TRÁFEGO ..... 42
4.4. DETERMINAÇÃO DO PERÍODO E DA DURAÇÃO DAS CONTAGENS ..... 42
4.5. COLETA DE DADOS DE TRÁFEGO ..... 43
4.6. METODOLOGIA ADOTADA NAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS ..... 43
4.7. RESULTADOS E RESUMOS DAS CONTAGENS VOLUMÉTRICAS E CLASSIFICATÓRIAS ..... 50
4.8. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO ..... 54
4.9. TAXA DE CRESCIMENTO DE TRÁFEGO ..... 54
4.10. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N” ..... 55
**5. ESTUDO GEOLÓGICO ..... 68**
5.1. INTRODUÇÃO ..... 68
5.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO ..... 68
**6. ESTUDO HIDROLÓGICO ..... 96**
6.1. INTRODUÇÃO ..... 96
6.2. COLETA DE DADOS DISPONÍVEIS ..... 96
6.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO LOCAL ..... 97
6.4. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA ..... 100
6.5. METODOLOGIA UTILIZADA NA DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE PRECIPITAÇÃO, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DE CHUVAS ..... 106

6.6. DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE ARTE ..... 121
6.7. CADASTRO DOS BUEIROS EXISTENTES ..... 122
6.8. MAPA DAS BACIAS ..... 128
6.9. MEMÓRIA DE CÁLCULO ..... 132
**7. ESTUDOS GEOTÉCNICOS ..... 136**
7.1. GENERALIDADES ..... 136
7.2. DIRETRIZES BÁSICAS E CRITÉRIOS UTILIZADOS ..... 136
7.3. METODOLOGIA ..... 136
7.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS PARA A RESTAURAÇÃO ..... 143
**8. PROJETO GEOMÉTRICO ..... 171**
8.1. GENERALIDADES ..... 171
8.2. CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA ..... 171
8.3. ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS ..... 172
8.4. EXECUÇÃO DO PROJETO ..... 172
8.5. PROJETO PLANIALTIMÉTRICO ..... 172
8.6. ELEMENTOS DE PROJETO ..... 173
8.7. SEÇÕES TRANSVERSAIS ..... 191
8.8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 192
**9. PROJETO DE TERRAPLENAGEM ..... 194**
9.1. INTRODUÇÃO ..... 194
9.2. CARACTERISTICAS DO PROJETO ..... 194
9.3. ATERROS, EMPRÉSTIMOS LATERAIS E SUBSTITUIÇÃO DE SOLOS ..... 196
9.4. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA DE ÁREAS ..... 201
9.5. DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS E DISTÂNCIAS DE TRANSPORTES ..... 202
9.6. CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM ..... 202
9.7. SEÇÕES TRANSVERSAIS ..... 204
9.8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 205
**10. PROJETO DE DRENAGEM ..... 207**
10.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS ..... 207
10.2 DRENAGEM SUPERFICIAL ..... 207
10.3 DRENAGEM PROFUNDA ..... 224
10.4 OBRAS DE ARTE CORRENTES ..... 227
10.5 RESULTADOS OBTIDOS ..... 233
10.6 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 234
**11. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ..... 236**
11.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS ..... 236

11.2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA ..... 236
11.3. PARÂMETROS DE TRÁFEGO ..... 236
11.4. ESTUDO DO SUBLEITO ..... 237
11.5. ESTUDO DOS MATERIAIS DISPONÍVEIS PARA PAVIMENTAÇÃO ..... 237
11.6. ESTUDO DE EMPRÉSTIMOS ..... 237
11.7. CARACTERIZAÇÃO DO SUPORTE DO SUBLEITO ..... 237
11.8. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ..... 241
11.9. MÉTODO DA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION- PCA – 1984 ..... 253
11.10. RESULTADO FINAL ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO NOVO ..... 273
11.11. PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO ..... 274
11.12. AVALIAÇÃO TÉCNICA-ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS E DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO DO PAVIMENTO ..... 340
11.13. MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SOLUÇÃO ESCOLHIDA ..... 340
11.14. QUADRO RESUMO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO ..... 343
11.15. QUADRO QUANTIDADE DE TRANSPORTE ..... 344
11.16. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 345
**12. PROJETO DE SINALIZAÇÃO ..... 347**
12.1. INTRODUÇÃO ..... 347
12.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL ..... 347
12.3. SINALIZAÇÃO VERTICAL ..... 355
12.4. SINALIZAÇÃO DE OBRAS ..... 360
12.5. PROJETO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO ..... 366
12.6. RESULTADOS OBTIDOS ..... 371
12.7. APRESENTAÇÃO DO PROJETO ..... 371
12.8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 372
**13. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES ..... 374**
13.1. INTRODUÇÃO ..... 374
13.2. CERCAS E MOURÕES ..... 374
13.3. REMANEJAMENTO DE POSTES ..... 375
13.4. RESULTADOS OBTIDOS ..... 378
13.5. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 379
**14. PROJETO DE PAISAGISMO ..... 381**
14.1. INTRODUÇÃO ..... 381
14.2. ESTUDOS AMBIENTAIS ..... 381
14.3. LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS ..... 387
14.4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ..... 388

14.5. LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS E AÇÕES MITIGADORAS ..... 388
14.6. QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES ..... 396
14.7. REVEGETAÇÃO ..... 396
14.8. TÉCNICAS DE PLANTIO RECOMENDADAS ..... 396
14.9. QUANTO À SEGURANÇA DO TRABALHO ..... 397
**15. PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DO ACAMPAMENTO ..... 399**
15.1. INTRODUÇÃO ..... 399
15.2. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES ..... 401
**16. QUADRO DE QUANTIDADE DOS SERVIÇOS ..... 406**
**17. DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS (CO) ..... 409**
**18. ESPECIFICAÇÕES ..... 411**
**19. ART'S ..... 413**
**20. TERMO DE ENCERRAMENTO ..... 417**

# 1.APRESENTAÇÃO

# 1. APRESENTAÇÃO

Apresentamos o **Volume 1 – Relatório do Projeto**, que faz parte integrante do Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo a reabilitação e adequação da pista existente, da Rodovia: GO - 210, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), 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 A4, 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 A3 e A1, 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 A4, contém os boletins de sondagem e os resultados dos ensaios de laboratório realizados com os materiais do subleito, base, sub-base, dos empréstimos e das ocorrências de materiais para pavimentação, com suas respectivas análises;
- **Volume 3C - Levantamentos Especiais:** editado em formato A4, contém o Levantamento Visual Contínuo (LVC); Deflectometria e Índice de Irregularidade (IRI), com suas respectivas análises;
- **Volume 4 - Orçamento e Planejamento:** editado em formato A4, 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 A4, contém os levantamentos ambientais, as medidas de proteção ambiental com seus respectivos quantitativos.

## 1.1. DADOS

- **Rodovia:** GO - 210
- **Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/ Trevo GO-174 (Sentido Montividiu)
- **Extensão Restauração:** 6,50 km
- **Extensão Implantação**: 6,50 km
- **SRE**: 210EGO0485

## 1.2. INFORMAÇÕES SOBRE O CONTRATO

- **Supervisão e Fiscalização:** GOINFRA
- **Elaboração:** Rudra Engenharia Ltda.
- **Data da assinatura:** 13/04/2022

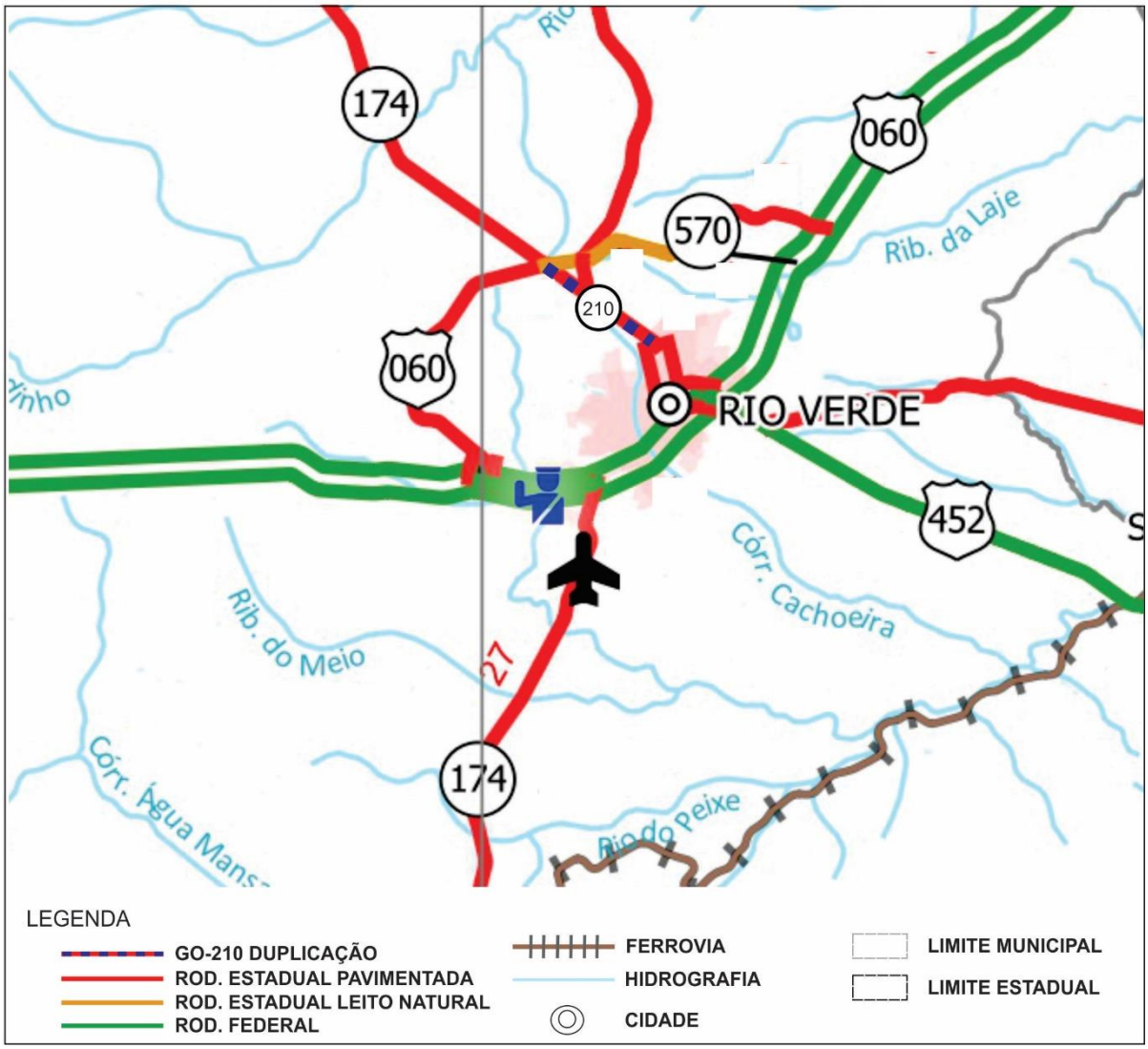
## 1.3. COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO

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. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS PARA A DUPLICAÇÃO

### 3.1.1. 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.

### 3.1.2. FASES DOS ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

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

I. Fase de Anteprojeto;
II. Fase de Projeto.

### 3.1.3. FASE DE ANTEPROJETO

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 Duplicação, incluindo a reabilitação e adequação da pista existente, da rodovia GO-210, 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.

### 3.1.4. FASE DE PROJETO

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

#### a) LOCAÇÃO

O eixo da Pista Existente do lado Direito (Eixo 01) foi definido através do levantamento topográfico realizado, a partir daí definimos o eixo da pista a ser duplicada do lado esquerdo (Eixo 02) de acordo com a geometria definida juntamente com os técnicos da GOINFRA, através das seções transversais e softwares específicos.

A locação do eixo da pista a ser duplicada 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.

Foram projetadas duas interseções em nível. Uma no início do trecho e outra no final no entroncamento com a GO-210 (Contorno de Rio Verde).

Foram projetados dois retornos para diminuir o tempo de percurso dos usuários e facilitando o acesso aos condomínios e indústrias presentes ao longo do trecho.

Foi feito um alargamento de 1,70m de pavimento na pista existente, no intuito de para adequar a plataforma da pista existente com os parâmetros técnicos que a rodovia exige, visando sempre maior segurança e conforto aos usuários.

O trecho foi dividido em sete eixos, sendo eles:

- **Eixo 1 (Pista Existente LD) -** O estaqueamento da pista existente foi crescente partindo da estaca “0,00” (Perímetro Urbano de Rio Verde) até à estaca final 325+0,925 (Trevo da GO-174) (Sentido Montividiu) totalizando uma extensão de 6,50 km.

  Os segmentos da pista existente que serão restaurados, estão situados nas seguintes estacas:

  - **Segmento 01**: Estaca 00 - Estaca 15 +09,67
  - **Segmento 02:** Estaca 92+02,43 – Estaca 132+13,09
  - **Segmento 03:** Estaca 215+15,93 – Estaca 280+08,80

- **Eixo 02 (Pista Projetada LE) -** O estaqueamento da pista duplicada foi crescente partindo da estaca “0,00” (Perímetro Urbano de Rio Verde) até à estaca final 325+0,10 (Trevo da GO-174) (Sentido Montividiu) totalizando uma extensão de 6,50 km.
- **Eixo 03 (Pista Direita Retorno 01) -** O estaqueamento foi crescente partido da estaca 0=15+9,67 (Eixo 1) até a estaca 76+13,07 = 92+2,43 (Eixo 1), totalizando uma extensão de 1,53 km.
- **Eixo 04 (Pista Esquerda Retorno 01) -** O estaqueamento foi crescente partido da estaca 0=15+9,67(Eixo 2) até à estaca 76+14,05 = 92+1,55(Eixo 2), totalizando uma extensão de 1,53 km.
- **Eixo 05 (Pista Direita Retorno 02) -** O estaqueamento foi crescente partido da estaca 0=132+12,12(Eixo 1) até à estaca 85+4,43 = 217+15,93(Eixo 1), totalizando uma extensão de 1,70 km.
- **Eixo 06 (Pista Esquerda Retorno 02) -** O estaqueamento foi crescente partido da estaca 0=15+9,67 (Eixo 2) até à estaca 85+4,73 = 217+15,16(Eixo 2), totalizando uma extensão de 1,70 km.
- **Eixo 07- (LD)** O estaqueamento da pista de alargamento foi crescente partindo da estaca “0,00” (Perímetro Urbano de Rio Verde) até à estaca final 325+0,925 (Trevo da GO-174) (Sentido Montividiu) totalizando uma extensão de 6,50 km. O alargamento ocorreu em três segmentos:

**Quadro 1- Características Operacionais da Duplicação e Restauração**

| CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS | |
|---|---|
| CLASSE | I-A |
| REGIÃO | PLANA |
| VELOCIDADE DIRETRIZ | 100 Km/h |
| DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE DE PARADA | 185 m |
| DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM | 670 m |
| NÚMERO DE EQUIVALÊNCIA "N" PARA 10 ANOS | 6,77x107 |

| CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL- SEGMENTOS 01, 02 E 03 PE (DUPLICAÇÃO) | |
|---|---|
| **SEGMENTO 01 -** | ESTACA 00,00 - ESTACA 15+9,67 |
| **SEGMENTO 02 -** | ESTACA 92+1,55 - ESTACA 132+12,12 |
| **SEGMENTO 03 -** | ESTACA 217+15,16 - ESTACA 280+8,80 |
| | |
| LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO (2 Pistas de 3,60 m) | 7,2 m |
| ACRESCIMO PISTA DE ROLAMENTO(ACOSTAMENTO EXTERNO) | 2,50 m |
| FAIXA DE SEGURANÇA | 0,60 m |
| INCLINAÇÃO DA PLATAFORMA | 3,00% |
| CANTEIRO CENTRAL | Variável |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H) | 1/1.00 |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H) | 1/1.50 |

| CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL- RETORNOS 01 e 02 | |
|---|---|
| RETORNO 01 PD ESTACA 0+00 - ESTACA 76+13,07 | |
| RETORNO 01 PE ESTACA 0+00 - ESTACA 76+14,05 | |
| RETORNO 02 PD ESTACA 0+00 - ESTACA 85+4,43 | |
| RETORNO 02 PE ESTACA 0+00 - ESTACA 85+4,73 | |
| | |
| LARGURA DA PISTA DE ROLAMENTO (3 Pistas de 3,60 m) | 10,80 m |
| ACRESCIMO PISTA DE ROLAMENTO(ACOSTAMENTO EXTERNO) | 2,50 m |
| FAIXA DE SEGURANÇA | 0,60 m |
| INCLINAÇÃO DA PLATAFORMA | 3% |
| CANTEIRO CENTRAL(ILHAS) | Variável |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H) | 1/1.00 |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H) | 1/1.50 |

| CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL- SEGMENTOS 01, 02 E 03 PD (RESTAURAÇÃO) | |
|---|---|
| **SEGMENTO 01 -** | ESTACA 00,00 - ESTACA 15+09,67 |
| **SEGMENTO 02 -** | ESTACA 92+02,43- ESTACA 132+13,09 |
| **SEGMENTO 03 -** | ESTACA 215+15,93 - ESTACA 280+08,80 |
| | |
| PISTA + ACOSTAMENTO EXISTENTE | 8,60 m |
| INCLINAÇÃO DA PLATAFORMA (ABAULADA) | 3% |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H) | 1/1.00 |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H) | 1/1.50 |

| CARACTERÍSTICAS DA SEÇÃO TRANSVERSAL- SEGMENTOS 01, 02 E 03 PD (ALARGAMENTO PD) | |
|---|---|
| **SEGMENTO 01 -** | ESTACA 00,00 - ESTACA 15+9,67 |
| **SEGMENTO 02 -** | ESTACA 92+2,43- ESTACA 132+13,09 |
| **SEGMENTO 03 -** | ESTACA 215+15,93 - ESTACA 280+08,80 |
| | |
| ACRESCIMO ACOSTAMENTO | 1,70 m |
| INCLINAÇÃO DA PLATAFORMA | 3% |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE CORTE (V/H) | 1/1.00 |
| INCLINAÇÃO DO TALUDE DE ATERRO (V/H) | 1/1.50 |

### b) 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:

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

**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 utilizado o os dados processados e fornecidos pelo Relatório de Posicionamento por Ponto Preciso do IBGE cujas características são as seguintes:

**Figura 1 - Relatório Estação Geodésica**

IBGE **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**
**Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)**

## Sumário do Processamento do marco: BASE

| | |
|---|---|
| **Início:** AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS | 2022/04/12 12:17:56,00 |
| **Fim:** AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS | 2022/04/12 16:43:36,00 |
| **Modo de Operação do Usuário:** | ESTÁTICO |
| **Observação processada:** | CÓDIGO & FASE |
| **Modelo da Antena:** | GMXZENITH25 NONE |
| **Órbitas dos satélites:**[1] | RÁPIDA |
| **Frequência processada:** | L3 |
| **Intervalo do processamento(s):** | 1,00 |
| **Sigma**[2] **da pseudodistância(m):** | 5,000 |
| **Sigma da portadora(m):** | 0,010 |
| **Altura da Antena**[3]**(m):** | 2,000 |
| **Ângulo de Elevação(graus):** | 10,000 |
| **Resíduos da pseudodistância(m):** | 1,22 GPS 1,41 GLONASS |
| **Resíduos da fase da portadora(cm):** | 0,88 GPS 0,78 GLONASS |

## Coordenadas SIRGAS

| | Latitude(gms) | Longitude(gms) | Alt. Geo.(m) | UTM N(m) | UTM E(m) | MC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Em 2000.4** (É a que deve ser usada)[4] | -17° 44' 22,1234" | -50° 57' 40,0992" | 847,65 | 8038636.709 | 504119.962 | -51 |
| **Na data do levantamento**[5] | -17° 44' 22,1150" | -50° 57' 40,1014" | 847,65 | 8038636.967 | 504119.897 | -51 |
| **Sigma(95%)**[6] (m) | 0,001 | 0,004 | 0,006 | | | |

## Coordenada Altimétrica

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Modelo:** | hgeoHNOR_IMBITUBA | | |
| **Fator para Conversão (m):** | -6,16 | **Incerteza (m):** | 0,09 |
| **Altitude Normal (m):** | 853,81 | | |

## Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

| Tipo de Receptor | Uma frequência | | Duas frequências | |
|---|---|---|---|---|
| | Planimétrico | Altimétrico | Planimétrico | Altimétrico |
| **Após 1 hora** | 0,700 | 0,600 | 0,040 | 0,040 |
| **Após 2 horas** | 0,330 | 0,330 | 0,017 | 0,018 |
| **Após 4 horas** | 0,170 | 0,220 | 0,009 | 0,010 |
| **Após 6 horas** | 0,120 | 0,180 | 0,005 | 0,008 |

[1] Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).
[2] O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.
[3] Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).
[4] A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.
[5] A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.
[6] Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.
Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: ibgeibge.gov.br ou pelo telefone 0800.720.8180.
Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan)

**Processamento autorizado para uso do IBGE.**

1 Processado em: 19/04/2022 01:31:20

## c) IMPLANTAÇÃO DE MARCOS PLANIALTIMÉTRICOS COM UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS GNSS

- **TRANSPORTE DE COORDENADAS**

Foram implantados ao longo do segmento 6 marcos de concreto.

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 realizado PPP para a base de apoio (Base 1=RN12) com duração de rastreio de 4h, 25 min e 40s, localizada na estaca 222+18 LE e posteriormente o mesmo foi processado pelo IBGE. A partir desta base de apoio implantada, foi iniciado o transporte das coordenadas e cotas para todos os marcos implantados ao longo do trecho.

**Foto 1 - Base de Apoio 1**

**Foto 2 - Base de Apoio 1=RN12**

- **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 GEOMAX ZENITH 25
b) 01 ESTAÇÃO TOTAL: Marca GEOMAX, modelo ZTS 605
c) 01 Nível Digital GEOMAX, modelo ZDL 700

## 3.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Segue abaixo o Monografia dos Marcos Implantados pela Empresa ao longo do trecho e a relação dos RN´S e Marcos implantados em coordenadas UTM e Topográficas.

**Quadro 2- Relação dos RN´S**

| RN Nº | Estaca | Lado | Coordenada UTM (x) | Coordenada UTM (y) | Cota (m) | Coordenadas Topográficas (x) | Coordenadas Topográficas (y) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RN01=MARCO01 | | | 507.867,610 | 8.035.856,768 | 779,017 | 507.869,569 | 8.035.855,315 |
| RN02=MARCO02 | | LD | 507.664,370 | 8.036.061,949 | 777,023 | 507.666,222 | 8.036.060,604 |
| RN03 | 25 | LD | 507.324,136 | 8.036.324,180 | 775,653 | 507.325,810 | 8.036.322,972 |
| RN04 | 50 | LE | 506.889,1747 | 8.036.568,3559 | 779,390 | 506.890,6227 | 8.036.567,2743 |
| RN05 | 74 | LD | 506.542,2681 | 8.036.898,4446 | 783,191 | 506.543,5362 | 8.036.897,5346 |
| RN06 | 98 | LE | 506.111,1947 | 8.037.144,5020 | 800,532 | 506.112,2426 | 8.037.143,7167 |
| RN07 | 125 | LD | 505.709,1414 | 8.037.492,7234 | 792,638 | 505.709,9757 | 8.037.492,1228 |
| RN08 | 150 | LD | 505.317,1422 | 8.037.803,7082 | 812,198 | 505.317,7744 | 8.037.803,2683 |
| RN09=MARCO03 | 160 | LD | 505.154,9230 | 8.037.921,9237 | 819,759 | 505.155,4708 | 8.037.921,5454 |
| RN10=MARCO04 | 175 | LE | 504.874,0808 | 8.038.063,9516 | 831,850 | 504.874,4814 | 8.038.063,6474 |
| RN11 | 200 | LD | 504.515,3727 | 8.038.402,7285 | 843,554 | 504.515,5835 | 8.038.402,6038 |
| RN12=BASE1 | 222+18,00 | LE | 504.119,9620 | 8.038.636,7090 | 853,810 | 504.119,9620 | 8.038.636,7090 |
| RN13 | 250 | LD | 503.705,4404 | 8.038.987,7215 | 846,035 | 503.705,2193 | 8.038.987,9087 |
| RN14 | 275 | LD | 503.317,0201 | 8.039.304,0580 | 835,739 | 503.316,5931 | 8.039.304,4129 |
| RN15=MARCO05 | 305 | LD | 502.834,1457 | 8.039.639,9245 | 831,115 | 502.833,4628 | 8.039.640,4573 |
| RN16=MARCO06 | 323 | LE | 502.499,2995 | 8.039.867,5540 | 830,296 | 502.498,4390 | 8.039.868,2075 |

RODOVIA: **GO-210**
TRECHO: **Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)**
EXTENSÃO: **6,50 km**
LOTE: **ÚNICO**

**PROJETO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

**RELAÇÃO DOS RN´S**

**Quadro 3 - Relação dos Marcos**

| Marco Nº | Estaca | Lado | Cota (m) | Coordenadas UTM (x) | Coordenadas UTM (y) | Coordenadas Topográficas (x) | Coordenadas Topográficas (y) | Observação |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M01=RN01 | - | - | 779,017 | 507.867,610 | 8.035.856,768 | 507.869,569 | 8.035.855,315 | TREVO |
| M02=RN02 | - | LD | 777,023 | 507.664,370 | 8.036.061,949 | 507.666,222 | 8.036.060,604 | ENTRE A GO-174 E A MARGINAL |
| M03=RN09 | 160 | LD | 819,759 | 505.154,923 | 8.037.921,924 | 505.155,471 | 8.037.921,545 | BEIRA DE CERCA |
| M04=RN10 | 175 | LE | 831,850 | 504.874,081 | 8.038.063,952 | 504.874,481 | 8.038.063,647 | BEIRA DE CERCA |
| M05=RN15 | 305 | LD | 831,115 | 502.834,146 | 8.039.639,925 | 502.833,463 | 8.039.640,457 | TREVO |
| M06=RN16 | 323 | LE | 830,296 | 502.499,300 | 8.039.867,554 | 502.498,439 | 8.039.868,208 | BEIRA DA PISTA APÓS A ESTACA 323 |

RODOVIA: GO-210
TRECHO: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)
EXTENSÃO: 6,50 km
LOTE: ÚNICO

**PROJETO DE ENGENHARIA PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

**RELAÇÃO DOS MARCOS**

# GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
## DESCRIÇÃO DO RASTREIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Contratante: | **RUDRA ENGENHARIA LTDA** | Nome da Estação: | **M-01** |
| Operador: | **Alberto Luiz da Costa** | | 19/05/2022 |
| Local: | **GO-210 - Trecho Rio Verde - Montividiu** | Município: **Rio Verde** | Estado: **GO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelo Receptor: | **Geomax i25** | Intervalo Registro: | **00:35:07** |

| Horário do Rastreio | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | |
| | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: |
| Progr | | | | | | | | |
| Real | **10:19:18** | **10:54:25** | | | | | | |

| Altura da Antena | | | | | Localização das Equipes |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª: **2,075** | 2ª: | | | | |
| Média: | | Vertical | **X** | Inclinada | |
| Altura inserida no aparelho: | **X** | Sim | | Não | |

| COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WGS-84 | | | SIRGAS-2000 | | |
| LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
| | | | **17°45'52,54586"S** | **50°55'32,80354"W** | **779,017** |

| COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UTM | | | TOPOGRÁFICAS | | |
| NORTE | ESTE | ALTITUDE | X | Y | ALTITUDE |
| **8.035.856,7650** | **507.867,6160** | **779,017** | | | |

CROQUIS

FOTO DO RASTREIO

**Descrição:** Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

# GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
## DESCRIÇÃO DO RASTREIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Contratante: | **RUDRA ENGENHARIA LTDA** | Nome da Estação: | **M-02** |
| Operador: | **Alberto Luiz da Costa** | | 19/05/2022 |
| Local: | **GO-210 - Trecho Rio Verde - Montividiu** | Município: **Rio Verde** | Estado: **GO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelo Receptor: | **Geomax i25** | Intervalo Registro: | **00:35:04** |

| Horário do Rastreio | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | |
| | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: |
| Progr | | | | | | | | |
| Real | **11:05:03** | **11:40:07** | | | | | | |

| Altura da Antena | | | | | Localização das Equipes |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª: **2,075** | 2ª: | | | | |
| Média: | | Vertical | **X** | Inclinada | |
| Altura inserida no aparelho: | **X** | Sim | | Não | |

| COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WGS-84 | | | SIRGAS-2000 | | |
| LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
| | | | **17°45'45,87164"S** | **50°55'39,70899"W** | **777,023** |

| COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UTM | | | TOPOGRÁFICAS | | |
| NORTE | ESTE | ALTITUDE | X | Y | ALTITUDE |
| **8.036.061,9530** | **507.664,3630** | **777,023** | | | |

CROQUIS

FOTO DO RASTREIO

**Descrição:** Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
DESCRIÇÃO DO RASTREIO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Contratante: | **RUDRA ENGENHARIA LTDA** | Nome da Estação: | **M-03** | |
| Operador: | **Alberto Luiz da Costa** | | 19/05/2022 | |
| Local: | **GO-210- Trecho Rio Verde - Montividiu** | Município: **Rio Verde** | | Estado: **GO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelo Receptor: | **Geomax i25** | Intervalo Registro: | **00:35:06** |

| Horário do Rastreio | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | |
| | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: |
| Progr | | | | | | | | |
| Real | **13:33:39** | **14:08:45** | | | | | | |

| Altura da Antena | | | | | Localização das Equipes |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª: **2,075** | 2ª: | | | | |
| Média: | | Vertical | **X** | Inclinada | |
| Altura inserida no aparelho: | **X** | Sim | | Não | |

| COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WGS-84 | | | SIRGAS-2000 | | |
| LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
| | | | **17°44'45,37475"S** | **50°57'04,94907"W** | **819,759** |

| COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UTM | | | TOPOGRÁFICAS | | |
| NORTE | ESTE | ALTITUDE | X | Y | ALTITUDE |
| **8.037.921,9210** | **505.154,9190** | **819,759** | | | |

CROQUIS

FOTO DO RASTREIO

**Descrição:** Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

# GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
## DESCRIÇÃO DO RASTREIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Contratante: | **RUDRA ENGENHARIA LTDA** | Nome da Estação: | **M-04** |
| Operador: | **Alberto Luiz da Costa** | | 19/05/2022 |
| Local: | **GO-210 - Trecho Rio Verde - Montividiu** | Município: **Rio Verde** | Estado: **GO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelo Receptor: | **Geomax i25** | Intervalo Registro: | **00:35:06** |

| Horário do Rastreio | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | |
| | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: |
| Progr | | | | | | | | |
| Real | **14:17:22** | **14:52:28** | | | | | | |

| Altura da Antena | | | | | Localização das Equipes |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª: **2,075** | 2ª: | | | | |
| Média: | | Vertical | **X** | Inclinada | |
| Altura inserida no aparelho: | **X** | Sim | | Não | |

| COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WGS-84 | | | SIRGAS-2000 | | |
| LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
| | | | **17°44'40,75521"S** | **50°57'14,48719"W** | **831,850** |

| COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UTM | | | TOPOGRÁFICAS | | |
| NORTE | ESTE | ALTITUDE | X | Y | ALTITUDE |
| **8.038.063,9560** | **504.874,0740** | **831,850** | | | |

CROQUIS

FOTO DO RASTREIO

**Descrição:** Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

# GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
## DESCRIÇÃO DO RASTREIO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Contratante: | **RUDRA ENGENHARIA LTDA** | Nome da Estação: | **M-05** | |
| Operador: | **Alberto Luiz da Costa** | | 19/05/2022 | |
| Local: | **GO-210 - Trecho Rio Verde - Montividiu** | Município: **Rio Verde** | | Estado: **GO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelo Receptor: | **Geomax i25** | Intervalo Registro: | **00:35:06** |

| Horário do Rastreio | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | |
| | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: |
| Progr | | | | | | | | |
| Real | **15:48:29** | **16:23:35** | | | | | | |

| Altura da Antena | | | | | Localização das Equipes |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª: **2,075** | 2ª: | | | | |
| Média: | | Vertical | **X** | Inclinada | |
| Altura inserida no aparelho: | **X** | Sim | | Não | |

| COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WGS-84 | | | SIRGAS-2000 | | |
| LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
| | | | **17°43'49,48621"S** | **50°58'23,76586"W** | **831,115** |

| COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UTM | | | TOPOGRÁFICAS | | |
| NORTE | ESTE | ALTITUDE | X | Y | ALTITUDE |
| **8.039.639,9210** | **502.834,1570** | **831,850** | | | |

CROQUIS

FOTO DO RASTREIO

**Descrição:** Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

# GPS – RELATÓRIO DE OCUPAÇÃO
## DESCRIÇÃO DO RASTREIO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Contratante: | **RUDRA ENGENHARIA LTDA** | Nome da Estação: | **M-06** | |
| Operador: | **Alberto Luiz da Costa** | | 19/05/2022 | |
| Local: | **GO-210 - Trecho Rio Verde - Montividiu** | Município: **Rio Verde** | | Estado: **GO** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modelo Receptor: | **Geomax i25** | Intervalo Registro: | **00:35:05** |

| Horário do Rastreio | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | | Sessão: | |
| | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: | Início: | Fim: |
| Progr | | | | | | | | |
| Real | **16:35:11** | **17:10:16** | | | | | | |

| Altura da Antena | | | | | Localização das Equipes |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª: **2,075** | 2ª: | | | | |
| Média: | | Vertical | **X** | Inclinada | |
| Altura inserida no aparelho: | **X** | Sim | | Não | |

| COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WGS-84 | | | SIRGAS-2000 | | |
| LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
| | | | **17°43'42,08016"S** | **50°58'35,13698"W** | **830,296** |

| COORDENADAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UTM | | | TOPOGRÁFICAS | | |
| NORTE | ESTE | ALTITUDE | X | Y | ALTITUDE |
| **8.039.867,5640** | **502.499,2990** | **830,324** | | | |

CROQUIS

FOTO DO RASTREIO

**Descrição:** Marco em concreto em formato de tronco piramidal, com 60 cm de altura, enterrado no solo com base de proteção de concreto, contendo no topo uma chapa de metal dotada de cavidade definindo o ponto de centragem. Contém as seguintes gravações: GOINFRA - PROTEGIDO POR LEI.

- **SEÇÕES TRANSVERSAIS**

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

Foram nivelados os seguintes pontos da plataforma: eixo, bordos, marginal existente, 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 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 e retornos.

- **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.

- **LEVANTAMENTO CADASTRAL**

Como o trecho será executado dentro da faixa de domínio, não haverá desapropriação.

- **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 indicadas 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 e em Arquivos Editáveis.

## 3.4. DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE

### DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Eu Felipe Franco e Fidalgo (CREA: 20736/D-GO) responsável pelos Estudos Topográficos, referente à Elaboração de Projetos Básico e Executivo de Engenharia para Pavimentação da Rodovia GO - 210, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu) com extensão de 6,5 km, **declaro que editei a malha TIN 3D da superfície primitiva, corrigindo erros na triangulação entre os pontos feitos pelo software civil 3D.**

Engº. Felipe Franco e Fidalgo
CREA: 20736/D-GO

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

O Engº Felipe Franco e Fidalgo de CPF nº 025.211.491-44 responsável pelos ESTUDOS TOPOGRÁFICOS, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que acompanhamos todos os levantamentos topográficos para determinação do eixo da rodovia apresentados nos Estudos Topográficos, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

## 3.5. CERTIFICADOS DOS APARELHOS UTILIZADOS

BrasTop's
Equipamentos Topográficos

**Atestado de Pleno Funcionamento para Receptores GNSS**

A Brastops Equipamentos Topográficos atesta que os equipamentos GNSS RTK e Coletor de dados apresentados abaixo, estão em pleno funcionamento atendendo especificações do fabricante. Valido por 12 meses.

| Equipamento | Marca | Modelo | Número de Série |
|---|---|---|---|
| Receptor GNSS RTK | Geomax | ZENITH 25 | 2860345 |
| Receptor GNSS RTK | Geomax | ZENITH 25 | 2860424 |
| Coletor de Dados | Geomax | PS-236 | RC327P0078 |

**Dados do proprietário:**
**Alberto Luiz da Costa**
**CPF: 195.882.671-53**
**Endereço: Av. C-17, nº 240, Setor Sudoeste – Goiânia-GO**

Goiânia, 11 de janeiro de 2022

Atenciosamente,

Hugo Pascoal
(62) 98599-1701
(62) 3085-4283
hugo@brastops.com.br

BrasTop's
Equipamentos Topográficos

16.862.279/0001-52
HUGO PASCOAL ROSA BRASTOP'S EIRELI
RUA C 209 Nº 238 QD. 518 LT. 7/8 SALA 6
JARDIM AMÉRICA
CEP: 74.270-220
GOIÂNIA - GO

*Rua C 209, 179, Sala 103, Jardim América – Goiânia-GO, CEP: 74270-220*
*www.brastops.com.br – (62) 3945-8634*

**Laboratório de calibração da RS Locação de Equipamentos Topográficos Ltda.**
Rua 58 Qd. 03 Lt. 03 n° 20, Jardim Goiás – Goiânia / Go – Cep 74810-250 – Fone (62) 3241-5110

Certificado de calibração Nº 011/22 Data de calibração: 15/01/2022 Próxima Calibração: 15/01/2023

Atestamos para os devidos fins, que o equipamento especificado no item 1, foi devidamente revisado e calibrado de acordo com as normas e Especificações técnicas do fabricante, em nosso Laboratório Técnico

**1. Item calibrado:**

| | |
|---|---|
| Descrição | Estação Total Marca Geomax |
| Identificação | Não Consta |
| Modelo: | ZTS605 |
| Número de série: | 1222537 |
| Precisão angular: | 5" segundos |

**2. Cliente:**

| | |
|---|---|
| Nome: | Costa Consultoria e Agrimensura Ltda. |
| Endereço: | Av. C-17 n° 240 Qd. 167 Lt. 13 – Goiânia – Go. |
| CNPJ: | 26.946.640/0001-82 |

**3. Objetivo de calibração:**
Identificar a incerteza de medição do equipamento.
Com nível de confiança de 95%

**4. Método de calibração:**
Conforme procedimento do fabricante
Procedimento interno LRS-LAB-001

**5. Padrão utilizado:**

| | |
|---|---|
| **Descrição:** Trena analógica de 20m<br>**Identificação:** PAT. 68<br>**Marca:** Lufkin<br>**Modelo:** YSL20CM<br>**Número de série:** não consta<br>**Número do Certificado:** 777/21<br>**Data Calibração:** 11/11/2021<br>**Validade:** Novembro/2022 | **Descrição:** Teodolito (1")<br>**Identificação:** 07<br>**Marca:** Kern<br>**Modelo:** DKM 2A<br>**Número de série:** 345125<br>**Número do Certificado:** 777/21<br>**Data Calibração:** 20/11/2021<br>**Validade:** 20/11/2022 |

**Obs**: Os padrões utilizados foram calibrados pelos laboratórios de metrologia Metrology e SENAI FIEMG Acreditados pela Cgcre/Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISSO/IEC 17025, sob o nº 0462.

**Obs**: Recomendamos nova calibração a cada 12 meses, ou se for constatada alguma anomalia no equipamento.

RS Locação de Equipamentos Topográficos Ltda.
Olair Domingos Rodrigues
CREA 3459/TD-GO

**Laboratório de calibração da RS Locação de Equipamentos Topográficos Ltda.**
Rua 58 Qd. 03 Lt. 03 nº 20, Jardim Goiás – Goiânia / Go – Cep 74810-250 – Fone (62) 3241-5110

Certificado de calibração Nº 010/22 Data de calibração: 15/01/2022 Próxima Calibração: 15/01/2023

Atestamos para os devidos fins, que o equipamento especificado no item 1, foi devidamente revisado e calibrado de acordo com as normas e Especificações técnicas do fabricante, em nosso Laboratório Técnico

**1. Item calibrado:**

| | |
|---|---|
| Descrição | Nível Digital Geomax |
| Identificação | Não Consta |
| Modelo: | ZDL700 |
| Número de série: | 4210894 |

**2. Cliente:**

| | |
|---|---|
| Nome: | Costa Consultoria e Agrimensura Ltda. |
| Endereço: | Av. C-17 nº 240 Qd. 167 Lt. 13 – Goiânia – Go. |
| CNPJ: | 26.946.640/0001-82 |

**3. Objetivo de calibração:**
Identificar a incerteza de medição do equipamento.
Com nível de confiança de 95%

**4. Método de calibração:**
Conforme procedimento do fabricante
Procedimento interno LRS-LAB-001

**5. Padrão utilizado:**

| | |
|---|---|
| **Descrição:** Régua Graduada<br>**Identificação:** PAT. 70 e 72<br>**Marca:** Trident<br>**Modelo:** não consta<br>**Número de série:** não consta<br>**Número do Certificado:** 888/21 e 889/21<br>**Data Calibração:** 11/11/2021<br>**Validade:** Novembro/2022 | **Descrição:** Régua Graduada<br>**Identificação:** PAT. 70 e 72<br>**Marca:** Trident<br>**Modelo:** não consta<br>**Número de série:** não consta<br>**Número do Certificado:** 888/21 e 889/21<br>**Data Calibração:** 11/11/2021<br>**Validade:** Novembro/2022 |

**Obs**: Os padrões utilizados foram calibrados pelos laboratórios de metrologia Metrology e SENAI FIEMG Acreditados pela Cgcre/Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISSO/IEC 17025, sob o nº 0462.

**Obs**: Recomendamos nova calibração a cada 12 meses, ou se for constatada alguma anomalia no equipamento.

RS Locação de Equipamentos Topográficos Ltda.
Olair Domingos Rodrigues
CREA 3459/TD-GO

**Responsável Técnico**
**Olair Domingos Rodrigues**
**CREA-GO Nº: 3459/TD-GO**

## 3.6. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS PARA O PROJETO DE RESTAURAÇÃO

### 3.6.1. DESCRIÇÃO E METODOLOGIA ADOTADA

#### a) LOCAÇÃO

A locação do eixo de referência em campo foi feita pelo bordo da pista direita de rolamento (sentido Montividiu), em função das condicionantes locais correspondentes à segurança da equipe.

O eixo locado foi estaqueado de 20 em 20 metros, em tangentes e curvas.

A materialização da locação foi feita inicialmente por meio de pregos no acostamento devido ao revestimento existente, e posteriormente assinalados os pontos locados, com tinta apropriada no bordo da faixa de rolamento, sendo a estaca correspondente pintada no bordo do acostamento.

O estaqueamento foi crescente partindo da estaca “0,00” (Perímetro Urbano de Rio Verde) até à estaca final 325+0,00 (Trevo da GO-174) (Sentido Montividiu) totalizando uma extensão de 6,50 km.

#### b) EQUIPAMENTO UTILIZADO

Para execução dos levantamentos descritos foram utilizados os seguintes aparelhos:

- 01 PAR RTK GEOMAX ZENITH 25

#### c) LEVANTAMENTO DA PISTA EXISTENTE

Foram levantados, os seguintes pontos da plataforma: bordos, início e fim de acostamentos.

Foi feito o nivelamento do Bordo direito.

#### d) AMARRAÇÃO DE PONTOS NOTÁVEIS

Foram amarrados ao estaqueamento, todos os pontos notáveis, como início e fim das pontes, posição dos bueiros tubulares e celulares, entrada de estradas vicinais, início e fim de interseções, a fim de permitir a caracterização nos desenhos.

### e) LEVANTAMENTO DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

Foram levantadas e amarradas ao estaqueamento, todas as ocorrências de materiais (Pedreiras, Areais e Empréstimos), com desenhos e croquis mostrando sua distância e respectivas posições em relação ao eixo, constando inclusive de Coordenadas UTM.

### f) LEVANTAMENTO CADASTRAL DA FAIXA DE DOMÍNIO

Foram levantadas todas as benfeitorias existentes dentro da Faixa de Domínio, como dispositivos de segurança e obras complementares, estando a mesma com os 80m de largura, respeitando a sua implantação, quando da construção da rodovia.

### g) LEVANTAMENTO PARA INTERSEÇÃO

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

### h) 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 e comprimento, e avaliado inclusive, o seu estado de conservação.

### i) CADASTRO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL

As placas tipos existentes foram cadastrados segundo o Manual de Sinalização. Já as Indicativas foram cadastradas segundo suas dimensões e dizeres.

Na Sinalização Horizontal não foi feito o levantamento, pois, como a rodovia será duplicada e feito a restauração na pista existente a sinalização horizontal será totalmente refeita.

No Volume 2 será apresentado o croqui do trecho, bem como todo resultado do cadastramento realizado e a nova sinalização.

### j) LEVANTAMENTO DAS OBRAS DE ARTE

As Obras de Arte existentes foram cadastradas, abrangendo vários elementos topográficos, e avaliadas quanto ao seu estado atual, para análise e estudo da viabilidade de aproveitamento, melhoramento ou intervenção. Foi feito também uma documentação fotográfica, indicando suas condições hidráulicas, estruturais e de conservação.

Para o caso específico de OAC, foram feitas fotografias a montante e a jusante.

## 3.6.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Todas as informações coletadas em campo foram enviadas ao escritório.

Os serviços topográficos realizados resultaram em:

- Planta topográfica, desenhada na escala 1:2000 com os elementos de locação;
- Quadros de Coordenadas.

A seguir será apresentado o quadro de coordenadas do estaqueamento realizado na pista a ser restaurada.

**Quadro 4 - Quadro de coordenadas**

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 0+0.000 | 507.719,450 | 8.036.006,680 |
| 1+0.000 | 507.703,374 | 8.036.018,578 |
| 2+0.000 | 507.687,299 | 8.036.030,477 |
| 3+0.000 | 507.671,223 | 8.036.042,375 |
| 4+0.000 | 507.655,147 | 8.036.054,274 |
| 5+0.000 | 507.639,072 | 8.036.066,172 |
| 6+0.000 | 507.622,996 | 8.036.078,071 |
| 7+0.000 | 507.606,920 | 8.036.089,969 |
| 8+0.000 | 507.590,845 | 8.036.101,867 |
| 9+0.000 | 507.574,769 | 8.036.113,766 |
| 10+0.000 | 507.558,693 | 8.036.125,664 |
| 11+0.000 | 507.542,618 | 8.036.137,563 |
| 12+0.000 | 507.526,542 | 8.036.149,461 |
| 13+0.000 | 507.510,466 | 8.036.161,360 |
| 14+0.000 | 507.494,391 | 8.036.173,258 |
| 15+0.000 | 507.478,315 | 8.036.185,156 |
| 16+0.000 | 507.462,239 | 8.036.197,055 |
| 17+0.000 | 507.446,164 | 8.036.208,953 |
| 18+0.000 | 507.430,088 | 8.036.220,852 |
| 19+0.000 | 507.414,012 | 8.036.232,750 |
| 20+0.000 | 507.397,937 | 8.036.244,649 |
| 21+0.000 | 507.381,861 | 8.036.256,547 |
| 22+0.000 | 507.365,785 | 8.036.268,446 |
| 23+0.000 | 507.349,709 | 8.036.280,344 |
| 24+0.000 | 507.333,634 | 8.036.292,242 |
| 25+0.000 | 507.317,558 | 8.036.304,141 |
| 26+0.000 | 507.301,482 | 8.036.316,039 |
| 27+0.000 | 507.285,407 | 8.036.327,938 |
| 28+0.000 | 507.269,331 | 8.036.339,836 |
| 29+0.000 | 507.253,255 | 8.036.351,735 |
| 30+0.000 | 507.237,180 | 8.036.363,633 |
| 31+0.000 | 507.221,104 | 8.036.375,531 |
| 32+0.000 | 507.205,028 | 8.036.387,430 |
| 33+0.000 | 507.188,953 | 8.036.399,328 |
| 34+0.000 | 507.172,877 | 8.036.411,227 |
| 35+0.000 | 507.156,801 | 8.036.423,125 |
| 36+0.000 | 507.140,726 | 8.036.435,024 |
| 37+0.000 | 507.124,650 | 8.036.446,922 |
| 38+0.000 | 507.108,574 | 8.036.458,820 |
| 39+0.000 | 507.092,499 | 8.036.470,719 |
| 40+0.000 | 507.076,423 | 8.036.482,617 |
| 41+0.000 | 507.060,347 | 8.036.494,516 |
| 42+0.000 | 507.044,272 | 8.036.506,414 |
| 43+0.000 | 507.028,196 | 8.036.518,313 |
| 44+0.000 | 507.012,120 | 8.036.530,211 |
| 45+0.000 | 506.996,045 | 8.036.542,109 |
| 46+0.000 | 506.979,969 | 8.036.554,008 |
| 47+0.000 | 506.963,893 | 8.036.565,906 |
| 48+0.000 | 506.947,818 | 8.036.577,805 |
| 49+0.000 | 506.931,742 | 8.036.589,703 |
| 50+0.000 | 506.915,666 | 8.036.601,602 |

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 51+0.000 | 506.899,591 | 8.036.613,500 |
| 52+0.000 | 506.883,515 | 8.036.625,398 |
| 53+0.000 | 506.867,439 | 8.036.637,297 |
| 54+0.000 | 506.851,364 | 8.036.649,195 |
| 55+0.000 | 506.835,288 | 8.036.661,094 |
| 56+0.000 | 506.819,212 | 8.036.672,992 |
| 57+0.000 | 506.803,137 | 8.036.684,891 |
| 58+0.000 | 506.787,061 | 8.036.696,789 |
| 59+0.000 | 506.770,985 | 8.036.708,687 |
| 60+0.000 | 506.754,909 | 8.036.720,586 |
| 61+0.000 | 506.738,834 | 8.036.732,484 |
| 61+2.051 PC | 506.737,185 | 8.036.733,705 |
| 62+0.000 | 506.722,746 | 8.036.744,367 |
| 63+0.000 | 506.706,629 | 8.036.756,209 |
| 63+16.037 PT | 506.693,684 | 8.036.765,675 |
| 64+0.000 | 506.690,483 | 8.036.768,011 |
| 65+0.000 | 506.674,327 | 8.036.779,801 |
| 66+0.000 | 506.658,172 | 8.036.791,591 |
| 67+0.000 | 506.642,016 | 8.036.803,380 |
| 68+0.000 | 506.625,860 | 8.036.815,170 |
| 69+0.000 | 506.609,705 | 8.036.826,960 |
| 70+0.000 | 506.593,549 | 8.036.838,749 |
| 71+0.000 | 506.577,394 | 8.036.850,539 |
| 72+0.000 | 506.561,238 | 8.036.862,329 |
| 73+0.000 | 506.545,082 | 8.036.874,118 |
| 74+0.000 | 506.528,927 | 8.036.885,908 |
| 75+0.000 | 506.512,771 | 8.036.897,698 |
| 76+0.000 | 506.496,616 | 8.036.909,487 |
| 77+0.000 | 506.480,460 | 8.036.921,277 |
| 78+0.000 | 506.464,304 | 8.036.933,067 |
| 79+0.000 | 506.448,149 | 8.036.944,857 |
| 80+0.000 | 506.431,993 | 8.036.956,646 |
| 81+0.000 | 506.415,838 | 8.036.968,436 |
| 82+0.000 | 506.399,682 | 8.036.980,226 |
| 83+0.000 | 506.383,526 | 8.036.992,015 |
| 84+0.000 | 506.367,371 | 8.037.003,805 |
| 85+0.000 | 506.351,215 | 8.037.015,595 |
| 86+0.000 | 506.335,060 | 8.037.027,384 |
| 87+0.000 | 506.318,904 | 8.037.039,174 |
| 88+0.000 | 506.302,748 | 8.037.050,964 |
| 89+0.000 | 506.286,593 | 8.037.062,753 |
| 90+0.000 | 506.270,437 | 8.037.074,543 |
| 91+0.000 | 506.254,282 | 8.037.086,333 |
| 92+0.000 | 506.238,126 | 8.037.098,122 |
| 93+0.000 | 506.221,970 | 8.037.109,912 |
| 94+0.000 | 506.205,815 | 8.037.121,702 |
| 95+0.000 | 506.189,659 | 8.037.133,491 |
| 96+0.000 | 506.173,504 | 8.037.145,281 |
| 97+0.000 | 506.157,348 | 8.037.157,071 |
| 98+0.000 | 506.141,192 | 8.037.168,860 |
| 99+0.000 | 506.125,037 | 8.037.180,650 |
| 100+0.000 | 506.108,881 | 8.037.192,440 |

**Quadro 4 - Quadro de coordenadas**

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 101+0.000 | 506.092,726 | 8.037.204,229 |
| 102+0.000 | 506.076,570 | 8.037.216,019 |
| 102+16.941 PI | 506.062,885 | 8.037.226,006 |
| 103+0.000 | 506.060,434 | 8.037.227,835 |
| 104+0.000 | 506.044,405 | 8.037.239,796 |
| 105+0.000 | 506.028,376 | 8.037.251,757 |
| 106+0.000 | 506.012,346 | 8.037.263,718 |
| 107+0.000 | 505.996,317 | 8.037.275,679 |
| 108+0.000 | 505.980,288 | 8.037.287,641 |
| 109+0.000 | 505.964,259 | 8.037.299,602 |
| 110+0.000 | 505.948,230 | 8.037.311,563 |
| 110+18.204 PI | 505.933,640 | 8.037.322,450 |
| 111+0.000 | 505.932,200 | 8.037.323,523 |
| 112+0.000 | 505.916,161 | 8.037.335,470 |
| 113+0.000 | 505.900,122 | 8.037.347,418 |
| 114+0.000 | 505.884,083 | 8.037.359,366 |
| 115+0.000 | 505.868,044 | 8.037.371,313 |
| 116+0.000 | 505.852,004 | 8.037.383,261 |
| 117+0.000 | 505.835,965 | 8.037.395,209 |
| 118+0.000 | 505.819,926 | 8.037.407,156 |
| 119+0.000 | 505.803,887 | 8.037.419,104 |
| 120+0.000 | 505.787,848 | 8.037.431,052 |
| 121+0.000 | 505.771,809 | 8.037.442,999 |
| 122+0.000 | 505.755,770 | 8.037.454,947 |
| 123+0.000 | 505.739,731 | 8.037.466,895 |
| 124+0.000 | 505.723,691 | 8.037.478,842 |
| 125+0.000 | 505.707,652 | 8.037.490,790 |
| 126+0.000 | 505.691,613 | 8.037.502,738 |
| 127+0.000 | 505.675,574 | 8.037.514,685 |
| 128+0.000 | 505.659,535 | 8.037.526,633 |
| 129+0.000 | 505.643,496 | 8.037.538,581 |
| 130+0.000 | 505.627,457 | 8.037.550,528 |
| 131+0.000 | 505.611,418 | 8.037.562,476 |
| 132+0.000 | 505.595,378 | 8.037.574,423 |
| 133+0.000 | 505.579,339 | 8.037.586,371 |
| 133+19.115 PI | 505.564,010 | 8.037.597,790 |
| 134+0.000 | 505.563,300 | 8.037.598,319 |
| 135+0.000 | 505.547,267 | 8.037.610,274 |
| 136+0.000 | 505.531,233 | 8.037.622,229 |
| 137+0.000 | 505.515,199 | 8.037.634,184 |
| 138+0.000 | 505.499,165 | 8.037.646,139 |
| 139+0.000 | 505.483,132 | 8.037.658,093 |
| 140+0.000 | 505.467,098 | 8.037.670,048 |
| 141+0.000 | 505.451,064 | 8.037.682,003 |
| 142+0.000 | 505.435,030 | 8.037.693,958 |
| 143+0.000 | 505.418,997 | 8.037.705,913 |
| 144+0.000 | 505.402,963 | 8.037.717,868 |
| 145+0.000 | 505.386,929 | 8.037.729,823 |
| 146+0.000 | 505.370,895 | 8.037.741,777 |
| 147+0.000 | 505.354,862 | 8.037.753,732 |
| 148+0.000 | 505.338,828 | 8.037.765,687 |
| 149+0.000 | 505.322,794 | 8.037.777,642 |
| 150+0.000 | 505.306,760 | 8.037.789,597 |

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 151+0.000 | 505.290,727 | 8.037.801,552 |
| 152+0.000 | 505.274,693 | 8.037.813,507 |
| 153+0.000 | 505.258,659 | 8.037.825,461 |
| 154+0.000 | 505.242,625 | 8.037.837,416 |
| 155+0.000 | 505.226,592 | 8.037.849,371 |
| 156+0.000 | 505.210,558 | 8.037.861,326 |
| 157+0.000 | 505.194,524 | 8.037.873,281 |
| 158+0.000 | 505.178,490 | 8.037.885,236 |
| 159+0.000 | 505.162,457 | 8.037.897,191 |
| 160+0.000 | 505.146,423 | 8.037.909,145 |
| 161+0.000 | 505.130,389 | 8.037.921,100 |
| 162+0.000 | 505.114,355 | 8.037.933,055 |
| 163+0.000 | 505.098,322 | 8.037.945,010 |
| 164+0.000 | 505.082,288 | 8.037.956,965 |
| 165+0.000 | 505.066,254 | 8.037.968,920 |
| 166+0.000 | 505.050,220 | 8.037.980,875 |
| 167+0.000 | 505.034,187 | 8.037.992,830 |
| 168+0.000 | 505.018,153 | 8.038.004,784 |
| 169+0.000 | 505.002,119 | 8.038.016,739 |
| 170+0.000 | 504.986,085 | 8.038.028,694 |
| 171+0.000 | 504.970,052 | 8.038.040,649 |
| 172+0.000 | 504.954,018 | 8.038.052,604 |
| 173+0.000 | 504.937,984 | 8.038.064,559 |
| 174+0.000 | 504.921,950 | 8.038.076,514 |
| 175+0.000 | 504.905,917 | 8.038.088,468 |
| 176+0.000 | 504.889,883 | 8.038.100,423 |
| 177+0.000 | 504.873,849 | 8.038.112,378 |
| 178+0.000 | 504.857,815 | 8.038.124,333 |
| 179+0.000 | 504.841,781 | 8.038.136,288 |
| 180+0.000 | 504.825,748 | 8.038.148,243 |
| 181+0.000 | 504.809,714 | 8.038.160,198 |
| 182+0.000 | 504.793,680 | 8.038.172,152 |
| 183+0.000 | 504.777,646 | 8.038.184,107 |
| 183+1.293 PI | 504.776,610 | 8.038.184,880 |
| 184+0.000 | 504.761,616 | 8.038.196,067 |
| 185+0.000 | 504.745,587 | 8.038.208,027 |
| 186+0.000 | 504.729,557 | 8.038.219,987 |
| 187+0.000 | 504.713,527 | 8.038.231,947 |
| 188+0.000 | 504.697,497 | 8.038.243,907 |
| 189+0.000 | 504.681,467 | 8.038.255,867 |
| 190+0.000 | 504.665,437 | 8.038.267,828 |
| 191+0.000 | 504.649,407 | 8.038.279,788 |
| 192+0.000 | 504.633,377 | 8.038.291,748 |
| 193+0.000 | 504.617,348 | 8.038.303,708 |
| 194+0.000 | 504.601,318 | 8.038.315,668 |
| 195+0.000 | 504.585,288 | 8.038.327,628 |
| 196+0.000 | 504.569,258 | 8.038.339,588 |
| 197+0.000 | 504.553,228 | 8.038.351,548 |
| 198+0.000 | 504.537,198 | 8.038.363,508 |
| 199+0.000 | 504.521,168 | 8.038.375,468 |
| 200+0.000 | 504.505,139 | 8.038.387,428 |

**Quadro 4 - Quadro de coordenadas**

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 201+0.000 | 504.489,109 | 8.038.399,388 |
| 202+0.000 | 504.473,079 | 8.038.411,348 |
| 203+0.000 | 504.457,049 | 8.038.423,309 |
| 204+0.000 | 504.441,019 | 8.038.435,269 |
| 205+0.000 | 504.424,989 | 8.038.447,229 |
| 206+0.000 | 504.408,959 | 8.038.459,189 |
| 207+0.000 | 504.392,930 | 8.038.471,149 |
| 208+0.000 | 504.376,900 | 8.038.483,109 |
| 209+0.000 | 504.360,870 | 8.038.495,069 |
| 210+0.000 | 504.344,840 | 8.038.507,029 |
| 211+0.000 | 504.328,810 | 8.038.518,989 |
| 212+0.000 | 504.312,780 | 8.038.530,949 |
| 213+0.000 | 504.296,750 | 8.038.542,909 |
| 214+0.000 | 504.280,721 | 8.038.554,869 |
| 215+0.000 | 504.264,691 | 8.038.566,830 |
| 216+0.000 | 504.248,661 | 8.038.578,790 |
| 217+0.000 | 504.232,631 | 8.038.590,750 |
| 218+0.000 | 504.216,601 | 8.038.602,710 |
| 219+0.000 | 504.200,571 | 8.038.614,670 |
| 220+0.000 | 504.184,541 | 8.038.626,630 |
| 221+0.000 | 504.168,511 | 8.038.638,590 |
| 222+0.000 | 504.152,482 | 8.038.650,550 |
| 223+0.000 | 504.136,452 | 8.038.662,510 |
| 224+0.000 | 504.120,422 | 8.038.674,470 |
| 225+0.000 | 504.104,392 | 8.038.686,430 |
| 226+0.000 | 504.088,362 | 8.038.698,390 |
| 227+0.000 | 504.072,332 | 8.038.710,351 |
| 228+0.000 | 504.056,302 | 8.038.722,311 |
| 229+0.000 | 504.040,273 | 8.038.734,271 |
| 230+0.000 | 504.024,243 | 8.038.746,231 |
| 231+0.000 | 504.008,213 | 8.038.758,191 |
| 232+0.000 | 503.992,183 | 8.038.770,151 |
| 233+0.000 | 503.976,153 | 8.038.782,111 |
| 234+0.000 | 503.960,123 | 8.038.794,071 |
| 235+0.000 | 503.944,093 | 8.038.806,031 |
| 236+0.000 | 503.928,064 | 8.038.817,991 |
| 237+0.000 | 503.912,034 | 8.038.829,951 |
| 238+0.000 | 503.896,004 | 8.038.841,911 |
| 239+0.000 | 503.879,974 | 8.038.853,872 |
| 240+0.000 | 503.863,944 | 8.038.865,832 |
| 241+0.000 | 503.847,914 | 8.038.877,792 |
| 242+0.000 | 503.831,884 | 8.038.889,752 |
| 243+0.000 | 503.815,855 | 8.038.901,712 |
| 244+0.000 | 503.799,825 | 8.038.913,672 |
| 245+0.000 | 503.783,795 | 8.038.925,632 |
| 245+17.823 PI | 503.769,510 | 8.038.936,290 |
| 246+0.000 | 503.767,765 | 8.038.937,592 |
| 247+0.000 | 503.751,737 | 8.038.949,554 |
| 248+0.000 | 503.735,708 | 8.038.961,516 |
| 249+0.000 | 503.719,680 | 8.038.973,478 |
| 250+0.000 | 503.703,651 | 8.038.985,440 |

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 251+0.000 | 503.687,623 | 8.038.997,402 |
| 252+0.000 | 503.671,594 | 8.039.009,364 |
| 253+0.000 | 503.655,566 | 8.039.021,326 |
| 254+0.000 | 503.639,537 | 8.039.033,288 |
| 255+0.000 | 503.623,509 | 8.039.045,250 |
| 256+0.000 | 503.607,480 | 8.039.057,212 |
| 257+0.000 | 503.591,452 | 8.039.069,174 |
| 258+0.000 | 503.575,423 | 8.039.081,136 |
| 259+0.000 | 503.559,395 | 8.039.093,098 |
| 260+0.000 | 503.543,367 | 8.039.105,060 |
| 261+0.000 | 503.527,338 | 8.039.117,021 |
| 262+0.000 | 503.511,310 | 8.039.128,983 |
| 263+0.000 | 503.495,281 | 8.039.140,945 |
| 264+0.000 | 503.479,253 | 8.039.152,907 |
| 265+0.000 | 503.463,224 | 8.039.164,869 |
| 266+0.000 | 503.447,196 | 8.039.176,831 |
| 267+0.000 | 503.431,167 | 8.039.188,793 |
| 268+0.000 | 503.415,139 | 8.039.200,755 |
| 269+0.000 | 503.399,110 | 8.039.212,717 |
| 270+0.000 | 503.383,082 | 8.039.224,679 |
| 271+0.000 | 503.367,053 | 8.039.236,641 |
| 272+0.000 | 503.351,025 | 8.039.248,603 |
| 273+0.000 | 503.334,996 | 8.039.260,565 |
| 274+0.000 | 503.318,968 | 8.039.272,527 |
| 275+0.000 | 503.302,940 | 8.039.284,489 |
| 276+0.000 | 503.286,911 | 8.039.296,451 |
| 277+0.000 | 503.270,883 | 8.039.308,413 |
| 278+0.000 | 503.254,854 | 8.039.320,375 |
| 279+0.000 | 503.238,826 | 8.039.332,337 |
| 280+0.000 | 503.222,797 | 8.039.344,298 |
| 281+0.000 | 503.206,769 | 8.039.356,260 |
| 282+0.000 | 503.190,740 | 8.039.368,222 |
| 283+0.000 | 503.174,712 | 8.039.380,184 |
| 284+0.000 | 503.158,683 | 8.039.392,146 |
| 285+0.000 | 503.142,655 | 8.039.404,108 |
| 286+0.000 | 503.126,626 | 8.039.416,070 |
| 287+0.000 | 503.110,598 | 8.039.428,032 |
| 288+0.000 | 503.094,569 | 8.039.439,994 |
| 289+0.000 | 503.078,541 | 8.039.451,956 |
| 290+0.000 | 503.062,512 | 8.039.463,918 |
| 291+0.000 | 503.046,484 | 8.039.475,880 |
| 292+0.000 | 503.030,456 | 8.039.487,842 |
| 293+0.000 | 503.014,427 | 8.039.499,804 |
| 294+0.000 | 502.998,399 | 8.039.511,766 |
| 295+0.000 | 502.982,370 | 8.039.523,728 |
| 296+0.000 | 502.966,342 | 8.039.535,690 |
| 297+0.000 | 502.950,313 | 8.039.547,652 |
| 298+0.000 | 502.934,285 | 8.039.559,614 |
| 299+0.000 | 502.918,256 | 8.039.571,575 |
| 300+0.000 | 502.902,228 | 8.039.583,537 |

**Quadro 4 - Quadro de coordenadas**

| QUADRO DE COORDENADAS | | |
|---|---|---|
| ESTACA | X | Y |
| 301+0.000 | 502.886,199 | 8.039.595,499 |
| 302+0.000 | 502.870,171 | 8.039.607,461 |
| 303+0.000 | 502.854,142 | 8.039.619,423 |
| 304+0.000 | 502.838,114 | 8.039.631,385 |
| 305+0.000 | 502.822,085 | 8.039.643,347 |
| 306+0.000 | 502.806,057 | 8.039.655,309 |
| 307+0.000 | 502.790,029 | 8.039.667,271 |
| 308+0.000 | 502.774,000 | 8.039.679,233 |
| 309+0.000 | 502.757,972 | 8.039.691,195 |
| 310+0.000 | 502.741,943 | 8.039.703,157 |
| 311+0.000 | 502.725,915 | 8.039.715,119 |
| 312+0.000 | 502.709,886 | 8.039.727,081 |
| 313+0.000 | 502.693,858 | 8.039.739,043 |
| 314+0.000 | 502.677,829 | 8.039.751,005 |
| 315+0.000 | 502.661,801 | 8.039.762,967 |
| 316+0.000 | 502.645,772 | 8.039.774,929 |
| 317+0.000 | 502.629,744 | 8.039.786,891 |
| 318+0.000 | 502.613,715 | 8.039.798,852 |
| 319+0.000 | 502.597,687 | 8.039.810,814 |
| 320+0.000 | 502.581,658 | 8.039.822,776 |
| 321+0.000 | 502.565,630 | 8.039.834,738 |
| 322+0.000 | 502.549,601 | 8.039.846,700 |
| 323+0.000 | 502.533,573 | 8.039.858,662 |
| 324+0.000 | 502.517,545 | 8.039.870,624 |
| 325+0.000 | 502.501,516 | 8.039.882,586 |

# 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 2022, pela nossa empresa. O local mais representativo para o segmento em estudo foi escolhido foi no entroncamento da GO-210 com a GO-333.

## 4.3. PLANEJAMENTO DA PESQUISA DE TRÁFEGO

O planejamento da pesquisa de tráfego para a rodovia: GO-210 seguiu a IP - 05 e as recomendações dos engenheiros da GOINFRA.

## 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

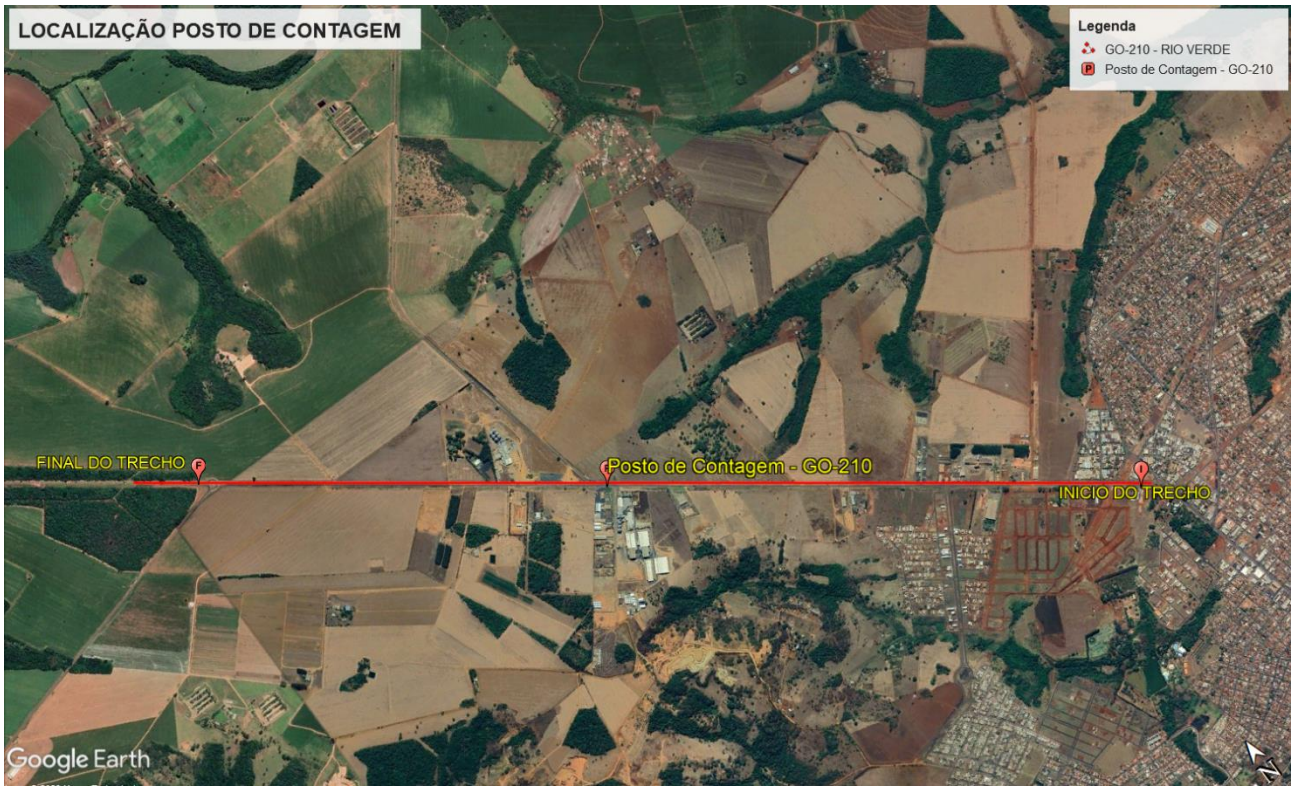
Para o desenvolvimento dos trabalhos foram realizadas "**Contagens Volumétricas e Classificatórias**" de tráfego nos dois sentidos de tráfego (unidirecional) em conformidade com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), no mês de **maio de 2022**, no seguinte posto:

- Posto 1- Localizado no entroncamento da GO-210 com a GO-333.

- 3 (três) dias, de 24:00 horas (das 00:00 às 24:00), na data de 03/05/2022 a 05/05/2022;

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 motociclos (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;

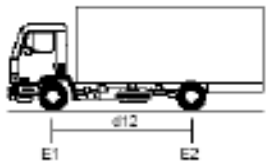
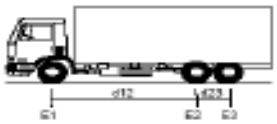
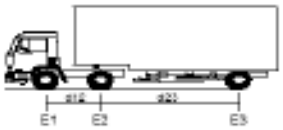
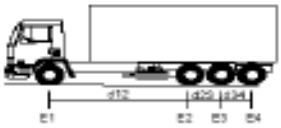
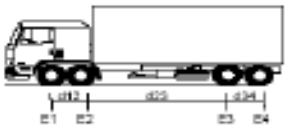
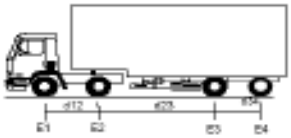
- **Reboques: 2C2 / 2C3 / 3C2 / 3C3**

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;

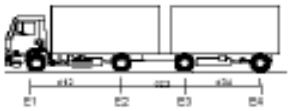
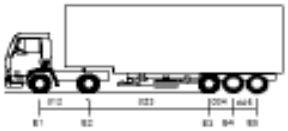
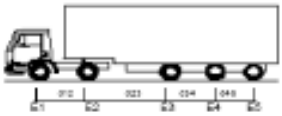
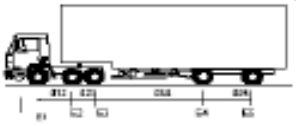
- **Composição de Veículos de Carga - CVC (Bitrem-3D4, Rodo trem- 3T6 e Tritrem-3T6)**

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.

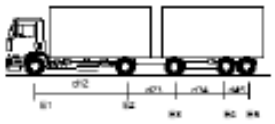
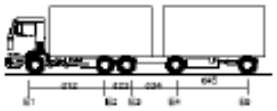
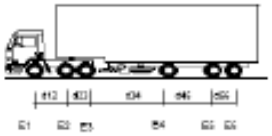
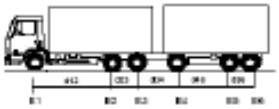
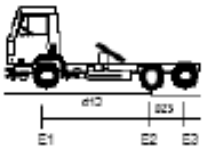
**Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT**

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

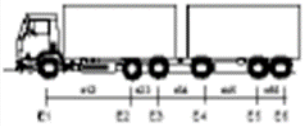
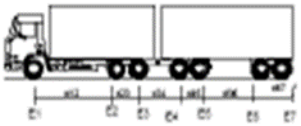
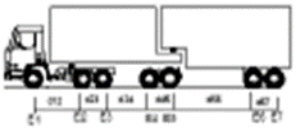
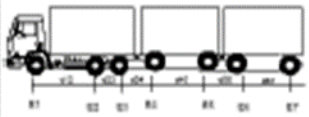
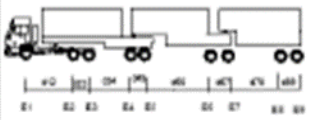
**Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT (continuação)**

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

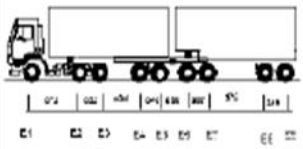
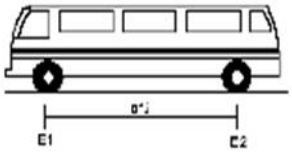
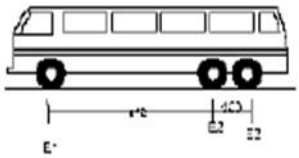
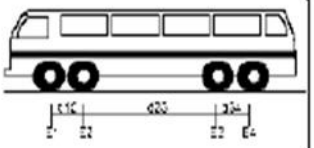
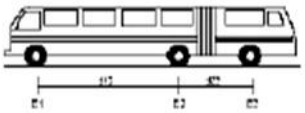
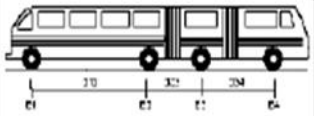
**Quadro 5 - Veículos Adotados na Classificação do DNIT (continuação)**

| SILHUETA | Nº DE EIXOS | PBT/CMT MÁX.(t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 5 | 43(45,2) | CAMINHÃO + REBOQUE<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2 = ED, RD, CM 10t<br>E3 = ED, RD, CM 10t<br>E4E5 = TD, CM 17t<br>d12, d23, d34 > 2,40m<br>1,20m < d45 ≤ 2,40m | 2C3 |
|  | 5 | 43(45,2) | CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>E5 = ED, RD, CM 10t<br>d12, d34, d45 > 2,40m<br>1,20m < d23 ≤ 2,40m | 3C2 |
| | 6 | 45(47,3) | CAMINHAO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4E5E6 = TT, CM 25,5t<br>d12, d34, > 2,40m<br>1,20m < d23, d45, d56 ≤ 2,40m | 3S3 |
| | 6 | 45(47,3) | CAMINHAO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>E5 = ED, RD, CM 10t<br>E6 = ED, RD, CM 10t<br>d12, d34, d45, d56 > 2,40m<br>1,20m < d23 ≤ 2,40m | 3I3 |
|  | 6 | 45(47,3) | CAMINHAO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>E5E6 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d45 > 2,40m<br>1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m | 3J3 |
|  | 6 | 45(47,3) | CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>E5E6 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d45 > 2,40m<br>1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m | 3C3 |
|  | 6 | 19,5(20,5) | CAMINHÃO TRATOR<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD(6 pneus), CM 13,5t<br>1,20m < d23 ≤ 2,40m<br>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 | N° DE EIXOS | PBT/CMT MÁX.(t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 6 | 50(52,5) | ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque)<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = T0, CM 17t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>E5E6 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d45 > 2,40m<br>1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m | 3D3 |
|  | 7 | 57(59,9) | ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque)<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = T0, CM 17t<br>E4E5 = TD, CM 17t<br>E6E7 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d56 > 2,40m<br>1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m | 3D4 |
|  | 7 | 57(59,9) | BI TREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques)<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = T0, CM 17t<br>E4E5 = TD, CM 17t<br>E6E7 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d56 > 2,40m<br>1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m | 3D4 |
|  | 7 | 63(66,2) | TREMINHÃO(caminhão trucado + dois reboques)<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>E5 = ED, RD, CM 10t<br>E6 = ED, RD, CM 10t<br>E7 = ED, RD, CM 10t<br>d12, d34, d56, d67 > 2,40m<br>1,20m < d23 ≤ 2,40m | 3Q4 |
|  | 9 | 74(77,7) | TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques)<br>E1 = ES. RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4E5 = TD, CM 17t<br>E6E7 = TD, CM 17t<br>E8E9 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d56, d78 > 2,40m<br>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)**<br>E1 = ES. RS, CM 6t<br>E2E3 = TD, CM 17t<br>E4E5 = TD, CM 17t<br>E6E7 = TD, CM 17t<br>E8E9 = TD, CM 17t<br>d12, d34, d56, d78 > 2,40m<br>1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m | 3T6 |
|  | 2 | **16**(16,8) | **ÔNIBUS**<br>E1 = ES. RS, CM 6t ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumáttico<br>E2 = ED, RD, CM 10t<br>d12 ≤ 3,50m | 2CB |
|  | 3 | **19,5**(20,5) | **ÔNIBUS TRUCADO**<br>E1 = ES,. RS, CM 6t<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t<br>d12 > 2,40m<br>1,20 < d23 ≤ 2,40m | 3CB |
|  | 4 | **25,5**(26,8) | **ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL TRUCADO**<br>E1E2 = conjunto de eixos direcionais, carga máxima 12 ton<br>E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t<br>1,20 < d34 ≤ 2,40m | 4CB |
|  | 3 | **26**(27,3) | **ÔNIBUS URBANO ARTICULADO**<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2 = ED, RD, CM 10t<br>E3 = ED, RD, CM 10t<br>d12, d23 > 2,40m | 2SB1 |
|  | 4 | **36**(37,8) | **ÔNIBUS URBANO BI-ARTICULADO**<br>E1 = ES, RS, CM 6t<br>E2 = ED, RD, CM 10t<br>E3 = ED, RD, CM 10t<br>E4 = ED, RD, CM 10t<br>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-210 CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO

Sent.: Montividiu - Rio Verde

| | | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03/05/2022 | P / U | 31 | 19 | 16 | 17 | 17 | 38 | 95 | 149 | 155 | 165 | 142 | 138 | 163 | 160 | 218 | 167 | 237 | 354 | 321 | 188 | 83 | 83 | 54 | 30 |
| | 2CB | 01 | | | | | 02 | 02 | 06 | | | 03 | 03 | 05 | | 02 | | 05 | 05 | 06 | 02 | 06 | 03 | 02 | |
| | 3CB | | | | | | | | | | | | 01 | | | | 02 | | | | | | | | |
| | 2C | 03 | 03 | 01 | | 02 | 03 | 03 | 09 | 12 | 10 | 13 | 17 | 06 | 08 | 13 | 20 | 23 | 16 | 11 | 10 | 01 | 05 | 02 | 03 |
| | 3C/4C | 04 | 02 | 02 | 03 | 01 | 03 | 10 | 21 | 10 | 20 | 11 | 08 | 11 | 14 | 17 | 09 | 19 | 28 | 14 | 10 | 08 | 03 | 04 | 03 |
| | 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S2 | | | | | | | 01 | | 01 | | | | 01 | | | | | | | | 01 | | 01 | |
| | 2S3 | | | | | | | 01 | 01 | 01 | 02 | | | | | 03 | 01 | 02 | 01 | 01 | | | 01 | | |
| | 3S2 | | | | | | | | | | 01 | | | | | | 01 | | | 01 | 03 | | | | |
| | 3S3 | 01 | 02 | 01 | | | 03 | 03 | 04 | 03 | 11 | 05 | 05 | 07 | 05 | 11 | 12 | 10 | 06 | 06 | 06 | 05 | 03 | 02 | 01 |
| | 2C2 | | | | | | | | | | | | | 01 | | | | | | | | | | | |
| | 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3D4 | 02 | 02 | 01 | | 02 | 01 | | 02 | 09 | 11 | 14 | 08 | 04 | 05 | 10 | 13 | 13 | 10 | 05 | 04 | 01 | 02 | 02 | 02 |
| | 3T6 | 03 | 03 | 02 | 02 | 03 | 02 | 08 | 12 | 07 | 07 | 16 | 18 | 22 | 07 | 25 | 16 | 16 | 23 | 22 | 11 | 06 | 03 | 03 | 03 |
| | Outros | 02 | 02 | | | 02 | 02 | 21 | 17 | 33 | 19 | 28 | 37 | 14 | 07 | 17 | 27 | 54 | 82 | 42 | 13 | 04 | 03 | 03 | 03 |

| | | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 04/05/2022 | P / U | 26 | 17 | 23 | 21 | 25 | 43 | 81 | 158 | 193 | 166 | 127 | 160 | 182 | 169 | 174 | 204 | 250 | 386 | 315 | 116 | 66 | 43 | 41 | 14 |
| | 2CB | | | | 01 | 01 | | 03 | 02 | 01 | | 01 | 03 | 05 | | | 02 | 09 | 06 | 04 | | 04 | 01 | 01 | |
| | 3CB | | | | | | | | | | | | 01 | | | | | | | | | | | | |
| | 2C | 02 | 01 | 02 | 02 | 03 | 02 | 05 | 07 | 15 | 14 | 15 | 09 | 08 | 12 | 09 | 15 | 16 | 15 | 17 | 06 | 05 | 02 | 01 | 02 |
| | 3C/4C | 02 | 01 | 04 | 02 | 01 | 03 | 01 | 11 | 09 | 14 | 15 | 17 | 11 | 08 | 22 | 15 | 15 | 22 | 14 | 07 | 04 | 01 | 04 | 03 |
| | 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S2 | | | | | 01 | 01 | 02 | 02 | | 01 | 01 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S3 | | | 01 | | | | 02 | 01 | 03 | 02 | | 02 | 01 | | 01 | 02 | 01 | 01 | 06 | 01 | | | | |
| | 3S2 | | | | | | | | | 01 | | | | 01 | | | | | 01 | 01 | | | | | |
| | 3S3 | 01 | 01 | 02 | 01 | 02 | 02 | 03 | 03 | 01 | 05 | 10 | 02 | 09 | 07 | 11 | 10 | 08 | 10 | 05 | 04 | 02 | 01 | 02 | |
| | 2C2 | | | | | | | | | | | 01 | 01 | | | | | | | 01 | | | | | |
| | 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3D4 | 02 | | 01 | 01 | 01 | 03 | 03 | 06 | 04 | 07 | 06 | 19 | 07 | 05 | 05 | 13 | 07 | 09 | 11 | 06 | 08 | 03 | 01 | 03 |
| | 3T6 | 03 | 04 | 01 | 02 | 02 | 04 | 25 | 20 | 14 | 08 | 18 | 16 | 18 | 11 | 20 | 18 | 26 | 18 | 26 | 09 | 07 | 04 | 02 | 02 |
| | Outros | 02 | | 01 | 01 | 02 | | 18 | 15 | 22 | 11 | 12 | 37 | 18 | 16 | 08 | 30 | 47 | 88 | 38 | 07 | 03 | 02 | 03 | 02 |

| | | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05/05/2022 | P / U | 28 | 12 | 17 | 19 | 19 | 27 | 100 | 154 | 168 | 156 | 153 | 176 | 192 | 135 | 186 | 176 | 259 | 389 | 286 | 144 | 77 | 52 | 24 | 16 |
| | 2CB | 01 | | | | | 01 | 01 | 05 | 01 | | 02 | 02 | 07 | | 02 | 04 | 04 | 08 | 04 | 02 | 05 | 01 | | |
| | 3CB | | | | | | | | | | | | 01 | | | | | | | | | | | | |
| | 2C | 03 | 02 | 02 | 02 | 02 | 01 | 05 | 03 | 12 | 14 | 11 | 12 | 11 | 09 | 16 | 04 | 12 | 24 | 11 | 03 | 03 | 03 | | |
| | 3C/4C | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | | 06 | 06 | 14 | 21 | 12 | 13 | 20 | 11 | 14 | 12 | 14 | 24 | 11 | 05 | 02 | 02 | | |
| | 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S2 | | | | 01 | | | | | | | | | | | | | | | 01 | | | | 01 | |
| | 2S3 | | 01 | 01 | | | | 01 | 01 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | 02 | 01 | 01 | | | 02 | | | | |
| | 3S2 | | | | | | | | | | 01 | 01 | 01 | | | | | | 01 | | | | | | |
| | 3S3 | 02 | | | 02 | | 01 | 02 | 03 | 04 | 06 | 08 | 04 | 11 | 08 | 05 | 05 | 06 | 13 | 08 | 07 | 01 | 01 | 02 | 03 |
| | 2C2 | | | | | | | | | | | | 01 | | | | | | | | 01 | | 01 | | |
| | 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3D4 | 02 | 01 | 02 | 01 | 01 | 01 | 02 | 02 | 07 | 05 | 20 | 08 | 07 | 13 | 07 | 10 | 08 | 12 | 06 | 03 | 05 | 06 | 02 | 01 |
| | 3T6 | 03 | 01 | 01 | 02 | 02 | 03 | 12 | 20 | 10 | 15 | 24 | 20 | 20 | 17 | 11 | 26 | 24 | 25 | 16 | 06 | 01 | 01 | 05 | |
| | Outros | 03 | 01 | | | 02 | 02 | 15 | 18 | 13 | 13 | 17 | 34 | 23 | 12 | 18 | 26 | 43 | 95 | 41 | 08 | 03 | 03 | | 01 |

Rodovia: GO-210

CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO

Sent.: Rio Verde - Montividiu

| | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03/05/2022 | P / U | 19 | 08 | 06 | 10 | 16 | 25 | 193 | 324 | 252 | 185 | 148 | 144 | 153 | 232 | 189 | 169 | 198 | 202 | 170 | 134 | 53 | 37 | 36 | 13 |
| | 2CB | | | | | 01 | 04 | 09 | 08 | | 07 | 09 | | 02 | 02 | | 02 | 04 | 02 | 10 | 01 | | | 01 | |
| | 3CB | | | | | | | 02 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2C | 02 | | | 01 | 02 | 01 | 06 | 20 | 23 | 18 | 12 | 18 | 05 | 13 | 22 | 21 | 14 | 09 | 08 | 04 | | 02 | | 01 |
| | 3C/4C | 01 | 01 | 01 | | 01 | 02 | 07 | 29 | 21 | 26 | 17 | 10 | 11 | 19 | 22 | 26 | 17 | 11 | 02 | 02 | 01 | 01 | 01 | |
| | 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S2 | | | | | | | | | | | | | 01 | 01 | | | | | | | | | | |
| | 2S3 | | | | | | | 02 | 02 | 01 | 01 | 03 | 01 | | 01 | 01 | 01 | | | 01 | 02 | | | | |
| | 3S2 | | | | | | | 01 | | | | 01 | | 01 | | | | | | 01 | | | | | |
| | 3S3 | | 01 | | 01 | 01 | 06 | 12 | 12 | 06 | 07 | 07 | 09 | 14 | 08 | 05 | 10 | 13 | 03 | 04 | | | 02 | 01 | |
| | 2C2 | | | | | | | | 01 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | 01 | 01 | | | | | | 01 | | | 01 | | | | |
| | 3D4 | 01 | | 01 | 01 | 02 | 05 | 07 | 16 | 10 | 07 | 06 | 03 | 03 | 05 | 04 | 07 | 04 | 09 | 01 | 06 | 02 | 03 | 02 | 02 |
| | 3T6 | 01 | 02 | | 01 | 02 | 03 | 19 | 24 | 22 | 14 | 18 | 15 | 15 | 16 | 09 | 09 | 10 | 19 | 08 | 07 | 03 | 02 | 02 | 01 |
| | Outros | 01 | 01 | | | | | 67 | 92 | 26 | 17 | 09 | 17 | 31 | 27 | 17 | 13 | 20 | 23 | 20 | 17 | 04 | 03 | 07 | |

| | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 04/05/2022 | P / U | 12 | 10 | 10 | 12 | 20 | 30 | 181 | 338 | 244 | 219 | 181 | 154 | 154 | 193 | 178 | 180 | 185 | 179 | 177 | 119 | 52 | 68 | 30 | 09 |
| | 2CB | | | | 01 | 01 | 03 | 10 | 06 | | 03 | 05 | | 03 | 02 | | 01 | 05 | 03 | 08 | | | | 02 | |
| | 3CB | | | | | | | 01 | | | | 01 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2C | 01 | | 01 | 01 | 02 | 03 | 05 | 19 | 21 | 16 | 18 | 17 | 10 | 19 | 12 | 16 | 17 | 12 | 06 | 05 | 01 | 01 | 02 | 01 |
| | 3C/4C | 01 | 01 | | 01 | 01 | 01 | 06 | 31 | 15 | 21 | 14 | 19 | 09 | 24 | 17 | 15 | 11 | 09 | 03 | 02 | 02 | 01 | 01 | |
| | 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S2 | | | | | | | 04 | 02 | 01 | 02 | | 01 | | 01 | | | 01 | 01 | | | | | | |
| | 2S3 | | | | | | | 01 | 03 | | 04 | 01 | 01 | 01 | | 02 | 03 | | 01 | | 01 | | | | |
| | 3S2 | | | | | | | | 01 | | | | 01 | | 01 | | | | | | | | | | |
| | 3S3 | 01 | 01 | | 01 | 02 | 02 | 05 | 09 | 07 | 08 | 03 | 11 | 03 | 08 | 09 | 05 | 04 | 05 | 04 | | 04 | 02 | 02 | |
| | 2C2 | | | | | | | 01 | 01 | | 01 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3D4 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 07 | 12 | 12 | 07 | 05 | 06 | 09 | 06 | 06 | 03 | 06 | 08 | 04 | 10 | 05 | 04 | 03 | 03 | 01 |
| | 3T6 | 02 | 01 | 01 | 02 | 02 | 09 | 24 | 07 | 14 | 11 | 16 | 08 | 10 | 12 | 08 | 15 | 14 | 17 | 05 | 03 | 05 | 02 | 03 | 02 |
| | Outros | | | | 01 | | 12 | 61 | 78 | 14 | 11 | 17 | 20 | 18 | 28 | 12 | 17 | 12 | 22 | 21 | 12 | 03 | 02 | 07 | 02 |

| | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 05/05/2022 | P / U | 10 | 11 | 10 | 11 | 24 | 44 | 191 | 350 | 266 | 246 | 169 | 149 | 125 | 222 | 197 | 150 | 187 | 186 | 201 | 109 | 70 | 60 | 43 | 11 |
| | 2CB | | | | | 01 | 04 | 08 | 07 | | 04 | 09 | 01 | 01 | 07 | 01 | 02 | 06 | 02 | 08 | | 01 | 01 | 02 | 01 |
| | 3CB | | | | | | | | | 01 | | | | | | | | 01 | | | | | | | |
| | 2C | 02 | 01 | 01 | 02 | 01 | 05 | 07 | 13 | 25 | 20 | 24 | 16 | 06 | 22 | 18 | 14 | 08 | 11 | 02 | 02 | 03 | 02 | 01 | |
| | 3C/4C | 01 | 03 | 02 | | 02 | 01 | 13 | 27 | 18 | 18 | 21 | 19 | 10 | 17 | 24 | 15 | 15 | 06 | 06 | 02 | | | | 02 |
| | 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2S2 | | | | | | | | 02 | | | | | | | | | | | 01 | | | | | |
| | 2S3 | | | | | 01 | 01 | 01 | 01 | 03 | 01 | 01 | 01 | 02 | 02 | 01 | 01 | | | | | | | | |
| | 3S2 | | | | | | | 02 | 03 | | 01 | | 03 | | | | 01 | | | | | | | | |
| | 3S3 | 02 | 01 | | | 03 | 04 | 08 | 03 | 10 | 06 | 08 | 03 | 08 | 07 | 08 | 06 | 02 | 04 | 06 | 05 | 03 | 04 | 02 | |
| | 2C2 | | | | | | | | 01 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | | | | | 01 | | | | | | 01 | | | | |
| | 3D4 | | 03 | 02 | 02 | 01 | 08 | 09 | 13 | 09 | 07 | 06 | 07 | 02 | 08 | 11 | 09 | 04 | 06 | 06 | 05 | 03 | 04 | 02 | |
| | 3T6 | 01 | 02 | 01 | 01 | 02 | 10 | 15 | 30 | 20 | 20 | 16 | 09 | 18 | 25 | 13 | 18 | 14 | 21 | 06 | 08 | | 04 | 05 | 03 |
| | Outros | 01 | | | 01 | | 25 | 62 | 78 | 17 | 21 | 24 | 26 | 21 | 25 | 18 | 21 | 16 | 23 | 24 | 06 | 02 | 02 | 06 | 02 |

Rodovia: GO-210

CONTAGEM DE TRÁFEGO

ontividiu - Rio Verde

| 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 | 28 | 16 | 19 | 19 | 20 | 36 | 92 | 154 | 172 | 162 | 141 | 158 | 179 | 155 | 193 | 182 | 249 | 376 | 307 | 149 | 75 | 59 | 40 | 20 |
| 2CB | 01 | | | 01 | 01 | 01 | 02 | 04 | 01 | | 02 | 03 | 06 | | 01 | 02 | 06 | 06 | 05 | 01 | 05 | 02 | 01 | |
| 3CB | | | | | | | | | | | | 01 | | | | 01 | | | | | | | | |
| 2C | 03 | 02 | 02 | 01 | 02 | 02 | 04 | 06 | 13 | 13 | 13 | 13 | 08 | 10 | 13 | 13 | 17 | 18 | 13 | 06 | 03 | 03 | 01 | 02 |
| 3C/4C | 02 | 01 | 02 | 02 | 01 | 02 | 06 | 13 | 11 | 18 | 13 | 13 | 14 | 11 | 18 | 12 | 16 | 25 | 13 | 07 | 05 | 02 | 03 | 02 |
| 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2S2 | | | | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | | 01 | | | | | | 01 | | 01 | | 01 | |
| 2S3 | | 01 | 01 | | | | 01 | 01 | 02 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | 01 | 01 | 01 | 02 | 01 | | 01 | | |
| 3S2 | | | | | | | | | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | | | 01 | | 01 | 01 | 01 | | | | |
| 3S3 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | 03 | 03 | 03 | 07 | 08 | 04 | 09 | 07 | 09 | 09 | 08 | 10 | 06 | 06 | 03 | 02 | 02 | 01 |
| 2C2 | | | | | | | | | | | 01 | 01 | 01 | | | | | | 01 | 01 | | 01 | | |
| 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3D4 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | 02 | 03 | 07 | 08 | 13 | 12 | 06 | 08 | 07 | 12 | 09 | 10 | 07 | 04 | 05 | 04 | 02 | 02 |
| 3T6 | 03 | 03 | 01 | 02 | 02 | 03 | 15 | 17 | 10 | 10 | 19 | 18 | 20 | 12 | 19 | 20 | 22 | 22 | 21 | 09 | 05 | 03 | 03 | 02 |
| Outros | 02 | 01 | 01 | 01 | 02 | 01 | 18 | 17 | 23 | 14 | 19 | 36 | 18 | 12 | 14 | 28 | 48 | 88 | 40 | 09 | 03 | 03 | 02 | 02 |

io Verde - Montividiu

| 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 | 14 | 10 | 09 | 11 | 20 | 33 | 188 | 337 | 254 | 217 | 166 | 149 | 144 | 216 | 188 | 166 | 190 | 189 | 183 | 121 | 58 | 55 | 36 | 11 |
| 2CB | | | | 01 | 01 | 04 | 09 | 07 | | 05 | 08 | 01 | 02 | 04 | 01 | 02 | 05 | 02 | 09 | 01 | 01 | 01 | 02 | 01 |
| 3CB | | | | | | | 01 | | 01 | | 01 | | | | | | 01 | | | | | | | |
| 2C | 02 | 01 | 01 | 01 | 02 | 03 | 06 | 17 | 23 | 18 | 18 | 17 | 07 | 18 | 17 | 17 | 13 | 11 | 05 | 04 | 01 | 02 | 01 | 01 |
| 3C/4C | 01 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 | 09 | 29 | 18 | 22 | 17 | 16 | 10 | 20 | 21 | 19 | 14 | 09 | 04 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 |
| 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2S2 | | | | | | | 01 | 01 | 01 | 01 | | 01 | 01 | 01 | | | 01 | 01 | 01 | | | | | |
| 2S3 | | | | | 01 | 01 | 01 | 02 | 01 | 02 | 02 | 01 | 01 | 01 | 01 | 02 | | 01 | 01 | 01 | | | | |
| 3S2 | | | | | | | 01 | 01 | | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | | 01 | | | 01 | | | | | |
| 3S3 | 01 | 01 | | 01 | 02 | 04 | 08 | 08 | 08 | 07 | 06 | 08 | 08 | 08 | 07 | 07 | 06 | 04 | 05 | 02 | 02 | 03 | 02 | |
| 2C2 | | | | | | | 01 | 01 | | 01 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | 01 | 01 | | | 01 | | | 01 | | | 01 | | | | |
| 3D4 | 01 | 01 | 01 | 01 | 01 | 07 | 09 | 14 | 09 | 06 | 06 | 06 | 04 | 06 | 06 | 07 | 05 | 06 | 06 | 05 | 03 | 03 | 02 | 01 |
| 3T6 | 01 | 02 | 01 | 01 | 02 | 07 | 19 | 20 | 19 | 15 | 17 | 11 | 14 | 18 | 10 | 14 | 13 | 19 | 06 | 06 | 03 | 03 | 03 | 02 |
| Outros | 01 | 01 | | 01 | | 12 | 63 | 83 | 19 | 16 | 17 | 21 | 23 | 27 | 16 | 17 | 16 | 23 | 22 | 12 | 03 | 02 | 07 | 01 |

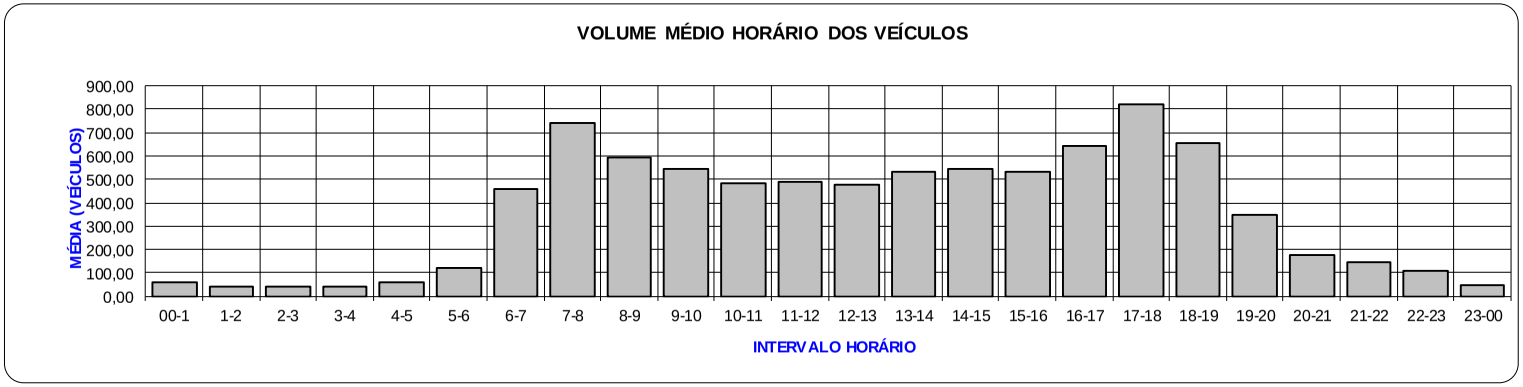
# Tabela 2 - Volume médio de tráfego

Rodovia: GO-210

VOLUME MÉDIO DE TRÁFEGO - POSTO Nº 01

VMD = SOMA (2 SENTIDOS) / NÚMERO DE DIAS

| 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 | Ft.Eq. | UCP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P / U | 42,00 | 25,67 | 27,33 | 30,00 | 40,33 | 69,00 | 280,33 | 491,00 | 426,00 | 379,00 | 306,67 | 307,00 | 323,00 | 370,33 | 380,67 | 348,67 | 438,67 | 565,33 | 490,00 | 270,00 | 133,67 | 114,33 | 76,00 | 31,00 | 5967,00 | 1,00 | 5967,00 |
| 2CB | 1,00 | | | 0,67 | 1,33 | 4,67 | 11,00 | 11,33 | 0,67 | 4,67 | 9,67 | 3,00 | 7,67 | 3,67 | 1,67 | 3,67 | 11,00 | 8,67 | 13,33 | 1,67 | 5,33 | 2,00 | 2,67 | 0,33 | 110,00 | 1,50 | 165,00 |
| 3CB | | | | | | | 1,00 | | 0,33 | | 0,33 | 1,00 | | | | 0,67 | 0,33 | | | | | | | | 4,00 | 1,50 | 6,00 |
| 2C | 4,00 | 2,33 | 2,33 | 2,67 | 4,00 | 5,00 | 10,33 | 23,67 | 36,00 | 30,67 | 31,00 | 29,67 | 15,33 | 27,67 | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 29,00 | 18,33 | 10,00 | 4,33 | 5,00 | 2,00 | 2,33 | 386,00 | 1,50 | 579,00 |
| 3C/4C | 3,00 | 3,00 | 3,33 | 2,33 | 2,67 | 3,33 | 14,33 | 41,67 | 29,00 | 40,00 | 30,00 | 28,67 | 24,00 | 31,00 | 38,67 | 30,67 | 30,33 | 33,33 | 16,67 | 9,33 | 5,67 | 2,67 | 3,33 | 2,67 | 430,00 | 2,00 | 860,00 |
| 2S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,00 | |
| 2S2 | | | | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 2,33 | 2,00 | 0,67 | 1,00 | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,67 | | | 0,33 | 0,33 | 0,67 | | 0,33 | | 0,67 | | 12,00 | 2,00 | 24,00 |
| 2S3 | | 0,33 | 0,67 | | 0,33 | 0,33 | 2,67 | 3,00 | 3,33 | 3,67 | 2,00 | 2,00 | 1,67 | 1,67 | 3,33 | 3,00 | 1,33 | 1,00 | 2,67 | 2,00 | | 0,33 | | | 36,00 | 2,00 | 72,00 |
| 3S2 | | | | | | | 1,00 | 1,33 | 0,33 | 1,00 | 0,67 | 1,67 | 0,67 | 0,33 | | 0,67 | | 0,67 | 1,00 | 1,00 | | | | | 11,00 | 2,00 | 22,00 |
| 3S3 | 2,33 | 2,00 | 1,00 | 1,67 | 2,67 | 6,00 | 11,00 | 11,33 | 10,33 | 14,33 | 13,67 | 11,33 | 17,33 | 14,33 | 16,33 | 16,00 | 14,33 | 13,67 | 11,00 | 7,33 | 5,00 | 4,33 | 3,67 | 1,33 | 213,00 | 2,00 | 426,00 |
| 2C2 | | | | | | | 0,33 | 1,00 | | 0,33 | 0,33 | 0,67 | 0,33 | | | | | | 0,33 | 0,33 | | 0,33 | | | 4,00 | 2,00 | 8,00 |
| 2C3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,00 | |
| 3C2/3C3/3C4 | | | | | | | | | | 0,33 | 0,33 | | | 0,33 | | | 0,33 | | | 0,67 | | | | | 2,00 | 2,00 | 4,00 |
| 3D4 | 2,67 | 2,33 | 2,67 | 2,00 | 2,67 | 8,33 | 11,00 | 17,00 | 15,33 | 14,00 | 19,33 | 18,00 | 9,67 | 14,00 | 13,33 | 19,33 | 14,67 | 16,67 | 13,00 | 9,67 | 7,67 | 7,00 | 4,00 | 3,00 | 248,00 | 2,00 | 496,00 |
| 3T6 | 4,33 | 4,33 | 2,00 | 3,33 | 4,33 | 10,33 | 34,33 | 37,67 | 29,00 | 25,00 | 36,00 | 28,67 | 34,33 | 29,33 | 28,67 | 34,00 | 34,67 | 41,00 | 27,67 | 14,67 | 7,33 | 5,33 | 6,67 | 3,67 | 487,00 | 2,00 | 974,00 |
| Outros | 3,00 | 1,33 | 0,33 | 1,00 | 2,00 | 13,67 | 81,33 | 99,33 | 41,67 | 30,67 | 35,67 | 57,00 | 41,67 | 38,33 | 30,00 | 44,67 | 64,00 | 111,00 | 62,00 | 21,00 | 6,33 | 5,00 | 8,67 | 3,33 | 803,00 | 1,00 | 803,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | |
| TOTAL | 62,33 | 41,33 | 39,67 | 44,00 | 60,67 | 121,00 | 461,00 | 740,33 | 592,67 | 544,67 | 486,00 | 489,00 | 476,33 | 531,67 | 542,67 | 531,33 | 640,00 | 820,67 | 656,67 | 347,67 | 175,67 | 146,33 | 107,67 | 47,67 | 8713,00 | | 10406,00 |

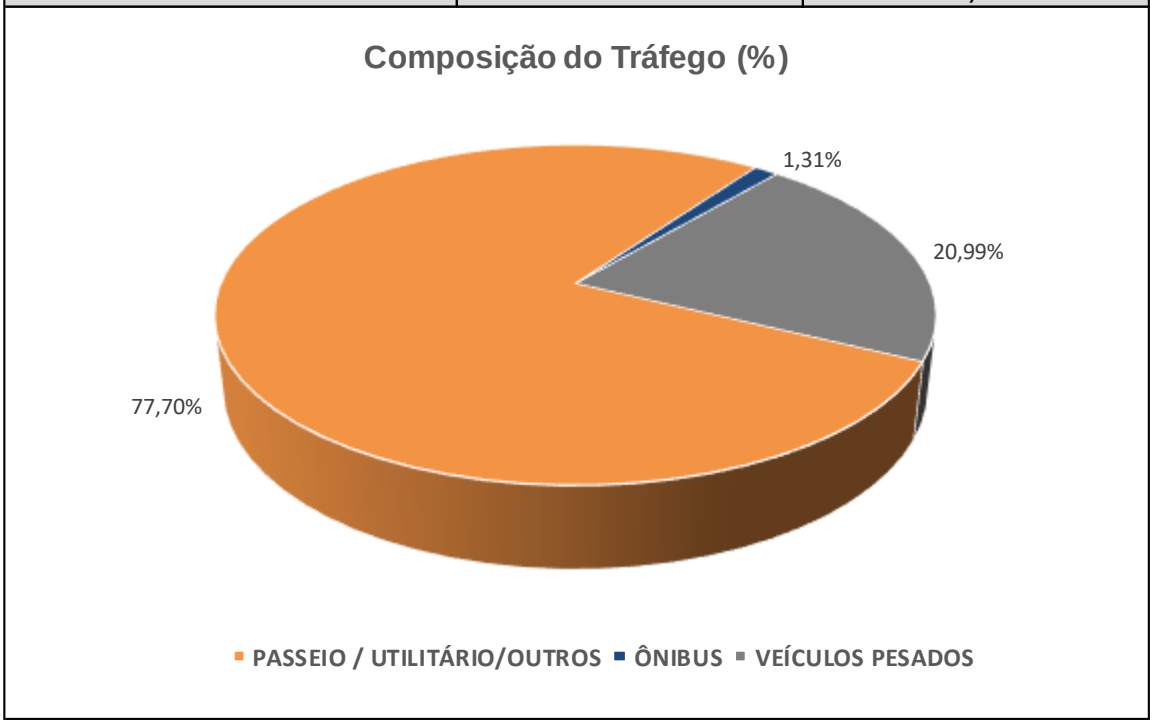


## 4.8. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO

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**

| Tipo | Totais | Porcentagem |
|---|---|---|
| PASSEIO / UTILITÁRIO/OUTROS | 6770 | 77,70% |
| ÔNIBUS | 114 | 1,31% |
| VEÍCULOS PESADOS | 1829 | 20,99% |
| **TOTAL:** | **8713** | **100,00%** |




## 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 = 0,40**

### 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 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 3.

**Tabela 3 - 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 | $FC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3{,}3549}$ |
| | ≥ 18 | $FC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5{,}5789}$ |

P = Peso Bruto Total sobre o Eixo

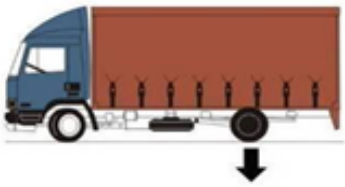
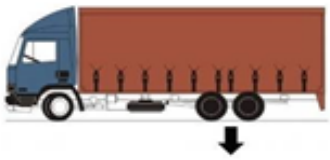
**Quadro 9 - Fatores de Equivalência de Carga do AASHTO**

| 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**

| Veíc. | Condição de Carga | Nº Eixos | VMD | EIXOS | | | | | | | | | | | | | | | | MÉTODO USACE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ESRS | Carga | FC | EQ.OP. | ESRD | Carga | FC | EQ.OP. | ETD | Carga | FC | EQ.OP. | ETT | Carga | FC | EQ.OP. | FCi | FEi | FVi | Pi (%) | FVi x Pi |
| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (21) | (22) | (23) |
| 2CB | Vazio | 2 | 22 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,9788 | 1 | 5,00 | 0,1336 | 6,6799 | | | | | | | | | 0,0766 | 2 | 0,1532 | 1,1323 | 0,0017 |
| 2CB | Carregado | 2 | 88 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 16,9047 | 1 | 10,50 | 4,4632 | 223,1606 | | | | | | | | | 2,4007 | 2 | 4,8013 | 4,5291 | 0,2175 |
| 3CB | Vazio | 2 | 1 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,9788 | | | | | 1 | 6,20 | 0,0898 | 4,4885 | | | | | 0,0547 | 2 | 0,1093 | 0,0515 | 0,0001 |
| 3CB | Carregado | 2 | 3 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 16,9047 | | | | | 1 | 14,18 | 3,1556 | 157,7778 | | | | | 1,7468 | 2 | 3,4937 | 0,1544 | 0,0054 |
| 2C | Vazio | 2 | 77 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,9788 | 1 | 4,50 | 0,0875 | 4,3746 | | | | | | | | | 0,0535 | 2 | 0,1071 | 3,9629 | 0,0042 |
| 2C | Carregado | 2 | 309 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 16,9047 | 1 | 10,50 | 4,4632 | 223,1606 | | | | | | | | | 2,4007 | 2 | 4,8013 | 15,9032 | 0,7636 |
| 3C | Vazio | 2 | 86 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,9788 | | | | | 1 | 6,20 | 0,0898 | 4,4885 | | | | | 0,0547 | 2 | 0,1093 | 4,4261 | 0,0048 |
| 3C | Carregado | 2 | 344 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 16,9047 | | | | | 1 | 17,85 | 11,1714 | 558,5697 | | | | | 5,7547 | 2 | 11,5095 | 17,7046 | 2,0377 |
| 2S1 | Vazio | 3 | 0 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,6525 | 2 | 4,50 | 0,0875 | 5,8328 | | | | | | | | | 0,0649 | 3 | 0,1946 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2S1 | Carregado | 3 | 0 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 11,2698 | 2 | 10,50 | 4,4632 | 297,5475 | | | | | | | | | 3,0882 | 3 | 9,2645 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2S2 | Vazio | 3 | 2 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,6525 | 1 | 4,50 | 0,0875 | 2,9164 | 1 | 6,20 | 0,0898 | 2,9923 | | | | | 0,0656 | 3 | 0,1968 | 0,1029 | 0,0002 |
| 2S2 | Carregado | 3 | 10 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 11,2698 | 1 | 10,50 | 4,4632 | 148,7738 | 1 | 17,85 | 11,1714 | 372,3798 | | | | | 5,3242 | 3 | 15,9727 | 0,5147 | 0,0822 |
| 2S3 | Vazio | 3 | 7 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,6525 | 1 | 4,50 | 0,0875 | 2,9164 | | | | | 1 | 7,50 | 0,0693 | 2,3102 | 0,0588 | 3 | 0,1764 | 0,3603 | 0,0006 |
| 2S3 | Carregado | 3 | 29 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 11,2698 | 1 | 10,50 | 4,4632 | 148,7738 | | | | | 1 | 26,78 | 12,2092 | 406,9731 | 5,6702 | 3 | 17,0105 | 1,4925 | 0,2539 |
| 3S2 | Vazio | 3 | 2 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,6525 | | | | | 2 | 6,20 | 0,0898 | 5,9846 | | | | | 0,0664 | 3 | 0,1991 | 0,1029 | 0,0002 |
| 3S2 | Carregado | 3 | 9 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 11,2698 | | | | | 2 | 17,85 | 11,1714 | 744,7596 | | | | | 7,5603 | 3 | 22,6809 | 0,4632 | 0,1051 |
| 3S3 | Vazio | 3 | 43 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,6525 | | | | | 1 | 6,20 | 0,0898 | 2,9923 | 1 | 7,50 | 0,0693 | 2,3102 | 0,0596 | 3 | 0,1787 | 2,2131 | 0,0040 |
| 3S3 | Carregado | 3 | 170 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 11,2698 | | | | | 1 | 17,85 | 11,1714 | 372,3798 | 1 | 26,78 | 12,2092 | 406,9731 | 7,9062 | 3 | 23,7187 | 8,7494 | 2,0752 |
| 2C2 | Vazio | 4 | 1 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,4894 | 3 | 4,50 | 0,0875 | 6,5619 | | | | | | | | | 0,0705 | 4 | 0,2821 | 0,0515 | 0,0001 |
| 2C2 | Carregado | 4 | 3 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 8,4524 | 3 | 10,50 | 4,4632 | 334,7410 | | | | | | | | | 3,4319 | 4 | 13,7277 | 0,1544 | 0,0212 |
| 2C3 | Vazio | 4 | 0 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,4894 | 2 | 4,50 | 0,0875 | 4,3746 | 1 | 6,20 | 0,0898 | 2,2442 | | | | | 0,0711 | 4 | 0,2843 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2C3 | Carregado | 4 | 0 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 8,4524 | 2 | 10,50 | 4,4632 | 223,1606 | 1 | 17,85 | 11,1714 | 279,2848 | | | | | 5,1090 | 4 | 20,4359 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3C2 | Vazio | 4 | 0 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,4894 | 2 | 4,50 | 0,0875 | 4,3746 | 1 | 6,20 | 0,0898 | 2,2442 | | | | | 0,0711 | 4 | 0,2843 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3C2 | Carregado | 4 | 2 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 8,4524 | 2 | 10,50 | 4,4632 | 223,1606 | 1 | 17,85 | 11,1714 | 279,2848 | | | | | 5,1090 | 4 | 20,4359 | 0,1029 | 0,0210 |
| 3C3 | Vazio | 4 | | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,4894 | 1 | 4,50 | 0,0875 | 2,1873 | 2 | 6,20 | 0,0898 | 4,4885 | | | | | 0,0717 | 4 | 0,2866 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3C3 | Carregado | 4 | | 1 | 6,30 | 0,3381 | 8,4524 | 1 | 10,50 | 4,4632 | 111,5803 | 2 | 17,85 | 11,1714 | 558,5697 | | | | | 6,7860 | 4 | 27,1441 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3D4 | Vazio | 4 | 50 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,4894 | | | | | 3 | 6,20 | 0,0898 | 6,7327 | | | | | 0,0722 | 4 | 0,2889 | 2,5733 | 0,0074 |
| 3D4 | Carregado | 4 | 198 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 8,4524 | | | | | 3 | 17,85 | 11,1714 | 837,8545 | | | | | 8,4631 | 4 | 33,8523 | 10,1904 | 3,4497 |
| 3Q4 | Vazio | 6 | | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,3263 | 4 | 4,50 | 0,0875 | 5,8328 | 1 | 6,20 | 0,0898 | 1,4962 | | | | | 0,0766 | 6 | 0,4593 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3Q4 | Carregado | 6 | | 1 | 6,30 | 0,3381 | 5,6349 | 4 | 10,50 | 4,4632 | 297,5475 | 1 | 17,85 | 11,1714 | 186,1899 | | | | | 4,8937 | 6 | 29,3623 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3T6 | Vazio | 5 | 97 | 1 | 3,10 | 0,0196 | 0,3915 | | | | | 4 | 6,20 | 0,0898 | 7,1815 | | | | | 0,0757 | 5 | 0,3787 | 4,9923 | 0,0189 |
| 3T6 | Carregado | 5 | 390 | 1 | 6,30 | 0,3381 | 6,7619 | | | | | 4 | 17,85 | 11,1714 | 893,7115 | | | | | 9,0047 | 5 | 45,0237 | 20,0721 | 9,0372 |
| Totais | | | 1943 | | | | | | | | | | | | | | | | | | ∑ | | 100,00 | 18,1120 |

**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-05
(5) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06
(6) - Equivalência de Operações = Frequência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op.= [ (3) / (1) ] * 100 * (5)
(7) - ESRD: Eixo Simples de Rodagem Dupla
(8) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05
(9) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06
(10) - Equivalência de Operações = Frequência 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-05
(13) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06
(14) - Equivalência de Operações = Frequência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op.= [ (11) / (1) ] * 100 * (13)
(15) - ETT: Eixo Tandem Triplo
(16) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05
(17) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método do USACE calculado a partir da Tabela ET-06
(18) - Equivalência de Operações = Frequência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op.= [ (15) / (1) ] * 100 * (17)
(19) - Fator de Equivalência de Carga do Veículo = [ (6) + (10) + (14) + (18) ] / 100
(20) - Fator de Eixos do Veículo = (1)
(21) - Fator de Veículo = (19) * (20)
(22) - Porcentagem do Veículo = (2) / Somatória do VMD
(23) - FVi x Pi = [ (21) * (22) ] / 100

| USACE | |
|---|---|
| FV : | 18,1120 |

## Quadro 12 - Cálculos Detalhados dos Fatores de Veículos Individuais - Metodologia da AASHTO

**Fator de Equivalência das Operações Ponderado - Lei da Balança com Sobrecarga (máximo 5% do PBT) - MÉTODO DA AASHTO**

| Veíc. | Condição de Carga | Nº Eixos | VMD | EIXOS | | | | | | | | | | | | | | | | MÉTODO AASHTO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ESRS | Carga | FC | EQ.OP. | ESRD | Carga | FC | EQ.OP. | ETD | Carga | FC | EQ.OP. | ETT | Carga | FC | EQ.OP. | FCi | FEi | FVi | Pi (%) | FVi x Pi |
| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | (17) | (18) | (19) | (20) | (21) | (22) | (23) |
| 2CB | Vazio | 2 | 22 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,9441 | 1 | 5,00 | 0,1199 | 5,9941 | | | | | | | | | 0,0694 | 2 | 0,1388 | 1,1323 | 0,0016 |
| 2CB | Carregado | 2 | 88 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 20,2070 | 1 | 10,50 | 2,9562 | 147,8116 | | | | | | | | | 1,6802 | 2 | 3,3604 | 4,5291 | 0,1522 |
| 3CB | Vazio | 2 | 1 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,9441 | | | | | 1 | 6,20 | 0,0252 | 1,2615 | | | | | 0,0221 | 2 | 0,0441 | 0,0515 | 0,0000 |
| 3CB | Carregado | 2 | 3 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 20,2070 | | | | | 1 | 14,18 | 0,7740 | 38,6985 | | | | | 0,5891 | 2 | 1,1781 | 0,1544 | 0,0018 |
| 2C | Vazio | 2 | 77 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,9441 | 1 | 4,50 | 0,0760 | 3,8023 | | | | | | | | | 0,0475 | 2 | 0,0949 | 3,9629 | 0,0038 |
| 2C | Carregado | 2 | 309 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 20,2070 | 1 | 10,50 | 2,9562 | 147,8116 | | | | | | | | | 1,6802 | 2 | 3,3604 | 15,9032 | 0,5344 |
| 3C | Vazio | 2 | 86 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,9441 | | | | | 1 | 6,20 | 0,0252 | 1,2615 | | | | | 0,0221 | 2 | 0,0441 | 4,4261 | 0,0020 |
| 3C | Carregado | 2 | 344 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 20,2070 | | | | | 1 | 17,85 | 2,0100 | 100,5011 | | | | | 1,2071 | 2 | 2,4142 | 17,7046 | 0,4274 |
| 2S1 | Vazio | 3 | 0 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,6294 | 2 | 4,50 | 0,0760 | 5,0698 | | | | | | | | | 0,0570 | 3 | 0,1710 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2S1 | Carregado | 3 | 0 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 13,4713 | 2 | 10,50 | 2,9562 | 197,0821 | | | | | | | | | 2,1055 | 3 | 6,3166 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2S2 | Vazio | 3 | 2 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,6294 | 1 | 4,50 | 0,0760 | 2,5349 | 1 | 6,20 | 0,0252 | 0,8410 | | | | | 0,0401 | 3 | 0,1202 | 0,1029 | 0,0001 |
| 2S2 | Carregado | 3 | 10 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 13,4713 | 1 | 10,50 | 2,9562 | 98,5411 | 1 | 17,85 | 2,0100 | 67,0007 | | | | | 1,7901 | 3 | 5,3704 | 0,5147 | 0,0276 |
| 2S3 | Vazio | 3 | 7 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,6294 | 1 | 4,50 | 0,0760 | 2,5349 | | | | | 1 | 7,50 | 0,0089 | 0,2973 | 0,0346 | 3 | 0,1038 | 0,3603 | 0,0004 |
| 2S3 | Carregado | 3 | 29 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 13,4713 | 1 | 10,50 | 2,9562 | 98,5411 | | | | | 1 | 26,78 | 1,9165 | 63,8843 | 1,7590 | 3 | 5,2769 | 1,4925 | 0,0788 |
| 3S2 | Vazio | 3 | 2 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,6294 | | | | | 2 | 6,20 | 0,0252 | 1,6820 | | | | | 0,0231 | 3 | 0,0693 | 0,1029 | 0,0001 |
| 3S2 | Carregado | 3 | 9 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 13,4713 | | | | | 2 | 17,85 | 2,0100 | 134,0014 | | | | | 1,4747 | 3 | 4,4242 | 0,4632 | 0,0205 |
| 3S3 | Vazio | 3 | 43 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,6294 | | | | | 1 | 6,20 | 0,0252 | 0,8410 | 1 | 7,50 | 0,0089 | 0,2973 | 0,0177 | 3 | 0,0530 | 2,2131 | 0,0012 |
| 3S3 | Carregado | 3 | 170 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 13,4713 | | | | | 1 | 17,85 | 2,0100 | 67,0007 | 1 | 26,78 | 1,9165 | 63,8843 | 1,4436 | 3 | 4,3307 | 8,7494 | 0,3789 |
| 2C2 | Vazio | 4 | 1 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,4721 | 3 | 4,50 | 0,0760 | 5,7035 | | | | | | | | | 0,0618 | 4 | 0,2470 | 0,0515 | 0,0001 |
| 2C2 | Carregado | 4 | 3 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 10,1035 | 3 | 10,50 | 2,9562 | 221,7174 | | | | | | | | | 2,3182 | 4 | 9,2728 | 0,1544 | 0,0143 |
| 2C3 | Vazio | 4 | 0 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,4721 | 2 | 4,50 | 0,0760 | 3,8023 | 1 | 6,20 | 0,0252 | 0,6308 | | | | | 0,0491 | 4 | 0,1962 | 0,0000 | 0,0000 |
| 2C3 | Carregado | 4 | 0 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 10,1035 | 2 | 10,50 | 2,9562 | 147,8116 | 1 | 17,85 | 2,0100 | 50,2505 | | | | | 2,0817 | 4 | 8,3266 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3C2 | Vazio | 4 | 0 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,4721 | 2 | 4,50 | 0,0760 | 3,8023 | 1 | 6,20 | 0,0252 | 0,6308 | | | | | 0,0491 | 4 | 0,1962 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3C2 | Carregado | 4 | 2 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 10,1035 | 2 | 10,50 | 2,9562 | 147,8116 | 1 | 17,85 | 2,0100 | 50,2505 | | | | | 2,0817 | 4 | 8,3266 | 0,1029 | 0,0086 |
| 3C3 | Vazio | 4 | | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,4721 | 1 | 4,50 | 0,0760 | 1,9012 | 2 | 6,20 | 0,0252 | 1,2615 | | | | | 0,0363 | 4 | 0,1454 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3C3 | Carregado | 4 | | 1 | 6,30 | 0,4041 | 10,1035 | 1 | 10,50 | 2,9562 | 73,9058 | 2 | 17,85 | 2,0100 | 100,5011 | | | | | 1,8451 | 4 | 7,3804 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3D4 | Vazio | 4 | 50 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,4721 | | | | | 3 | 6,20 | 0,0252 | 1,8923 | | | | | 0,0236 | 4 | 0,0946 | 2,5733 | 0,0024 |
| 3D4 | Carregado | 4 | 198 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 10,1035 | | | | | 3 | 17,85 | 2,0100 | 150,7516 | | | | | 1,6086 | 4 | 6,4342 | 10,1904 | 0,6557 |
| 3Q4 | Vazio | 6 | | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,3147 | 4 | 4,50 | 0,0760 | 5,0698 | 1 | 6,20 | 0,0252 | 0,4205 | | | | | 0,0580 | 6 | 0,3483 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3Q4 | Carregado | 6 | | 1 | 6,30 | 0,4041 | 6,7357 | 4 | 10,50 | 2,9562 | 197,0821 | 1 | 17,85 | 2,0100 | 33,5004 | | | | | 2,3732 | 6 | 14,2391 | 0,0000 | 0,0000 |
| 3T6 | Vazio | 5 | 97 | 1 | 3,10 | 0,0189 | 0,3777 | | | | | 4 | 6,20 | 0,0252 | 2,0184 | | | | | 0,0240 | 5 | 0,1198 | 4,9923 | 0,0060 |
| 3T6 | Carregado | 5 | 390 | 1 | 6,30 | 0,4041 | 8,0828 | | | | | 4 | 17,85 | 2,0100 | 160,8017 | | | | | 1,6888 | 5 | 8,4442 | 20,0721 | 1,6949 |
| **Totais** | | | **1943** | | | | | | | | | | | | | | | | | | ∑ | | **100,00** | **4,0127** |

**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-05
(5) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07
(6) - Equivalência de Operações = Frequência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op.= [ (3) / (1) ] * 100 * (5)
(7) - ESRD: Eixo Simples de Rodagem Dupla
(8) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05
(9) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07
(10) - Equivalência de Operações = Frequência 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-05
(13) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07
(14) - Equivalência de Operações = Frequência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op.= [ (11) / (1) ] * 100 * (13)
(15) - ETT: Eixo Tandem Triplo
(16) - Carga do Eixo extraído da Tabela ET-05
(17) - Fator de Equivalência de Carga pelo Método da AASHTO calculado a partir da Tabela ET-07
(18) - Equivalência de Operações = Frequência Relativa multiplicado pelo Fator de Carga ou Eq.Op.= [ (15) / (1) ] * 100 * (17)
(19) - Fator de Equivalência de Carga do Veículo = [ (6) + (10) + (14) + (18) ] / 100
(20) - Fator de Eixos do Veículo = (1)
(21) - Fator de Veículo = (19) * (20)
(22) - Porcentagem do Veículo = (2) / Somatória do VMD
(23) - FVi x Pi = [ (21) * (22) ] / 100

| AASHTO | |
|---|---|
| FV : | 4,0127 |

### 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:

$$\boxed{VMDA_n = VMDA_o\,(1 + i)^n}$$

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:

- **Ano de Abertura do Tráfego: 2023**
- **Período de Projeto: 10 anos (para a pavimentação);**
- **Ano final de vida útil, 10 anos: 2033 (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 10° ano de vida **N= 6,77 E10^ 7.**

**Quadro 13 - Projeção do "VMDA" e do Número "N"**

| PROJEÇÃO DO "VMDAT" E DOS VALORES DE "N" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RODOVIA CONTAGEM: | | GO-210 | | | | | | | |
| TRECHO CONTAGEM: | | Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu) | | | | | | | |
| 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 | | |
| 2022 | | 3,00% | 3,00% | 3,00% | 10 | 18,11195 | 4,01272 | 1,00 | 0,40 |
| VMD | | COMPOSIÇÃO DA FROTA | | | ANO DE ABERTURA | NÚMERO "N" ACUMULADO (COLETIVO E CARGA) | | OBSERVAÇÕES | |
| | | PASSEIO | COLETIVO | CARGA | | | | | |
| 8.973 | | 77,71% | 1,30% | 20,99% | 2023 | MÉTODO USACE | MÉTODO AASHTO | | |
| ANO | | VEÍCULO - TIPO | | | VMDAT Total | | | | |
| | | PASSEIO | COLETIVO | CARGA | | | | | |
| | **2023** | **6.973** | **117** | **1.883** | **8.973** | **5,29E+06** | **1,17E+06** | **Abertura ao Tráfego** | |
| **1** | 2024 | 7.182 | 121 | 1.939 | 9.242 | 1,07E+07 | 2,38E+06 | | |
| **2** | 2025 | 7.398 | 124 | 1.998 | 9.520 | 1,63E+07 | 3,62E+06 | | |
| **3** | 2026 | 7.620 | 128 | 2.058 | 9.806 | 2,21E+07 | 4,90E+06 | | |
| **4** | 2027 | 7.848 | 132 | 2.119 | 10.099 | 2,81E+07 | 6,22E+06 | | |
| **5** | 2028 | 8.084 | 136 | 2.183 | 10.403 | 3,42E+07 | 7,58E+06 | | |
| **6** | 2029 | 8.326 | 140 | 2.248 | 10.714 | 4,05E+07 | 8,98E+06 | | |
| **7** | 2030 | 8.576 | 144 | 2.316 | 11.036 | 4,70E+07 | 1,04E+07 | | |
| **8** | 2031 | 8.833 | 148 | 2.385 | 11.366 | 5,37E+07 | 1,19E+07 | | |
| **9** | 2032 | 9.098 | 153 | 2.457 | 11.708 | 6,06E+07 | 1,34E+07 | | |
| **10** | **2033** | **9.371** | **157** | **2.531** | **12.059** | **6,77E+07** | **1,50E+07** | | |
| **11** | 2034 | 9.652 | 162 | 2.607 | 12.421 | 7,51E+07 | 1,66E+07 | | |
| **12** | 2035 | 9.942 | 167 | 2.685 | 12.794 | 8,26E+07 | 1,83E+07 | | |
| **13** | 2036 | 10.240 | 172 | 2.765 | 13.177 | 9,04E+07 | 2,00E+07 | | |
| **14** | 2037 | 10.547 | 177 | 2.848 | 13.572 | 9,84E+07 | 2,18E+07 | | |
| **15** | **2038** | **10.864** | **182** | **2.934** | **13.980** | **1,07E+08** | **2,36E+07** | | |

### 4.10.6. DETERMINAÇÃO DA CLASSE DA RODOVIA

De acordo com a *IP-08 GOINFRA Tabela 1* a rodovia em estudo se enquadra na Classe IA, conforme tabela abaixo:

| CLASSE | CARACTERÍSTICAS | CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA |
|---|---|---|
| 0 | Elevado padrão técnico, com controle total de acesso | Adotada quando os volumes de tráfego previstos para o horizonte de projeto correspondem a níveis de serviço inferiores a "C" em terreno plano ou levemente ondulado e inferior a "D" em terreno fortemente ondulado ou montanhoso (*) |
| IA | Pista dupla com controle parcial de acesso | Adotada quando os volumes de tráfego previstos para o horizonte de projeto correspondem a níveis de serviço inferiores a "C" em uma via de pista simples (*) |
| IB | Pista simples | Adotada para volume bidirecional do horizonte de projeto de 200 veículos/hora ou volume diário médio bidirecional de 1400 veículos mistos |
| II | Pista simples | Adotada para volume diário médio bidirecional do horizonte de projeto entre 700 e 1400 veículos mistos |
| III | Pista simples | Adotada para volume diário médio bidirecional do horizonte de projeto entre 300 e 700 veículos mistos |
| IV | Pista simples | Adotada para volume diário médio bidirecional do horizonte de projeto inferior a 300 veículos mistos |

(*) "C" e "D" correspondem a Nível de Serviço segundo ASTHOO.
Fonte: DER SP – IP-DE-F00/001 – Projeto Geométrico.

- **Largura das Faixas de Rolamento e Acostamentos**

O relevo do trecho em estudo é plano.

| CLASSES | LARGURAS DAS FAIXAS DE ROLAMENTO EM TANGENTES (metros) | | |
|---|---|---|---|
| | Relevo Plano | Relevo Ondulado | Relevo Montanhoso |
| Classe 0 | 3,60 | 3,60 | 3,60 |
| Classe I | 3,60 | 3,60 | 3,50 |
| Classe II | 3,60 | 3,50 | 3,30 |
| Classe III | 3,50 | 3,50 | 3,30 |
| Classe IV | 3,50 | 3,50 | 3,00 |

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER

| CLASSES | LARGURAS DOS ACOSTAMENTOS EXTERNOS (metros) | | |
|---|---|---|---|
| | Relevo Plano | Relevo Ondulado | Relevo Montanhoso |
| Classe 0 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Classe I | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| Classe II | 2,50 | 2,50 | 2,00 |
| Classe III | 2,00 | 2,00 | 1,50 |
| Classe IV | 1,30 | 1,30 | 0,80 |

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER

| Número de Faixas de Rolamento da Pista | LARGURAS DOS ACOSTAMENTOS INTERNOS (metros) | | |
|---|---|---|---|
| | Relevo Plano | Relevo Ondulado | Relevo Montanhoso |
| 2 | 1,20 – 0,60 | 1,00 – 0,60 | 0,60 – 0,50 |
| 3 (**) | 3,00 – 2,50 | 2,50 – 2,00 | 2,50 – 2,00 |
| 4 ou mais | 3,00 | 3,00 – 2,50 | 3,00 – 2,50 |

## ➢ Características Básicas do Projeto Geométrico para Rodovias de Classe IA

| Características | Região | | |
|---|---|---|---|
| | Plana | Ondulada | Montanhosa |
| Velocidade Diretriz | 100 km/h | 80 km/h | 60 km/h |
| Distancia Mínina de Visibilidade de Parada | 185 m | 130 m | 85 m |
| Dist. Mínina de Velocidade de Ultrapassagem | 670 m | 540 m | 410 m |
| Raio Min de Curva Horizontal(e=8%) | 395 m | 230 m | 115 m |
| Rampa máxima | 3% | 4,50% | 6% |
| Valor mínimo de K para curvas verticais convexas | 52 | 26 | 11 |
| Valor mínimo de K para curvas verticais côncavas | 45 | 30 | 18 |
| Largura da faixa de rolamento | 3,6 m | 3,6 m | 3,6 m |
| Largura de acostamento externo | 2,5 m | 2,5 m | 2,5 m |
| Largura de acostamento interno(Classe IA) | | | |
| Pista de 2 faixas | 1,20 - 0,60 | 1,00 - 0,60 | 0,60 - 0,50 |
| Pista de 3 faixas | 3,00 - 2,50 | 2,50 - 2,00 | 2,50 - 2,00 |
| Pista de 4 faixas | 3,0 m | 3,0 - 2,50 m | 3,0 - 2,50 m |
| Gabarito mínimo vertical | 5,50 m | 5,50 m | 5,50 m |
| Afastamento lateral min. Do bordo do acostamento | | | |
| Obstáculos contínuos | 0,50 m | 0,50 m | 0,50 m |
| Obstáculos isolados | 1,50 m | 1,50 m | 1,50 m |
| Largura do canteiro Central | | | |
| absoluta | 3 - 7 m | 3 - 7 m | 3 - 7 m |
| valor normal | ≤ 6 m | ≤ 6 m | ≤ 6 m |
| desejável | 10 - 12 m | 10 - 12 m | 10 - 12 m |

## 4.10.7. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR ESTUDOS DE TRÁFEGO**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-210 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

O Engº Felipe Franco e Fidalgo de CPF nº 025.211.491-44 responsável pelos ESTUDOS DE TRÁFEGO, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que acompanhamos todas as pesquisas de contagem e de ocupação de tráfego apresentadas nos Estudos de Tráfego, que essas pesquisas foram realizadas obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 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 - 210, Trecho: Perímetro Urbano de Rio Verde / Trevo GO-174 (sentido Montividiu), se encontra situado na Região Hidrográfica do Paraná, apresentando sua rede de drenagem em direção a bacia do Rio Paranaíba.

- ✓ **REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARANÁ**

A RH do Paraná localiza-se na porção centro-sul do estado, ocupando 145.073,753 km², o que perfaz 41,82%, do somatório da área do estado de Goiás e do Distrito Federal (figura 3).

Esta RH é representada, na área de estudo, pelos afluentes goianos da margem direita do Rio Paranaíba. De montante para jusante, destacam-se os seguintes rios: Verdão, São Marcos, Veríssimo, Corumbá, Piracanjuba, Meia Ponte, dos Bois, Claro, Verde, Corrente e Aporé.

Nela, localiza-se, também, uma grande concentração de pequenas massas d'água (represas) formadas a partir da construção de barramentos na área das nascentes, com objetivo de reservação e regularização dos cursos d'água para utilização na dessendentação de animais, irrigação e abastecimento público.

Nesta RH encontra-se instalada a maioria dos parques industriais e atividades de agricultura intensiva, sendo também a mais densamente povoada. O abastecimento público e privado de água é realizado principalmente por derivação de mananciais superficiais, sendo que a maioria das cidades não é servida por um sistema de rede de esgotamento sanitário e estações de tratamento de esgoto.

Encontra-se fortemente impactada pela ação antrópica, com atividades de desmatamento, contaminação por poluentes industriais e domésticos, intensa atividade agrícola, instalação de

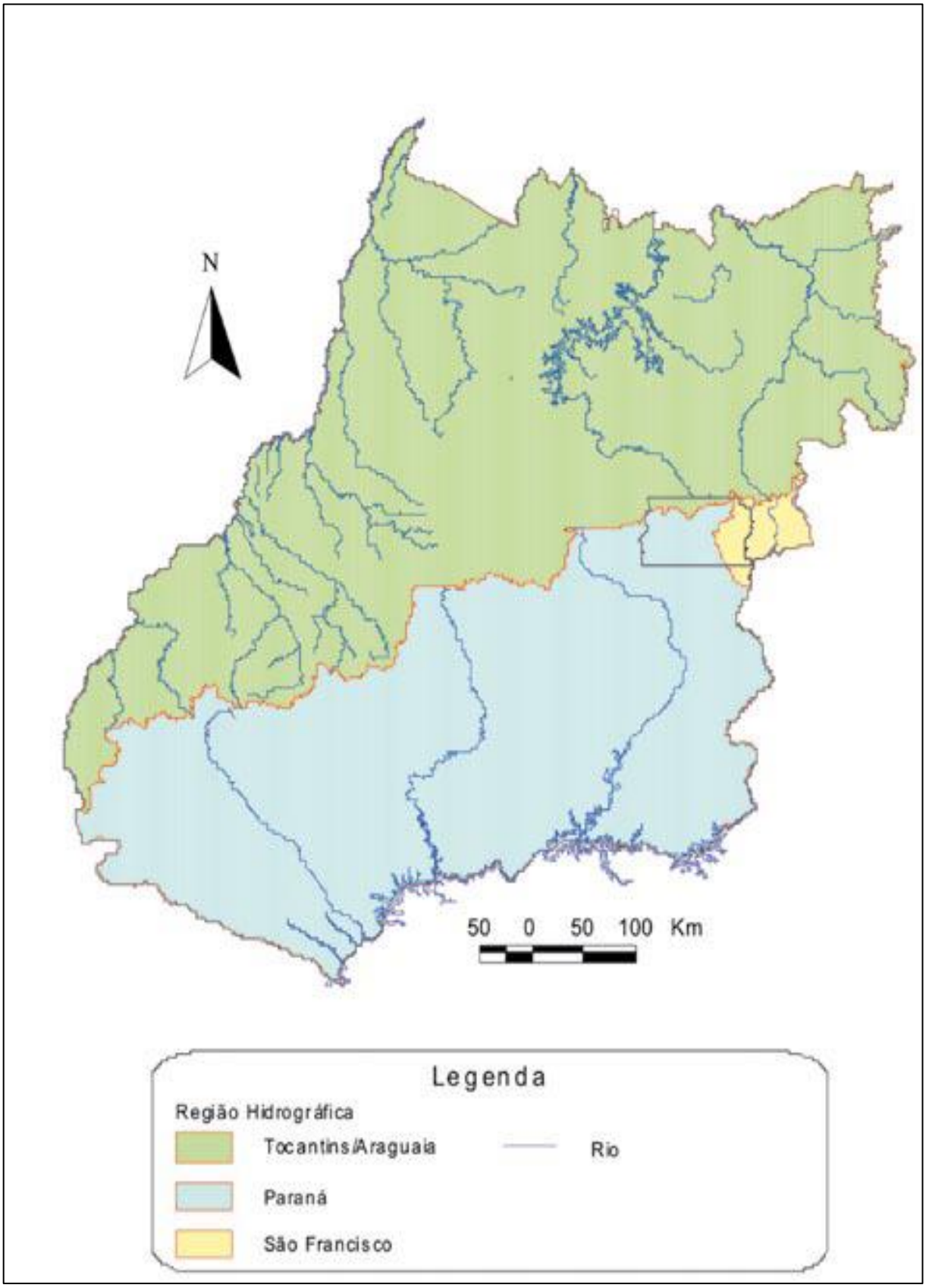
processos erosivos, ocupação desordenada das áreas urbanas, o que propiciou a devastação de grande parte do cerrado pré-existente.

A intensa atividade agropecuária, representada por pastagens plantadas, lavouras de soja, milho, algodão, girassol e cana-de-açúcar, provoca contaminação dos mananciais pelo lançamento de grandes quantidades de insumos e defensivos agrícolas.

Os fragmentos de vegetação natural correspondem a poucos remanescentes em estado primário (Parques Nacional e Estadual, APA's, Florestas Nacionais, RPPN's), porém, em sua maioria, são representados por vegetação secundária com composição florística alterada em função de interferências antrópicas.

Os principais rios da região do trecho, fazem parte da sub-bacia do Rio Verdinho/Verdão, afluente do Rio dos Bois, que compõe a Região Hidrográfica do Paraná.

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



### 5.2.2. GEOLOGIA

De acordo com o mapa geológico do estado de Goiás, elaborado pela Metago/CPRM/UNB (2000), o segmento encontra-se sobre os sedimentos do Grupo Bauru e Cobertura Arenosa Indiferenciada.

- ✓ **K2vp - GRUPO BAURU – FORMAÇÃO VALE DO RIO DO PEIXE**

Após a redefinição do Grupo Bauru, Fernandes (1998) propôs a Formação Vale do Rio do Peixe em substituição à Formação Adamantino como porção basal do Grupo Bauru. A unidade tem ampla distribuição em Goiás, ocupando significativas áreas nas regiões sul e sudoeste do estado, abrangendo o Parque Nacional das Emas e os municípios de Rio Verde, Itarumã, Cachoeira Alta, Serranópolis, Caçu e Quirinópolis.

Seu contato ao sul de Amorinópolis, no Gráben do Caiapó, com a Formação Aquidauana é por discordância erosiva (Pena et al., 1975) e com as rochas da Província Alcalina do sul de Goiás é por falha ou discordância. No topo o contato com a Formação Marília é gradacional e, na ausência dessa, está parcialmente coberta por depósitos terciários e quaternários. Sua espessura é variável e Souza Jr. etal. (1983) citam de até 230 m próximo ao Canal de São Simão Pena etal. (1975) e Olivatti, (1980) estimam que em Goiás situa-se entre 150 e 200 m.

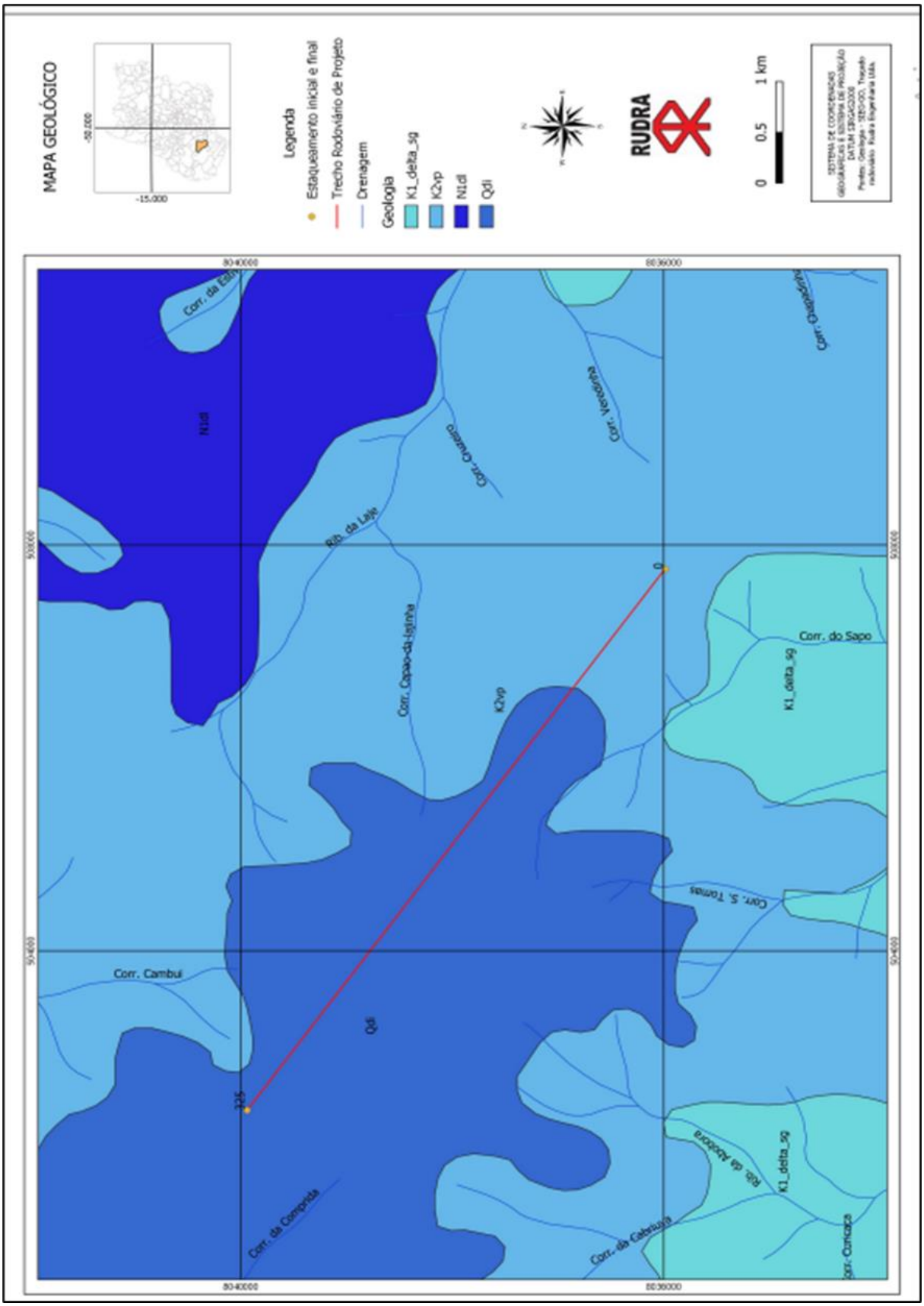
A formação é composta por estratos de arenitos cinza-claros, bege ou róseos, maciços, finos a muito finos, as vezes médios, em geral mal selecionados e com estratificação plano-paralela e cruzada subordinada. Os grãos de quartzo são subangulosos e subarredondados e podem estar cimentados por sílica e calcita. Os arenitos basais são em geral mais maciços do que os do topo, mais estratificados. Aos arenitos se intercalam lentes de arenito conglomerático e siltitos areno-argilosos cremes arroxeados e rosados. Bolas de argila ocorrem em toda sequência, notadamente na porção superior, bem como orifícios tubiformes, nódulos e esfoliações esferoidais.

As características litológicas e sedimentares da formação permitem interpretá-la como de ambiente flúvio-lacustre. O seu conteúdo fossilífero consiste em fragmentos de ossos de répteis, bem como restos de moluscos e artrópodes, moldes de raízes, oogônios de algas caráceas e, possivelmente, tubos de pequenos animais do Cretáceo Superior (Fernandes, 1998).

- ✓ **Qdi - COBERTURAS ARENOSAS INDIFERENCIADAS**

A unidade reúne todas as coberturas residuais ou transportadas que sustentam terraços, resultam do retrabalhamento de sedimentos arenosos durante o Pleistoceno e relacionadas a superfície de aplainamento Velhas. Ocorrem no sudoeste de Goiás e na região do entorno de Brasília. Sua espessura máxima é inferior a 3 m e consistem de areias, siltes, argilas e eventuais cascalheiras cimentados por óxi-hidróxidos de ferro, mas sem desenvolver lateritos.

**Figura 4 - Mapa Geológico**



## ➢ 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 brasilianas (450Ma), é representada pelas bacias do Paraná e Sanfranciscana. A evolução dessas bacias teve início no Eopaleozóico, em condições estáveis. Com a Reativação Sul-Atlantiana (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-Atlantiana, 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 Brasiliano, 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 2.500m$^2$, e é representada por uma sucessão sedimentar dominantemente 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**

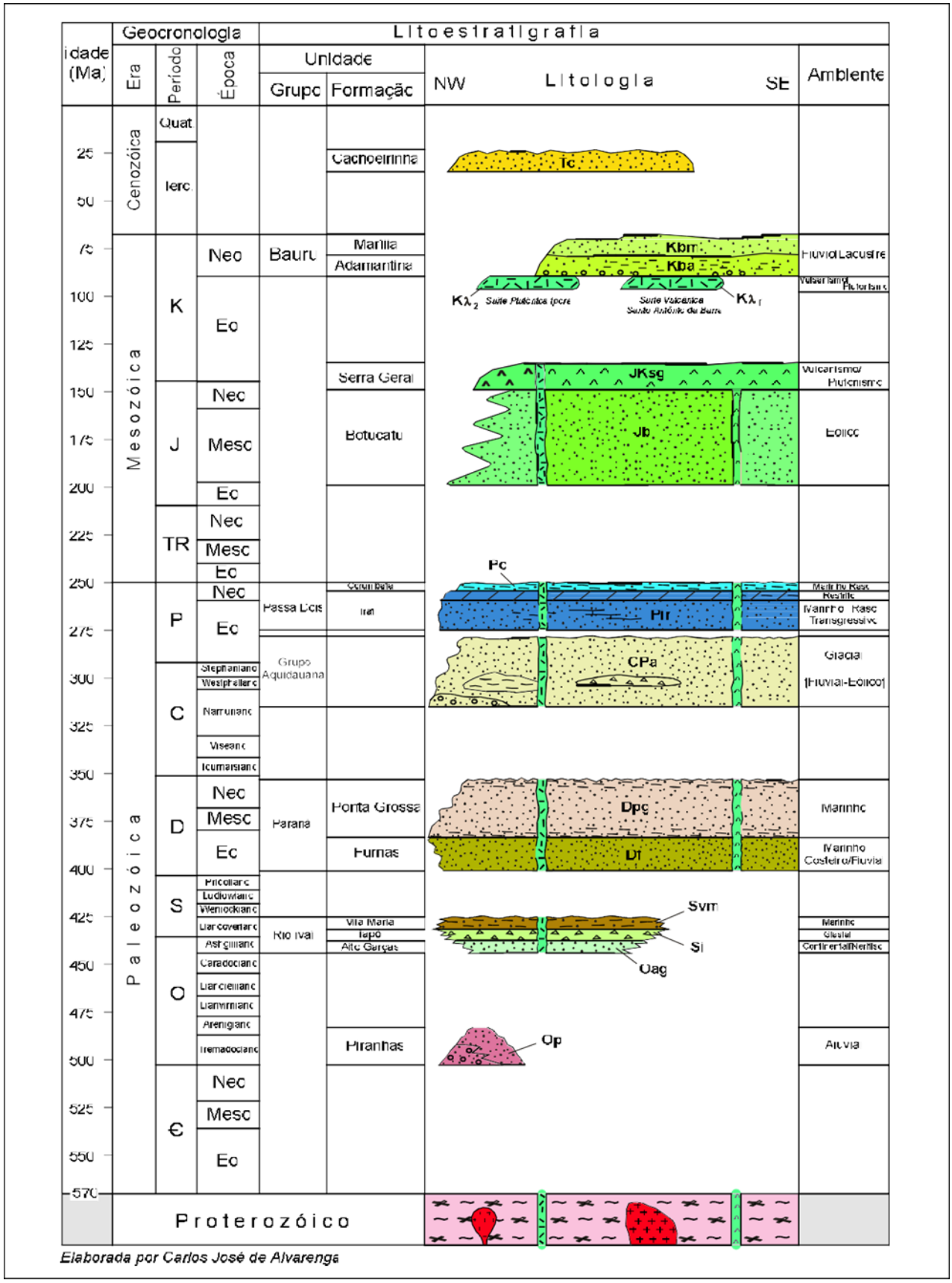


**Figura 6 – Arcaboço Tectono- Estratigráfico de Goiás**

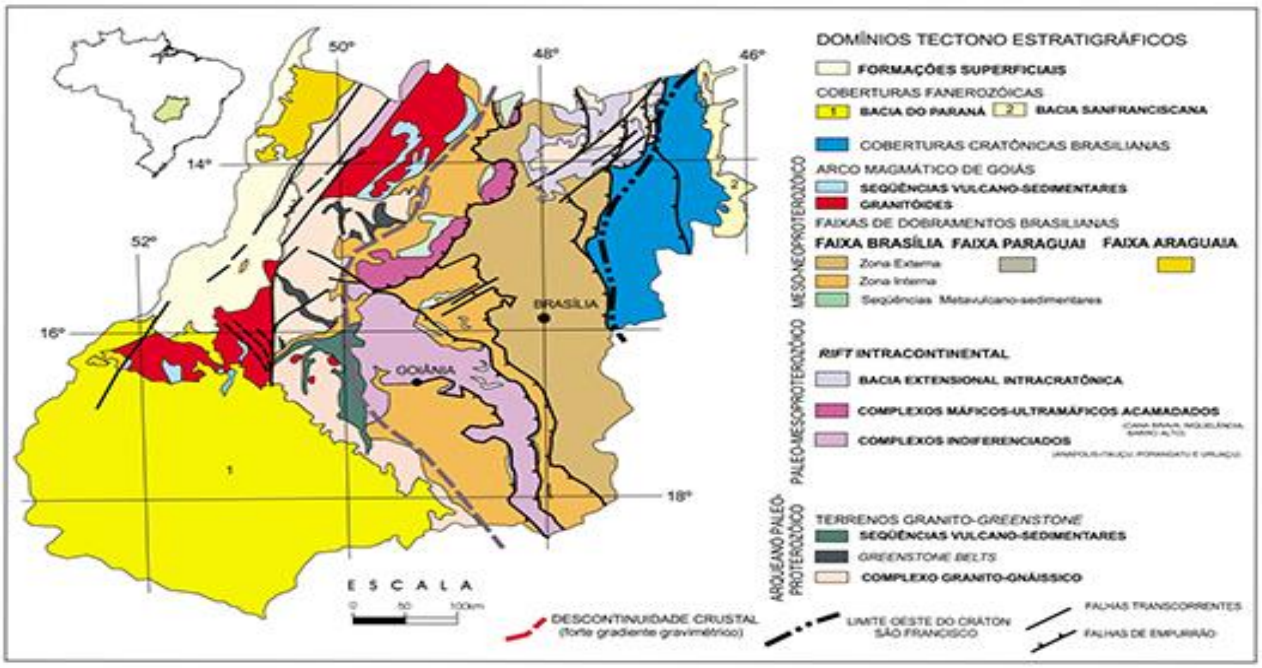



*Figura 3.5 – Arcabouço Tectono - Estratigráfico de Goiás.*

### 5.2.3. 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 dissecação 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 recobrindo 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 II-B-RT - SRAIIB - RT**

Desenvolve-se sobre rochas da Bacia do Paraná sendo que sua maior expressão areal está contida na bacia hidrográfica do rio Paraná. A SRAIIB-RT é representada por chapadões tabuliformes gerados sobre rochas sedimentares, principalmente mesozóicas com acamamento suborizontal e derrames de basalto. Entretanto, esta superfície secciona (erode) mais de uma unidade litoestratigráfica. Os relevos estruturais dos estratos suborizontais ressaltam o caráter tabuliforme dos residuais erosivos da SRAIIB; o estilo estrutural é considerado um atributo desta subunidade: associação Relevos Tabuliformes – RT em Estratos Horizontais - Suborizontais - EH. Os padrões de dissecação variam entre muito fraco, fraco, médio e forte, sendo que, a proporção de áreas com relevo de dissecação fraco, médio e forte são equivalentes, com apenas uma ocorrência de relevo muito fraco. No município de Aurilândia a SRAIIB apresenta um padrão de dissecação forte, que muda para médio e fraco no município de Paraúna. Nos municípios de Montividiu e Rio Verde apresenta padrões de dissecação fraco e médio. Em Jataí, Mineiros e Perolândia o padrão de dissecação é fraco enquanto que em Chapadão do Céu e ao sul de Mineiros apresenta um padrão de dissecação muito fraco. Em Joviana o padrão de dissecação é forte e ao sul de Morrinhos, Buriti Alegre e Itumbiara é fraco. Nos municípios de Quirinópolis, ao sul de Rio Verde, Cachoeira Alta, Itajá, Itarumã e Caçu ocorrem testemunhos isolados da SRAIIB com formas tabuliformes perfeitas, restando somente ao redor a SRAIIIB com caimento para sudeste. Estas áreas isoladas, de forma geral, apresentam padrões de dissecação médio e forte, destacando-se um morro isolado ao sul de Rio Verde com padrão fraco.

- ✓ **SUPERFÍCIE REGIONAL DE APLAINAMENTO III-B-RT – SRAIIIB-RT**

Está inserida na Bacia Hidrográfica do rio Paraná com padrão de drenagem geral subparalelo, na forma de amplos vales. Coberturas detrito-lateríticas na forma de mantos se estendem ao longo dos interflúvios. Crostas lateríticas formadas por seepage afloram no terço inferior das vertentes ou barrancos dos vales fluviais.

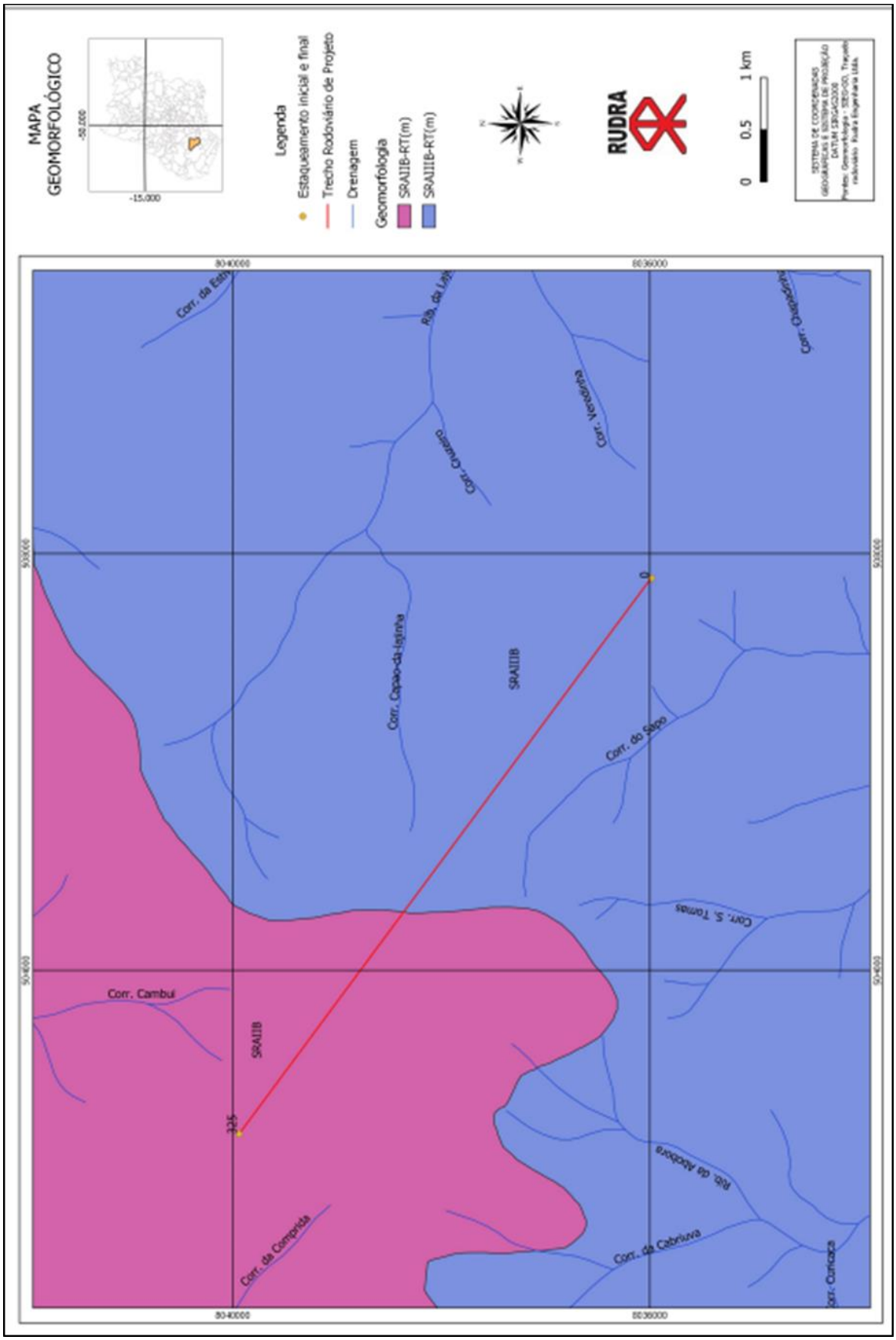
Esta subunidade ocorre no sudoeste de Goiás na região da bacia sedimentar do Paraná, abrangendo 30.634 km2, entre as cotas 550 e 750 m. A SRAIIIB-RT apresenta um caráter relativamente irregular e erode principalmente os basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) e Formação Adamantina (Grupo Bauru). Articula-se com as unidades das Zonas de Erosão Recuante (ZERs) que erodem a SRAIIB.

Esta unidade possui caimento no sentido geral noroeste-sul até o encontro com a SRAIVB. Os padrões de dissecação são moderados em relação às unidades anteriores, com mais da metade de sua área apresentando relevo com ondulações suaves e dissecação fraca, alternando para o padrão médio, e mais raramente forte.

**Tabela 4-Detalhamento da geomorfologia da área**

| Grupo | Dissecação | Categorias | Legenda | Unidades associadas | Sistema |
|---|---|---|---|---|---|
| **SRA** | (m) | **SRAIIB-RT** | Desenvolvida sobre rochas paleozóicas na Bacia do Paraná, com cotas entre 800 e1000m associados a relevos tabulares. | RT | Denudacional |
| **SRA** | (m) | **SRAIIIB-RT** | Desenvolvida sobre rochas paleozóicas na Bacia do Paraná, com cotas entre 550 e 750 m associados a relevos tabulares. | RT | Denudacional |

**Figura 7 - Mapa Geomorfológico**



### 5.2.4. PEDOLOGIA

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

Entre as classes de solo, as dominantes no segmento da rodovia GO-210 são os os antigos Latossolos Vermelhos, roxos e Vermelhos Amarelos, denominados atualmente como Latossolos, associados aos neossolos quartzarênicos, na maioria do trecho eles se misturam o que confere uma granulometria mais arenosa.

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

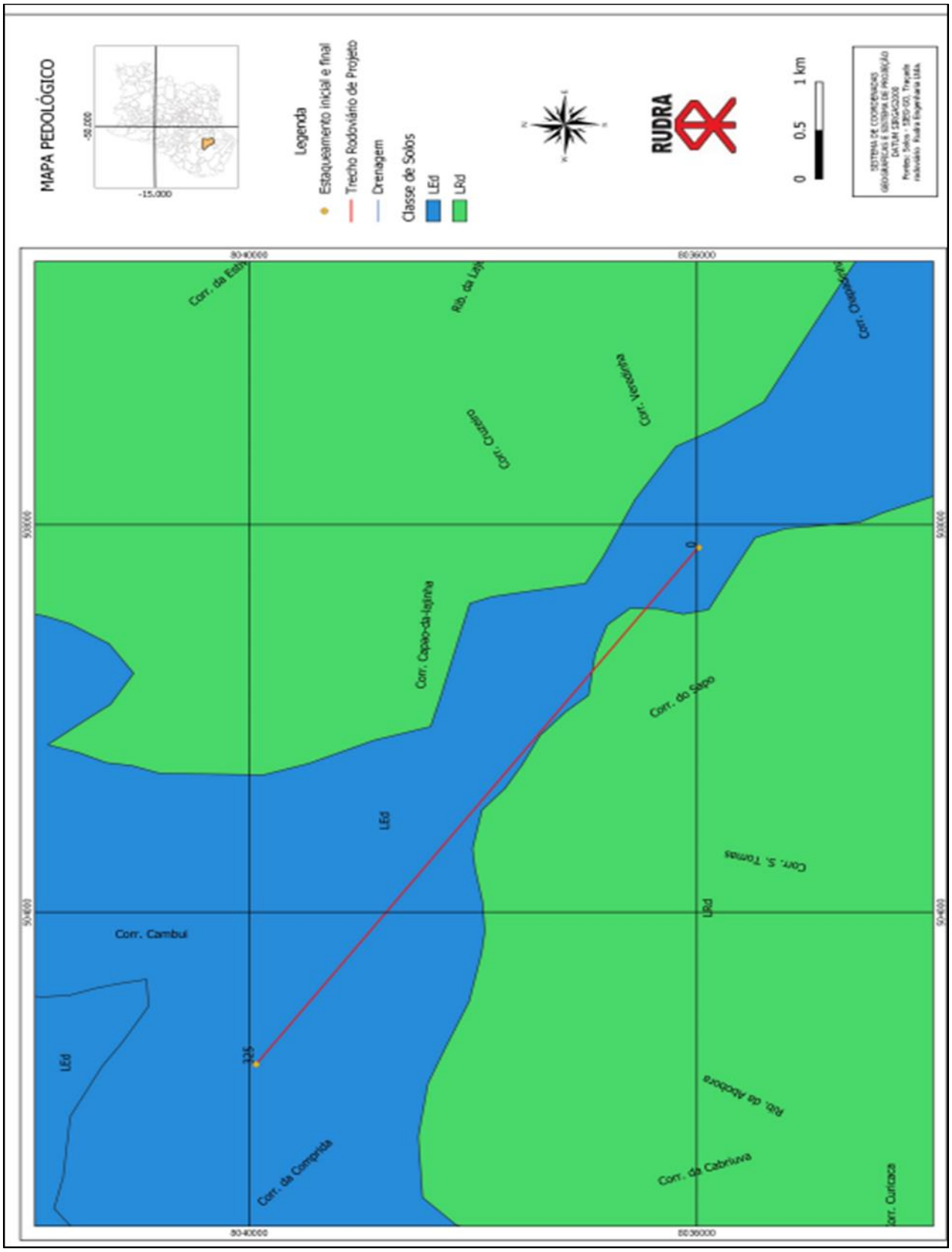
✓ **LATOSSOLO DISTRÓFICO (LED E LRD)**

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 caulinítica ou caulinítica-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.

**Figura 8 - Mapa Pedológico**



### 5.2.5. 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 o Sistema Aquífero profundo denominado de Sistema Aquífero Bauru.

✓ ***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 $10\text{-}^{4}$ m/s, sendo os valores médios de 3,3 x $10^{-5}$ m/s em superfície, e 4,0 x $10^{-6}$ 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.

✓ **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, físsuro-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.

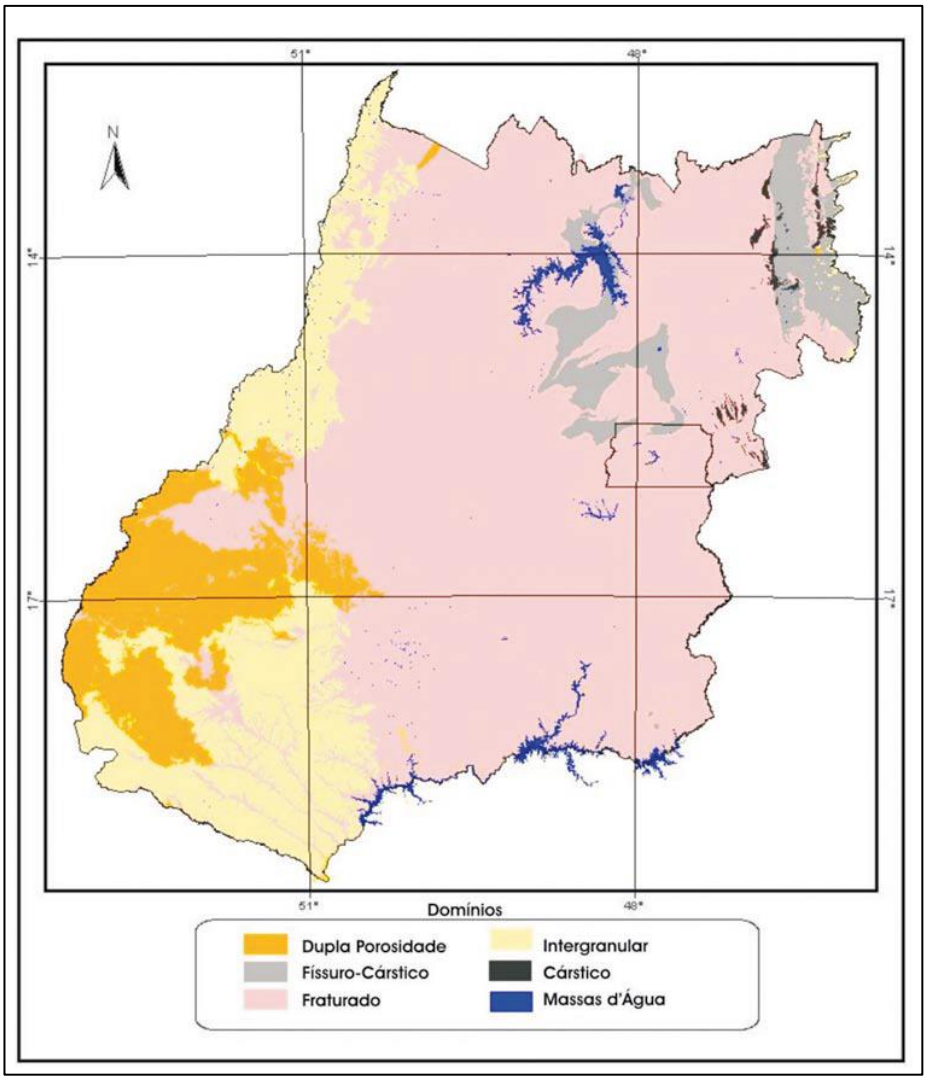
Os sistemas de porosidade físsuro-cárstica são representados por situações onde rochas carbonáticas (calcários, dolomitos, margas e mármores) ocorrem na forma de lentes, com restrita continuidade lateral, interdigitadas com litologias pouco permeáveis (siltitos argilosos, folhelhos, filitos ou xistos).

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, físsuro-cársticos e cársticos.

**Figura 9 - Distribuição dos Domínios Aquíferos Profundos em Goiás**



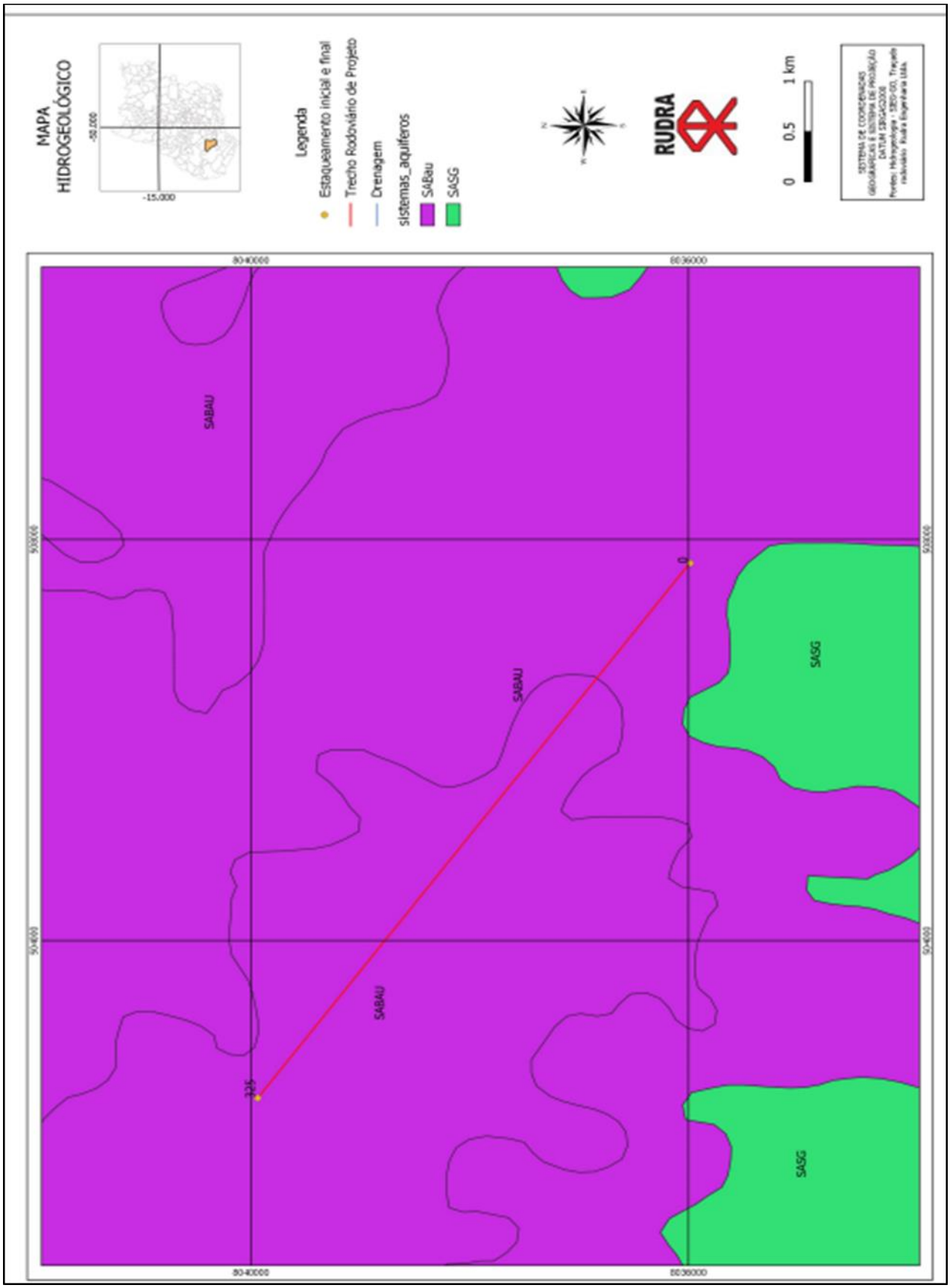

## ✓ Sistema Aquífero Bauru (SABAU)

O Sistema Aquífero Bauru (SABAU) corresponde aos reservatórios vinculados às rochas do Grupo Bauru (Formações Adamantina e Marília), em geral representadas por arenitos não litificados.

Em toda a sua extensão, os sedimentos do Grupo Bauru comportam-se como aquíferos livres, porosos, homogêneos e isotrópicos. O potencial hidrogeológico é determinado pela capacidade de recarga e reserva do aquífero que estão diretamente relacionados à espessura do material inconsolidado e ao grau de intemperismo dos arenitos. Nas áreas de ocorrência dos arenitos cimentados ou compactados o potencial hidrogeológico é baixo. A obliteração dos poros confere à rocha características de aquitarde, uma vez que o grau de fraturamento é limitado e a circulação da água ocorre apenas nos planos de falha e fratura. Nas áreas de ocorrência de material friável, a porosidade da rocha confere maior potencial para fornecimento de água.

Apesar de apresentar comportamento diferenciado do ponto de vista de produtividade dos poços, o SABAU exerce grande importância hidrogeológica, com relação às funções filtro e reguladora. Regionalmente, suas áreas de ocorrência concentram as melhores condições de recarga e a maior densidade de nascentes, sendo também a principal fonte de água responsável pela regularização de vazões dos rios Verdão, dos Bois, Doce, Claro, Aporé e médio-baixo-curso dos rios Corrente e Verde (principais rios da região sudoeste do estado).

**Figura 10 - Mapa Hidrogeológico**



### 5.2.6. 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 argilas arenosas variando sua estrutura com aumento de areia e grânulos laterizados em alguns locais no perfil de solo, o que agrava mais o risco de processos erosivos lineares. 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 mesmo em 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.

Devido a topografia da região do trecho não há previsão de cortes altos.

Toda área de explotação 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).

### 5.2.7. USO DO SOLO

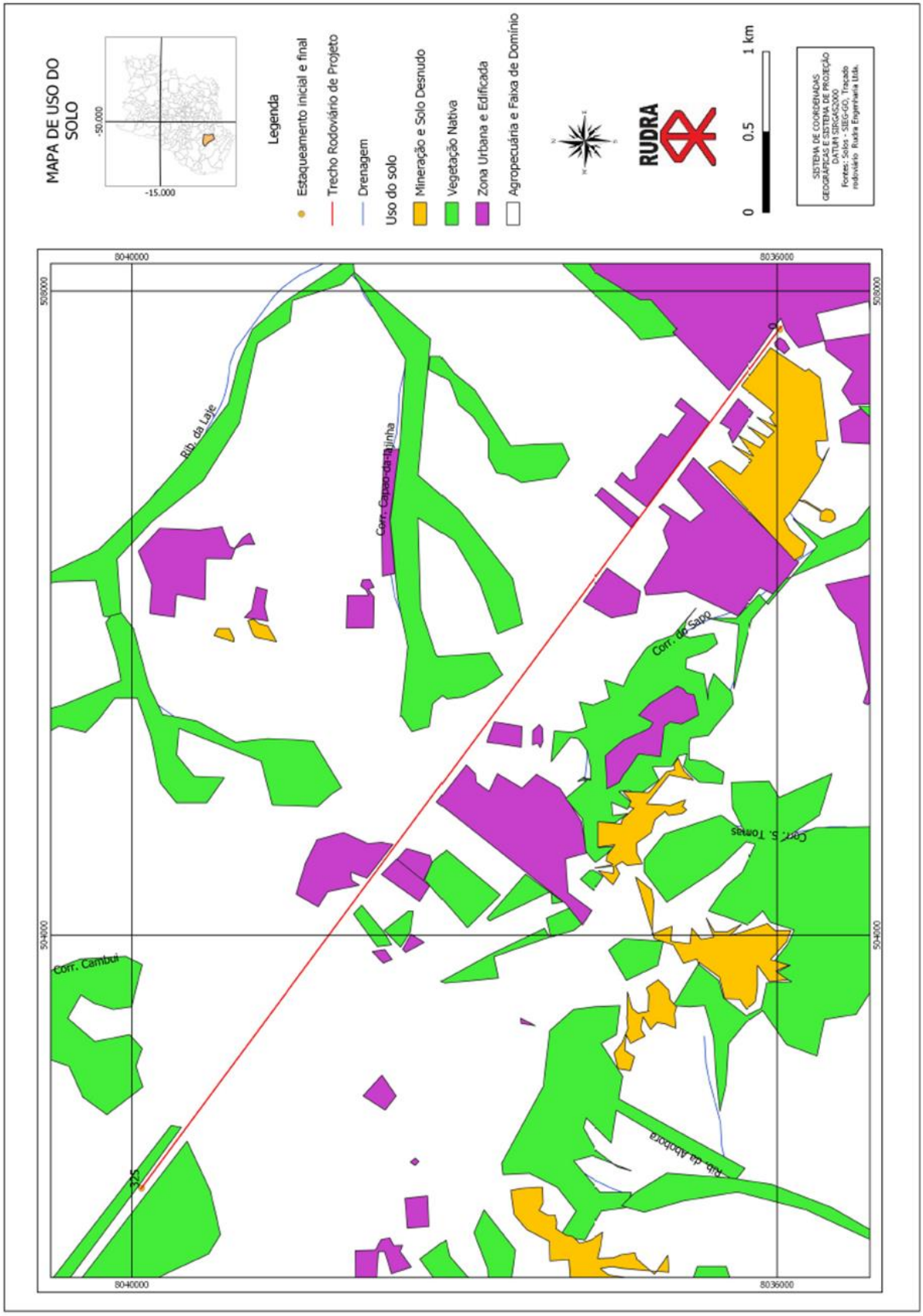
A análise do uso e ocupação do solo em uma superfície é a etapa para conduzir uma interpretação eficiente em relação ao meio para a expansão de ações conservacionistas, atividades agropecuárias, o desenvolvimento econômico e regional.

As áreas ocupadas com atividades antrópicas, ao longo do trecho de estudo é voltada principalmente a agropecuária, tendo como principal uso da terra as atividades de agricultura cíclica e pecuária (pastagem).

- **Análise do Uso do Solo**

O Mapa da Cobertura Vegetal mostra que, na AI, 95 % da área é classificada como área antropizada, restando apenas 5 % de área com cobertura vegetal nativa.

**Figura 11 - Mapa Cobertura Vegetal**



### 5.2.8. 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.

Destacamos que, a pedreira e areal indicados no projeto são comerciais.

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.

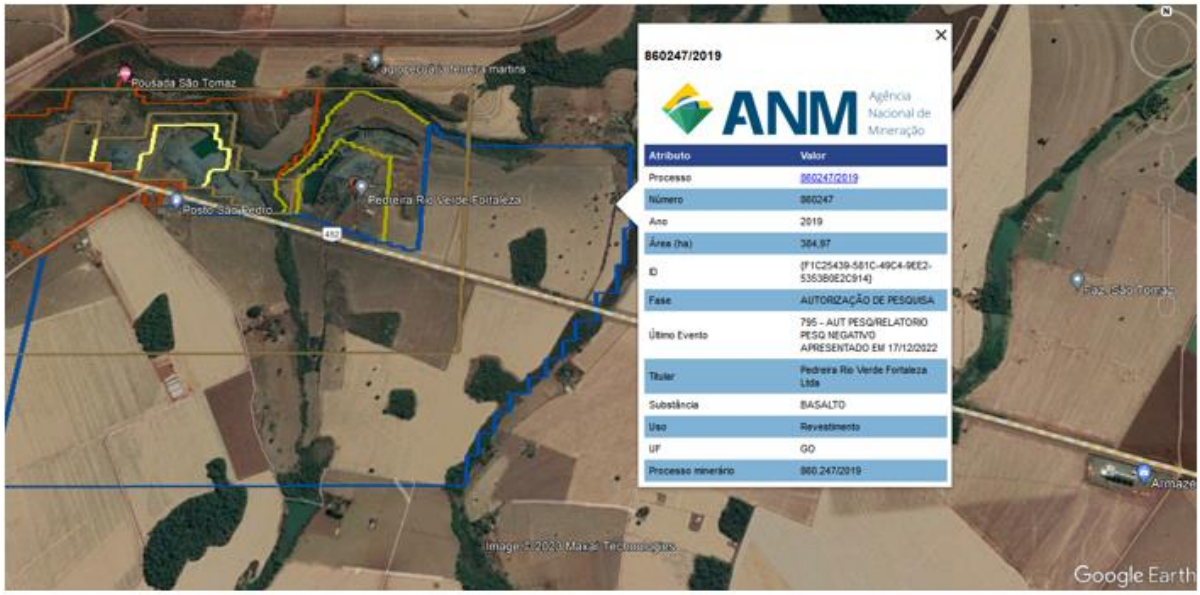
### 5.2.9. PROCESSOS MINERÁRIOS E JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO AREAL E PEDREIRA

Para a escolha e definição dos locais que serão utilizados para fornecer materiais pétreos e areia para a obra, foram realizadas pesquisas in loco na região, pesquisas no **SIGMINE** e consulta a **GOINFRA** no intuito de definir os melhores locais para aquisição de materiais para a obra, visando sempre o ponto de vista técnico quanto econômico.

Segue abaixo uma relação dos locais pesquisados.

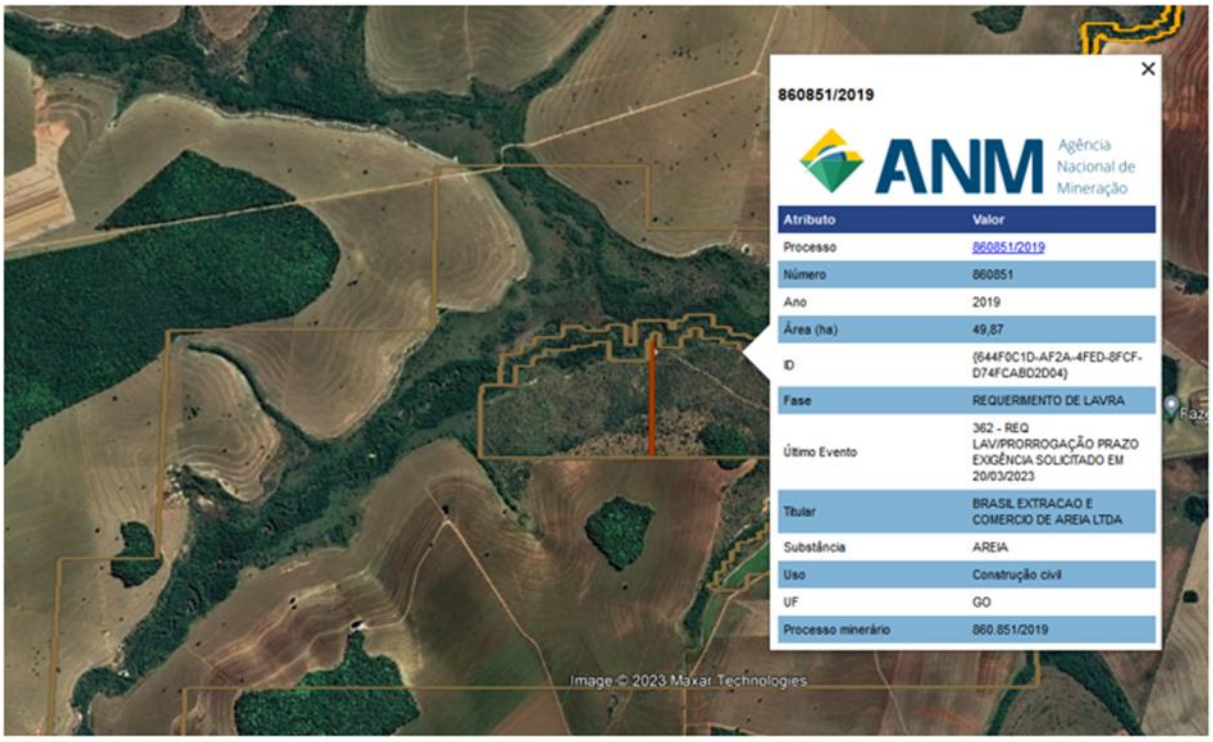
| PROCESSOS MINERÁRIOS ENCONTRADOS NA REGIÃO- AREAL E PEDREIRA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OCORRÊNCIA | ESTACA | COORDENADAS | | DISTANCIA AO EIXO | Nº PROCESSO | ÁREA(há) | CAPACIDADE PARA ATENDER A OBRA |
| | | x | y | | | | |
| PEDREIRA RIO VERDE FORTALEZA | 0 | 531.453 | 8.023.348 | 28,6 Km | 860602/2003 | 394,97 | SUFICIENTE |
| MINERADORA PEDRA RICA LTDA | 0 | 498.536 | 8.013.274 | 29,0 Km | 86011/2017 | 49,98 | INSUFICIENTE |
| PEDREIRA TRINDADE LTDA | 0 | 520.611 | 8.041.738 | 22,7 km | 861330/2016 | 28,98 | EM FASE DE REQ. DE LAVRA |
| SETA MINERAÇÃO LTDA | 0 | 549.803 | 7.890.332 | 189,2 Km | 861030/2010 | 45,15 | SUFICIENTE |
| BRASIL EXTRAÇÃO E COMERCIO DE AREIA | 304 | 491.331 | 8.038.693 | 21,0 Km | 860851/2019 | 49,87 | IMPRÓPRIA PARA CONCRETO |
| CENTRO MINERAÇÃO LTDA | 325 | 490.993 | 8.039.092 | 21,4 Km | 860811/2017 | 49,72 | INSUFICIENTE |
| Laudo Rosa de Paiva | 325 | 495.824 | 8.045.634 | 9,3 km | 860911/2018 | 8,05 | INSUFICIENTE |

- **PEDREIRA RIO VERDE FORTALEZA**

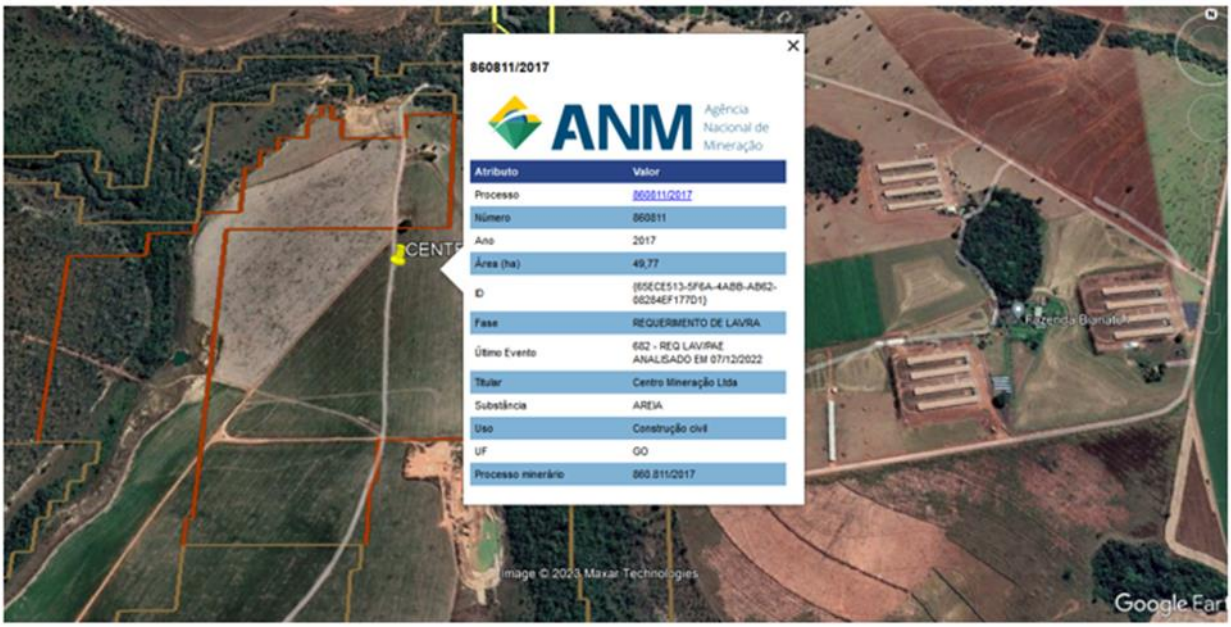



- **MINERADO PEDRA RICA**

- **BRASIL EXTRAÇÃO E COMÉRCIO DE AREIA**




- **CENTRO MINERAÇÃO LTDA**



- **SETA MINERAÇÃO LTDA**

- **JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA PEDREIRA**

Para a escolha da pedreira foi verificado sua capacidade de atender a obra e a sua localização, e a pedreira mais viável do ponto de vista técnico e econômico é a Pedreira Rio Fortaleza, pois é a pedreira mais próxima ao trecho, está localizada a 28,6 km do início do trecho (Estaca 00+00). Destacamos que a referida pedreira está em operação e licenciada e atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

A outra Pedreira encontrada, não está em funcionamento e conforme visto na pesquisa realizada pelo SIGMINE a mesma ainda está em fase de requerimento de lavra.

- **JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DO AREAL**

Para a escolha do areal, foram realizadas pesquisas na região, envolvendo lojas de material de construção, concreteiras e consultas à GOINFRA, com o objetivo de identificar os areais comumente utilizados em obras rodoviárias e em projetos que envolvem concreto. Vale destacar que, embora existam areais próximos à região, suas características, principalmente por serem compostos por areias muito finas, os tornam inadequados para a execução de concreto de alto desempenho.

A areia fina é considerada imprópria para esse tipo de concreto devido à sua interferência negativa em fatores essenciais, como resistência, durabilidade, trabalhabilidade e controle da retração. O uso de areias com granulometria adequada (média ou grossa) é preferível, pois proporciona melhor distribuição dos agregados, reduz o consumo de pasta de cimento e aumenta a resistência final do concreto.

Simultaneamente, foram realizadas consultas no SIGMINE para verificar processos minerários ativos próximos à obra. O Areal 03 – Seta Areal foi selecionado como a opção mais viável, tanto técnica quanto economicamente, para o fornecimento de material destinado às obras de concreto.

Localizado a 193 km do canteiro de obras, o Areal 03 atende plenamente aos requisitos técnicos e econômicos do projeto. Além disso, possui licença de operação vigente e capacidade produtiva suficiente para suprir a demanda necessária.

## 5.2.10. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR ESTUDOS GEOLÓGICOS**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

A Engª Luísa de Franco Fidalgo de CPF nº 025.211.511.-22, responsável ESTUDOS GEOLÓGICOS, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que acompanhamos todos os trabalhos de investigação de campo, realizamos pesquisas na base SIGMINE do DNPM, elaboramos mapas e estudos, obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IP-04) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 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 - 210, se encontram situados na Região Hidrográfica do Paraná, apresentando sua rede de drenagem em direção a bacia do Rio Paranaíba.

- **REGIÃO HIDROGRÁFICA PARANÁ**

A RH do Paraná localiza-se na porção centro-sul do estado, ocupando 145.073,753 km², o que perfaz 41,82%, do somatório da área do estado de Goiás e do Distrito Federal (figura 1.1).

Esta RH é representada, na área de estudo, pelos afluentes goianos da margem direita do Rio Paranaíba. De montante para jusante, destacam-se os seguintes rios: Verdão, São Marcos, Veríssimo, Corumbá, Piracanjuba, Meia Ponte, dos Bois, Claro, Verde, Corrente e Aporé.

Nela, localiza-se, também, uma grande concentração de pequenas massas d'água (represas) formadas a partir da construção de barramentos na área das nascentes, com objetivo de reservação e regularização dos cursos d'água para utilização na dessendentação de animais, irrigação e abastecimento público.

Nesta RH encontra-se instalada a maioria dos parques industriais e atividades de agricultura intensiva, sendo também a mais densamente povoada. O abastecimento público e privado de água é realizado principalmente por derivação de mananciais superficiais, sendo que a maioria das cidades não é servida por um sistema de rede de esgotamento sanitário e estações de tratamento de esgoto.

Encontra-se fortemente impactada pela ação antrópica, com atividades de desmatamento, contaminação por poluentes industriais e domésticos, intensa atividade agrícola, instalação de

processos erosivos, ocupação desordenada das áreas urbanas, o que propiciou a devastação de grande parte do cerrado pré-existente.

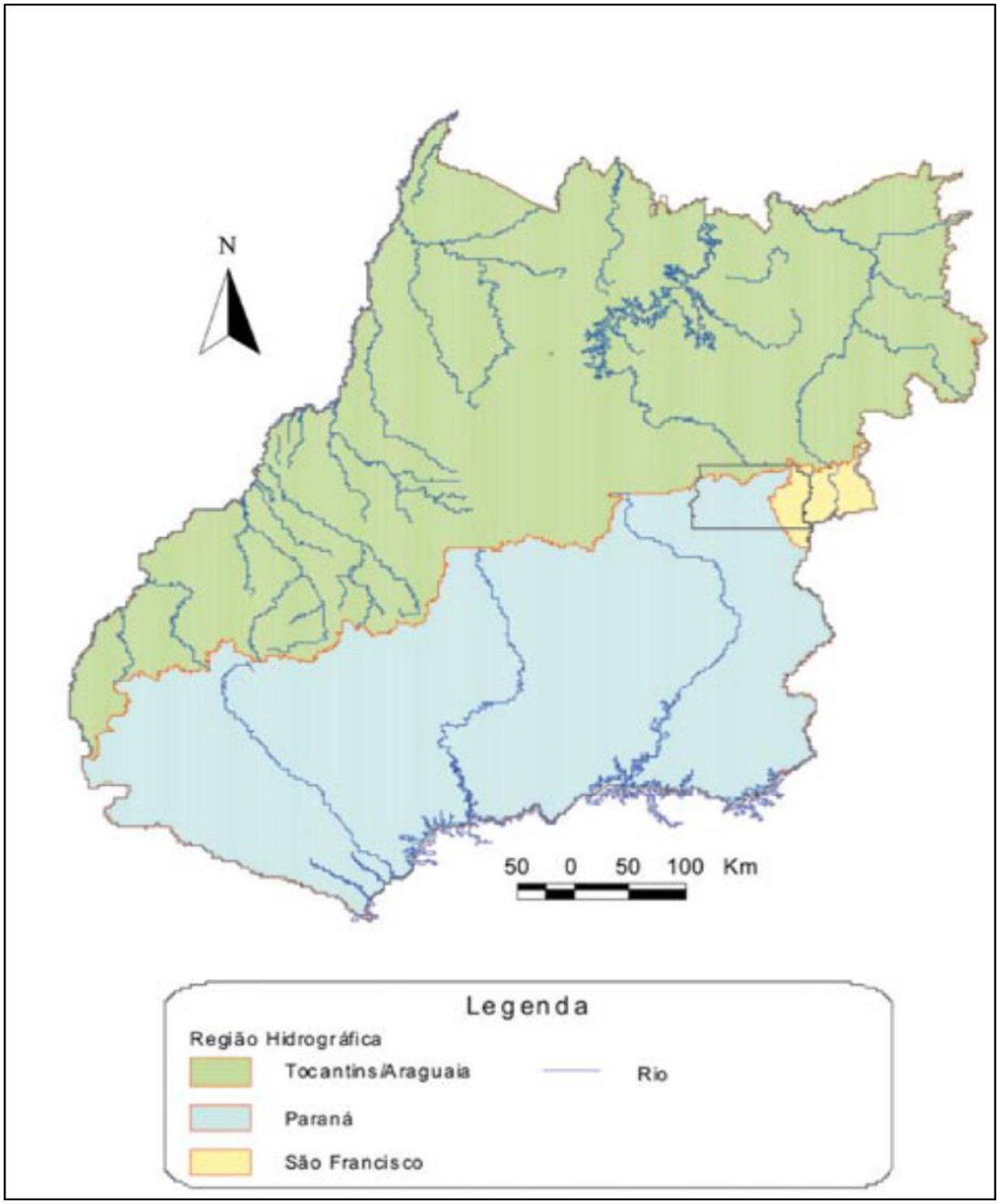
A intensa atividade agropecuária, representada por pastagens plantadas, lavouras de soja, milho, algodão, girassol e cana-de-açúcar, provoca contaminação dos mananciais pelo lançamento de grandes quantidades de insumos e defensivos agrícolas.

Os fragmentos de vegetação natural correspondem a poucos remanescentes em estado primário (Parques Nacional e Estadual, APA's, Florestas Nacionais, RPPN's), porém, em sua maioria, são representados por vegetação secundária com composição florística alterada em função de interferências antrópicas.

Localmente, já se observa que a prática de agricultura intensiva e irrigada por pivô central, promove conflitos pelo uso d'água, em várias bacias hidrográficas de Goiás e Distrito Federal.

Os principais rios da região do trecho, fazem parte da sub-bacia do Rio Verdinho/Verdão, afluente do Rio dos Bois, que compõe a Região Hidrográfica do Paraná.

**Figura 12 - Distribuição das Regiões Hidrográficas em Goiás e Distrito Federal (CNRH, 2003)**




### 6.3.2. VEGETAÇÃO

A vegetação natural da região é basicamente cerrado. O trecho está totalmente antropizado.

A Savana pode ser definida como sendo uma vegetação xeromorfa, oligotrófica, com fisionomias variando do arbóreo denso ao gramíneo - lenhoso.

A região do trecho exibe variações de região de savana como Savana Arbórea aberta 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.

## 6.4. 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.

O clima da região é semi-úmido, de temperaturas elevadas, variando de 24°C a 36°C.

O espaço geográfico Goiano apresenta um regime térmico caracterizado por temperaturas elevadas no verão e amenas à fria no inverno, em decorrência principalmente da latitude, como também, encontra-se, ainda, sob a influência do mEc (massa Equatorial continental), responsável pelo elevado índice de concentração pluviométrica no verão.

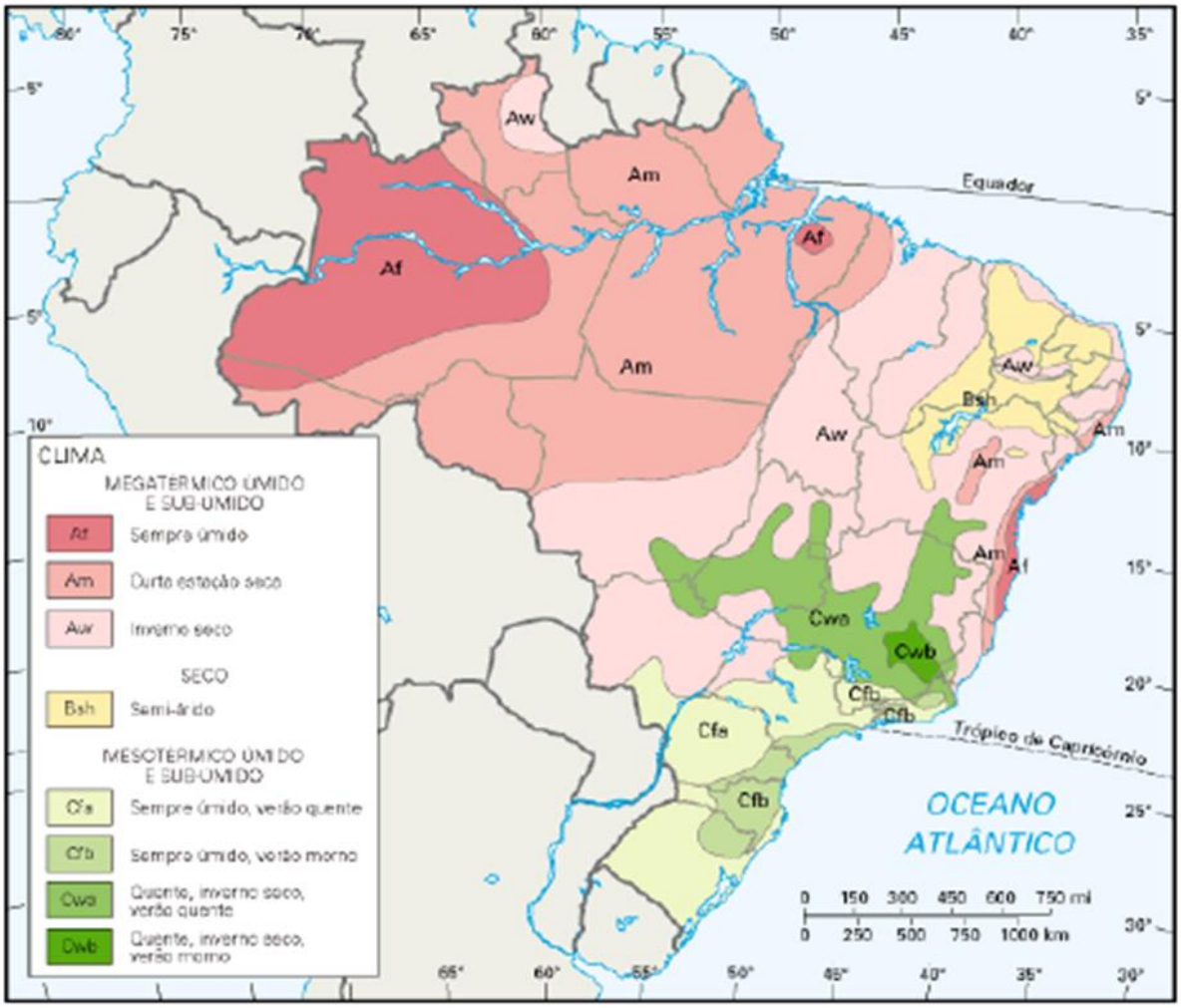
Os meses úmidos (com muita precipitação) são de outubro a março e os meses de estiagem são de abril a setembro, conforme média mensal do posto em Rio Verde desde 1970.

**Quadro 14 - Precipitação mensal média**

| Mês | Média mensal (mm) |
|---|---|
| Janeiro | 132,4 |
| Fevereiro | 95,6 |
| Março | 92,4 |
| Abril | 74 |
| Maio | 71,2 |
| Junho | 29,2 |
| Julho | 35,5 |
| Agosto | 50,2 |
| Setembro | 49 |
| Outubro | 95 |
| Novembro | 87,8 |
| Dezembro | 116,9 |
| Anual | 1324 |

Fonte: INMET

**Figura 13 - Caracterização do clima – Classificação de Wladimir Köppen – Brasil**




### 6.4.1. 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 de Montividiu (01751004), com 42 anos de observação com séries completas (1975 a 2020), 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 **1990, 1991, 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 fluviométricos para os cursos d'água em estudo.

**Quadro 15 - Cadastro Posto Pluviométrico – ANA**

| CADRASTRO POSTO PLUVIOMÉTRICO - ANA | |
|---|---|
| Nome da Estação | MONTIVIDIU |
| Estado | GOIÁS |
| Município | MONTIVIDIU |
| Sub-bacia | RIO PARANAIBA |
| Código de Identificação (ANA) | 01751004 |
| Latitude | 17 º 21 ' 52,00 " |
| Longitude | 51 º 7 ' 51,00 " |
| Data de Instalação | 01/09/1974 |
| Data atual | 2022 |
| Carta topográfica | IBGE - folha SE-22-V-C-VI - MI-2367 - ESC. 1:100.000. |
| Região hidrográfica | Sub-bacia RIO PARANAIBA, principal curso d´água Rio Verde Ou Verdão |
| Dados Fornecidos | Alturas diárias |
| Entidade | ANA (EM 02/08/2022 ) |
| Equipamento | Pluviômetro |

**Figura 14 - Localização da Estação Pluviométrica escolhida**

Foram elaborados histogramas contendo um resumo das condições pluviométricas mínimas, médias e máximas mensais prevalecentes 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.

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

**RODOVIA:** GO-210
**TRECHO:** PERÍMETRO URBANO RIO VERDE/ TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)
**EXTENSÃO:** 6,50 KM

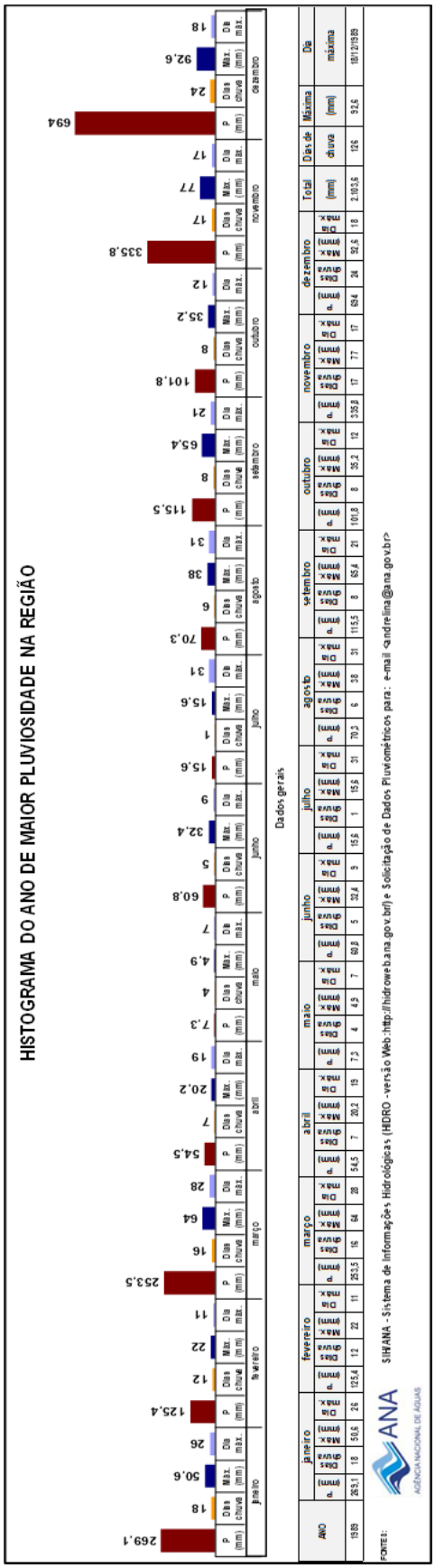
**ESTAÇÃO :** MONTIVIDIU
**LATITUDE :** 17º21'52" ( UTM N = 8.080.916,09 m )
**LONGITUDE :** 51º7'51" ( UTM E = 366.893,42 m )
**CÓDIGO :** 01751004

**ENTIDADE :** ANA 28/04/2023
**PERÍODO :** 1975 A 2020 ( 42 ANOS )
**Uf. :** GOIÁS
**MUNICÍPIO:** MONTIVIDIU

| ANOS | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DADOS ANUAIS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | janeiro | | | | fevereiro | | | | março | | | | abril | | | | maio | | | | junho | | | | julho | | | | agosto | | | | setembro | | | | outubro | | | | novembro | | | | dezembro | | | | Total | Dias de | Máxima | Dia |
| | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | P (mm) | Dias chuva | Máx. (mm) | Dia máx. | (mm) | chuva | (mm) | máxima |
| 1975 | 110 | 8 | 26 | 2 | 140 | 8 | 89 | 13 | 213 | 15 | 37 | 19 | 119 | 10 | 33 | 19 | 24 | 3 | 19 | 8 | 0 | 0 | 0 | 16 | 32 | 3 | 15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 5 | 27 | 68 | 9 | 45 | 20 | 165 | 9 | 63 | 24 | 72 | 8 | 29 | 10 | 948,10 | 74 | 88,60 | 13/2/1975 |
| 1976 | 190 | 9 | 60 | 21 | 196 | 13 | 85 | 4 | 60 | 11 | 14 | 25 | 91 | 7 | 55 | 27 | 99 | 8 | 41 | 29 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 2 | 4 | 7 | 119 | 9 | 29 | 18 | 185 | 8 | 50 | 26 | 232 | 16 | 35 | 27 | 435 | 23 | 68 | 14 | 1.615,20 | 106 | 85,20 | 4/2/1976 |
| 1977 | 305 | 22 | 45 | 31 | 152 | 13 | 38 | 1 | 171 | 18 | 48 | 19 | 85 | 10 | 33 | 6 | 36 | 7 | 13 | 17 | 71 | 9 | 42 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 2 | 7 | 31 | 79 | 9 | 22 | 22 | 126 | 10 | 39 | 22 | 189 | 16 | 46 | 28 | 180 | 19 | 38 | 18 | 1.403,00 | 135 | 48,30 | 19/3/1977 |
| 1978 | 189 | 17 | 29 | 16 | 208 | 14 | 50 | 9 | 202 | 13 | 54 | 2 | 163 | 12 | 57 | 2 | 80 | 7 | 25 | 23 | 35 | 3 | 14 | 9 | 25 | 6 | 18 | 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 55 | 3 | 54 | 15 | 94 | 11 | 53 | 28 | 236 | 16 | 90 | 28 | 231 | 22 | 43 | 12 | 1.518,40 | 124 | 90,30 | 28/11/1978 |
| 1979 | 323 | 21 | 62 | 6 | 218 | 20 | 32 | 3 | 347 | 12 | 100 | 13 | 43 | 2 | 34 | 6 | 13 | 3 | 12 | 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 | 1 | 15 | 20 | 38 | 2 | 33 | 19 | 49 | 4 | 25 | 10 | 128 | 4 | 54 | 31 | 109 | 7 | 41 | 2 | 310 | 18 | 70 | 20 | 1.592,70 | 94 | 100,30 | 13/3/1979 |
| 1980 | 157 | 12 | 40 | 10 | 433 | 19 | 60 | 15 | 80 | 4 | 77 | 3 | 124 | 10 | 31 | 10 | 39 | 2 | 37 | 22 | 24 | 2 | 22 | 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 | 25 | 5 | 13 | 16 | 114 | 8 | 44 | 12 | 166 | 14 | 35 | 11 | 176 | 17 | 37 | 2 | 1.338,70 | 94 | 77,10 | 3/3/1980 |
| 1981 | 209 | 19 | 50 | 21 | 62 | 7 | 39 | 11 | 277 | 19 | 31 | 9 | 112 | 5 | 40 | 24 | 4 | 1 | 4 | 4 | 18 | 2 | 13 | 7 | 34 | 1 | 34 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 2 | 15 | 29 | 143 | 8 | 75 | 17 | 197 | 7 | 57 | 20 | 270 | 21 | 30 | 31 | 1.342,10 | 92 | 75,10 | 17/10/1981 |
| 1982 | 474 | 24 | 73 | 22 | 94 | 14 | 20 | 28 | 466 | 21 | 109 | 6 | 213 | 8 | 97 | 14 | 83 | 6 | 32 | 7 | 21 | 2 | 15 | 4 | 9 | 1 | 9 | 16 | 21 | 4 | 10 | 28 | 108 | 10 | 49 | 23 | 107 | 9 | 50 | 7 | 41 | 3 | 22 | 17 | 313 | 20 | 51 | 3 | 1.947,70 | 122 | 109,30 | 6/3/1982 |
| 1983 | 266 | 21 | 50 | 30 | 136 | 17 | 26 | 3 | 123 | 15 | 17 | 27 | 213 | 14 | 55 | 25 | 17 | 4 | 5 | 29 | 7 | 3 | 3 | 4 | 39 | 2 | 35 | 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 58 | 5 | 38 | 17 | 267 | 12 | 71 | 4 | 124 | 17 | 28 | 19 | 343 | 24 | 46 | 2 | 1.593,00 | 134 | 71,40 | 4/10/1983 |
| 1984 | 221 | 13 | 138 | 1 | 20 | 13 | 14 | 12 | 129 | 13 | 35 | 24 | 162 | 13 | 40 | 8 | 46 | 7 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 105 | 4 | 49 | 23 | 67 | 7 | 24 | 21 | 91 | 10 | 30 | 20 | 140 | 12 | 38 | 14 | 201 | 14 | 44 | 5 | 1.180,60 | 106 | 138,20 | 1/1/1984 |
| 1985 | 427 | 27 | 86 | 23 | 208 | 15 | 73 | 12 | 371 | 17 | 93 | 13 | 88 | 8 | 40 | 20 | 14 | 2 | 8 | 13 | 2 | 1 | 2 | 4 | 25 | 1 | 25 | 6 | 1 | 1 | 1 | 28 | 37 | 8 | 15 | 21 | 47 | 4 | 15 | 15 | 95 | 13 | 23 | 10 | 73 | 11 | 16 | 24 | 1.386,80 | 108 | 93,30 | 13/3/1985 |
| 1986 | 185 | 20 | 26 | 2 | 205 | 18 | 96 | 7 | 238 | 13 | 56 | 23 | 69 | 9 | 21 | 11 | 71 | 6 | 20 | 31 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 | 2 | 14 | 31 | 82 | 6 | 21 | 24 | 84 | 5 | 44 | 29 | 115 | 8 | 30 | 27 | 109 | 8 | 29 | 6 | 397 | 19 | 130 | 25 | 1.568,90 | 114 | 130,40 | 25/12/1986 |
| 1987 | 250 | 16 | 61 | 24 | 217 | 14 | 69 | 10 | 190 | 10 | 80 | 8 | 158 | 14 | 63 | 4 | 21 | 5 | 8 | 16 | 9 | 2 | 9 | 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 1 | 8 | 7 | 21 | 4 | 10 | 20 | 279 | 10 | 59 | 2 | 237 | 17 | 54 | 13 | 250 | 20 | 40 | 16 | 1.639,70 | 113 | 79,60 | 8/3/1987 |
| 1988 | 270 | 14 | 51 | 12 | 297 | 22 | 52 | 25 | 281 | 19 | 101 | 9 | 186 | 11 | 71 | 9 | 48 | 7 | 22 | 31 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 | 4 | 14 | 30 | 109 | 13 | 24 | 1 | 64 | 9 | 17 | 4 | 201 | 14 | 52 | 14 | 1.474,60 | 113 | 100,60 | 9/3/1988 |
| 1989 | 269 | 18 | 51 | 26 | 125 | 12 | 22 | 11 | 254 | 16 | 64 | 28 | 55 | 7 | 20 | 19 | 7 | 4 | 5 | 7 | 61 | 5 | 32 | 9 | 16 | 1 | 16 | 31 | 70 | 6 | 38 | 31 | 116 | 8 | 65 | 21 | 102 | 8 | 35 | 12 | 336 | 17 | 77 | 17 | 694 | 24 | 93 | 18 | 2.103,60 | 126 | 92,60 | 18/12/1989 |
| 1992 | 271 | 17 | 62 | 10 | 185 | 13 | 80 | 1 | 175 | 12 | 25 | 20 | 114 | 6 | 25 | 2 | 28 | 2 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 219 | 15 | 140 | 8 | 60 | 15 | 7 | 22 | 35 | 12 | 6 | 20 | 1.085,60 | 92 | 140,00 | 8/10/1992 |
| 1993 | 172 | 11 | 32 | 23 | 266 | 22 | 30 | 17 | 112 | 10 | 19 | 18 | 124 | 5 | 43 | 5 | 7 | 1 | 7 | 18 | 14 | 2 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 67 | 3 | 27 | 24 | 142 | 8 | 38 | 29 | 84 | 9 | 27 | 15 | 133 | 11 | 38 | 3 | 323 | 27 | 60 | 23 | 1.442,50 | 109 | 60,00 | 23/12/1993 |
| 1994 | 322 | 22 | 46 | 5 | 144 | 12 | 35 | 5 | 295 | 19 | 71 | 12 | 23 | 9 | 8 | 19 | 14 | 7 | 8 | 29 | 14 | 4 | 11 | 25 | 2 | 1 | 2 | 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 26 | 137 | 12 | 45 | 28 | 221 | 15 | 71 | 24 | 194 | 21 | 58 | 8 | 1.366,70 | 125 | 71,30 | 12/3/1994 |
| 1995 | 154 | 16 | 37 | 3 | 202 | 22 | 35 | 5 | 111 | 11 | 30 | 26 | 123 | 13 | 44 | 7 | 42 | 4 | 19 | 6 | 2 | 2 | 2 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 26 | 5 | 13 | 29 | 100 | 10 | 40 | 20 | 315 | 14 | 122 | 24 | 124 | 16 | 54 | 13 | 1.199,50 | 113 | 121,80 | 24/11/1995 |
| 1996 | 164 | 19 | 41 | 13 | 288 | 15 | 79 | 24 | 209 | 17 | 51 | 3 | 130 | 10 | 45 | 15 | 19 | 7 | 8 | 26 | 6 | 2 | 6 | 29 | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 | 4 | 18 | 15 | 56 | 7 | 30 | 4 | 127 | 13 | 24 | 9 | 404 | 17 | 97 | 21 | 213 | 18 | 26 | 13 | 1.640,60 | 129 | 97,20 | 21/11/1996 |
| 1997 | 322 | 25 | 50 | 11 | 94 | 14 | 19 | 16 | 174 | 15 | 55 | 31 | 171 | 15 | 34 | 19 | 109 | 7 | 51 | 17 | 139 | 7 | 45 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 | 5 | 7 | 26 | 27 | 8 | 12 | 26 | 253 | 17 | 41 | 21 | 296 | 16 | 44 | 11 | 1.599,40 | 129 | 55,10 | 31/3/1997 |
| 1998 | 208 | 15 | 46 | 30 | 149 | 19 | 37 | 21 | 148 | 14 | 53 | 17 | 157 | 9 | 59 | 5 | 42 | 5 | 27 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 1 | 8 | 15 | 1 | 2 | 1 | 11 | 20 | 4 | 7 | 29 | 144 | 13 | 53 | 12 | 148 | 18 | 31 | 19 | 175 | 16 | 38 | 28 | 1.198,90 | 116 | 59,00 | 5/4/1998 |
| 1999 | 154 | 17 | 38 | 28 | 54 | 9 | 16 | 26 | 153 | 19 | 35 | 2 | 13 | 4 | 5 | 14 | 18 | 5 | 13 | 11 | 1 | 2 | 1 | 16 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 116 | 10 | 65 | 23 | 49 | 7 | 38 | 6 | 158 | 13 | 29 | 13 | 172 | 16 | 58 | 30 | 886,00 | 103 | 65,40 | 23/9/1999 |
| 2000 | 151 | 22 | 37 | 3 | 371 | 21 | 72 | 16 | 230 | 24 | 45 | 18 | 41 | 7 | 16 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 2 | 3 | 24 | 25 | 4 | 13 | 29 | 112 | 13 | 40 | 9 | 68 | 11 | 19 | 30 | 300 | 16 | 88 | 19 | 387 | 23 | 53 | 10 | 1.690,30 | 143 | 88,00 | 19/11/2000 |
| 2001 | 215 | 17 | 46 | 15 | 71 | 14 | 27 | 25 | 167 | 15 | 40 | 14 | 103 | 8 | 56 | 2 | 27 | 2 | 20 | 27 | 3 | 1 | 3 | 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 36 | 3 | 14 | 26 | 40 | 4 | 29 | 27 | 208 | 13 | 61 | 18 | 176 | 20 | 25 | 14 | 256 | 21 | 86 | 21 | 1.300,90 | 118 | 86,00 | 21/12/2001 |
| 2002 | 364 | 18 | 72 | 11 | 241 | 18 | 51 | 12 | 163 | 17 | 43 | 22 | 0 | 1 | 0 | 17 | 29 | 4 | 16 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 2 | 14 | 23 | 2 | 1 | 2 | 30 | 13 | 3 | 7 | 19 | 81 | 10 | 19 | 30 | 138 | 13 | 32 | 12 | 188 | 18 | 42 | 12 | 1.236,80 | 105 | 72,00 | 11/1/2002 |
| 2003 | 248 | 23 | 45 | 24 | 176 | 19 | 54 | 22 | 346 | 21 | 63 | 22 | 150 | 12 | 45 | 5 | 41 | 3 | 37 | 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 37 | 3 | 18 | 15 | 14 | 4 | 6 | 29 | 84 | 11 | 39 | 28 | 225 | 15 | 70 | 2 | 112 | 13 | 39 | 23 | 1.433,10 | 124 | 69,80 | 2/11/2003 |
| 2004 | 502 | 25 | 90 | 22 | 440 | 25 | 71 | 25 | 175 | 17 | 31 | 20 | 112 | 14 | 17 | 14 | 21 | 3 | 16 | 15 | 2 | 1 | 2 | 4 | 6 | 1 | 6 | 9 | 3 | 1 | 3 | 29 | 4 | 2 | 4 | 16 | 92 | 15 | 40 | 14 | 164 | 14 | 56 | 6 | 126 | 16 | 28 | 12 | 1.646,20 | 134 | 90,40 | 22/1/2004 |
| 2005 | 178 | 24 | 73 | 29 | 269 | 13 | 117 | 20 | 481 | 22 | 91 | 8 | 33 | 4 | 31 | 30 | 15 | 7 | 8 | 26 | 1 | 1 | 1 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 2 | 6 | 27 | 36 | 7 | 16 | 29 | 60 | 12 | 18 | 6 | 324 | 20 | 92 | 19 | 309 | 27 | 80 | 9 | 1.714,80 | 139 | 116,50 | 20/2/2005 |
| 2006 | 203 | 16 | 60 | 31 | 180 | 17 | 45 | 3 | 279 | 22 | 43 | 13 | 67 | 12 | 39 | 8 | 13 | 3 | 10 | 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 | 1 | 19 | 3 | 20 | 4 | 9 | 29 | 61 | 8 | 16 | 26 | 162 | 21 | 23 | 30 | 391 | 20 | 92 | 28 | 309 | 21 | 44 | 14 | 1.704,80 | 145 | 92,10 | 28/11/2006 |
| 2007 | 277 | 24 | 80 | 31 | 205 | 20 | 33 | 23 | 90 | 10 | 32 | 1 | 45 | 9 | 25 | 8 | 39 | 2 | 39 | 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 1 | 9 | 27 | 127 | 12 | 32 | 2 | 150 | 16 | 49 | 1 | 190 | 17 | 46 | 21 | 1.132,20 | 112 | 79,90 | 31/1/2007 |
| 2008 | 255 | 19 | 34 | 6 | 216 | 22 | 40 | 29 | 323 | 24 | 54 | 8 | 206 | 17 | 36 | 21 | 13 | 3 | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 121 | 7 | 45 | 17 | 162 | 10 | 59 | 2 | 189 | 16 | 39 | 18 | 177 | 15 | 29 | 14 | 1.661,80 | 134 | 59,00 | 21/10/2008 |
| 2009 | 165 | 15 | 93 | 23 | 319 | 16 | 78 | 15 | 214 | 19 | 56 | 9 | 165 | 8 | 79 | 15 | 6 | 1 | 6 | 5 | 6 | 2 | 4 | 10 | 5 | 1 | 5 | 12 | 26 | 4 | 19 | 25 | 68 | 10 | 19 | 1 | 158 | 14 | 56 | 20 | 164 | 17 | 62 | 11 | 329 | 23 | 73 | 28 | 1.623,60 | 130 | 93,00 | 23/1/2009 |
| 2010 | 173 | 15 | 56 | 31 | 317 | 17 | 101 | 28 | 224 | 14 | 59 | 1 | 107 | 6 | 71 | 4 | 22 | 3 | 15 | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 110 | 11 | 33 | 3 | 415 | 18 | 101 | 6 | 236 | 19 | 45 | 22 | 1.606,70 | 105 | 100,90 | 6/11/2010 |
| 2011 | 220 | 14 | 49 | 6 | 252 | 19 | 42 | 19 | 359 | 21 | 62 | 14 | 93 | 8 | 34 | 29 | 14 | 1 | 14 | 2 | 73 | 1 | 73 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 30 | 2 | 21 | 12 | 124 | 23 | 22 | 26 | 88 | 14 | 32 | 16 | 177 | 24 | 33 | 22 | 1.431,60 | 128 | 72,50 | 10/6/2011 |
| 2012 | 226 | 18 | 56 | 25 | 204 | 15 | 60 | 12 | 43 | 10 | 15 | 19 | 45 | 8 | 19 | 22 | 60 | 4 | 44 | 14 | 9 | 3 | 9 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 41 | 5 | 16 | 26 | 46 | 5 | 28 | 19 | 194 | 19 | 40 | 7 | 92 | 13 | 18 | 22 | 960,60 | 100 | 60,00 | 12/2/2012 |
| 2013 | 228 | 19 | 61 | 12 | 210 | 17 | 59 | 19 | 369 | 17 | 117 | 26 | 212 | 10 | 54 | 8 | 25 | 3 | 19 | 30 | 18 | 2 | 17 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 41 | 2 | 35 | 18 | 189 | 14 | 71 | 18 | 258 | 16 | 58 | 24 | 165 | 19 | 38 | 21 | 1.714,30 | 119 | 116,70 | 26/3/2013 |
| 2014 | 75 | 11 | 19 | 21 | 207 | 16 | 45 | 22 | 365 | 15 | 96 | 6 | 197 | 11 | 78 | 23 | 16 | 1 | 16 | 24 | 3 | 1 | 3 | 2 | 62 | 4 | 22 | 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 99 | 6 | 54 | 4 | 58 | 9 | 24 | 2 | 241 | 18 | 41 | 1 | 362 | 18 | 138 | 9 | 1.683,80 | 110 | 137,60 | 9/12/2014 |
| 2017 | 176 | 16 | 42 | 21 | 228 | 17 | 55 | 13 | 91 | 12 | 20 | 11 | 69 | 7 | 27 | 21 | 62 | 4 | 33 | 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 3 | 14 | 30 | 119 | 8 | 67 | 30 | 184 | 16 | 41 | 9 | 354 | 17 | 68 | 14 | 1.296,60 | 100 | 67,80 | 14/12/2017 |
| 2018 | 169 | 18 | 32 | 5 | 373 | 18 | 92 | 1 | 175 | 11 | 41 | 10 | 100 | 7 | 51 | 16 | 20 | 1 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 3 | 4 | 26 | 44 | 5 | 24 | 30 | 196 | 17 | 42 | 14 | 331 | 18 | 55 | 7 | 142 | 11 | 52 | 3 | 1.556,60 | 109 | 92,20 | 1/2/2018 |
| 2019 | 200 | 15 | 63 | 13 | 137 | 14 | 59 | 4 | 154 | 14 | 48 | 11 | 74 | 12 | 17 | 9 | 55 | 5 | 29 | 17 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1 | 7 | 5 | 0 | 1 | 0 | 20 | 29 | 3 | 19 | 27 | 38 | 10 | 15 | 21 | 193 | 17 | 38 | 10 | 153 | 21 | 63 | 5 | 1.040,40 | 113 | 63,00 | 5/12/2019 |
| 2020 | 375 | 23 | 104 | 22 | 207 | 20 | 49 | 24 | 268 | 20 | 79 | 31 | 33 | 10 | 9 | 13 | 39 | 4 | 22 | 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 2 | 5 | 23 | 94 | 14 | 19 | 27 | 63 | 14 | 10 | 20 | 160 | 21 | 32 | 6 | 1.246,50 | 128 | 104,20 | 22/1/2020 |

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

**Figura 15 - Gráfico: Histograma do ano de maior pluviosidade na região (Ano: 1989)**



## Tabela 6 - Pluviograma (MONTIVIDIU)

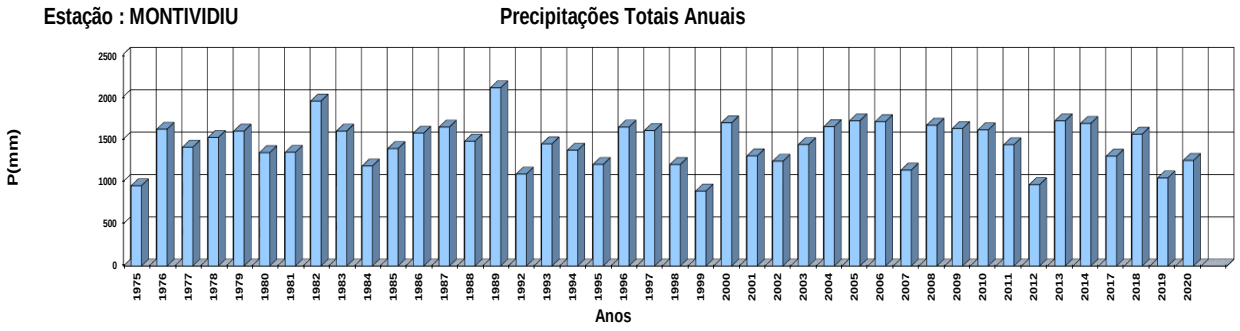
**Estação: MONTIVIDIU Pluviograma**

**PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO**

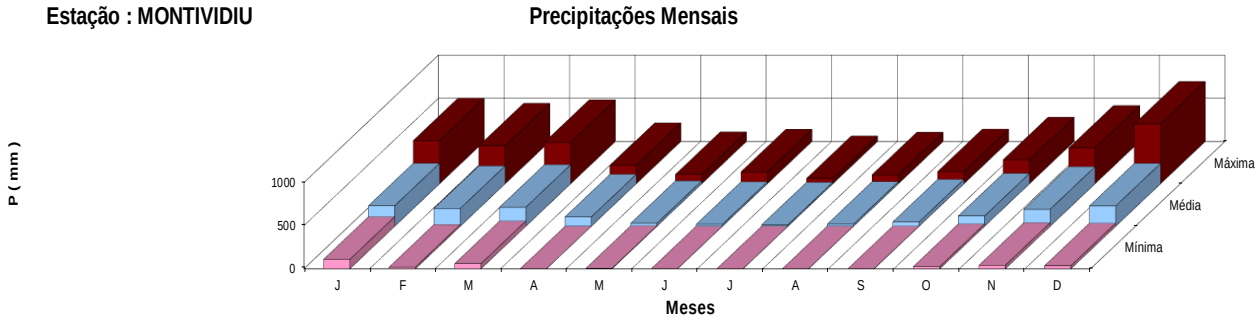
| | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Maio | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro | Diagrama Climatológico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | P(mm) | |
| Prec. Máx. Mensal | 501,90 | 440,30 | 481,00 | 213,20 | 108,70 | 138,80 | 62,10 | 105,20 | 141,70 | 279,20 | 414,90 | 694,00 | Pmáx = 2103,6 mm (Precip. Máxima Anual para o período). |
| Prec. Méd. Mensal | 238,29 | 207,53 | 221,15 | 109,13 | 33,27 | 12,83 | 8,21 | 14,38 | 48,00 | 119,91 | 198,04 | 235,79 | Pméd = 1446,52 mm (Precip. Média Anual para o período). |
| Prec. Min. Mensal | 109,90 | 19,80 | 59,50 | 0,10 | 4,30 | 0,70 | 0,40 | 0,60 | 1,20 | 26,80 | 40,70 | 35,30 | Pmin = 886 mm (Precip. Mínima Anual para o período). |
| NDC Máx. Mensal | 27 | 25 | 24 | 17 | 8 | 9 | 6 | 6 | 13 | 23 | 20 | 27 | Nmáx = 145 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período). |
| NDC Méd. Mensal | 18 | 16 | 16 | 9 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 11 | 15 | 18 | Nméd = 116 ( Média do núm. de dias de chuva por ano no período). |
| NDC Min. Mensal | 8 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 8 | Nmin = 74 (Número mín. de dias de chuva por ano no período). |

Região hidrográfica: Sub-bacia RIO PARANAIBA, principal curso d´água Rio Verde Ou Verdao / Carta topográfica do município de montividiu: IBGE - folha SE-22-V-C-VI - MI-2367 - ESC. 1:100.000.

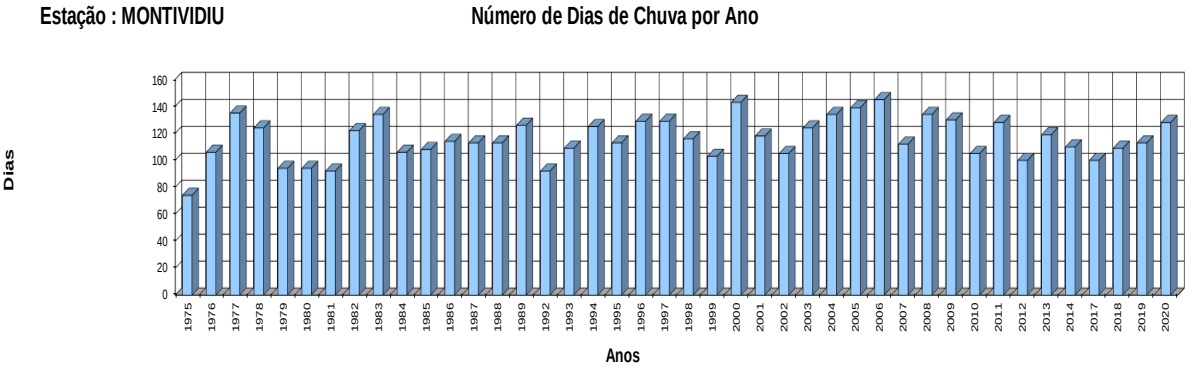
## Figura 16 - Gráfico: Precipitações totais anuais (MONTIVIDIU)




## Figura 17 - Gráfico: Precipitações mensais (MONTIVIDIU)




## Figura 18 - Gráfico: Número de dias de chuva por ano (MONTIVIDIU)



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

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

### 6.5.1. 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.

### 6.5.2. 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”;
- σ.....Desvio 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 7 - Análise Estatística Pluviométrica e Cálculos

## TABELAS DOS CÁLCULOS

**ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS**

**ESTAÇÃO : MONTIVIDIU** — **ENTIDADE : ANA**

**CÓDIGO : 01751004** — **LATITUDE : 17º21'52"**

**LONGITUDE : 51º7'51"**

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13/2/1975 | 21 | 88,6 | 1 | 140,00 | 51,6 | 2.665,3 | 2,3 | 43,0 |
| 4/2/1976 | 24 | 85,2 | 2 | 138,20 | 49,8 | 2.482,6 | 4,7 | 21,5 |
| 19/3/1977 | 42 | 48,3 | 3 | 137,60 | 49,2 | 2.423,2 | 7,0 | 14,3 |
| 28/11/1978 | 20 | 90,3 | 4 | 130,40 | 42,0 | 1.766,2 | 9,3 | 10,8 |
| 13/3/1979 | 12 | 100,3 | 5 | 121,80 | 33,4 | 1.117,3 | 11,6 | 8,6 |
| 3/3/1980 | 27 | 77,1 | 6 | 116,70 | 28,3 | 802,4 | 14,0 | 7,2 |
| 17/10/1981 | 28 | 75,1 | 7 | 116,50 | 28,1 | 791,1 | 16,3 | 6,1 |
| 6/3/1982 | 8 | 109,3 | 8 | 109,30 | 20,9 | 437,9 | 18,6 | 5,4 |
| 4/10/1983 | 31 | 71,4 | 9 | 104,20 | 15,8 | 250,5 | 20,9 | 4,8 |
| 1/1/1984 | 2 | 138,2 | 10 | 100,90 | 12,5 | 156,9 | 23,3 | 4,3 |
| 13/3/1985 | 14 | 93,3 | 11 | 100,60 | 12,2 | 149,5 | 25,6 | 3,9 |
| 25/12/1986 | 4 | 130,4 | 12 | 100,30 | 11,9 | 142,2 | 27,9 | 3,6 |
| 8/3/1987 | 26 | 79,6 | 13 | 97,20 | 8,8 | 77,9 | 30,2 | 3,3 |
| 9/3/1988 | 11 | 100,6 | 14 | 93,30 | 4,9 | 24,3 | 32,6 | 3,1 |
| 18/12/1989 | 16 | 92,6 | 15 | 93,00 | 4,6 | 21,4 | 34,9 | 2,9 |
| 8/10/1992 | 1 | 140,0 | 16 | 92,60 | 4,2 | 17,9 | 37,2 | 2,7 |
| 23/12/1993 | 37 | 60,0 | 17 | 92,20 | 3,8 | 14,6 | 39,5 | 2,5 |
| 12/3/1994 | 32 | 71,3 | 18 | 92,10 | 3,7 | 13,9 | 41,9 | 2,4 |
| 24/11/1995 | 5 | 121,8 | 19 | 90,40 | 2,0 | 4,1 | 44,2 | 2,3 |
| 21/11/1996 | 13 | 97,2 | 20 | 90,30 | 1,9 | 3,7 | 46,5 | 2,2 |
| 31/3/1997 | 41 | 55,1 | 21 | 88,60 | 0,2 | 0,1 | 48,8 | 2,0 |
| 5/4/1998 | 39 | 59,0 | 22 | 88,00 | -0,4 | 0,1 | 51,2 | 2,0 |
| 23/9/1999 | 35 | 65,4 | 23 | 86,00 | -2,4 | 5,6 | 53,5 | 1,9 |
| 19/11/2000 | 22 | 88,0 | 24 | 85,20 | -3,2 | 10,1 | 55,8 | 1,8 |
| 21/12/2001 | 23 | 86,0 | 25 | 79,90 | -8,5 | 71,8 | 58,1 | 1,7 |
| 11/1/2002 | 30 | 72,0 | 26 | 79,60 | -8,8 | 77,0 | 60,5 | 1,7 |
| 2/11/2003 | 33 | 69,8 | 27 | 77,10 | -11,3 | 127,1 | 62,8 | 1,6 |
| 22/1/2004 | 19 | 90,4 | 28 | 75,10 | -13,3 | 176,2 | 65,1 | 1,5 |
| 20/2/2005 | 7 | 116,5 | 29 | 72,50 | -15,9 | 252,0 | 67,4 | 1,5 |
| 28/11/2006 | 18 | 92,1 | 30 | 72,00 | -16,4 | 268,1 | 69,8 | 1,4 |
| 31/1/2007 | 25 | 79,9 | 31 | 71,40 | -17,0 | 288,1 | 72,1 | 1,4 |
| 2/10/2008 | 39 | 59,0 | 32 | 71,30 | -17,1 | 291,5 | 74,4 | 1,3 |
| 23/1/2009 | 15 | 93,0 | 33 | 69,80 | -18,6 | 345,0 | 76,7 | 1,3 |
| 6/11/2010 | 10 | 100,9 | 34 | 67,80 | -20,6 | 423,3 | 79,1 | 1,3 |
| 10/6/2011 | 29 | 72,5 | 35 | 65,40 | -23,0 | 527,8 | 81,4 | 1,2 |
| 12/2/2012 | 37 | 60,0 | 36 | 63,00 | -25,4 | 643,8 | 83,7 | 1,2 |
| 26/3/2013 | 6 | 116,7 | 37 | 60,00 | -28,4 | 805,1 | 86,0 | 1,2 |
| 9/12/2014 | 3 | 137,6 | 38 | 60,00 | -28,4 | 805,1 | 88,4 | 1,1 |
| 14/12/2017 | 34 | 67,8 | 39 | 59,00 | -29,4 | 862,8 | 90,7 | 1,1 |
| 1/2/2018 | 17 | 92,2 | 40 | 59,00 | -29,4 | 862,8 | 93,0 | 1,1 |
| 5/12/2019 | 36 | 63,0 | 41 | 55,10 | -33,3 | 1.107,1 | 95,3 | 1,0 |
| 22/1/2020 | 9 | 104,2 | 42 | 48,30 | -40,1 | 1.605,9 | 97,7 | 1,0 |

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

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

MÉDIA $\overline{P} = \frac{\sum P}{42} = 88,37$

DESVIO PADRÃO $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\overline{P} - P)^2}{m-1}} = 23,64$

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:

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

| TEMPO DE RECORRÊNCIA ( Tr ) | K ( * ) | P ( mm ) |
|---|---|---|
| 5 anos | 0,834 | 108,09 |
| 10 anos | 1,489 | 123,57 |
| 15 anos | 1,854 | 132,20 |
| 20 anos | 2,117 | 138,42 |
| 25 anos | 2,316 | 143,12 |
| 50 anos | 2,93 | 157,64 |
| 100 anos | 3,539 | 172,03 |
| 1.000 anos | - | 220,49 |
| 10.000 anos | - | 268,96 |

$\overline{P} = 88,37$

$\Sigma P = 3.711,70$

$\Sigma (P - \overline{P})^2 = 22.919,28$

$m - 1 = 41$

$$\frac{\Sigma (P - \overline{P})^2}{m-1} = 559,0$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (P - \overline{P})^2}{m-1}} = 23,6$$

$Pr = 88,37 + K \times 23,64$

**CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEN TE CHOW - $P_{Tr}$( mm )**

P5 = 88,37 + 0,834 x 23,64 = 108,09 mm

P10 = 88,37 + 1,489 x 23,64 = 123,57 mm

P15 = 88,37 + 1,854 x 23,64 = 132,2 mm

P20 = 88,37 + 2,117 x 23,64 = 138,42 mm

P25 = 88,37 + 2,316 x 23,64 = 143,12 mm

P50 = 88,37 + 2,93 x 23,64 = 157,64 mm

P100 = 88,37 + 3,539 x 23,64 = 172,03 mm

P1000 = P100 + ( P100 - P10) = 220,49 mm

P10000 = P1000 + ( P1000 - P100) = 268,96 mm

## Tabela 8 - Valor de K para o período de recorrência

| K para o Período de Recorrência ( Tr, anos ) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N/Tr | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 50 | 100 |
| 10 | 1,058 | 1,848 | 2,289 | 2,606 | 2,847 | 3,588 | 4,323 |
| 11 | 1,034 | 1,809 | 2,242 | 2,553 | 2,789 | 3,516 | 4,238 |
| 12 | 1,013 | 1,777 | 2,202 | 2,509 | 2,741 | 3,456 | 4,166 |
| 13 | 0,996 | 1,748 | 2,168 | 2,470 | 2,699 | 3,405 | 4,105 |
| 14 | 0,981 | 1,724 | 2,138 | 2,437 | 2,663 | 3,360 | 4,052 |
| 15 | 0,967 | 1,703 | 2,112 | 2,410 | 2,632 | 3,321 | 4,005 |
| 16 | 0,955 | 1,682 | 2,087 | 2,379 | 2,601 | 3,283 | 3,959 |
| 17 | 0,943 | 1,664 | 2,066 | 2,355 | 2,575 | 3,250 | 3,921 |
| 18 | 0,934 | 1,649 | 2,047 | 2,335 | 2,552 | 3,223 | 3,888 |
| 19 | 0,926 | 1,639 | 2,032 | 2,317 | 2,553 | 3,199 | 3,860 |
| 20 | 0,919 | 1,625 | 2,018 | 2,302 | 2,517 | 3,179 | 3,836 |
| 21 | 0,911 | 1,613 | 2,004 | 2,286 | 2,500 | 3,157 | 3,810 |
| 22 | 0,905 | 1,603 | 1,992 | 2,272 | 2,484 | 3,138 | 3,787 |
| 23 | 0,899 | 1,593 | 1,980 | 2,259 | 2,470 | 3,121 | 3,766 |
| 24 | 0,893 | 1,584 | 1,969 | 2,247 | 2,457 | 3,104 | 3,747 |
| 25 | 0,888 | 1,575 | 1,958 | 2,235 | 2,444 | 3,088 | 3,729 |
| 26 | 0,883 | 1,568 | 1,949 | 2,224 | 2,432 | 3,074 | 3,711 |
| 27 | 0,879 | 1,560 | 1,941 | 2,215 | 2,422 | 3,061 | 3,696 |
| 28 | 0,874 | 1,553 | 1,932 | 2,205 | 2,412 | 3,048 | 3,681 |
| 29 | 0,87 | 1,547 | 1,924 | 2,196 | 2,402 | 3,037 | 3,667 |
| 30 | 0,866 | 1,541 | 1,917 | 2,188 | 2,393 | 3,026 | 3,653 |
| 31 | 0,863 | 1,535 | 1,910 | 2,180 | 2,385 | 3,015 | 3,641 |
| 32 | 0,86 | 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 | 0,84 | 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 | 0,83 | 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 | 0,82 | 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 | 0,81 | 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.

### 6.5.3. MÉTODO DAS ISOZONAS

#### 6.5.3.1. 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.

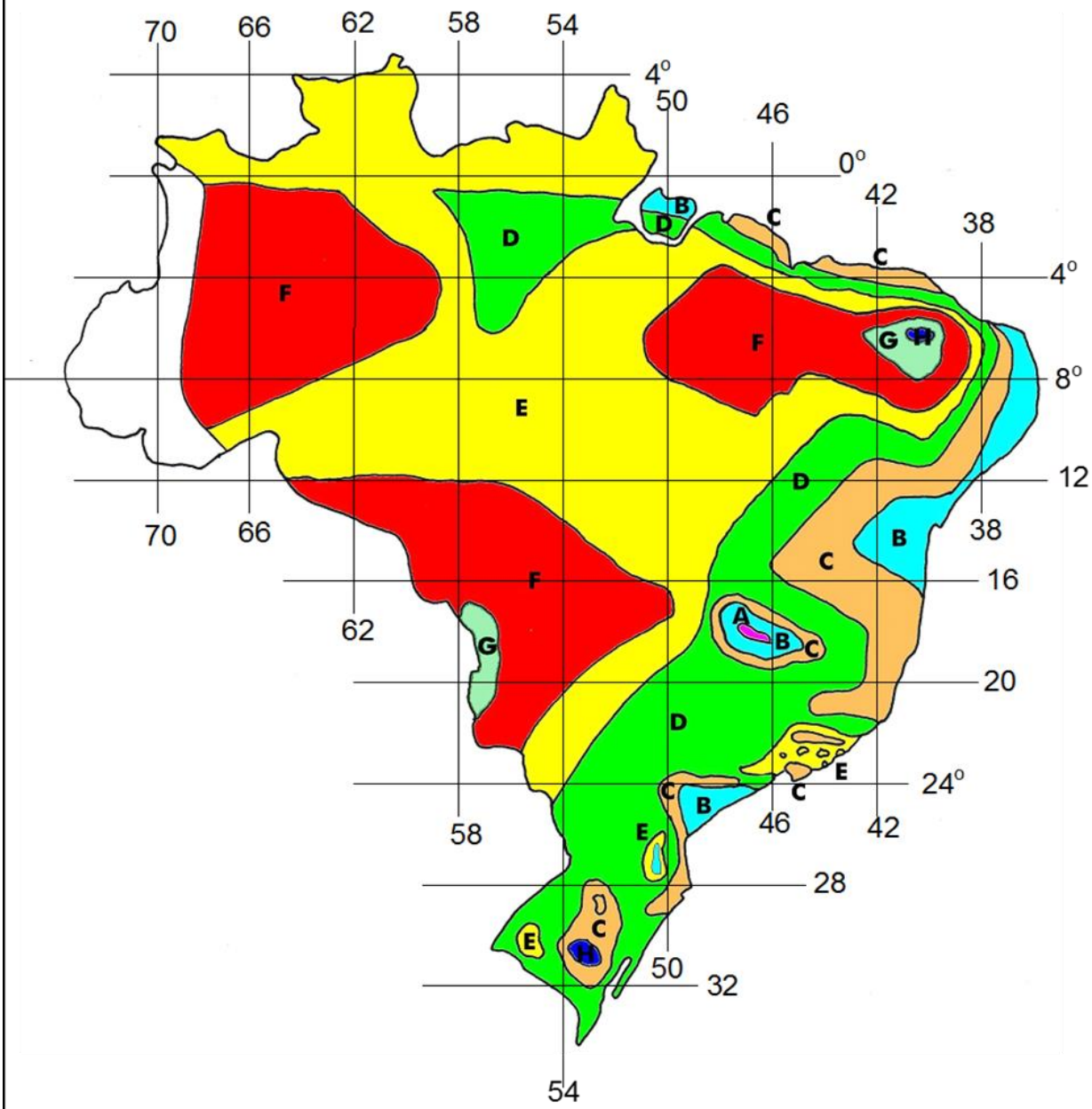
A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou um mapa relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

#### 6.5.3.2. 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 19 - Método das Isozonas de igual relação**




**TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS**

| ZONA | | 1 HORA / 24 HORAS CHUVA | | | | | | | | | | 6min. - 24h | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 50 | 100 | 1000 | 10000 | 5-50 | 100 |
| A | | 36,2 | 35,8 | 35,6 | 35,6 | 35,4 | 36,3 | 35 | 34,7 | 33,6 | 32,5 | 7 | 6,3 |
| B | | 38,1 | 37,8 | 37,5 | 37,5 | 37,3 | 37,2 | 36,9 | 36,6 | 35,4 | 34,3 | 8,4 | 7,5 |
| C | | 40,1 | 39,7 | 39,5 | 39,5 | 39,2 | 39,1 | 38,6 | 38,4 | 37,2 | 36,2 | 8,8 | 8,5 |
| D | | 42 | 41,8 | 41,4 | 41,2 | 41,1 | 41 | 40,7 | 40,3 | 39 | 37,3 | 11,2 | 10 |
| E | | 44,9 | 43,6 | 43,3 | 43,2 | 43 | 42,9 | 42,6 | 42,2 | 40 | 39,6 | 12,6 | 11,2 |
| F | | 46 | 45,6 | 45,3 | 45,1 | 44,9 | 44,7 | 44,5 | 44,1 | 42,7 | 41,3 | 13,2 | 12,4 |
| G | | 47.9 | 47.6 | 47.2 | 47 | 46.6 | 46.7 | 46.7 | 45.1 | 44.5 | 43.1 | 15.4 | 13.7 |
| H | | 49.9 | 49.4 | 49.1 | 48.9 | 48.8 | 48.5 | 48.3 | 47.8 | 46.5 | 44.8 | 16.7 | 14.9 |

## Tabela 9 - Isozona "F" e Estação - Montividiu

| ISOZONA "F" | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo de Recorrência em anos | 1 hora / 24 horas chuva (A) | | | | | | | 6 min / 24 horas (B) | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 50 | 100 | 5 a 50 | 100 |
| Porcentagem | 46,0 | 45,6 | 45,3 | 45,1 | 44,9 | 44,5 | 44,1 | 13,2 | 12,4 |

As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.

Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas

**ESTAÇÃO : MONTIVIDIU**

| Duração | Tempo de Recorrência | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 50 | 100 |
| 24 horas (C) | 118,89 | 135,93 | 145,42 | 152,26 | 157,43 | 173,40 | 189,24 |
| 1 hora (D) | 54,69 | 61,98 | 65,87 | 68,67 | 70,69 | 77,16 | 83,45 |
| 6 minutos (E) | 15,69 | 17,94 | 19,20 | 20,10 | 20,78 | 22,89 | 23,47 |

Notas: Macha de cálculo:
1 - ( C ) = $P_{Tr}$( mm ) x 1,10, onde $P_{Tr}$( mm ) é dado pela fórmula de VEM TECHOW
2 - ( D ) = ( C ) x ( A )
3 - ( E ) = ( C ) x ( B )

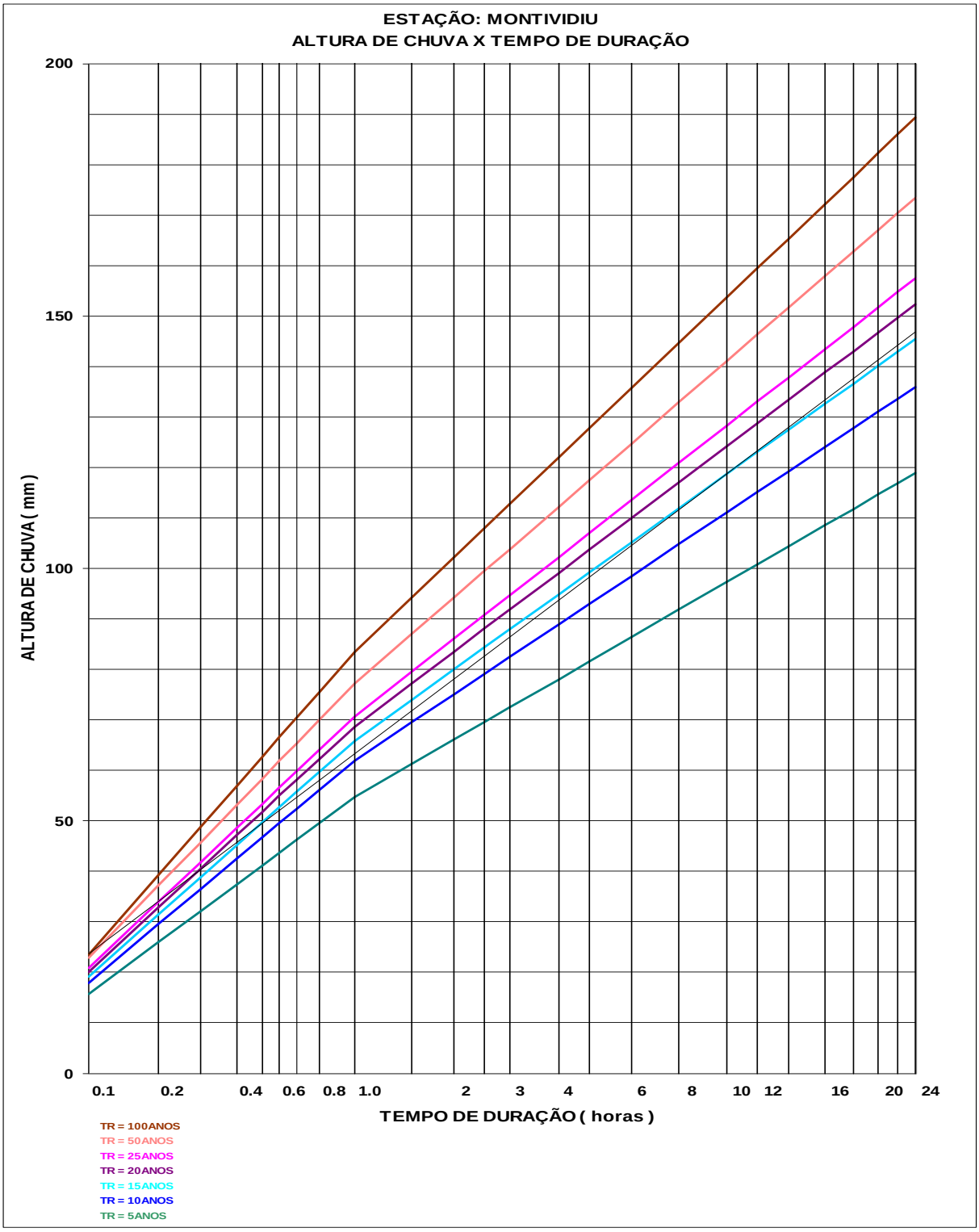
**ESTAÇÃO : MONTIVIDIU - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA**

| Tempo de Recorrência | | 5 anos | | 10 anos | | 15 anos | | 20 anos | | 25 anos | | 50 anos | | 100 anos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tempo de Duração de Chuva | | P (mm) | I (mm/h) | P (mm) | I (mm/h) | P (mm) | I (mm/h) | P (mm) | I (mm/h) | P (mm) | I (mm/h) | P (mm) | I (mm/h) | P (mm) | I (mm/h) |
| 6 min. | (0,1 h) | 15,69 | 156,94 | 17,94 | 179,42 | 19,20 | 191,95 | 20,10 | 200,98 | 20,78 | 207,81 | 22,89 | 228,89 | 23,47 | 234,65 |
| 12 min. | (0,2 h) | 25,96 | 129,78 | 29,53 | 147,66 | 31,48 | 157,40 | 32,88 | 164,40 | 33,91 | 169,57 | 37,17 | 185,86 | 39,25 | 196,26 |
| 36 min. | (0,6 h) | 43,69 | 72,82 | 49,56 | 82,60 | 52,71 | 87,84 | 54,97 | 91,61 | 56,61 | 94,35 | 61,85 | 103,09 | 66,53 | 110,88 |
| 60 min. | (1,0 h) | 54,69 | 54,69 | 61,98 | 61,98 | 65,87 | 65,87 | 68,67 | 68,67 | 70,69 | 70,69 | 77,16 | 77,16 | 83,45 | 83,45 |
| 120 min, | (2,0 h) | 66,06 | 33,03 | 75,07 | 37,54 | 79,95 | 39,98 | 83,46 | 41,73 | 86,04 | 43,02 | 94,20 | 47,10 | 102,18 | 51,09 |
| 240 min. | (4,0 h) | 78,06 | 19,52 | 88,90 | 22,22 | 94,83 | 23,71 | 99,09 | 24,77 | 102,26 | 25,57 | 112,19 | 28,05 | 121,96 | 30,49 |
| 1440 min. | (24,0 h) | 118,89 | 4,95 | 135,93 | 5,66 | 145,42 | 6,06 | 152,26 | 6,34 | 157,43 | 6,56 | 173,40 | 7,22 | 189,24 | 7,88 |

**Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfild 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 20 - Papel de Probabilidades de Hershfield e Willson**




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 Montividiu, 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 10 - Intensidade Pluviométrica**

| INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DURAÇÃO (min) | PERÍODO DE RECORRENCIA (anos) | | | | | | |
| | TR = 5 ANOS | TR = 10 ANOS | TR = 15 ANOS | TR = 20 ANOS | TR = 25 ANOS | TR = 50 ANOS | TR = 100 ANOS |
| 6 | 156,941 | 179,424 | 191,952 | 200,980 | 207,811 | 228,886 | 234,652 |
| 12 | 129,783 | 147,660 | 157,396 | 164,398 | 169,571 | 185,856 | 196,257 |
| 18 | 107,047 | 121,619 | 129,499 | 135,162 | 139,314 | 152,469 | 162,410 |
| 24 | 93,626 | 106,281 | 113,093 | 117,988 | 121,558 | 132,919 | 142,330 |
| 30 | 82,290 | 93,369 | 99,319 | 103,593 | 106,703 | 116,619 | 125,230 |
| 36 | 72,817 | 82,598 | 87,843 | 91,610 | 94,347 | 103,086 | 110,883 |
| 42 | 66,050 | 74,904 | 79,646 | 83,052 | 85,522 | 93,419 | 100,636 |
| 48 | 61,899 | 70,177 | 74,604 | 77,783 | 80,085 | 87,455 | 94,371 |
| 60 | 54,691 | 61,983 | 65,875 | 68,668 | 70,687 | 77,162 | 83,453 |
| 90 | 40,827 | 46,350 | 49,325 | 51,463 | 53,023 | 57,986 | 62,828 |
| 120 | 33,028 | 37,535 | 39,977 | 41,732 | 43,020 | 47,098 | 51,088 |
| 150 | 27,835 | 31,655 | 33,731 | 35,224 | 36,325 | 39,796 | 43,198 |
| 180 | 24,159 | 27,488 | 29,303 | 30,607 | 31,572 | 34,607 | 37,585 |
| 240 | 19,515 | 22,225 | 23,707 | 24,774 | 25,566 | 28,048 | 30,489 |
| 300 | 16,318 | 18,593 | 19,841 | 20,738 | 21,407 | 23,497 | 25,555 |
| 360 | 14,401 | 16,419 | 17,528 | 18,327 | 18,923 | 20,784 | 22,618 |
| 480 | 11,483 | 13,100 | 13,991 | 14,633 | 15,114 | 16,610 | 18,088 |
| 600 | 9,732 | 11,108 | 11,869 | 12,417 | 12,829 | 14,106 | 15,369 |
| 720 | 8,404 | 9,596 | 10,256 | 10,731 | 11,088 | 12,196 | 13,293 |
| 840 | 7,456 | 8,515 | 9,103 | 9,526 | 9,845 | 10,832 | 11,809 |
| 960 | 6,785 | 7,751 | 8,288 | 8,675 | 8,967 | 9,869 | 10,763 |
| 1080 | 6,209 | 7,096 | 7,588 | 7,943 | 8,211 | 9,040 | 9,861 |
| 1200 | 5,733 | 6,552 | 7,008 | 7,337 | 7,585 | 8,352 | 9,113 |
| 1320 | 5,314 | 6,074 | 6,498 | 6,803 | 7,034 | 7,746 | 8,453 |
| 1440 | 4,954 | 5,664 | 6,059 | 6,344 | 6,560 | 7,225 | 7,885 |

**Tabela 11 - Precipitação Total**

| PRECIPITAÇÃO (mm) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DURAÇÃO (min) | PERÍODO DE RECORRENCIA (anos) | | | | | | |
| | TR = 5 ANOS | TR = 10 ANOS | TR = 15 ANOS | TR = 20 ANOS | TR = 25 ANOS | TR = 50 ANOS | TR = 100 ANOS |
| 6 | 15,694 | 17,942 | 19,195 | 20,098 | 20,781 | 22,889 | 23,465 |
| 12 | 25,957 | 29,532 | 31,479 | 32,880 | 33,914 | 37,171 | 39,251 |
| 18 | 32,114 | 36,486 | 38,850 | 40,549 | 41,794 | 45,741 | 48,723 |
| 24 | 37,450 | 42,512 | 45,237 | 47,195 | 48,623 | 53,168 | 56,932 |
| 30 | 41,145 | 46,684 | 49,660 | 51,796 | 53,351 | 58,309 | 62,615 |
| 36 | 43,690 | 49,559 | 52,706 | 54,966 | 56,608 | 61,852 | 66,530 |
| 42 | 46,235 | 52,433 | 55,753 | 58,136 | 59,865 | 65,394 | 70,445 |
| 48 | 49,519 | 56,142 | 59,683 | 62,226 | 64,068 | 69,964 | 75,496 |
| 60 | 54,691 | 61,983 | 65,875 | 68,668 | 70,687 | 77,162 | 83,453 |
| 90 | 61,240 | 69,525 | 73,988 | 77,194 | 79,535 | 86,979 | 94,243 |
| 120 | 66,055 | 75,071 | 79,954 | 83,463 | 86,041 | 94,196 | 102,176 |
| 150 | 69,586 | 79,138 | 84,329 | 88,061 | 90,812 | 99,489 | 107,994 |
| 180 | 72,476 | 82,465 | 87,908 | 91,822 | 94,716 | 103,820 | 112,754 |
| 240 | 78,061 | 88,898 | 94,829 | 99,095 | 102,262 | 112,192 | 121,958 |
| 300 | 81,592 | 92,965 | 99,203 | 103,692 | 107,033 | 117,485 | 127,776 |
| 360 | 86,408 | 98,511 | 105,169 | 109,961 | 113,539 | 124,703 | 135,709 |
| 480 | 91,865 | 104,796 | 111,930 | 117,066 | 120,913 | 132,883 | 144,701 |
| 600 | 97,322 | 111,082 | 118,692 | 124,171 | 128,286 | 141,063 | 153,692 |
| 720 | 100,853 | 115,149 | 123,067 | 128,769 | 133,057 | 146,356 | 159,510 |
| 840 | 104,384 | 119,216 | 127,442 | 133,366 | 137,828 | 151,649 | 165,328 |
| 960 | 108,558 | 124,022 | 132,612 | 138,800 | 143,466 | 157,905 | 172,204 |
| 1080 | 111,768 | 127,719 | 136,589 | 142,979 | 147,804 | 162,716 | 177,493 |
| 1200 | 114,657 | 131,047 | 140,169 | 146,741 | 151,707 | 167,047 | 182,254 |
| 1320 | 116,904 | 133,635 | 142,953 | 149,666 | 154,743 | 170,415 | 185,956 |
| 1440 | 118,894 | 135,927 | 145,418 | 152,257 | 157,432 | 173,399 | 189,235 |

**Figura 21 - Gráfico: Curva de Intensidade**

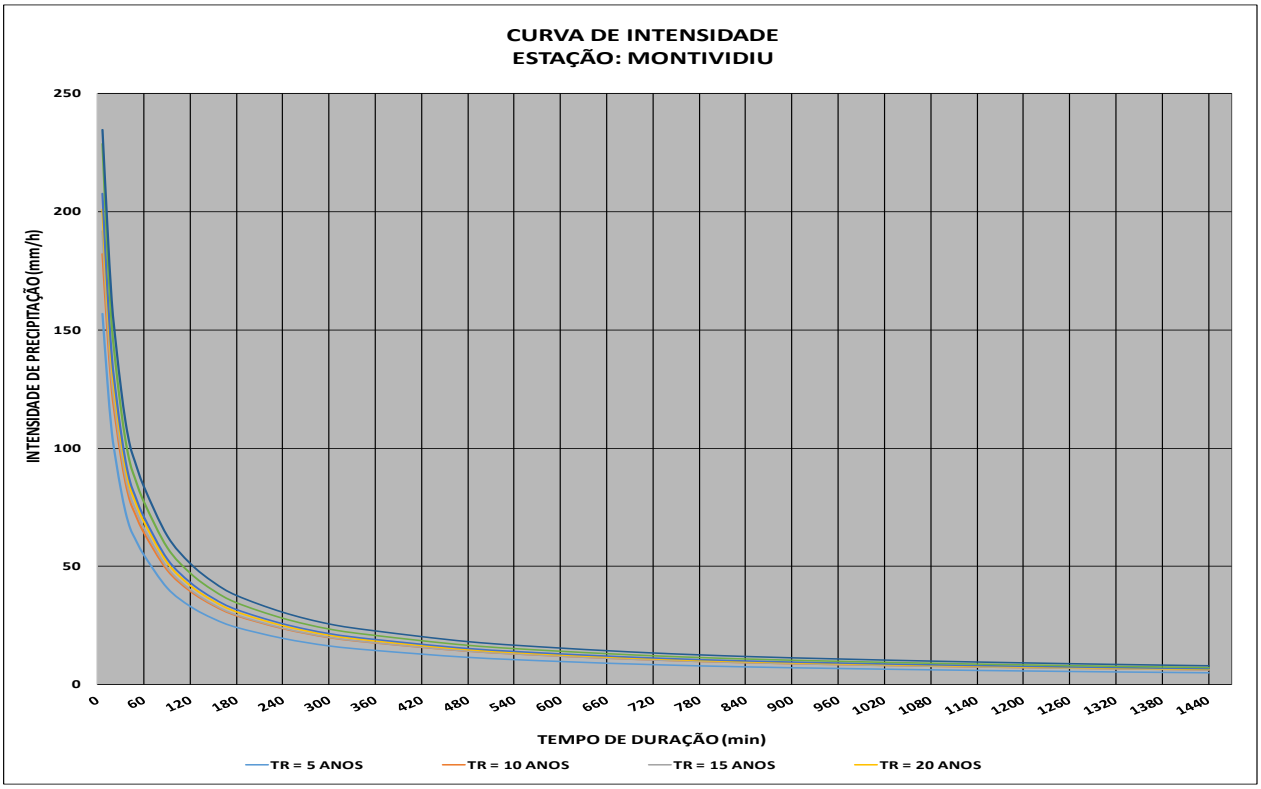
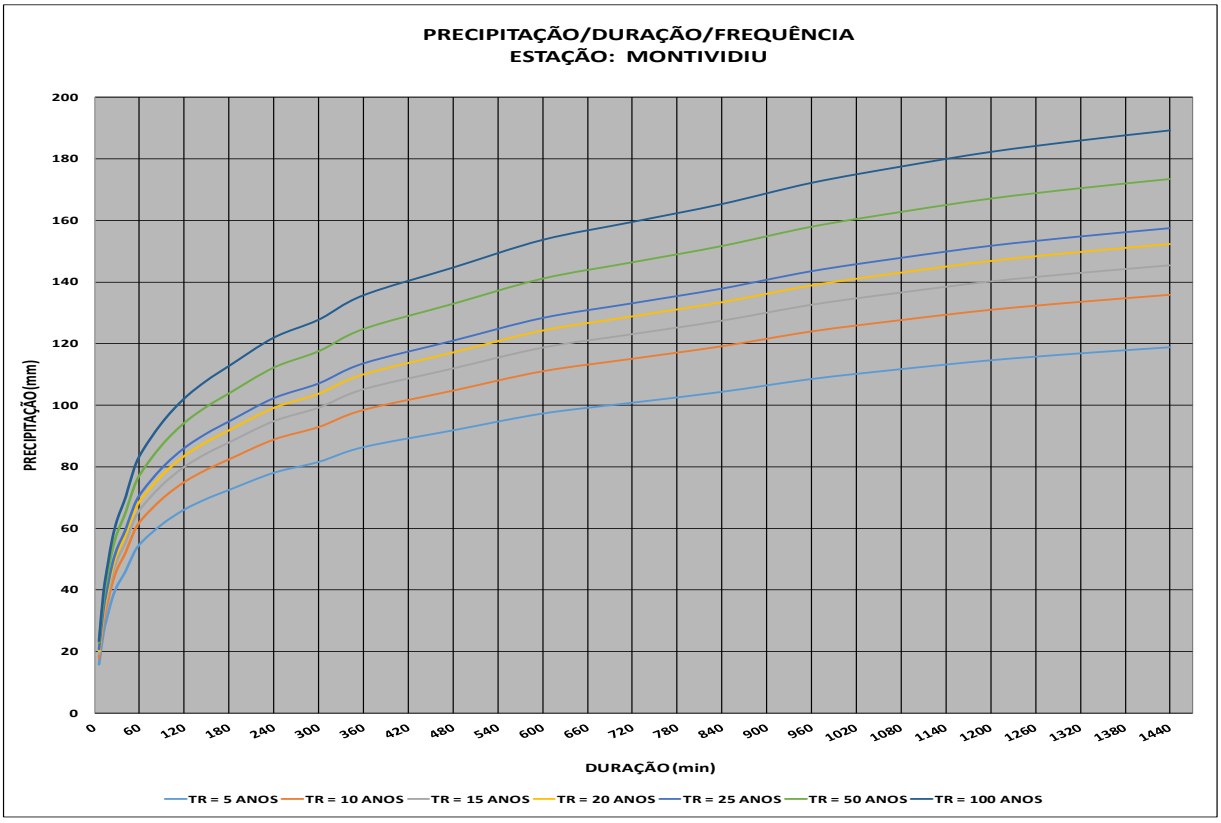



**Figura 22 - Gráfico 6: Precipitação x Duração x Frequência**



## ➢ 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.

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

**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.

Conforme preconizado na IP-03 GOINFRA para o projeto deverá ser utilizado a fórmula de KIRPICH (para área da bacia menor que 0,80 km²) e KIRPICH MODIFICADA (para áreas menores que 0,80 km²), por ser consideradas mais representativas.

Fórmula de KIRPICH : $T_c = 0{,}39 * \left(\frac{L^2}{H}\right)^{0{,}385}$ ; p/ $A_{bacia} \leq 0{,}80$ km²

Fórmula de KIRPICH MODIFICADA : $T_c = 0{,}59 * \left(\frac{L^2}{H}\right)^{0{,}385}$ ; p/ $A_{bacia} > 0{,}80$ km²

Onde:

Tc – tempo de concentração em horas

L – comprimento do talvegue em km

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

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

**Tabela 12 – Coeficiente de Deflúvio ou Escoamento Superficial (run-off)**

| Condições de superfície | Orografia | Plano | | Ondulado | | Montanhoso | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | CN | C | CN | C | CN |
| Áreas urbanizadas; Cerrados, pastagens | A | 0,1 | 50 | 0.2 | 55 | 0.30 | 65 |
| | B | 0,2 | 55 | 0,3 | 60 | 0,4 | 70 |
| | C | 0,4 | 60 | 0,6 | 65 | 0,6 | 75 |
| | D | 0,60 - 0,80 | 70 | 0,60- 0,90 | 75 | 0,60 - 1,00 | 80 |
| Cerrados, pastagens e matas ralas | A | 0,2 | 45 | 0,3 | 50 | 0,4 | 60 |
| | B | 0,25 | 50 | 0,35 | 55 | 0,45 | 65 |
| | C | 0,3 | 60 | 0,4 | 60 | 0,5 | 70 |
| | D | 0,4 | 65 | 0,5 | 70 | 0,6 | 75 |
| Culturas e pastagens terraceadas | A | 0,1 | 35 | 0,3 | 45 | 0,4 | 50 |
| | B | 0,2 | 40 | 0,35 | 50 | 0,45 | 55 |
| | C | 0,3 | 50 | 0,4 | 60 | 0,5 | 60 |
| | D | 0,4 | 60 | 0,5 | 65 | 0,6 | 70 |
| Culturas Terraceadas | A | 0,1 | 30 | 0,2 | 40 | 0,3 | 50 |
| | B | 0,15 | 40 | 0,3 | 50 | 0,4 | 55 |
| | C | 0,2 | 50 | 0,4 | 55 | 0,5 | 60 |
| | D | 0,4 | 60 | 0,5 | 65 | 0,6 | 70 |

**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.

## ➢ 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:

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

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:

$$Qp = 0,278 \times C \times I \times A \times \varphi$$

**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);
- $\varphi$ = fator de correção.

**Sendo:**

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

## ➢ MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT)

O Método o 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. tp e tr = 1,67. tp

- **DESCARGA DE PONTA**

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

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

- **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:

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

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

## 6.6. 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).

**Tabela 13-Vazão, Velocidade e Declividade Crítica de Bueiros Celulares de Concreto**

Trabalhando como Canal (EC = D)

| Tipo do Bueiro | Área Molhada Crítica (m2) | Vazão Crítica (m3/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 |

**Tabela 14-Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto**

Trabalhando como canal (EC = D)

| Tipo do Bueiro | Área Molhada Crítica (m2) | Vazão Crítica (m3/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 |

## 6.7. CADASTRO DOS BUEIROS EXISTENTES

**LEVANTAMENTO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTE EXISTENTES**

**OBRA Nº** 01

**RODOVIA:** GO-210 **TRECHO:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)

**ESTACA:** 127+6,0 **km:**

**TIPO DA OBRA:** BSTC

**DIÂMETRO:** 1,00m

**TIPO:** ☑ GREIDE ☐ GROTA

**LADO MONTANTE** ☐ DIR. ☑ ESQ.

**ESCONSIDADE** 0º

**COMPRIMENTO: 15,17 m**

**Mont.** **Jus.**

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CORPO DA OBRA**

| | |
|---|---|
| QUEBRADO | m |
| TRINCADO | m |
| SELADO | m |
| SEÇÃO ESTRANGULADA | ☐ |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA | ☐ |

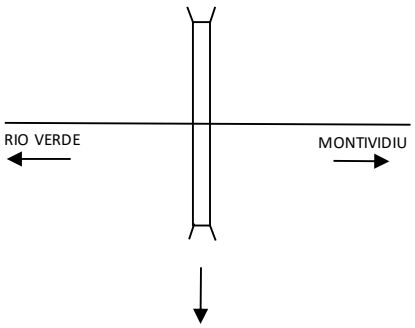
**PERDA DE GALVANIZAÇÃO:**

☐ EM CIMA ☐ NO FUNDO

**ASSOREAMENTO** %

**CROQUIS:**

POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ROD. E SENTIDO DA CORRENTE.




**LADO MONTANTE**

☐ BOCA ☐ CX. COLETORA ☑ S/ DISPOSITIVO

☐ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☑ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☑ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

**LADO JUSANTE**

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

**FOTO MONTANTE**

**FOTO JUSANTE**

## LEVANTAMENTO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTE EXISTENTES

**OBRA Nº** 02

**RODOVIA:** GO-210 **TRECHO:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)

**ESTACA:** 128+6,00 **km:**

**TIPO DA OBRA:** BSTC

**DIÂMETRO: 1,0 m**

**TIPO:** ☑ GREIDE ☐ GROTA

**LADO MONTANTE** ☐ DIR. ☑ ESQ.

**ESCONSIDADE** 0°

**COMPRIMENTO: 15,10 m**

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CORPO DA OBRA**

| | |
|---|---|
| QUEBRADO | m |
| TRINCADO | m |
| SELADO | m |
| SEÇÃO ESTRANGULADA | ☐ |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA | ☐ |

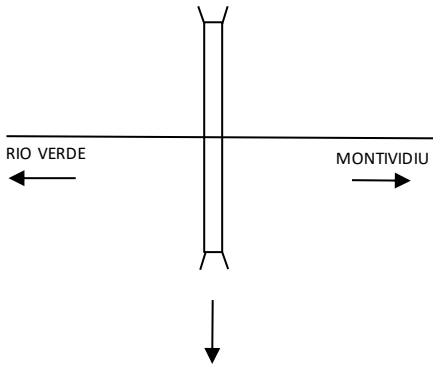
**PERDA DE GALVANIZAÇÃO:**

☐ EM CIMA ☐ NO FUNDO

**ASSOREAMENTO** %

**CROQUIS:**

POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ROD. E SENTIDO DA CORRENTE.




### LADO MONTANTE

☐ BOCA ☐ CX. COLETORA ☑ S/ DISPOSITIVO

☐ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☑ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☑ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

### LADO JUSANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☐ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

### FOTO MONTANTE

### FOTO JUSANTE

## LEVANTAMENTO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTE EXISTENTES

**OBRA Nº 03**

**RODOVIA:** GO-210 **TRECHO:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)
**ESTACA:** 180+00 **Bueiro na Alça rotatória**

**TIPO DA OBRA:** BSTC
**DIÂMETRO:** 1,00m
**TIPO:** ☑ GREIDE ☐ GROTA

**LADO MONTANTE**
☐ DIR. ☑ ESQ.

**ESCONSIDADE**
0°

**COMPRIMENTO: 18,28 m**
**Mont.** **Jus.**

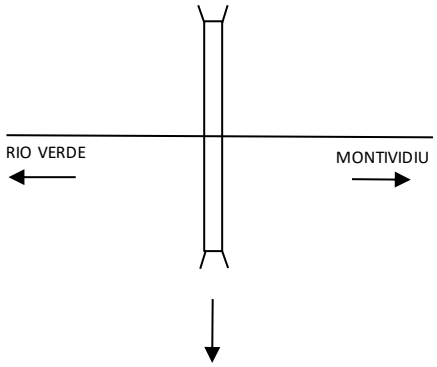
**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CORPO DA OBRA**

| | |
|---|---|
| QUEBRADO | m |
| TRINCADO | m |
| SELADO | m |
| SEÇÃO ESTRANGULADA | ☐ |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA | ☐ |

**PERDA DE GALVANIZAÇÃO:**
☐ EM CIMA ☐ NO FUNDO

**ASSOREAMENTO** %

**CROQUIS:**
POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ROD. E SENTIDO DA CORRENTE.




### LADO MONTANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO
☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☑ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

### LADO JUSANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO
☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☑ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

### FOTO MONTANTE

### FOTO JUSANTE

## LEVANTAMENTO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTE EXISTENTES

**OBRA Nº** 04

**RODOVIA:** GO-210 **TRECHO:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)

**ESTACA:** 184+2,80 **km:**

**TIPO DA OBRA:** BSTC

**DIÂMETRO:** 1,00m

**TIPO:** ☑ GREIDE ☐ GROTA

**LADO MONTANTE** **ESCONSIDADE**

☐ DIR. ☑ ESQ. 0°

**COMPRIMENTO: 17,46m**

**Mont.** **Jus.**

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CORPO DA OBRA**

| | |
|---|---|
| QUEBRADO | m |
| TRINCADO | m |
| SELADO | m |
| SEÇÃO ESTRANGULADA | ☐ |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA | ☐ |

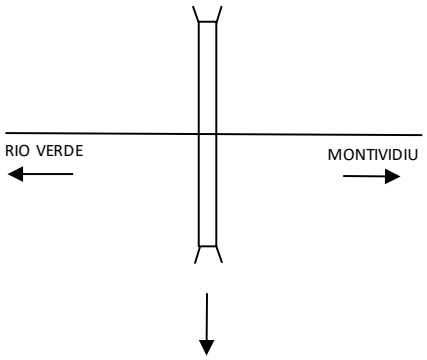
**PERDA DE GALVANIZAÇÃO:**

☐ EM CIMA ☐ NO FUNDO

**ASSOREAMENTO** %

**CROQUIS:**

POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ROD. E SENTIDO DA CORRENTE.




### LADO MONTANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☐ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

### LADO JUSANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | 0,70m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☐ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

**FOTO MONTANTE**

**FOTO JUSANTE**

## LEVANTAMENTO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTE EXISTENTES

**OBRA Nº** 05

**RODOVIA:** GO-210 **TRECHO:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)

**ESTACA:** 305+00 **Paralelo ao eixo**

**TIPO DA OBRA:** BSTC

**DIÂMETRO:** 0,80m

**TIPO:** ☑ GREIDE ☐ GROTA

**LADO MONTANTE** ☐ DIR. ☑ ESQ.

**ESCONSIDADE** 0°

**COMPRIMENTO:** 56,93m

**Mont.** **Jus.**

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CORPO DA OBRA**

| | |
|---|---|
| QUEBRADO | m |
| TRINCADO | m |
| SELADO | m |
| SEÇÃO ESTRANGULADA | ☐ |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA | ☐ |

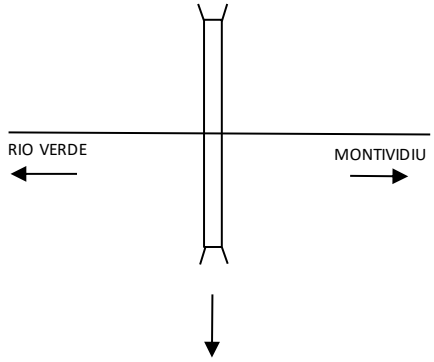
**PERDA DE GALVANIZAÇÃO:**

☐ EM CIMA ☐ NO FUNDO

**ASSOREAMENTO** %

**CROQUIS:**

POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ROD. E SENTIDO DA CORRENTE.




### LADO MONTANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☑ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA EM DEGRAUS | ☐ |

### LADO JUSANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA | ☐ |

**FOTO MONTANTE**

**FOTO JUSANTE**

## LEVANTAMENTO DE OBRAS-DE-ARTE CORRENTE EXISTENTES

**OBRA Nº** 06

**RODOVIA:** GO-210 **TRECHO:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174(Sentido Montividiu)

**ESTACA:** 307+10,50 **km:**

**TIPO DA OBRA:** BSTC

**DIÂMETRO:** 1,00m

**TIPO:** ☑ GREIDE ☐ GROTA

**LADO MONTANTE** ☑ DIR. ☐ ESQ.

**ESCONSIDADE** 0º

**COMPRIMENTO: 18,49 m**

**Mont.** **Jus.**

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO CORPO DA OBRA**

| | |
|---|---|
| QUEBRADO | m |
| TRINCADO | m |
| SELADO | m |
| SEÇÃO ESTRANGULADA | ☐ |
| INFILTRAÇÃO DE ÁGUA | ☐ |

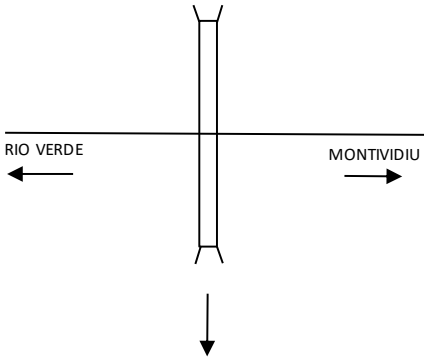
**PERDA DE GALVANIZAÇÃO:**

☐ EM CIMA ☐ NO FUNDO

**ASSOREAMENTO** %

**CROQUIS:**

POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ROD. E SENTIDO DA CORRENTE.




### LADO MONTANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☑ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA | ☐ |

### LADO JUSANTE

☑ BOCA ☐ CX. COLETORA ☐ S/ DISPOSITIVO

☑ BOM ESTADO ☐ AFOGADO

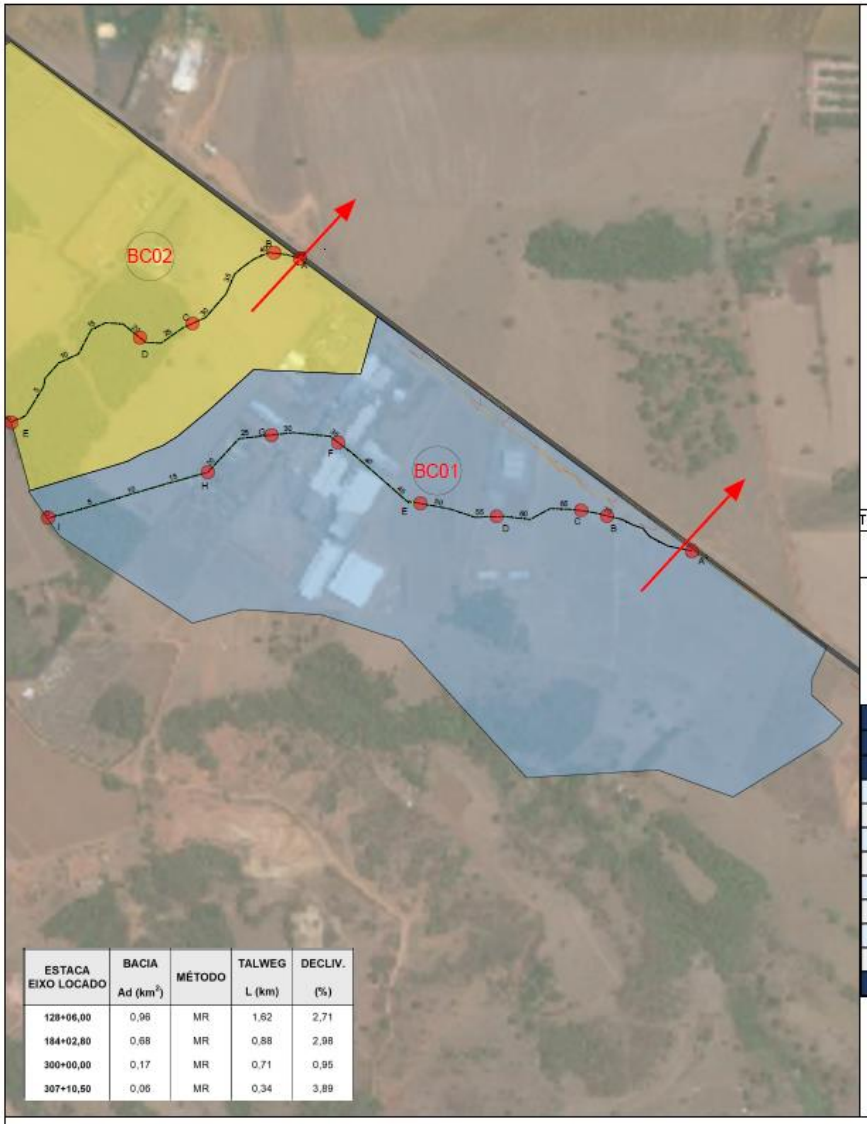
| | |
|---|---|
| QUEBRADA | ☐ |
| TRINCADA | ☐ |
| DESTRUÍDA | ☐ |
| SOLEIRA ACIMA DO TERRENO | m |
| EROSÃO | ☐ |
| ASSOREADA | % |
| ENTUPIDA | ☐ |
| NECESSITA LIMPEZA | ☑ |
| EXISTE DESCIDA | ☐ |

### FOTO MONTANTE

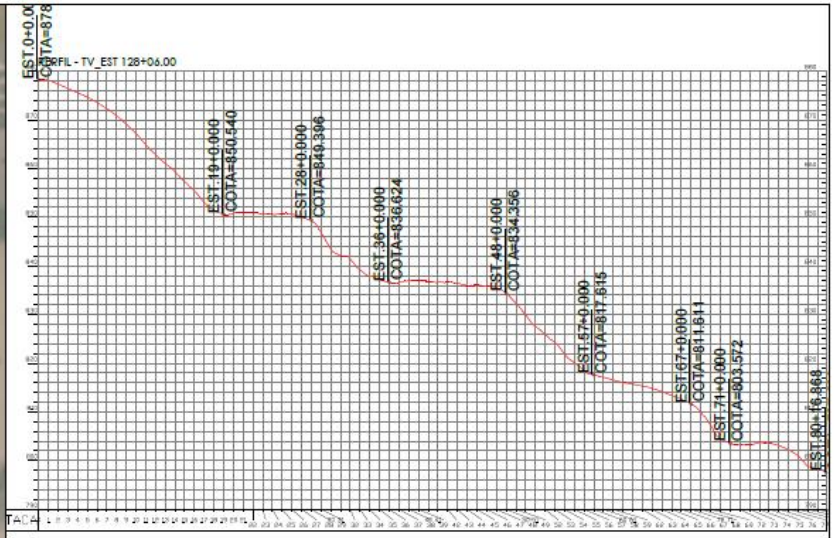
### FOTO JUSANTE

## 6.8. MAPA DAS BACIAS

| ESTACA EIXO LOCADO | BACIA Ad (km²) | MÉTODO | TALWEG L (km) | DECLIV. (%) |
|---|---|---|---|---|
| 128+06,00 | 0,96 | MR | 1,62 | 2,71 |
| 184+02,80 | 0,68 | MR | 0,88 | 2,98 |
| 300+00,00 | 0,17 | MR | 0,71 | 0,95 |
| 307+10,50 | 0,06 | MR | 0,34 | 3,89 |




| ESTACA EIXO LOCADO | BACIA Ad (km²) | MÉTODO | TALWEG L (km) | DECLIV. (%) |
|---|---|---|---|---|
| 128+06,00 | 0,96 | MR | 1,62 | 2,71 |
| 184+02,80 | 0,68 | MR | 0,88 | 2,98 |
| 300+00,00 | 0,17 | MR | 0,71 | 0,95 |
| 307+10,50 | 0,06 | MR | 0,34 | 3,89 |

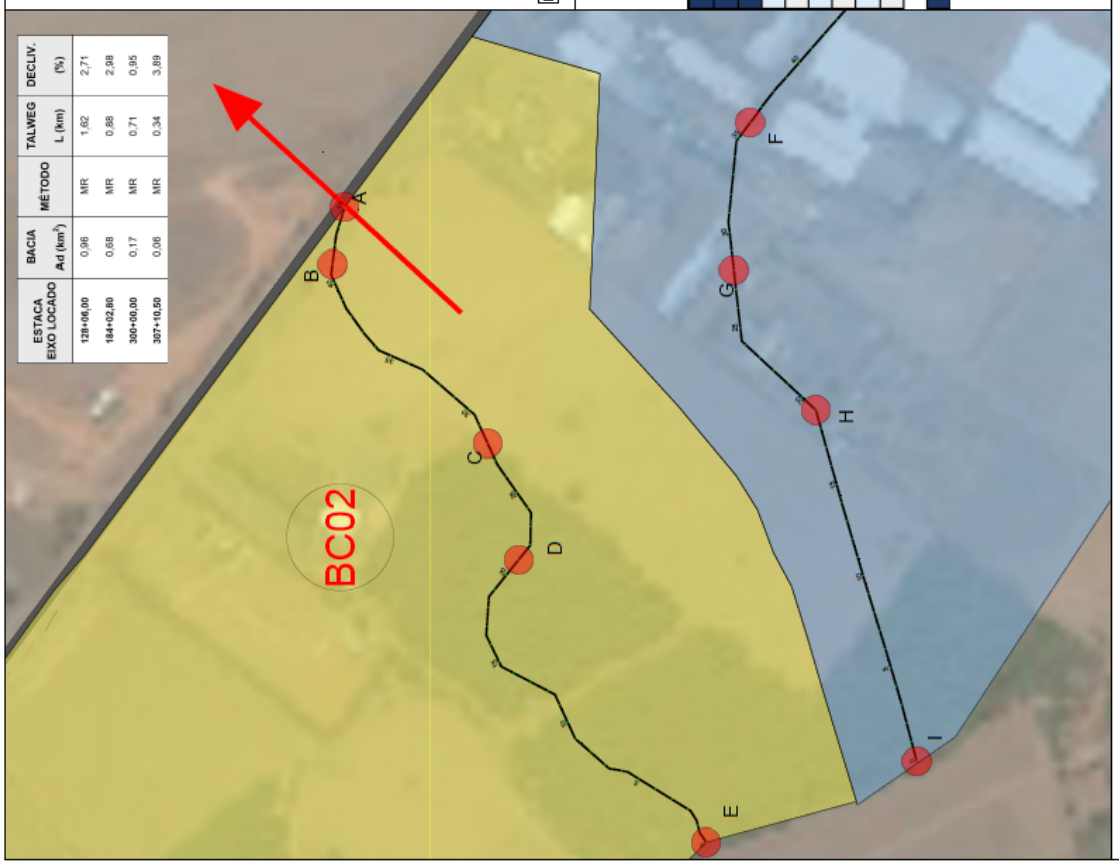



| CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BACIA 01 - ESTACA 128+06,00 | | | | |
| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
| AB | 797,528 | 803,572 | 196,87 | 3,07% |
| BC | 803,572 | 811,611 | 80,00 | 10,05% |
| CD | 811,611 | 817,615 | 200,00 | 3,00% |
| DE | 817,615 | 834,356 | 180,00 | 9,30% |
| EF | 834,356 | 836,624 | 240,00 | 0,95% |
| FG | 836,624 | 849,396 | 160,00 | 7,98% |
| GH | 849,396 | 850,54 | 180,00 | 0,64% |
| HI | 850,54 | 878,193 | 380,00 | 7,28% |
| | | | $I_{EQ}$= | 2,710% |

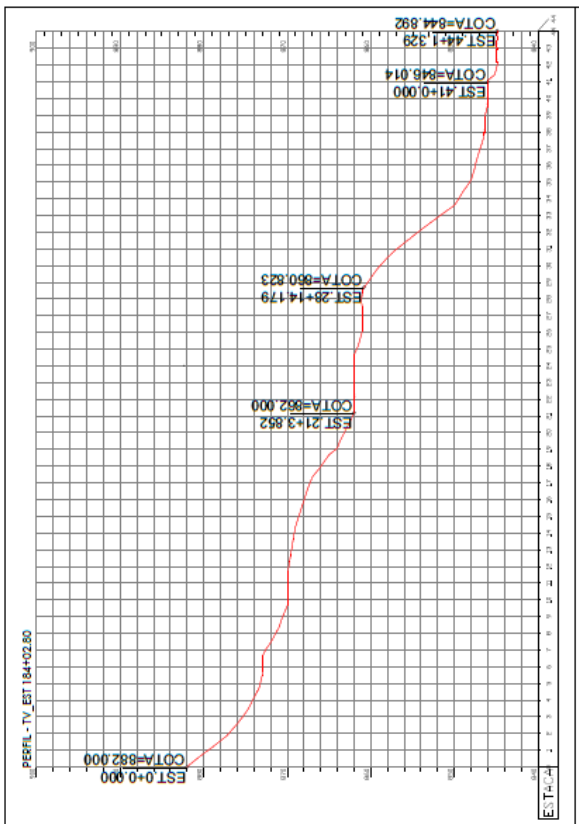
| | REV. 0 | REV. A | REV. B | REV. C | REV. D | REV. E | REV. F | REV. G | REV. H | REV. I | REV. J | REV. K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Data | | | | | | | | | | | | |
| Projeto | | | | | | | | | | | | |
| Execução | | | | | | | | | | | | |
| Verificação | | | | | | | | | | | | |
| Aprovação | | | | | | | | | | | | |

RUDRA GO INFRA

Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA
Projeto Executivo de Engenharia
Rodovia: GO-210 | Trecho: Perímetro Urbano de Rio Verde / GO-174 | Extensão: 6,50 km
HIDROLÓGICO - MAPA DE BACIAS
BACIA 01 - EST. 128+06,00 | MP-02




| ESTACA EIXO LOCADO | BACIA Ad (km²) | MÉTODO | TALWEG L (km) | DECLIV. (%) |
|---|---|---|---|---|
| 128+06,00 | 0,96 | MR | 1,62 | 2,71 |
| 184+02,80 | 0,68 | MR | 0,88 | 2,98 |
| 300+00,00 | 0,17 | MR | 0,71 | 0,95 |
| 307+10,50 | 0,06 | MR | 0,34 | 3,89 |

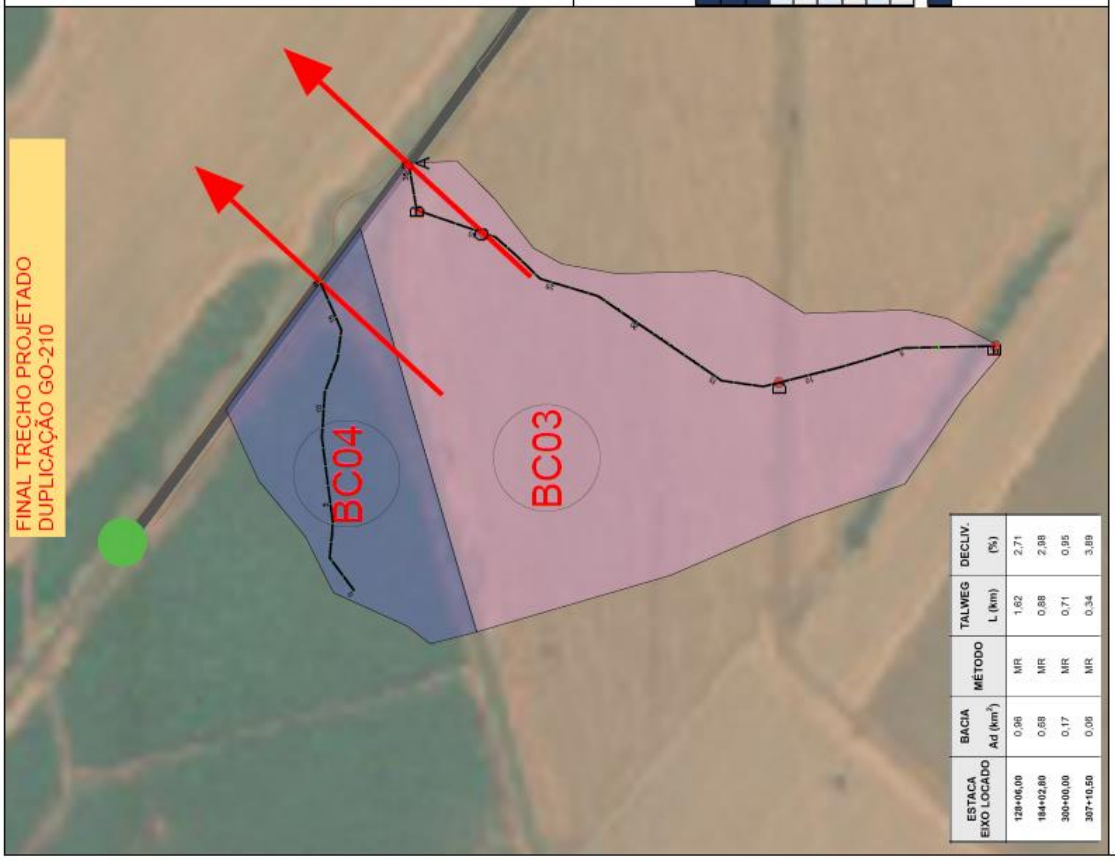



**CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA**
**BACIA 03 - ESTACA 184+02,80**

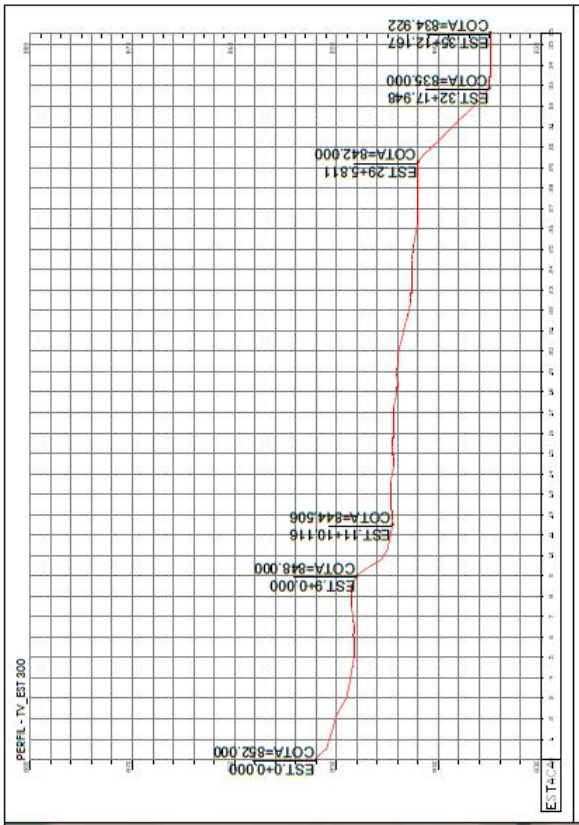
| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
|---|---|---|---|---|
| AB | 844,892 | 846,014 | 61,33 | 1,83% |
| BC | 846,014 | 860,823 | 245,82 | 6,02% |
| CD | 860,823 | 862,000 | 150,33 | 0,78% |
| DE | 862,000 | 882,000 | 423,85 | 4,72% |
| | | | | |
| | | | | |

$I_{eq}$= 2,980%

Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GO INFRA
Projeto Executivo de Engenharia
Rodovia: GO-210 | Trecho: Perímetro Urbano de Rio Verde / GO-174 | Extensão: 6,50 km
HIDROLÓGICO - MAPA DE BACIAS
BACIA 02 - EST. 184+02,80 | ESCALA: SEM ESCALA | PRANCHA: MP-03




| ESTACA EXO LOCADO | BACIA Ad (km²) | MÉTODO | TALWEG L (km) | DECLIV. (%) |
|---|---|---|---|---|
| 128+06,00 | 0,98 | MR | 1,62 | 2,71 |
| 184+02,80 | 0,68 | MR | 0,88 | 2,88 |
| 300+00,00 | 0,17 | MR | 0,71 | 0,95 |
| 307+10,50 | 0,08 | MR | 0,34 | 3,89 |




**CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA**
**BACIA 03 - ESTACA 300+00,00**

| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
|---|---|---|---|---|
| AB | 834,922 | 835 | 54,22 | 0,14% |
| BC | 835 | 842 | 72,14 | 9,70% |
| CD | 842 | 844,506 | 355,70 | 0,70% |
| DE | 844,506 | 848 | 50,11 | 6,97% |
| EF | 848 | 852 | 180,00 | 2,22% |

$I_{eq}$= 0,95%

Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA
Projeto Executivo de Engenharia
Rodovia: GO-210 | Trecho: Perímetro Urbano de Rio Verde / GO-174 | Extensão: 8,50 km
HIDROLÓGICO - MAPA DE BACIAS
BACIA 03 - EST. 300 | ESCALA: SEM ESCALA | PRANCHA: MP-04

## 6.9. MEMÓRIA DE CÁLCULO

### 6.9.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO – DECLIVIDADE EFETIVA

| CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BACIA 01 - ESTACA 128+06,00 | | | | |
| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
| AB | 797,528 | 803,572 | 196,87 | 3,07% |
| BC | 803,572 | 811,611 | 80,00 | 10,05% |
| CD | 811,611 | 817,615 | 200,00 | 3,00% |
| DE | 817,615 | 834,356 | 180,00 | 9,30% |
| EF | 834,356 | 836,624 | 240,00 | 0,95% |
| FG | 836,624 | 849,396 | 160,00 | 7,98% |
| GH | 849,396 | 850,54 | 180,00 | 0,64% |
| HI | 850,54 | 878,193 | 380,00 | 7,28% |
| | | | $I_{EQ}$ = | 2,710% |

| CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BACIA 03 - ESTACA 184+02,80 | | | | |
| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
| AB | 844,892 | 846,014 | 61,33 | 1,83% |
| BC | 846,014 | 860,823 | 245,82 | 6,02% |
| CD | 860,823 | 862,000 | 150,33 | 0,78% |
| DE | 862,000 | 882,000 | 423,85 | 4,72% |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | $I_{EQ}$ = | 2,980% |

| CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BACIA 04 - ESTACA 307+10,50 | | | | |
| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
| AB | 834,922 | 835 | 54,22 | 0,14% |
| BC | 835 | 842 | 72,14 | 9,70% |
| CD | 842 | 844,506 | 355,70 | 0,70% |
| DE | 844,506 | 848 | 50,11 | 6,97% |
| EF | 848 | 852 | 180,00 | 2,22% |
| | | | | |
| | | | $I_{EQ}$ = | 0,95% |

| CÁLCULO DECLIVIDADE EFETIVA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BACIA 04 - ESTACA 307+10,50 | | | | |
| TRECHO | COTA INICIAL (m) | COTA FINAL (m) | L (m) | I (%) |
| AB | 838,781 | 852,000 | 339,92 | 3,89% |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | $I_{EQ}$ = | 3,89% |

# QUADRO DE DIMENSIONAMENTO E CARACTERÍSTICA DAS OBRAS DE ARTES CORRENTES E ESPECIAIS

| ESTACA EIXO LOCADO | BACIA Ad ($km^2$) | MÉTODO | TALWEG L (km) | DECLIV. (%) | C | CN | Tc (h) | Tr | P ( mm ) | | | | | | | Vazões ($m^3/s$) | | | | | | OBRA EXISTENTE | OBRA PROJETADA | OBSERVAÇÕES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Tr=5 | Tr=10 | Tr=15 | Tr=20 | Tr=25 | Tr=50 | Tr=100 | i (mm/h) | MR | φ | i (mm/h) | MRC | HUT* | | | |
| **128+06,00** | 0,96 | MR | 1,62 | 2,71 | 0,60 | | 0,58 | 15 | | | 52 | | | | | 89,23 | 14,21 | | | | | BSTC d=1,00 | BTTC Ø 1,50 | |
| **180+00,00** | - | Amín | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | BSTC d=1,00 | BSTC Ø 1,00 | |
| **184+02,80** | 0,68 | MR | 0,88 | 2,98 | 0,30 | | 0,23 | 15 | | | 34 | | | | | 147,83 | 8,38 | | | | | BSTC d=1,00 | BTTC Ø 1,20 | |
| **305+00,00** | - | Amín | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | BSTC d=1,00 | BSTC Ø 1,00 | |
| **300+00,00** | 0,17 | MR | 0,71 | 0,95 | 0,30 | | 0,31 | 15 | | | 39 | | | | | 125,81 | 1,78 | | | | | BSTC d=1,00 | BSTC Ø 1,00 | |
| **307+10,50** | 0,06 | MR | 0,34 | 3,89 | 0,30 | | 0,10 | 15 | | | 19 | | | | | 190,00 | 0,87 | | | | | BSTC d=1,00 | BSTC Ø 1,00 | |

S - SUBSTITUIR P - PROLONGAR C - CONSTRUIR * HUT o método Estatístico

M - MANTER O EXISTENTE

**Amín = Área mínima ( Bacias que apresentam áreas tão pequenas < 0,01km² que não são indentificadas nas cartas topográficas ou imagens de satélite.**

**Obs.: Para uma área de 0,01 km² o dimensionamento leva-se a se projetar um bueiro de diâmetro de 1 metro, portanto, adotou-se tal diâmetro como mínimo, ou manter o diâmetro da obra já existente, para estas bacias com áreas não quantificáveis.**

### 6.9.3. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR ESTUDOS HIDROLÓGICO**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

O Engº Felipe Franco e Fidalgo de CPF nº 025.211.491-44 responsável pelos ESTUDOS HIDROLÓGICO, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que acompanhamos todos os levantamentos hidrológicos e cadastro dos dispositivos de drenagem existentes apresentados nos Estudos Hidrológicos, e que esses levantamentos foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 7.ESTUDOS GEOTÉCNICOS

# 7. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

**PROJETO DE DUPLICAÇÃO**

## 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 amostras para posterior análise e execução dos ensaios em laboratório, para cada material coletado em campo. 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, pavimentação e drenagem.

## 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.

**a) 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 16 - 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.

### b) ENSAIOS 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 Ensaios”, 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.

### c) SUBSTITUIÇÃO DE SOLO COM ISC < ISCPRO

Outro aspecto considerado no projeto, no que tange a qualidade do material de subleito, foi a comparação do ISC com ISC de projeto.

Nos cortes onde ocorreu ISC< ISC projeto foram previstos substituição desses materiais. Nos aterros onde ocorreu ISC< ISC e altura inferior a 1,0 m (Camada Final) também foi feito a substituição do material.

Os trechos e espessuras considerados são apresentados a seguir:

**Tabela 15 - Substituição do subleito**

| SUBSTITUIÇÃO DO SUBLEITO(CORTES) ISC < ISC Projeto=10,0 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACAS | | | | | | EXTENSÃO (m) | ISC (%) | ESPESSURA (cm) | PLATAFORMA (m) | VOLUME (m³) |
| INICIAL | | | FINAL | | | | | | | |
| SEGMENTO 01 LE | | | | | | | | | | |
| 6 | + | 0 | 14 | + | 0 | 160,00 | 7,10 | 60,00 | 11,90 | 1.142,00 |
| | | | | | | | | | | |
| RETORNO 01 PISTA ESQUERDA | | | | | | | | | | |
| 20 | + | 0 | 27 | + | 0 | 140,00 | 6,40 | 60,00 | 14,90 | 1.252,00 |
| 63 | + | 0 | 76 | + | 14,05 | 274,05 | 7,50 | 60,00 | 14,90 | 2.450,00 |
| | | | | | | | | | | |
| SEGMENTO 02 LE | | | | | | | | | | |
| 92 | + | 1,55 | 117 | + | 0 | 498,45 | 5,60 | 60,00 | 11,90 | 3.559,00 |
| | | | | | | | | | | |
| RETORNO 2 PISTA ESQUERDA | | | | | | | | | | |
| 16 | + | 0 | 19 | + | 0 | 60,00 | 4,40 | 60,00 | 14,90 | 536,00 |
| 67 | + | 0 | 75 | + | 0 | 160,00 | 4,90 | 60,00 | 14,90 | 1.430,00 |
| | | | | | | | | | | |
| ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE LD - SEGMENTO 01 | | | | | | | | | | |
| 4 | + | 0 | 12 | + | 0 | 160,00 | 7,10 | 60,00 | 3,00 | 288,00 |
| | | | | | | | | | | |
| ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE LD - SEGMENTO 03 | | | | | | | | | | |
| 215 | + | 15,93 | 223 | + | 0 | 144,07 | 4,60 | 60,00 | 3,00 | 259,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | TOTAL | 10.916,00 |

Os materiais foram destinados ao corpo dos aterros mais próximos ou bota fora.

### d) SUBSTITUIÇÃO DE SOLO NOS ATERROS COM ISC<ISCp E ALT. INFERIOR A 1,00 m

**Tabela 16 - Substituição de solo nos aterros**

| SUBSTITUIÇÃO DO ATERRO (CAMADA FINAL ) - ISC < ISC Projeto=10,0 E ALTURA<1,0 m | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACAS | | | | | | EXTENSÃO (m) | ISC (%) | ESPESS. MEDIA (cm) | PLATAFORMA (m) | VOLUME (m³) |
| INICIAL | | | FINAL | | | | | | | |
| RETORNO 01 - PE | | | | | | | | | | |
| 3 | + | 0 | 20 | + | 0 | 340,00 | 4,60 | 67 | 14,90 | 3.414,00 |
| SEGMENTO 02 - PE | | | | | | | | | | |
| 117 | + | 0 | 132 | + | 12,12 | 312,12 | 6,30 | 78 | 11,90 | 2.882,00 |
| RETORNO 02 - PE | | | | | | | | | | |
| 19 | + | 0 | 67 | + | 0 | 960,00 | 5,40 | 16 | 14,90 | 2.280,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | TOTAL | 8.576,00 |

Nos aterros onde o ISC ≥ ISCp mas com altura inferior a 1,00 m foi feito um rebaixo do aterro, para se obter a compactação de 100% PN na camada final.

**Tabela 17 - Rebaixo nos aterros**

| REBAIXO DE ATERRO (CAMADA FINAL ) - ATERRO < 1,00 m | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **INTERSEÇÃO - 01** | | | | | | | | | | | |
| INTERSEÇÃO 01 E RAMOS | | | | | | | 10,00 | VARIÁVEL | VARIÁVEL | 5.639,00 |
| **SEGMENTO 01 PE** | | | | | | | | | | | |
| 0 | + | 0 | 6 | + | 0 | 120 | 10,00 | 88 | 11,90 | 1.250,00 |
| **ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE -SEGMENTO 02 PD** | | | | | | | | | | | |
| 92 | + | 0 | 132 | + | 13,09 | 813,09 | 10,00 | 73 | 3,00 | 1.778,00 |
| **RETORNO 02 - PD** | | | | | | | | | | | |
| 1 | + | 0 | 69 | + | 0 | 1360 | 20,00 | 9 | 14,30 | 1.824,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | **TOTAL** | **10.491,00** |

### 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.

A jazida pesquisada está localizada na estaca a 37,70 km da estaca 00+00,00.

Após a inspeção expedida no campo, foi lançado sobre a área escolhida um reticulado de 30 por 30 metros 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 18 - Análise estatística dos materiais**

| JAZIDA 01- 26 GOLPES | | REFERÊNCIA PARA SOLO LATERITICO SUB-BASE | REFERÊNCIA PARA SOLO LATERITICO BASE |
|---|---|---|---|
| ISC MIN | 18,6 | ISC > 20% | ISC > 80% |
| EXPANSÃO | 0,0 | EXP < 1% | EXP < 0,5% |
| LL | 39,0 | LL < 45% | LL < 45% |
| IP | 13,4 | IP < 15 | IP <15 |
| JAZIDA 01- 30% AREIA -26 GOLPES | | | |
| ISC MIN | 27,3 | ISC > 20% | ISC > 80% |
| EXPANSÃO | 0,0 | EXP < 1% | EXP <0,5% |
| LL | 30,1 | LL < 45% | LL < 45% |
| IP | 5,4 | IP < 15 | IP < 15 |
| JAZIDA 01- 40 GOLPES | | | |
| ISC MIN | 32,8 | ISC > 20% | ISC > 80% |
| EXPANSÃO | 0,0 | EXP < 1% | EXP <0,5% |
| LL | 39,6 | LL < 45% | LL < 45% |
| IP | 13,3 | IP < 15 | IP < 15 |
| JAZIDA 01- 55 GOLPES | | | |
| ISC MIN | 29,0 | ISC > 20% | ISC > 80% |
| EXPANSÃO | 0,0 | EXP < 1% | EXP < 0,5% |
| LL | 40,5 | LL < 45% | LL < 45% |
| IP | 13,2 | IP < 15 | IP < 15 |
| JAZIDA 01- 2% C + 30% AREIA+20%BRITA -40 GOLPES | | | |
| ISC MIN | 84,8 | ISC > 20% | ISC > 80% |
| EXPANSÃO | 0,0 | EXP < 1% | EXP < 0,5% |
| LL | 30,3 | LL < 45% | LL < 45% |
| IP | 5,7 | IP < 15 | IP < 15 |

Após estudos de viabilidade tecnico-economico apresentado a **GOINFRA,** não será utilizada a Jazida estudada.

A solução adotada para o pavimento foi de BGTC para a sub-base e concreto para a base.

### 7.3.3. ESTUDO DE EMPRÉSTIMO CONCENTRADO

Após indicação dada pelo projeto de Terraplenagem, dos locais onde houve necessidade de utilização de material importado, foi pesquisada uma caixa de empréstimo concentrada, escolhendo-se sempre a que propicie a obtenção do melhor material na menor distância possível.

Na caixa de empréstimo concentrado, foi feito, 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 50X50 m de lado.

Foi estudada uma caixa de empréstimo concentrada que será utilizada no corpo do aterro e nas camadas finais do aterro (1,0m).

**Tabela 19 - Caixa de Empréstimo estudada**

| EMPRESTIMO CONCENTRADO | | |
|---|---|---|
| OCORRÊNCIA | ESTACA | DISTÂNCIA AO EIXO |
| EC01 | 172+00,00 | 4,5 Km |

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

Conforme pesquisas realizadas na região e SIGMINI a pedreira indicada para o projeto foi:

- Pedreira 01 – Pedreira Rio Verde Fortaleza Ltda, localizada a 31,9 km do início do trecho (Estaca 00). A Pedreira atende todas as especificações exigidas pela GOINFRA.

Nas ocorrências de material pétreo foram coletadas 3 (três) amostras e feito os seguintes ensaios conforme resultados apresentados neste volume:

- 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).

A pedreira tem licença de operação e manifestou interesse comercial de fornecimento de material para a obra, destacamos que pedreira tem capacidade para atender 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 para obras que envolvem concreto. Foi encontrado apenas um areal de areia natural explorado comercialmente que atende a obra:

- Areal SETA (A03): localizado a 192,0 km até o canteiro de obras. Este areal atende as especificações exigidas pela GOINFRA e para execução de obras em concreto.

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 indicado tem licença de operação e volume suficiente para atender a obra.

O croqui e demais dados do Areal encontra-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, e estão em consonância com a **IP-09 2018/002 - GOINFRA**

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

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 (1,00m), deverão ser utilizados solos com expansão < 2% e ISC ≥10%, compactados a 100% do Proctor Normal.

### 7.4. ESTUDOS GEOTÉCNICOS PARA A RESTAURAÇÃO

#### 7.4.1. ESTUDOS GEOTÉCNICOS E AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE

Os estudos geotécnicos e de avaliação do pavimento existente tiveram por objetivo a caracterização do pavimento atual de forma a subsidiar o diagnóstico funcional e estrutural e o projeto de restauração do pavimento. Para tal foram realizados estudos de campo e de laboratório para avaliação das características funcionais e estruturais atuais do pavimento existente, compreendendo:

- Estudo das camadas do pavimento existente, através da abertura de poços de sondagens com coleta de amostras e realização de ensaios de laboratório, nos termos da norma PRO-269/1994;
- Avaliação objetiva da superfície do pavimento existente, com inventário dos defeitos ocorrentes, segundo a metodologia do Procedimento DNIT 006-PRO;
- Avaliação estrutural do pavimento existente, com medição das deflexões e raios de curvatura com Viga Benkelman segundo metodologia da norma DNER-ME 024/1994.

### 7.4.2. ESTUDO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO

O estudo das camadas do pavimento existente compreendeu a abertura de poços de sondagem e a realização de ensaios de laboratório de forma a caracterizar as espessuras e a qualidade geotécnica dos materiais das camadas do pavimento existente e do subleito.

### 7.4.3. POÇOS DE SONDAGEM

Para iniciar o estudo foram abertos poços de sondagem em cada segmento onde será realizada a restauração, a pá e picareta no pavimento, junto ao acostamento.

Em cada poço foi realizada:

- Demarcação do poço;
- Abertura do poço até a camada de subleito em pontos estratégicos;
- Medição das espessuras e anotação do tipo de material do revestimento, da base, da sub-base e do subleito dos poços citados acima;
- Coleta de amostras da base, sub-base e subleito, em todos os poços;
- Determinação da densidade e umidade “in situ” das camadas de base, sub-base e subleito;
- Embalagem das amostras e transporte até o laboratório;
- Obturação do furo com cascalho e revestimento betuminoso.

### 7.4.4. ENSAIOS REALIZADOS

Foram realizados os seguintes ensaios com as amostras de base, sub-base e subleito coletadas em cada poço:

- Análise granulométrica por peneiramento (Método DNER-ME 080), além de ensaio de sedimentação (Método DNER-ME 051) para o subleito;
- Limites físicos, de liquidez (Método DNER-ME 122) e de plasticidade (Método DNER-ME 082);
- Compactação (Método DNER-ME 129) e ISC (Método DNER-ME 049), com energia do Proctor Normal (12 golpes por camada) para subleito, Proctor Normal (12 golpes) para a sub-base e energia normal (12 Golpes), intermediaria (26 golpes) E modificado (55 golpes) para a base.

### 7.4.5. RESULTADOS OBTIDOS

Os boletins de sondagem dos poços abertos no pavimento, os ensaios “in situ” com base, sub-base e subleito são apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos e Avaliação do Pavimento Existente, contendo para as camadas os tipos de materiais e suas espessuras

### 7.4.6. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS SUPERFICIAIS, FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS DO PAVIMENTO EXISTENTE

Para subsidiar o diagnóstico do pavimento foi realizada avaliação funcional e estrutural do pavimento existente, compreendendo:

- Demarcação de estacas no bordo de cada pista, a cada 20 m;
- Avaliação objetiva da superfície, com inventário dos defeitos ocorrentes a cada 20 m, em faixas alternadas, inclusive cadastro dos acostamentos;
- Medida da Irregularidade Longitudinal do Pavimento;
- Levantamento da Irregularidade transversal;
- Levantamento Deflectométrico com Viga Benkelman;
- Prospecção das Camadas do Pavimento (Investigação Geotécnica);
- Avaliação estrutural do Pavimento.

### 7.4.7. AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

Os pavimentos existentes foram avaliados em conformidade com a metodologia contida na Norma Rodoviária DNIT 006/2003 - PRO, “Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos”, com a obtenção do índice indicativo do grau de severidade ou de deterioração das estruturas de pavimento denominado Índice de Gravidade Global (IGG).

Por este procedimento na ficha padrão do levantamento são demarcadas as ocorrências em cada estação de ensaio com um “X”, bem como os valores de flecha nas trilhas externas e internas (TRE e TRI) e a condição do acostamento.

Tais informações são então processadas com o objetivo de se determinar o índice de gravidade global (IGG), que reflete de forma sintética o estágio de deterioração do pavimento.

Para tanto as ocorrências listadas a seguir, de acordo com a codificação da terminologia "Defeitos nos Pavimentos Flexíveis a Semi Rígidos", devem ter suas frequências absolutas e relativas determinadas:

- Tipo 1: Trincas classe 1(FC-1 Fl, TTC, TTL, TLC, TLL a TRR);
- Tipo 2: Trincas classe 2 (FC-2 JA a BL);

- Tipo 3: Trincas classe 3 (FC-3 JE a BE);
- Tipo 4: Afundamento Longitudinal Plástico e Afundamento Transversal Plástico (ALP e ATP);
- Tipo 5: Ondulação e Panela (O e P);
- Tipo 6: Exsudação (EX);
- Tipo 7: Desgaste (D);
- Tipo 8: Remendo (R).

A frequência absoluta (fa) corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada no segmento homogêneo, sendo então a frequência relativa (fr) obtida através da fórmula:

$$fr = \frac{fa \times 100}{n}$$

**Onde:**

- fr - frequência relativa;
- fa - frequência absoluta;
- n - número de estações inventariadas.

Para as flechas medidas, foram calculados os seguintes parâmetros:

- Pista simples, a média ( $X$ ) e a variância ($\sqrt{}^2$) das flechas medidas na trilha de roda externa de ambas as faixas de tráfego;

Para cada uma das ocorrências inventariadas, foi calculado o Índice de Gravidade Individual (IGI), através de fórmula:

$$IGI = fr \times f\ r$$

**Onde:**

- fr - frequência relativa;
- fp - fator de ponderação, obtido de acordo com o quadro a seguir.

**Quadro 17 - Fator de Ponderação**

| FATOR DE PONDERAÇÃO | | |
|---|---|---|
| **TIPO** | **CODIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS** | **FP** |
| 1 | FC-1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL a TRR) | 0,2 |
| 2 | FC-2 (JA a BL) | 0,5 |
| 3 | FC-3 (JE a BE) | 0,8 |
| 4 | ALP a ATP | 0,9 |
| 5 | O e P | 1,0 |
| 6 | EX | 0,5 |
| 7 | D | 0,3 |
| 8 | R | 0,6 |

Para a média aritmética das médias e para as variâncias das flechas, o fator de ponderação a utilizar depende do valor da média aritmética, conforme o critério a seguir estabelecido:

- Quando a média aritmética for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3, quando superior a 30, o Índice de Gravidade Individual é igual a 40;
- Quando a variância for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a um; quando superior a 50, o Índice de Gravidade Individual é igual a 50.

Quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só se consideram as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI). Do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências 1 e 2 só se consideram as de tipo 2.

O Índice de Gravidade Global (IGG) foi obtido através da fórmula:

$$\text{IGG} = \sum IGI$$

**Onde:**

- $\sum IGI$ = somatório dos Índices de Gravidade Individuais, calculados de acordo com o estabelecido anteriormente.

Com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de deterioração atingido, é definida pela norma a correspondência entre os valores do IGG e o estado de superfície, conforme quadro a seguir:

**Quadro 18 - Grau de deterioração**

| CONCEITO | LIMITES DE IGG |
|---|---|
| ÓTIMO | 0 – 20 |
| BOM | 20 – 40 |
| REGULAR | 40 – 80 |
| MAU | 80 – 160 |
| PÉSSIMO | 160 – 500 |

Foi também realizada a avaliação do acostamento existente, compreendendo avaliação do estado da superfície, tipo de revestimento, largura e a medição da altura do degrau entre pista e acostamento.

As planilhas seguintes demonstram a avaliação objetiva realizada e a situação do pavimento constatada em maio/2022 não significando, todavia, que quando da execução dos serviços de restauração será idêntica à constatada, haja vista a deterioração que normalmente o pavimento apresenta frente ao tráfego e à umidade.

**AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO**

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 0 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 4 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 1 | A | TSD | | X | | | | X | | X | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 35 | | S / AC | | | |
| 2 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 2 | 30 | 40 | S / AC | | | |
| 3 | A | TSD | | X | | | | X | | X | | | | | | | | | X | | | | | 0 | 1 | 60 | | S / AC | | | |
| 4 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 5 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | | | X | | | | | 2 | 18 | 30 | | S / AC | | | |
| 6 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 2 | 2 | 40 | | S / AC | | | |
| 7 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 2 | 0 | 25 | 35 | S / AC | | | |
| 8 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 9 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 1 | 35 | 35 | S / AC | | | |
| 10 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | X | 3 | 0 | 35 | 60 | S / AC | | | |
| 11 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | 40 | 15 | S / AC | | | |
| 12 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | 0 | 0 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 13 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 35 | 25 | S / AC | | | |
| 14 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 10 | 0 | 45 | | S / AC | | | |
| 15 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | | 1 | 0 | 25 | 50 | S / AC | | | |
| 16 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 12 | 0 | 45 | | S / AC | | | |
| 17 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | 20 | 40 | S / AC | | | |
| 18 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | 0 | 0 | 15 | 30 | S / AC | | | |
| 19 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | 0 | 1 | 10 | 75 | S / AC | | | |
| 20 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | X | X | | | | | X | 13 | 0 | 35 | 20 | S / AC | | | |
| 21 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | | X | | | | | | | | | | | 3 | 0 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 22 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 0 | 45 | | S / AC | | | |
| 23 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 0 | 1 | 30 | 50 | S / AC | | | |
| 24 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 3 | 25 | 15 | S / AC | | | |
| 25 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | | X | | | | | | X | | | | | 0 | 4 | 30 | 45 | S / AC | | | |
| 26 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | 45 | 30 | S / AC | | | |
| 27 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | 25 | 35 | S / AC | | | |
| 28 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 4 | 0 | 30 | 25 | S / AC | | | |
| 29 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 20 | | S / AC | | | |
| 30 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | 40 | 30 | S / AC | | | |
| 31 | A | TSD | | X | | | | X | | X | | | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 35 | | S / AC | | | |
| 32 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 3 | 1 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 33 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | | 1 | 0 | 15 | | S / AC | | | |
| 34 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 30 | 25 | S / AC | | | |
| 35 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | 45 | | S / AC | | | |
| 36 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 25 | | S / AC | | | |
| 37 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 30 | | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 38 | A | TSD | | | | | | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 39 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | | 1 | 1 | 35 | | S / AC | | | |
| 40 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 40 | 35 | S / AC | | | |
| 41 | A | TSD | | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | | 60 | S / AC | | | |
| 42 | A | TSD | | X | | | | X | | | X | | | | | | | | X | | | | X | 0 | 1 | 75 | | S / AC | | | |
| 43 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 60 | | S / AC | | | |
| 44 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | 35 | 40 | S / AC | | | |
| 45 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 2 | 3 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 46 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | | 0 | 1 | 40 | 35 | S / AC | | | |
| 47 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | 30 | 60 | S / AC | | | |
| 48 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | 0 | 3 | 25 | 50 | S / AC | | | |
| 49 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | 30 | | S / AC | | | |
| 50 | A | TSD | | X | | | | | X | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 45 | 25 | S / AC | | | |
| 51 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 11 | 0 | 30 | | S / AC | | | |
| 52 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 2 | 0 | 25 | 50 | S / AC | | | |
| 53 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 0 | 2 | | | S / AC | | | |
| 54 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 55 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 8 | 2 | | | S / AC | | | |
| 56 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 57 | A | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | | | | 0 | 4 | | | S / AC | | | |
| 58 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 4 | 0 | | | S / AC | | | |
| 59 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 60 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 61 | A | TSD | | | | | | X | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 62 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 63 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 64 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 3 | 2 | | | S / AC | | | |
| 65 | A | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 66 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 67 | A | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 3 | 1 | | | S / AC | | | |
| 68 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 69 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 70 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 9 | 0 | | | S / AC | | | |
| 71 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 4 | 0 | | | S / AC | | | |
| 72 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 12 | 1 | | | S / AC | | | |
| 73 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 74 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 75 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | X | | | | | X | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 76 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 3 | 2 | | | S / AC | | | |
| 77 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 2 | 1 | | | S / AC | | | |
| 78 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 9 | 2 | | | S / AC | | | |
| 79 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 2 | | | S / AC | | | |
| 80 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 81 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 82 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 3 | 0 | | | S / AC | | | |
| 83 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 84 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 3 | 0 | | | S / AC | | | |
| 85 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 86 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 2 | 0 | | | S / AC | | | |
| 87 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 88 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 4 | 0 | 25 | 50 | S / AC | | | |
| 89 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 90 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 3 | 0 | 30 | 35 | S / AC | | | |
| 91 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 92 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | X | X | 3 | 0 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 93 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 94 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 1 | 15 | 65 | S / AC | | | |
| 95 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 0 | | | S / AC | | | |
| 96 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | 25 | 55 | S / AC | | | |
| 97 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 98 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 0 | 20 | 30 | S / AC | | | |
| 99 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 100 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | 15 | 70 | S / AC | | | |
| 101 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 5 | | | S / AC | | | |
| 102 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | X | | X | 0 | 0 | 10 | 15 | S / AC | | | |
| 103 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 104 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | 35 | 35 | S / AC | | | |
| 105 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 106 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | X | | | | | 2 | 0 | 25 | | S / AC | | | |
| 107 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 108 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 109 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 3 | 1 | | | S / AC | | | |
| 110 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 111 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | X | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 112 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 113 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 114 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 115 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 116 | A | TSD | | X | | | | | | | | X | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 117 | A | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 118 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | X | | | | X | | X | | | X | X | 1 | 0 | 30 | 60 | S / AC | | | |
| 119 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 120 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | X | 14 | 0 | 45 | 40 | S / AC | | | |
| 121 | A | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 122 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | | | X | | | | X | 0 | 2 | 20 | | S / AC | | | |
| 123 | A | TSD | | X | | | X | X | X | | | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 11 | | | S / AC | | | |
| 124 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | 30 | | S / AC | | | |
| 125 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 126 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | 25 | | S / AC | | | |
| 127 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 128 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | 40 | | S / AC | | | |
| 129 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 130 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | 35 | | S / AC | | | |
| 131 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 132 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | 50 | | S / AC | | | |
| 133 | A | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 134 | A | TSD | | | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 40 | | S / AC | | | |
| 135 | C | TSD | | X | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 136 | C | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | 35 | | S / AC | | | |
| 137 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 138 | C | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 20 | | S / AC | | | |
| 139 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 140 | C | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 30 | | S / AC | | | |
| 141 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 142 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | 25 | | S / AC | | | |
| 143 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 144 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | 15 | | S / AC | | | |
| 145 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 146 | C | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | 20 | | S / AC | | | |
| 147 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 148 | C | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 1 | 15 | | S / AC | | | |
| 149 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 150 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | X | X | 1 | 0 | 35 | | S / AC | | | |
| 151 | C | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 152 | C | TSD | | | | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | 60 | | S / AC | | | |
| 153 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 154 | C | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | 20 | | S / AC | | | |
| 155 | C | TSD | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 156 | C | TSD | | X | | | X | | | X | X | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | 25 | | S / AC | | | |
| 157 | C | TSD | | X | | | X | | | X | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | 40 | | S / AC | | | |
| 158 | C | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | 35 | | S / AC | | | |
| 159 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | | 1 | 4 | | | S / AC | | | |
| 160 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | 20 | | S / AC | | | |
| 161 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 4 | 4 | | | S / AC | | | |
| 162 | A | TSD | | X | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 163 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 164 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 165 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 166 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 167 | A | TSD | | X | | | | X | | | | | | | | | X | | | | | | | 3 | 4 | | | S / AC | | | |
| 168 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | 2 | 0 | | | S / AC | | | |
| 169 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 170 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 171 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 172 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 173 | A | TSD | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 174 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 175 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 176 | A | TSD | | X | | | X | | | X | | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 177 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 178 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | | X | X | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 179 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 180 | A | TSD | | X | | | X | | | X | | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 181 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 182 | A | TSD | | X | | | X | | | X | | X | X | | | | | | | | | | X | 3 | 0 | | | S / AC | | | |
| 183 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 184 | A | TSD | | X | | | X | | | X | | X | X | | | | X | | | | | | X | 4 | 3 | | | S / AC | | | |
| 185 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 186 | A | TSD | | | | | | | | X | | X | X | | | | X | | | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 187 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 188 | A | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 189 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 190 | A | TSD | | | | | | | | X | | X | | | | | X | | | | | | X | 5 | 2 | | | S / AC | | | |
| 191 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 192 | A | TSD | | X | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 193 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 194 | A | TSD | | | | | X | | | X | | | | | | | X | | | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 195 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 196 | A | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 197 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 198 | A | TSD | | X | | | | | | X | | X | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 199 | C | TSD | | X | | | | | | X | | | X | | | | | | X | | | | X | 0 | 3 | | | S / AC | | | |
| 200 | C | TSD | | X | | | | | | X | | X | | | | | X | | | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 201 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 202 | C | TSD | | X | | | | | | X | | X | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 203 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 204 | C | TSD | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 205 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 1 | | | S / AC | | | |
| 206 | C | TSD | | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 207 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | X | | X | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 208 | C | TSD | | X | | | | | | X | | X | | | | | X | | | | | | X | 1 | 0 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 209 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 3 | 0 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 210 | C | TSD | | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 0 | 10 | 45 | S / AC | | | |
| 211 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | | X | | | | | | X | | | | | 4 | 1 | 15 | 45 | S / AC | | | |
| 212 | C | TSD | | | | | X | | | X | | | X | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | 25 | 60 | S / AC | | | |
| 213 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 214 | C | TSD | | | | | | | | X | | X | X | | | | X | | | | | | | 2 | 1 | 30 | 40 | S / AC | | | |
| 215 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | 15 | 35 | S / AC | | | |
| 216 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 2 | 0 | 25 | 40 | S / AC | | | |
| 217 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 1 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 218 | C | TSD | | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 10 | 75 | S / AC | | | |
| 219 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | 5 | 0 | 10 | 35 | S / AC | | | |
| 220 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | | 1 | 0 | 25 | | S / AC | | | |
| 221 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 0 | 1 | 20 | | S / AC | | | |
| 222 | C | TSD | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | 0 | 4 | 25 | | S / AC | | | |
| 223 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 1 | 1 | 30 | 60 | S / AC | | | |
| 224 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | | 1 | 0 | 40 | | S / AC | | | |
| 225 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | X | | | | | 1 | 1 | 35 | 35 | S / AC | | | |
| 226 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 1 | 3 | 20 | | S / AC | | | |
| 227 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 1 | 0 | 15 | 30 | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 228 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 8 | 2 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 229 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 10 | 50 | S / AC | | | |
| 230 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 3 | 2 | 25 | | S / AC | | | |
| 231 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | | 0 | 1 | 30 | 35 | S / AC | | | |
| 232 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 2 | 0 | 35 | 50 | S / AC | | | |
| 233 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 234 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | 15 | | S / AC | | | |
| 235 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 5 | 1 | 35 | 25 | S / AC | | | |
| 236 | C | TSD | | X | | | | X | | X | X | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 5 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 237 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 5 | 0 | 10 | 80 | S / AC | | | |
| 238 | C | TSD | | X | | | X | | | X | X | | X | | | | | | | | | | | 8 | 4 | 10 | 75 | S / AC | | | |
| 239 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 6 | 0 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 240 | C | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | | | | | X | | X | | | | | 0 | 3 | 35 | 35 | S / AC | | | |
| 241 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 242 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | 4 | 4 | 25 | 30 | S / AC | | | |
| 243 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 0 | 1 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 244 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | 12 | 0 | 50 | 35 | S / AC | | | |
| 245 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | X | | | | X | 14 | 0 | 45 | | S / AC | | | |
| 246 | C | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | | 4 | 0 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 247 | A | TSD | | X | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 12 | 20 | 30 | 45 | S / AC | | | |
| 248 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | 10 | 60 | S / AC | | | |
| 249 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | X | | | | X | 10 | 5 | 25 | | S / AC | | | |
| 250 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 1 | 0 | 10 | 45 | S / AC | | | |
| 251 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 9 | 0 | 15 | | S / AC | | | |
| 252 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | 0 | 9 | 25 | 50 | S / AC | | | |
| 253 | A | TSD | | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 8 | 0 | 20 | 70 | S / AC | | | |
| 254 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | 10 | 35 | S / AC | | | |
| 255 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 18 | 0 | 45 | 40 | S / AC | | | |
| 256 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 5 | 0 | 10 | 65 | S / AC | | | |
| 257 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | | | X | | | | X | 0 | 2 | 5 | 75 | S / AC | | | |
| 258 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | 4 | 5 | 35 | 45 | S / AC | | | |
| 259 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 1 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 260 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | 4 | 0 | 15 | 45 | S / AC | | | |
| 261 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | X | 6 | 0 | 20 | 30 | S / AC | | | |
| 262 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | X | 4 | 0 | 25 | 50 | S / AC | | | |
| 263 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | 1 | 1 | 20 | 30 | S / AC | | | |
| 264 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | 0 | 1 | 35 | | S / AC | | | |
| 265 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | 10 | 45 | S / AC | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | EX | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | | OBS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm | |
| 266 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | X | 6 | 3 | 60 | 45 | S / AC | | | |
| 267 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 2 | 0 | 10 | | S / AC | | | |
| 268 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 45 | | S / AC | | | |
| 269 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | 2 | 0 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 270 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 0 | 30 | 75 | S / AC | | | |
| 271 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 19 | 0 | 45 | 50 | S / AC | | | |
| 272 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | | 0 | 1 | 30 | 35 | S / AC | | | |
| 273 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 0 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 274 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | X | | | | X | | | | | | X | 9 | 1 | 20 | 45 | S / AC | | | |
| 275 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | | 3 | 0 | 30 | | S / AC | | | |
| 276 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | 0 | 3 | 45 | | S / AC | | | |
| 277 | A | TSD | | | | | | | | X | X | | X | | | | | | X | | | | X | 4 | 2 | 20 | 50 | S / AC | | | |
| 278 | A | TSD | | X | | | | | | | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 5 | 8 | 30 | 45 | S / AC | | | |
| 279 | A | TSD | | | | | | | | | X | | X | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | 25 | 35 | S / AC | | | |
| 280 | A | TSD | | X | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | X | 0 | 5 | 20 | 60 | S / AC | | | |
| 281 | A | TSD | | X | | | | | | X | | X | X | | | | | | X | | | | X | 5 | 1 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 282 | A | TSD | | X | | | | | | | X | X | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 8 | 50 | 20 | S / AC | | | |
| 283 | A | TSD | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | 1 | 0 | 20 | | S / AC | | | |
| 284 | A | TSD | | X | | | | | | | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 1 | 1 | 10 | 80 | S / AC | | | |
| 285 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | X | 20 | 0 | 25 | 35 | S / AC | | | |
| 286 | A | TSD | | X | | | | | | | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 1 | 1 | 15 | 50 | S / AC | | | |
| 287 | A | TSD | | X | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | | 0 | 1 | | | S / AC | | | |
| 288 | A | TSD | | X | | | | | | | X | X | X | | | | X | | X | | | | X | 2 | 0 | | | S / AC | | | |
| 289 | A | TSD | | | | | | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | 1 | 2 | | | S / AC | | | |
| 290 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | X | | X | | | | X | 1 | 9 | | | S / AC | | | |
| 291 | A | TSD | | | | | | | | X | | | | | | | X | | X | | | | | 1 | 0 | | | S / AC | | | |
| 292 | A | CA | | X | | | | | | | X | | | | | | X | | X | | | | X | 0 | 0 | | | S / AC | | | |
| 293 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 294 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 295 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 296 | A | CA | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 297 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 298 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 299 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 300 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 301 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 302 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |
| 303 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | | |

## AVALIAÇÃO OBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS DNIT 006/2003 - PRO

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

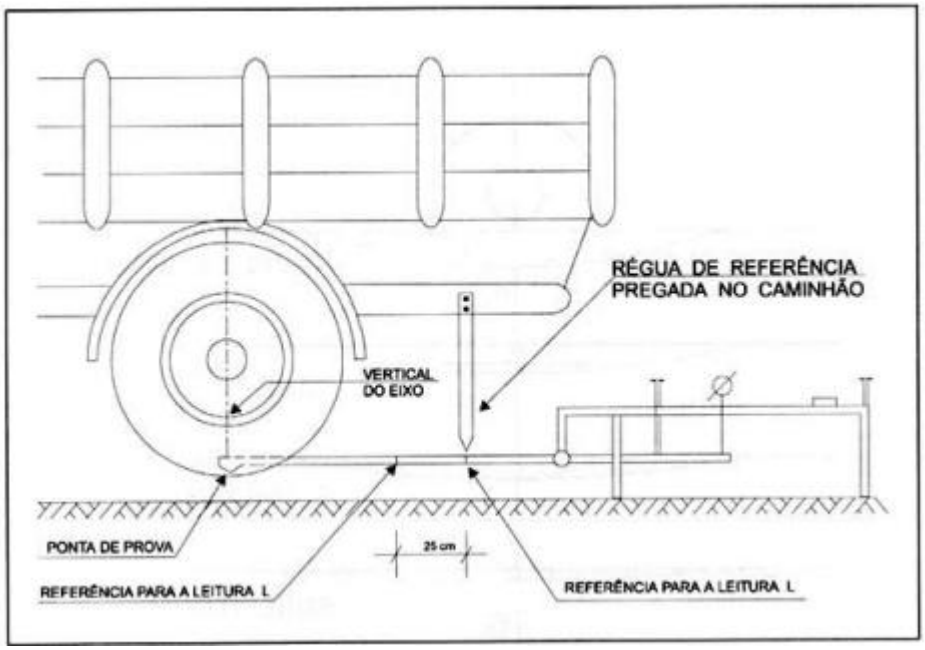
| Estaca | Config. de Terrap. | Tipo Reves-timento | OK | FC-1 | | | | | | FC-2 | | FC-3 | | AFUNDAMENTOS | | | | O | P | E | | D | R | Flecha mm | | % de Área com trincas | | ACOSTAMENTO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F1 | TTC | TTL | TLC | TRR | TLL | J | TB | JE | TBE | ALP | ATP | ALC | ATC | | | | EX | | | TRI | TRE | FC-2 | FC-3 | Tipo | Estado | Degrau cm |
| 266 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | X | 6 | 3 | 60 | 45 | S / AC | | |
| 267 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | | | | | | | | | | | | X | 2 | 0 | 10 | | S / AC | | |
| 268 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 45 | | S / AC | | |
| 269 | A | TSD | | X | | | X | | | X | X | | X | | | | X | | | | | | X | 2 | 0 | 15 | 50 | S / AC | | |
| 270 | A | TSD | | X | | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | X | 0 | 0 | 30 | 75 | S / AC | | |
| 304 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 305 | A | CA | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 306 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 307 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 308 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 309 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 310 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 311 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 312 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 313 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 314 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 315 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 316 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 317 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 318 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 319 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 320 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 321 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 322 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 323 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 324 | A | CA | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |
| 325 | A | CA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | | | CBUQ | | |

### 7.4.8. LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO COM VIGA BENKELMAN.

Com o intuito de se avaliar as condições estruturais do pavimento existente, foi realizada a análise das deflexões sob ação da carga de 8,2 toneladas com a utilização da Viga Benkelman, nas faixas de rolamento do segmento em questão, alternando os lados de 20 em 20 metros.

Idealizada por Benkelman, por ocasião dos estudos levados a efeito na pista experimental da AASHTO, a chamada viga Benkelman é o dispositivo mais simples e difundido para o levantamento de deflexões em pavimentos. Sua constituição básica compreende uma viga horizontal apoiada sobre três pés, sendo um traseiro e dois dianteiros. Um braço de prova é rotulado na parte frontal da viga de referência, tendo a sua porção maior posicionada adiante da viga, e a menor sob ela. A ponta do braço de prova deve tocar o pavimento no ponto a ser ensaiado, enquanto na outra extremidade aciona um extensômetro, solidário à viga, sensível a 0,01 mm.

**Figura 23 - Esquema do ensaio da carga de prova**




A carga de prova utilizada é a roda dupla traseira direita de um caminhão basculante. No Brasil, as deflexões Benkelman são tomadas sob carga de eixo de 8,2 tf, ou carga no semi-eixo de 4,1 tf.

Instalada a ponta de prova no centro de carga da roda dupla, faz-se uma leitura inicial L0 no extensômetro. Quando o caminhão se afasta a mais de 5 m do ponto de ensaio e é decorrido espaço de tempo suficiente para o pavimento recuperar a sua condição original, faz-se a segunda leitura Lf.

A deflexão máxima d é obtida pela expressão:

$$D = (L0 - Lf) \cdot K$$

Sendo K a constante da viga (k = 2.00), definida como a relação entre a parte maior e a menor do braço de prova. Os procedimentos aqui mencionados resumidamente para utilização da viga Benkelman são descritos nas seguintes normas do DNER:

a) DNER-ME 24/94 – Pavimento – Determinação das deflexões no pela viga Benkelman;

b) DNER-PRO 175/94 – Aferição de viga Benkelman.

Outra forma de se avaliar as características elásticas dos componentes da porção superior da estrutura, ou seja, o próprio revestimento e a base são através do raio de curvatura da bacia de deflexão medida.

No caso de se considerar o raio de curvatura a 25 cm, como proposto na norma DNER-PRO 011/79, a expressão para sua determinação é a seguinte:

$$Raio = \frac{3125}{(d_0 - d_{25})}$$

Um raio de curvatura baixo é indicativo de um severo arqueamento da deformada, denotando uma condição estrutural crítica. A análise conjunta da deflexão máxima e do raio de curvatura já permite uma melhor compreensão do complexo comportamento das estruturas de pavimentos.

Os resultados do levantamento realizado pela **GOINFRA** são apresentados a seguir.

## Tabela 21- Viga Benkelman

**DETERMINAÇÃO DAS DEFLEXÕES RECUPERÁVEIS DO PAVIMENTO COM A VIGA BENKELMAN**

**Método DNER-ME 24-78**

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

FATOR (F): a ÷ b **4**

| Estaca | Lado | L i | L 25 | Lf | $D_0$ $D_0 = (L_0 - L_F) \times F$ $10^{-2}$ mm | $D_{25}$ $D_{25} = (L_{25} - L_F) \times F$ $10^{-2}$ mm | RC $R = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$ m | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | LD | 0 | 4 | 9 | 36 | 20 | 195,31 | |
| 2 | LE | 0 | 4 | 14 | 56 | 40 | 195,31 | |
| 4 | LD | 0 | 9 | 12 | 48 | 12 | 86,81 | |
| 6 | LE | 0 | 4 | 11 | 44 | 28 | 195,31 | |
| 8 | LD | 0 | 8 | 37 | 148 | 116 | 97,66 | |
| 10 | LE | 0 | 6 | 18 | 72 | 48 | 130,21 | |
| 12 | LD | 0 | 9 | 18 | 72 | 36 | 86,81 | |
| 14 | LE | 0 | 6 | 12 | 48 | 24 | 130,21 | |
| 16 | LD | 0 | 9 | 18 | 72 | 36 | 86,81 | |
| 18 | LE | 0 | 6 | 19 | 76 | 52 | 130,21 | |
| 20 | LD | 0 | 6 | 15 | 60 | 36 | 130,21 | |
| 22 | LE | 0 | 7 | 17 | 68 | 40 | 111,61 | |
| 24 | LD | 0 | 8 | 20 | 80 | 48 | 97,66 | |
| 26 | LE | 0 | 7 | 15 | 60 | 32 | 111,61 | |
| 28 | LD | 0 | 12 | 22 | 88 | 40 | 65,10 | |
| 30 | LE | 0 | 11 | 18 | 72 | 28 | 71,02 | |
| 32 | LD | 0 | 11 | 22 | 88 | 44 | 71,02 | |
| 34 | LE | 0 | 9 | 15 | 60 | 24 | 86,81 | |
| 36 | LD | 0 | 7 | 14 | 56 | 28 | 111,61 | |
| 38 | LE | 0 | 4 | 5 | 20 | 4 | 195,31 | |
| 40 | LD | 0 | 12 | 23 | 92 | 44 | 65,10 | |
| 42 | LE | 0 | 5 | 12 | 48 | 28 | 156,25 | |
| 44 | LD | 0 | 9 | 34 | 136 | 100 | 86,81 | |
| 46 | LE | 0 | 8 | 13 | 52 | 20 | 97,66 | |
| 48 | LD | 0 | 12 | 35 | 140 | 92 | 65,10 | |
| 50 | LE | 0 | 15 | 24 | 96 | 36 | 52,08 | |
| 52 | LD | 0 | 4 | 31 | 124 | 108 | 195,31 | |
| 88 | LE | 0 | 7 | 18 | 72 | 44 | 111,61 | |
| 90 | LD | 0 | 5 | 29 | 116 | 96 | 156,25 | |
| 92 | LE | 0 | 7 | 11 | 44 | 16 | 111,61 | |
| 94 | LD | 0 | 6 | 23 | 92 | 68 | 130,21 | |
| 96 | LE | 0 | 10 | 20 | 80 | 40 | 78,13 | |
| 98 | LD | 0 | 6 | 28 | 112 | 88 | 130,21 | |
| 100 | LE | 0 | 2 | 11 | 44 | 36 | 390,63 | |
| 102 | LD | 0 | 8 | 21 | 84 | 52 | 97,66 | |
| 104 | LE | 0 | 7 | 13 | 52 | 24 | 111,61 | |
| 106 | LD | 0 | 6 | 14 | 56 | 32 | 130,21 | |
| 108 | LE | 0 | 10 | 16 | 64 | 24 | 78,13 | |
| 110 | LD | 0 | 5 | 27 | 108 | 88 | 156,25 | |
| 112 | LE | 0 | 5 | 13 | 52 | 32 | 156,25 | |

GO INFRA

RUDRA

## DETERMINAÇÃO DAS DEFLEXÕES RECUPERÁVEIS DO PAVIMENTO COM A VIGA BENKELMAN

### Método DNER-ME 24-78

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

FATOR (F): a ÷ b **4**

| Estaca | Lado | L i | L 25 | Lf | $D_0$ $D_0 = (L_0 - L_F) \times F$ $10^{-2}$ mm | $D_{25}$ $D_{25} = (L_{25} - L_F) \times F$ $10^{-2}$ mm | RC $R = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$ m | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 114 | LD | 0 | 6 | 13 | 52 | 28 | 130,21 | |
| 116 | LE | 0 | 4 | 13 | 52 | 36 | 195,31 | |
| 118 | LD | 0 | 6 | 17 | 68 | 44 | 130,21 | |
| 120 | LE | 0 | 4 | 13 | 52 | 36 | 195,31 | |
| 122 | LD | 0 | 5 | 24 | 96 | 76 | 156,25 | |
| 124 | LE | 0 | 5 | 15 | 60 | 40 | 156,25 | |
| 126 | LD | 0 | 5 | 30 | 120 | 100 | 156,25 | |
| 128 | LE | 0 | 4 | 10 | 40 | 24 | 195,31 | |
| 130 | LD | 0 | 2 | 7 | 28 | 20 | 390,63 | |
| 132 | LE | 0 | 5 | 11 | 44 | 24 | 156,25 | |
| 134 | LD | 0 | 2 | 8 | 32 | 24 | 390,63 | |
| 136 | LE | 0 | 7 | 13 | 52 | 24 | 111,61 | |
| 138 | LD | 0 | 4 | 13 | 52 | 36 | 195,31 | |
| 140 | LE | 0 | 5 | 11 | 44 | 24 | 156,25 | |
| 142 | LD | 0 | 5 | 18 | 72 | 52 | 156,25 | |
| 144 | LE | 0 | 9 | 15 | 60 | 24 | **86,81** | |
| 146 | LD | 0 | 6 | 16 | 64 | 40 | 130,21 | |
| 148 | LE | 0 | 5 | 17 | 68 | 48 | 156,25 | |
| 150 | LD | 0 | 3 | 19 | 76 | 64 | 260,42 | |
| 152 | LE | 0 | 5 | 15 | 60 | 40 | 156,25 | |
| 154 | LD | 0 | 2 | 14 | 56 | 48 | 390,63 | |
| 156 | LE | 0 | 8 | 18 | 72 | 40 | **97,66** | |
| 158 | LD | 0 | 7 | 20 | 80 | 52 | 111,61 | |
| 160 | LE | 0 | 6 | 19 | 76 | 52 | 130,21 | |
| 208 | LD | 0 | 8 | 17 | 68 | 36 | **97,66** | |
| 210 | LE | 0 | 2 | 15 | 60 | 52 | 390,63 | |
| 212 | LD | 0 | 5 | 18 | 72 | 52 | 156,25 | |
| 214 | LE | 0 | 7 | 23 | 92 | 64 | 111,61 | |
| 216 | LD | 0 | 6 | 14 | 56 | 32 | 130,21 | |
| 218 | LE | 0 | 7 | 20 | 80 | 52 | 111,61 | |
| 220 | LD | 0 | 7 | 13 | 52 | 24 | 111,61 | |
| 222 | LE | 0 | 5 | 19 | 76 | 56 | 156,25 | |
| 224 | LD | 0 | 4 | 21 | 84 | 68 | 195,31 | |
| 226 | LE | 0 | 9 | 21 | 84 | 48 | **86,81** | |
| 228 | LD | 0 | 8 | 21 | 84 | 52 | **97,66** | |
| 230 | LE | 0 | 7 | 22 | 88 | 60 | 111,61 | |
| 232 | LD | 0 | 6 | 22 | 88 | 64 | 130,21 | |
| 234 | LE | 0 | 6 | 24 | 96 | 72 | 130,21 | |
| 236 | LD | 0 | 5 | 21 | 84 | 64 | 156,25 | |
| 238 | LE | 0 | 6 | 25 | 100 | 76 | 130,21 | |

## DETERMINAÇÃO DAS DEFLEXÕES RECUPERÁVEIS DO PAVIMENTO COM A VIGA BENKELMAN

### Método DNER-ME 24-78

**Rodovia:** GO- 210

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)

**Extensão :** 6,50 km

FATOR (F): a ÷ b **4**

| Estaca | Lado | L i | L 25 | Lf | $D_0$ <br> $D_0 = (L_0 - L_F) \times F$ <br> $10^{-2}$ mm | $D_{25}$ <br> $D_{25} = (L_{25} - L_F) \times F$ <br> $10^{-2}$ mm | RC <br> $R = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$ <br> m | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 240 | LD | 0 | 4 | 18 | 72 | 56 | 195,31 | |
| 242 | LE | 0 | 2 | 22 | 88 | 80 | 390,63 | |
| 244 | LD | 0 | 9 | 22 | 88 | 52 | 86,81 | |
| 246 | LE | 0 | 8 | 23 | 92 | 60 | 97,66 | |
| 248 | LD | 0 | 7 | 23 | 92 | 64 | 111,61 | |
| 250 | LE | 0 | 10 | 26 | 104 | 64 | 78,13 | |
| 252 | LD | 0 | 4 | 19 | 76 | 60 | 195,31 | |
| 254 | LE | 0 | 8 | 27 | 108 | 76 | 97,66 | |
| 256 | LD | 0 | 4 | 18 | 72 | 56 | 195,31 | |
| 258 | LE | 0 | 4 | 27 | 108 | 92 | 195,31 | |
| 260 | LD | 0 | 5 | 22 | 88 | 68 | 156,25 | |
| 262 | LE | 0 | 8 | 25 | 100 | 68 | 97,66 | |
| 264 | LD | 0 | 9 | 22 | 88 | 52 | 86,81 | |
| 266 | LE | 0 | 9 | 20 | 80 | 44 | 86,81 | |
| 268 | LD | 0 | 10 | 20 | 80 | 40 | 78,13 | |
| 270 | LE | 0 | 6 | 17 | 68 | 44 | 130,21 | |
| 272 | LD | 0 | 7 | 16 | 64 | 36 | 111,61 | |
| 274 | LE | 0 | 5 | 19 | 76 | 56 | 156,25 | |
| 276 | LD | 0 | 4 | 19 | 76 | 60 | 195,31 | |
| 278 | LE | 0 | 4 | 21 | 84 | 68 | 195,31 | |
| 280 | LD | 0 | 4 | 12 | 48 | 32 | 195,31 | |
| 282 | LE | 0 | 9 | 19 | 76 | 40 | 86,81 | |
| 284 | LD | 0 | 6 | 21 | 84 | 60 | 130,21 | |
| 286 | LE | 0 | 7 | 19 | 76 | 48 | 111,61 | |

### 7.4.9. LEVANTAMENTO DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL

Para avaliação do grau de irregularidade longitudinal é realizada a medida da conformação geométrica externada pelo pavimento, decorrente da severidade das deformações permanentes de caráter localizado constatadas ao longo do trecho.

- **Avaliações das Características de Deformação Permanente**

No âmbito das características de deformação em perfil, duas componentes de elevada responsabilidade se apresentam, justamente nas trilhas de rodas:

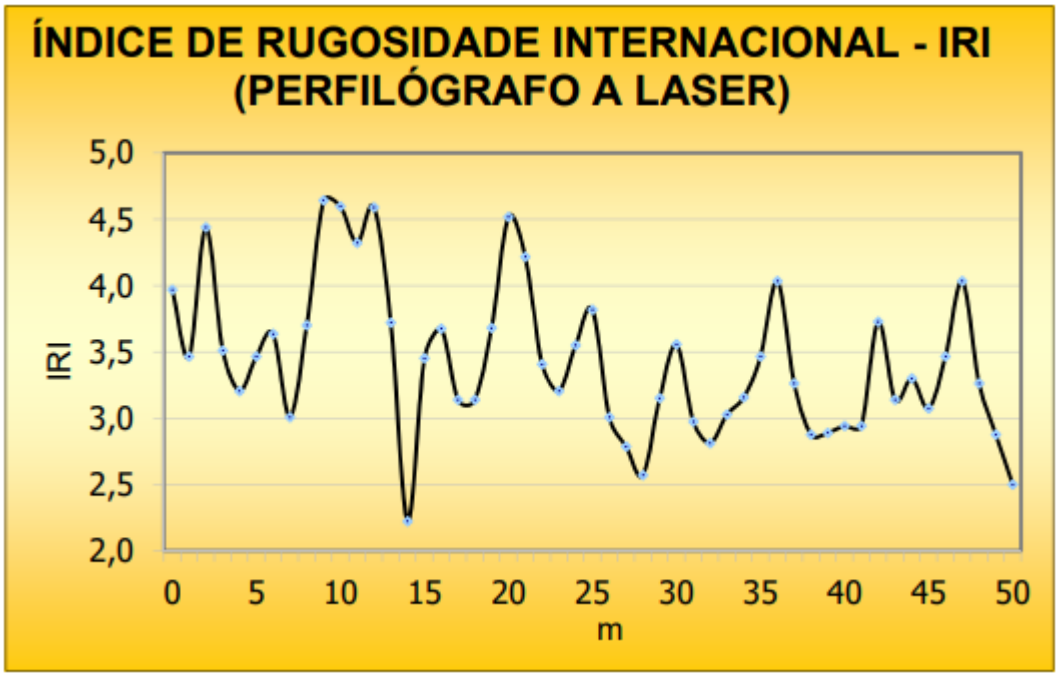
- A irregularidade transversal, produzida pelos afundamentos plásticos ou de consolidação;e
- A irregularidade longitudinal, atribuída aos afundamentos plásticos ou de consolidação, localizados ou generalizados, ondulações e corrugações.

Para avaliação do grau de irregularidade longitudinal é realizada a medida da conformação geométrica externada pelo pavimento, decorrente da severidade das deformações permanentes de caráter localizado constatadas ao longo do trecho.

Para se efetuar tais medições, foi utilizado mais moderno sistema de avaliação em contínuo, ou seja, o equipamento denominado Perfilógrafo a Laser (High Speed Three Laser Profiler).

- **Método de Cálculo do INTERNACIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI)**

**Figura 24 - Índice de Rugosidade Internacional**



O IRI é um parâmetro de rugosidade que é determinada a partir de um perfil longitudinal medido nas trilhas de roda. No cálculo do IRI a medição do perfil é processada através de um modelo matemático que filtra e acumula os comprimentos de onda encontrados.

Este modelo foi desenvolvido e calibrado de forma a garantir que a saída (ou seja, o IRI) está intimamente relacionada com a percepção dos usuários da via em relação à de carga dinâmica dos pneus e seu impacto sobre o controle e segurança do veículo. O cálculo do IRI é, portanto, associado a métodos de profilometria (estudo de perfis viários).

O método utilizado foi através do uso de uma matriz de transição de estado.

O cálculo por este método é realizado através de 4 variáveis que são função do perfil medido. Tais variáveis simulam a resposta dinâmica do veículo de referência, simulando seu tráfego sobre o perfil. As equações das quatro variáveis são resolvidas para cada ponto do perfil, com exceção do primeiro ponto. A inclinação média dos primeiros 11 metros do perfil é usada para iniciar as variáveis com os seguintes valores:

$$Z1' = Z3' = \frac{(Ya - Y1)}{11}$$

$$Z2' = Z4' = 0$$

$$a = \frac{11}{dx + 1}$$

**Onde:**

Ya = elevação do ponto a do perfil (mm)
Y1 = elevação do primeiro ponto do perfil (mm)
dx = intervalo entre os pontos do perfil (m)
O próximo passo é resolver as quatro equações recursivas abaixo para cada ponto do perfil, partindo do segundo ponto até o último.

Z1 = S11 x Z1'+ S12 x Z2' + S13 x Z3' + S14 x Z4'+ P1 x Y' (a)

Z2 = S21 x Z1'+ S22 x Z2' + S23 x Z3' + S24 x Z4'+ P2 x Y' (b)

Z3 = S31 x Z1'+ S32 x Z2' + S33 x Z3' + S34 x Z4'+ P3 x Y' (c)

Z4 = S41 x Z1'+ S42 x Z2' + S43 x Z3' + S44 x Z4'+ P4 x Y' (d)

**Onde**:

Y'= (Yi – Yi-1) / dx (e)
Zj'= Zj da posição anterior j = 1 a 4 (f)

Sij e Pj são coeficientes fixados para um determinado intervalo dx. Tais coeficientes estão disponíveis em Sayers et al. (1986b) na forma de matrizes para os espaçamentos mais comuns e podem também ser calculados para outros espaçamentos.

As equações (a), (b), (c) e (d) devem ser resolvidas para cada posição do perfil. Depois de resolvida para um determinado ponto do perfil, a equação (f) é usada para atualizar os valores e Z1', Z2', Z3'e Z4' para o próximo ponto do perfil.

Para cada posição também a inclinação retificada (RS) do perfil filtrado é computada pela equação abaixo:

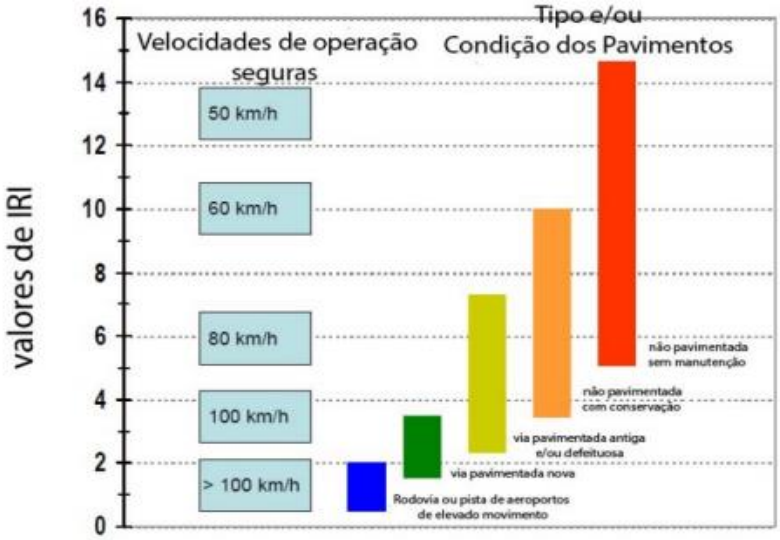
**RSi = | Z3 – Z1 | (g)**

O IRI enfim é a média da variável RS por todo o comprimento do trecho. Assim, após a equação (g) ter sido resolvida para todos os pontos do perfil, o IRI é calculado com a equação abaixo:

$$IRI = \frac{1}{n-1}\sum_{i=2}^{n} RS_i$$

A escala de interpretação IRI é ilustrada na figura a seguir. Como mostrado, a escala do IRI geralmente varia de 0 a 16. Para vias pavimentadas em condição moderada, o IRI medido varia entre 1,5 a 3,5. Para vias não pavimentadas o IRI geralmente varia entre 4 e 12.

**Figura 25 - Escala dos valores de IRI**



### 7.4.10. DEFINIÇÃO DE SEGMENTOS DE COMPORTAMENTO HOMOGÊNEO

Para a divisão do trecho em segmentos de comportamento homogêneo foi elaborado diagrama linear do pavimento existente, onde foram lançados:

- Gráfico de barras com os valores das deflexões reversíveis;
- Gráfico de barras com os valores dos raios de curvatura;
- Gráfico de barras do trincamento, soma das áreas percentuais de trincas do tipo classe 2 e 3;
- Representação dos defeitos ocorrentes na superfície do pavimento;
- As percentagens de trincas de classes 2 e 3;
- Valores das maiores flechas dos afundamentos plásticos nas trilhas de roda;
- Resumo da estrutura das camadas do pavimento detectadas em sondagem;
- Degrau do acostamento por estaca.

A definição dos segmentos de comportamento homogêneo foi realizada com base na análise dos diagramas lineares e nas diferenças de pavimento, analisando-se as variações desses parâmetros ao longo do trecho em estudo.

Os estudos e planilhas estão apresentados no capítulo da pavimentação.

### 7.4.11. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

Para a avaliação do pavimento existente foi empregando os procedimentos oficiais do **DNIT-PRO11/79.**

Os estudos foram feitos individualmente para cada segmento de comportamento homogêneo, com base nas características funcionais e estruturais obtidas nos levantamentos.

Nos cálculos foram empregados o Números "N" obtido no estudo de tráfego. Np (USACE) = **6,77x10^7.**

#### a) Aplicação do Procedimento DNER-PRO 11/79

Para a avaliação da Qualidade Estrutural do pavimento, foi utilizado os conceitos do procedimento DNER-PRO 11/79, da Tabela III – Critérios para Avaliação Estrutural:

**Quadro 19 - Critérios para Avaliação Estrutural**

| Classificação | Dados deflectométricos obtidos | Qualidade estrutural |
|---|---|---|
| Situação I | Dp ≤ Dadm e R ≥ 100 m | Boa |
| Situação II a | Dp > Dadm, mas Dp ≤ 3 Dadm e R ≥ 100 m | Regular |
| Situação II b | Dp > Dadm com Dp > 3 Dadm e R ≥ 100 m | Má |
| Situação III | Dp ≤ Dadm e R < 100 m | Regular para Má |
| Situação IV | Dp > Dadm e R < 100 m | Má |

**Onde**:

- Dp – deflexão de projeto ou característica de cada segmento homogêneo;
- R – Raio de curvatura característico de cada segmento homogêneo.

Cálculo da Deflexão Admissível (Dadm):

$$\log Dadm = 3{,}01 - 0{,}164 \log Np$$

### 7.4.12. OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

Foi feito uma pesquisa detalhada na região para a indicação das ocorrências de materiais que, atendam as especificações necessárias e com uma distância média de transporte menor.

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.

- **PEDREIRA**

Foi estudada uma Pedreira comercial.

- A Pedreira 01 – Pedreira Rio Verde Fortaleza Ltda, pedra basalto, está localizada a 31,9 km do início do trecho (Estaca 00). A Pedreira atende as especificações exigidas pela GOINFRA.

Nas ocorrências de material pétreo foram coletadas 3 (três) amostras e feito os seguintes ensaios conforme resultados apresentados neste volume:

- 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).

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

- **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 Seta (A03): localizado a 189,20 km da estaca 00 do trecho. 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.

Os resultados e localização encontram-se no **Volume 3B - Estudos Geotécnicos.**

7.4.13. **DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

A Engª Margareth Franco Fidalgo de CPF nº 348.402.301-53 responsável pelos ESTUDOS GEOTÉCNICOS, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que acompanhamos todos os trabalhos de investigação e ensaios de campo e de laboratório apresentados nos Estudos Geotécnicos, que essas investigações e ensaios foram realizados obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projeto (IT) em vigor e que assumimos total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 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 e posterior definição da nova pista.

Este trecho atravessa uma região plana de um modo geral e está situado em dentro do perímetro urbano do município de Rio Verde-GO.

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 20 - 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 |
| | | Controle parcial de acesso | |
| | B | Pista simples | Volume horário de projeto > 200 |
| | | Controle parcial de | |
| II | | Pista simples | VDM entre 700 e 1400 |
| III | | Pista simples | VDM entre 200 e 700 |
| | 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 12.059 veículos. Sendo assim a classe da rodovia se enquadra na Classe IA, pista dupla.

## 8.3. ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS

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

**Tabela 22 - Instruções específicas para rodovia classe IA**

| Discriminação | Unidade | Instruções da GOINFRA |
|---|---|---|
| Tipo de Pavimento | - | Flexível |
| Tipo de Terreno (relevo) | - | Plano |
| Velocidade do Projeto | Km/h | 100 |
| Distância de Visibilidade de Parada | m | 185 m |
| Distância mínima de visibilidade de Ultrapassagem | m | 670 m |
| Largura da faixa de rolamento | m | 3,60 |
| Largura do acostamento | m | 2,50 |
| Largura da plataforma de terraplenagem (Tipo) | m | 11,90 |

## 8.4. 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.

## 8.5. 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 y1 e y2 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.

## 8.6. 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:**

$$y = \frac{0{,}5 \times L^2}{h1 + h2 + 2\sqrt{h1 \times h2}} \times \alpha$$

**Se L > y:**

$$y = \frac{0{,}5 \times L^2}{h1 + h2 + 2\sqrt{h1 \times h2}} \times \alpha$$

**Onde:**

- L = distância de visibilidade;
- y = projeção horizontal da parábola;
- h1 = 1,20 (altura do olho do observador); h2 = 0,20 (altura do obstáculo);
- α = i1 - i2 = diferença de rampas.

- **Parábola Côncava**

**Se L < y:**

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

**Se L > y:**

$$\boldsymbol{y = 2\ x\ L\left(\frac{1,5 + 2jh}{\propto}\right)}$$

**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: (0,1º) tg j = 0,021055.

- **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:

$$\boxed{S = L_T - L_B}$$

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

**Onde:**

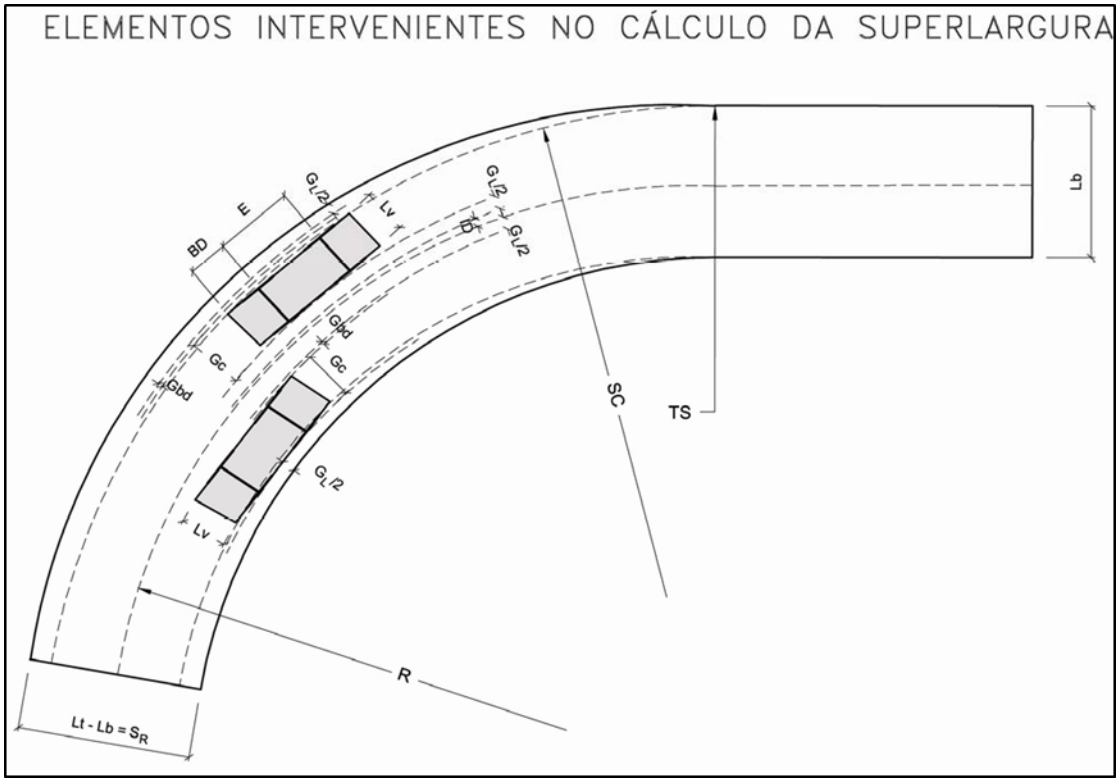
- S = superlargura total da pista;
- LT = largura total em curva da pista de 2 faixas de rolamento; LB = largura básica estabelecida para a pista em tangente*;
- GC = gabarito estático do Veículo de Projeto em curva;
- GL = gabarito (folga) lateral do Veículo de Projeto em movimento;
- GBD = gabarito 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:**

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




Os valores de $G_L$ a serem adotados são os seguintes, em função da largura da pista de rolamento em tangente $L_B$:

| *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,

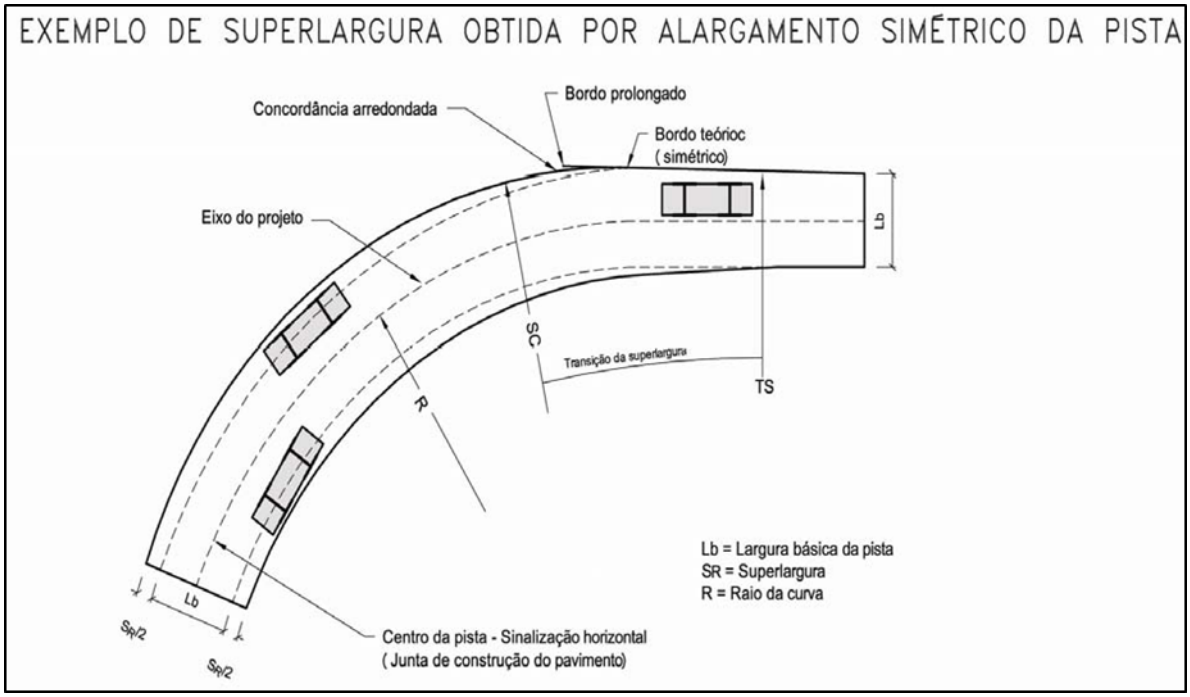
ao se posicionar para percorrer a curva, tende a se deslocar para o lado interno da mesma sem previamente procurar compensar tal tendência com um leve movimento para o lado externo.

- **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 26 - Ilustração do alargamento simétrico da pista**

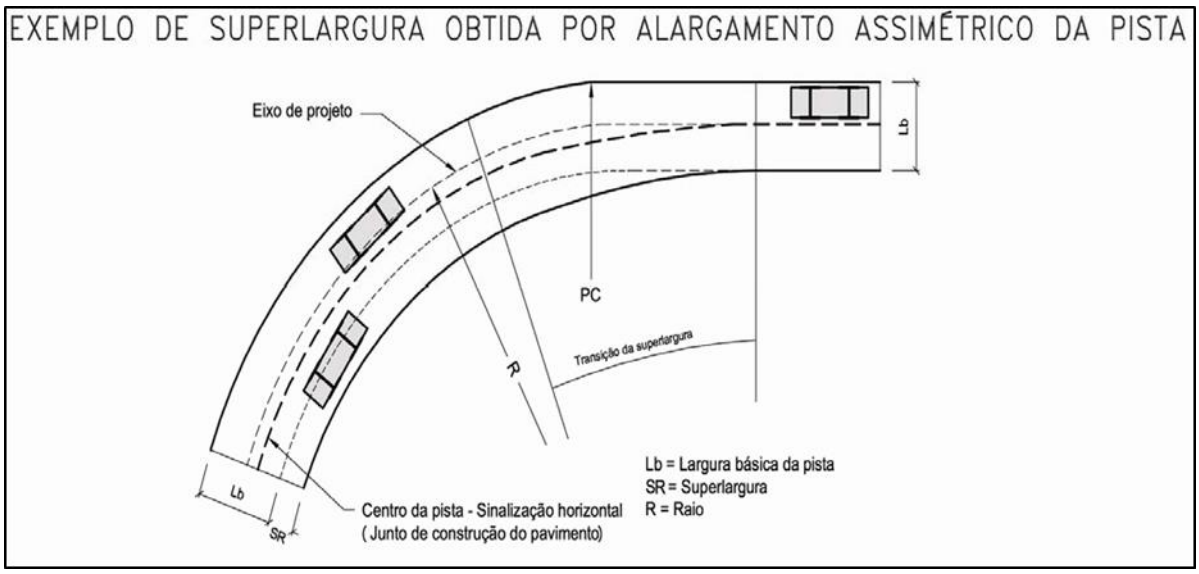



- **Alargamento Assimétrico da Pista**

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 27 - 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.

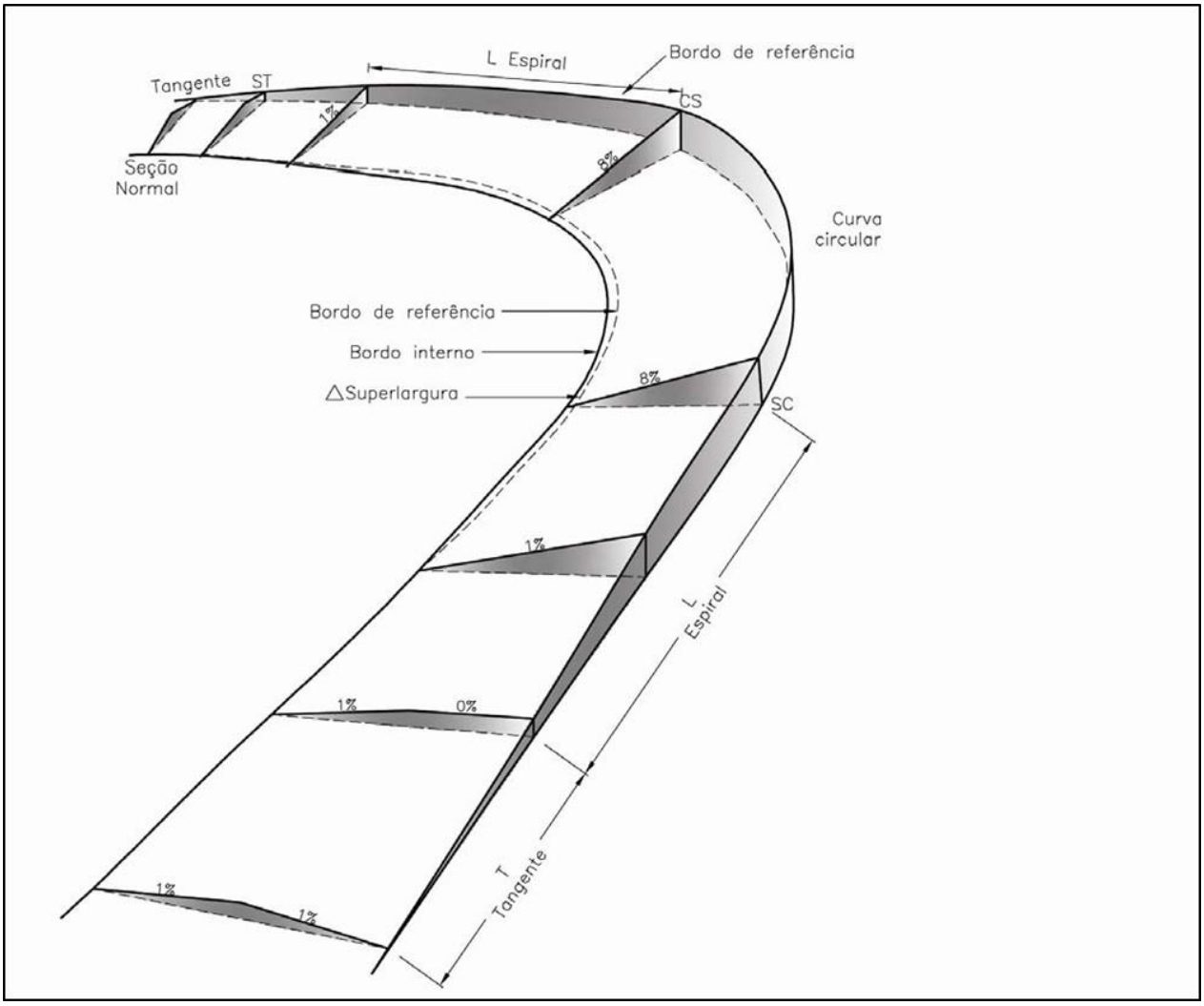
- **Variação da Seção da Pista na Implantação da Superelevação**

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 28 – 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:

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

**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 (%).

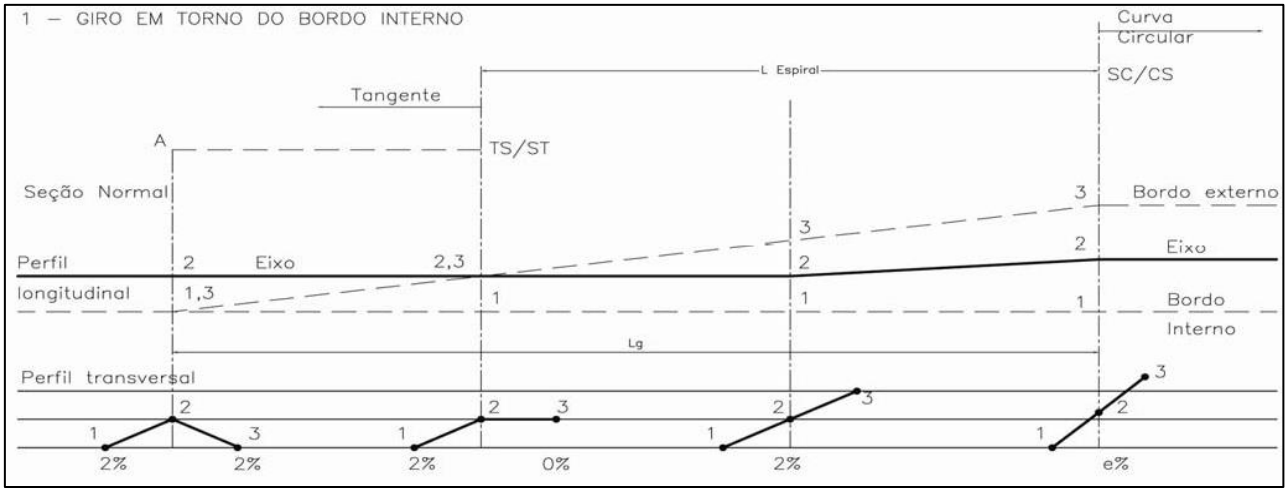
Nas rodovias em pista dupla é comum que nos trechos em tangente às pistas apresentem inclinação constante dt para o bordo externo a partir do bordo interno. A transição da superelevação nesse caso é semelhante ao caso de pista simples com a diferença que a pista gira por inteiro até atingir inclinação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

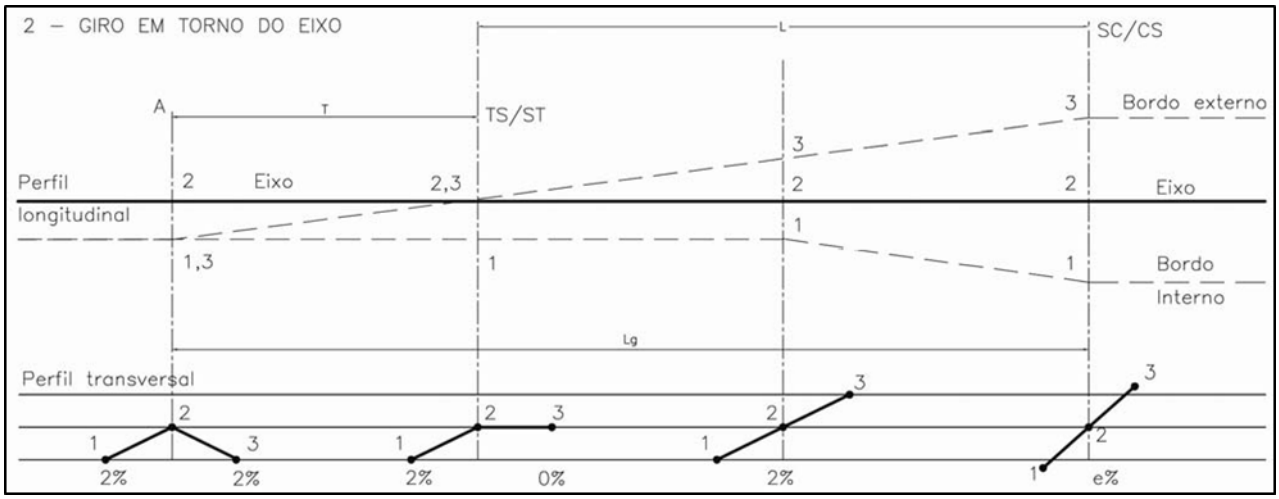
- **Posição do Eixo de Rotação**

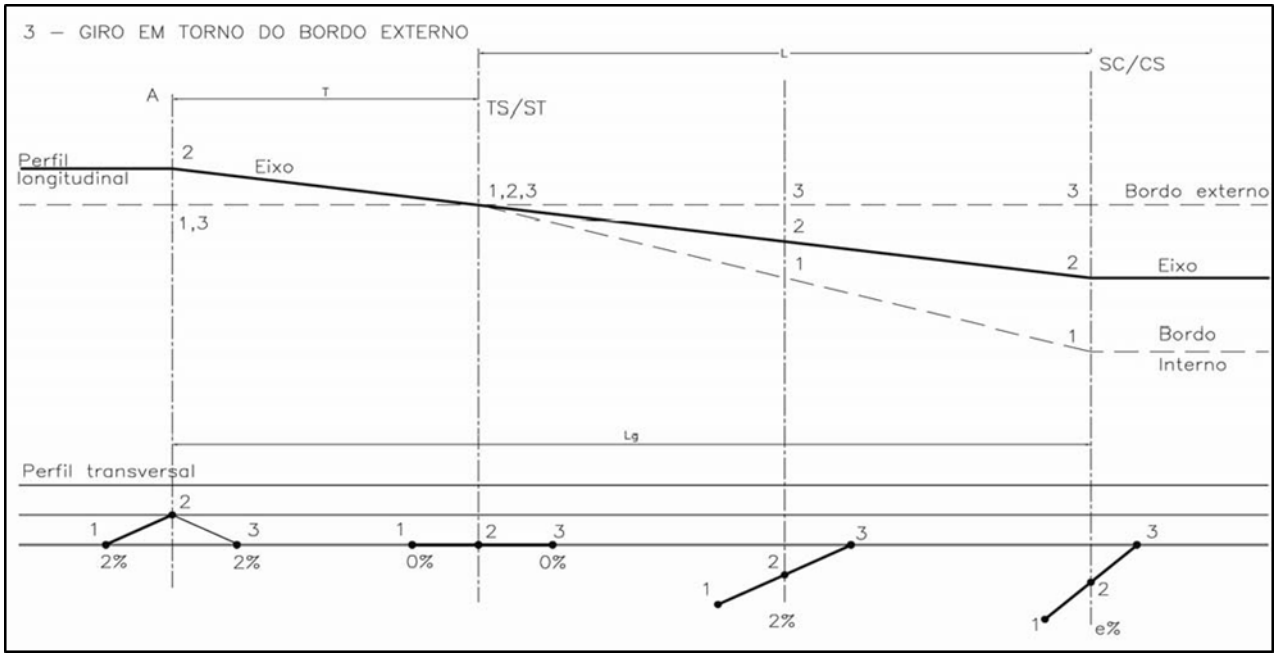
O eixo de rotação é uma linha fictícia longitudinal à pista, mantendo constante em cada trecho seu afastamento horizontal e vertical do eixo rodovia. Em torno dele a pista gira ao longo do comprimento de transição da superelevação.

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 29 - 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 21 - 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 de o 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:

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

**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 clotóide 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 (□R ou p) seja superior a 0,30m;
- Que o ângulo central do segmento de clotóide (*SC)* seja superior a 3º11;
- 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 m/s², ou seja, quando R≥0,193 V², conforme valores do Quadro a seguir.

**Quadro 22 - 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/s³);
- V = velocidade diretriz (km/h).

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

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

**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 23:

**Quadro 23 - 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 24 para garantir valores confortáveis e seguros para a velocidade de giro de veículo em torno do eixo de rotação.

**Quadro 24 - 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 25).

**Quadro 25 - 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:

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

**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 28º 39' (Sc).

$$L_{\max} = R$$

**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.

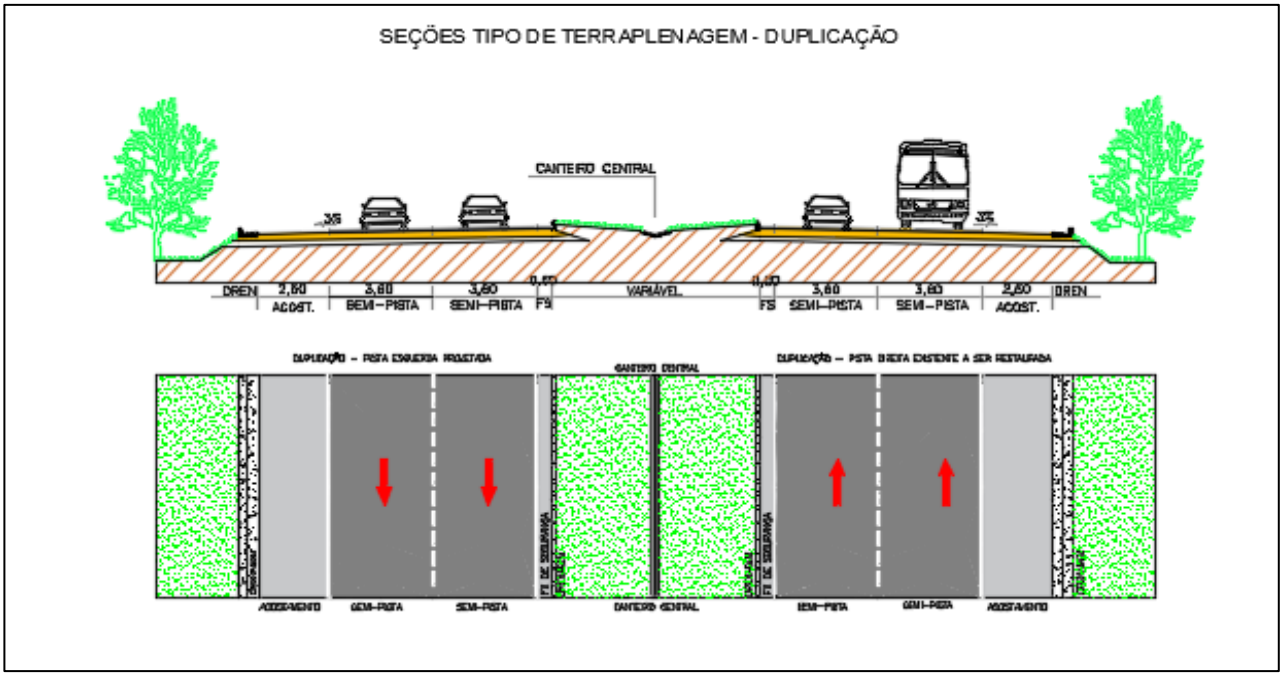
- **Arredondamento**

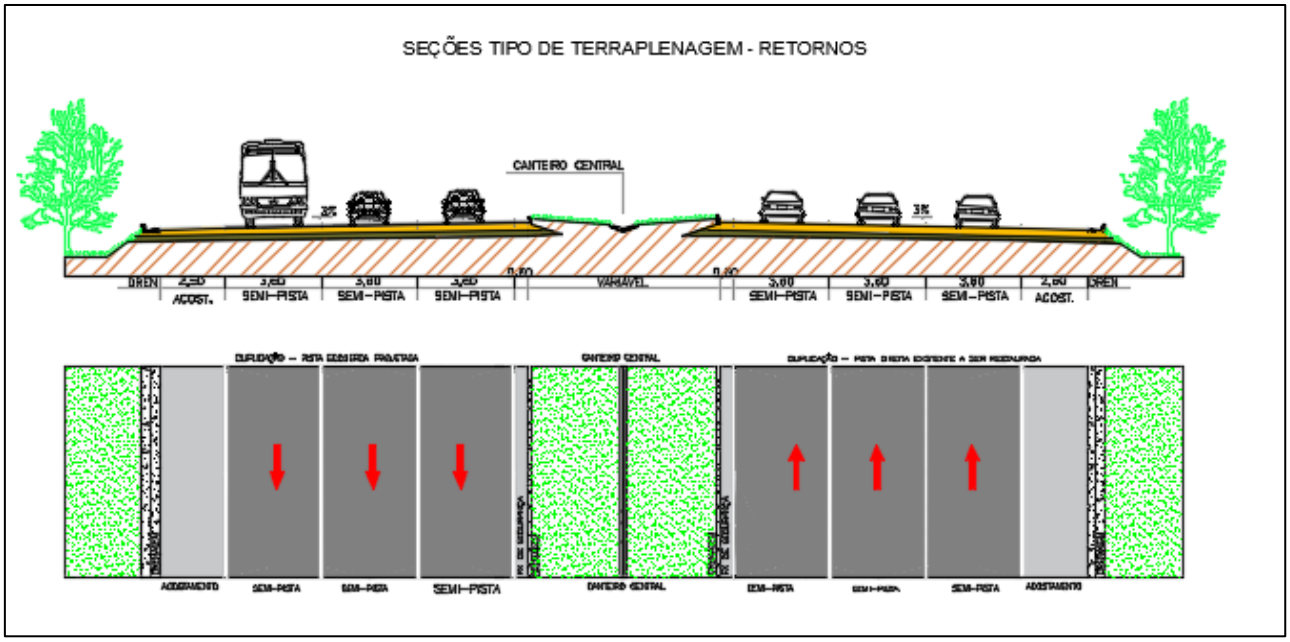
De um modo geral os valores dos comprimentos de transição da superelevação para projeto deverão ser arredondados para valores múltiplos de 10m, objetivando a uniformidade e padronização dos valores e a facilidade de cálculo e locação.

- **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.

## 8.7. SEÇÕES TRANSVERSAIS



## 8.8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELO PROJETO GEOMÉTRICO**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

O Engº Felipe Franco e Fidalgo de CPF nº 025.211.491-44 responsável pelo PROJETO GEOMÉTRICO, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 9.PROJETO DE TERRAPLENAGEM

# 9. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

## 9.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem da Rodovia: GO - 210 - Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/ Trevo GO-174 (Sentido Montividiu) com extensão de 6,50 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. CARACTERISTICAS DO PROJETO

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

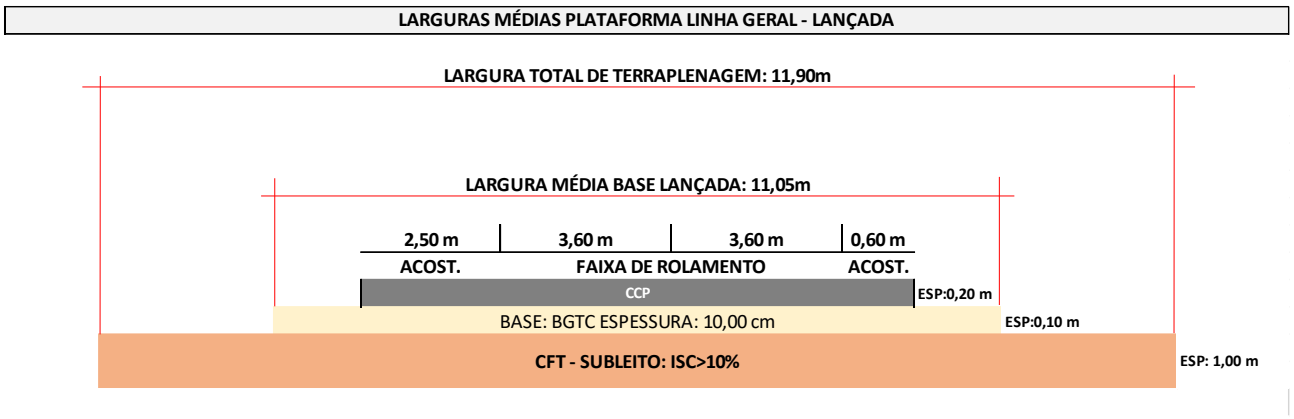
- **PISTA DUPLICAÇÃO**
  - Em tangente - Largura: 11,90; Declividade: -3,00%.
- **RETORNOS**
  - Em tangente - Largura: 15,50; Declividade: -3,00%.

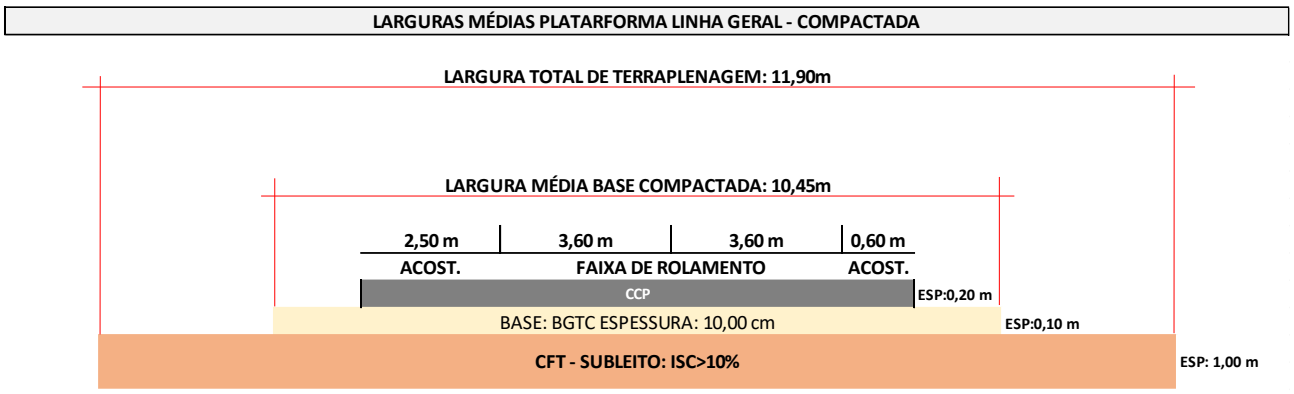
A largura da plataforma de Terraplenagem foi determinada da seguinte forma:

| CÁLCULO LARGURA DE TERRAPLENAGEM (GOINFRA) | |
|---|---|
| LARGURA FAIXA DE ROLAMENTO= | 7,20 m |
| LARGURA ACOSTAMENTO= | 2,50 m |
| LARGURA FAIXA DE SEGURANÇA= | 0,60 m |
| **TOTAL PLATAFORMA=** | **10,30** m |
| FOLGA LATERAL ESCAVAÇÃO (BASE )= | 0,30 m |
| FOLGA LATERAL TERRAPLENAGEM= | 0,50 m |
| ESPESSURA BASE= | 0,10 m |
| **LARGURA TOTAL DE TERRAPLENAGEM =** | **11,90 m** |

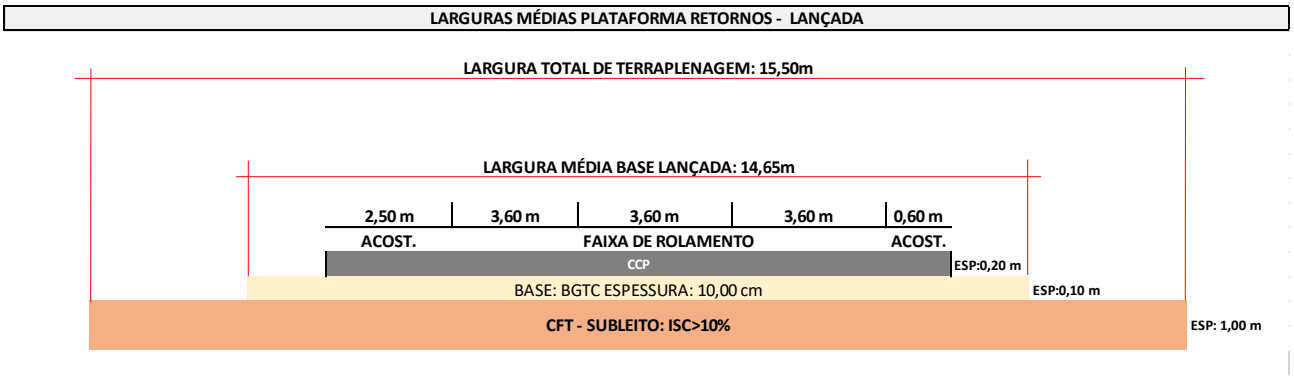
| CÁLCULO LARGURA DE TERRAPLENAGEM RETORNOS (GOINFRA) | |
|---|---|
| LARGURA FAIXA DE ROLAMENTO= | 10,80 m |
| LARGURA ACOSTAMENTO= | 2,50 m |
| LARGURA FAIXA DE SEGURANÇA= | 0,60 m |
| **TOTAL PLATAFORMA=** | **13,90** m |
| FOLGA LATERAL ESCAVAÇÃO (BASE )= | 0,30 m |
| FOLGA LATERAL TERRAPLENAGEM= | 0,50 m |
| ESPESSURA BASE= | 0,10 m |
| **LARGURA TOTAL DE TERRAPLENAGEM =** | **15,50 m** |

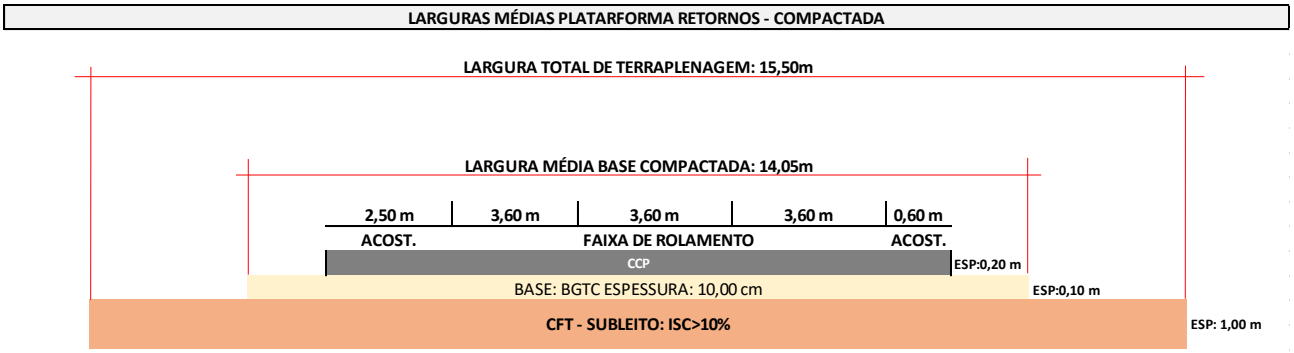
## Figura 30 - Seção Transversal Tipo – Pista Projetada




## Figura 31 - Seção Transversal Tipo – Pistas Retornos



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.

### 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 3º categoria que apresentem ISC > 2% e expansão ≤ 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 – TERRAPLENAGEM)

Para os aterros com altura inferior a 3,00 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.

## FUNDAÇÃO DE ATERRO - 0,0 à 0,60m

| ESC. E COMPAC. | ESTACA INICIAL | ESTACA FINAL | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ESPESSURA (m) | VOLUME (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | INTERSEÇÃO 01 -ROTATÓRIA | | | | | |
| 1 | 4 + 0,00 | 9 + 14,00 | 114,00 | 11,23 | 0,20 | 256 |
| 2 | 12 + 0,00 | 14 + 0,00 | 40,00 | 10,98 | 0,20 | 88 |
| | INTERSEÇÃO 01 - ALÇA 01 | | | | | |
| 3 | 2 + 0,00 | 5 + 10,00 | 70,00 | 13,02 | 0,20 | 182 |
| | INTERSEÇÃO 01 - ALÇA 02 | | | | | |
| 4 | 0 + 0,00 | 1 + 0,00 | 20,00 | 8,90 | 0,20 | 36 |
| | SEGMENTO 01 PE(TRECHO) | | | | | |
| 5 | 0 + 0,00 | 6 + 0,00 | 120,00 | 12,61 | 0,20 | 303 |
| 6 | 15 + 0,00 | 15 + 9,67 | 9,67 | 12,67 | 0,20 | 25 |
| | RETORNO 01 - ALÇA 02 | | | | | |
| 7 | 1 + 0,00 | 2 + 13,00 | 33,00 | 14,28 | 0,20 | 94 |
| | RETORNO 01 - PISTA DIREITA | | | | | |
| 8 | 4 + 0,00 | 5 + 0,00 | 20,00 | 16,10 | 0,20 | 64 |
| 9 | 17 + 19,55 | 19 + 0,00 | 20,45 | 17,38 | 0,20 | 71 |
| 10 | 29 + 0,00 | 34 + 10,61 | 110,61 | 17,42 | 0,20 | 385 |
| 11 | 49 + 0,00 | 51 + 0,00 | 40,00 | 18,13 | 0,20 | 145 |
| 12 | 71 + 0,00 | 76 + 13,07 | 113,07 | 14,98 | 0,20 | 339 |
| | RETORNO 01 - PISTA ESQUERDA | | | | | |
| 13 | 0 + 0,00 | 1 + 0,00 | 20,00 | 12,97 | 0,20 | 52 |
| 14 | 3 + 0,00 | 11 + 0,00 | 160,00 | 15,99 | 0,20 | 512 |
| 15 | 14 + 0,00 | 17 + 0,00 | 60,00 | 17,99 | 0,20 | 216 |
| 16 | 19 + 0,00 | 23 + 0,00 | 80,00 | 16,10 | 0,20 | 258 |
| 17 | 27 + 0,00 | 30 + 0,00 | 60,00 | 16,38 | 0,20 | 197 |
| | SEGMENTO 02 PE(TRECHO) | | | | | |
| 18 | 92 + 0,00 | 92 + 1,59 | 1,59 | 14,97 | 0,20 | 5 |
| 19 | 103 + 0,00 | 107 + 0,00 | 80,00 | 14,10 | 0,20 | 226 |
| 20 | 117 + 0,00 | 130 + 0,00 | 260,00 | 12,24 | 0,20 | 636 |
| 21 | + 0,00 | + 0,00 | 0,00 | | 0,20 | 0 |
| | RETORNO 02 -ALÇA 02 | | | | | |
| 22 | 0 + 17,46 | 1 + 7,51 | 10,05 | 8,56 | 0,20 | 17 |
| | RETORNO 02 -PISTA DIREITA | | | | | |
| 23 | 1 + 0,00 | 3 + 0,00 | 40,00 | 17,73 | 0,20 | 142 |
| 24 | 18 + 0,00 | 20 + 0,00 | 40,00 | 16,33 | 0,20 | 131 |
| 25 | 40 + 0,00 | 69 + 0,00 | 580,00 | 20,54 | 0,20 | 2.383 |
| 26 | 75 + 0,00 | 77 + 0,00 | 40,00 | 16,16 | 0,20 | 129 |
| | RETORNO 02 -PISTA ESQUERDA | | | | | |
| 27 | 9 + 15,00 | 13 + 0,00 | 65,00 | 16,98 | 0,20 | 221 |
| 28 | 20 + 0,00 | 20 + 1,97 | 1,97 | 15,97 | 0,20 | 6 |
| 29 | 28 + 0,00 | 28 + 2,65 | 2,65 | 18,04 | 0,20 | 10 |
| 30 | 35 + 0,00 | 49 + 0,00 | 280,00 | 16,99 | 0,20 | 951 |
| 31 | 54 + 0,00 | 56 + 0,00 | 40,00 | 17,39 | 0,20 | 139 |
| 32 | 63 + 0,00 | 66 + 0,00 | 60,00 | 16,35 | 0,20 | 196 |
| 33 | 76 + 0,00 | 85 + 4,73 | 184,73 | 14,35 | 0,20 | 530 |
| | | | | | SUB-TOTAL (m³)= | 8.943 |

## FUNDAÇÃO DE ATERRO - 0,0 à 0,60m

| ESC. E COMPAC. | ESTACA INICIAL | ESTACA FINAL | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ESPESSURA (m) | VOLUME (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | RETORNO 2 - RAMO 01 | | | | | |
| 34 | 4 + 0,00 | 9 + 0,00 | 100,00 | 8,53 | 0,20 | 171 |
| | RETORNO 2 - RAMO 02 | | | | | |
| 36 | 3 + 11,73 | 4 + 0,00 | 8,28 | 8,46 | 0,20 | 14 |
| | SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA | | | | | |
| 38 | 235 + 0,00 | 236 + 0,00 | 20,00 | 12,80 | 0,20 | 51 |
| 39 | 241 + 0,00 | 243 + 0,00 | 40,00 | 12,92 | 0,20 | 103 |
| 40 | 248 + 0,00 | 249 + 0,00 | 20,00 | 12,98 | 0,20 | 52 |
| 41 | 254 + 0,00 | 255 + 0,00 | 20,00 | 13,66 | 0,20 | 55 |
| 42 | 265 + 0,00 | 277 + 0,00 | 240,00 | 12,39 | 0,20 | 595 |
| | INTERSEÇÃO 02 - ALÇA 01 | | | | | |
| 43 | 1 + 15,61 | 2 + 13,07 | 17,46 | 2,94 | 0,20 | 10 |
| | INTERSEÇÃO 02 - PISTA DIREITA | | | | | |
| 44 | 4 + 0,00 | 5 + 0,00 | 20,00 | 15,74 | 0,20 | 63 |
| 45 | 22 + 0,00 | 26 + 0,00 | 80,00 | 16,61 | 0,20 | 266 |
| 46 | 39 + 0,00 | 40 + 0,00 | 20,00 | 13,55 | 0,20 | 54 |
| | INTERSEÇÃO 02 - PISTA ESQUERDA | | | | | |
| 47 | 23 + 0,00 | 24 + 0,00 | 20,00 | 16,34 | 0,20 | 65 |
| 48 | 41 + 0,00 | 41 + 1,39 | 1,39 | 10,54 | 0,20 | 3 |
| 49 | 44 + 0,00 | 44 + 13,40 | 13,40 | 3,07 | 0,20 | 8 |
| | INTERSEÇÃO 02 - RAMO 01 | | | | | |
| 50 | 5 + 0,00 | 5 + 16,18 | 16,18 | 7,92 | 0,20 | 26 |
| | INTERSEÇÃO 02 - RAMO 02 | | | | | |
| 56 | 2 + 0,00 | 3 + 0,00 | 20,00 | 9,16 | 0,20 | 37 |
| | ALARGAMENTO SEGMENTO 01 | | | | | |
| 58 | 14 + 0,00 | 15 + 10,66 | 30,66 | 3,98 | 0,20 | 24 |
| | ALARGAMENTO SEGMENTO 02 | | | | | |
| 60 | 93 + 0,00 | 100 + 0,00 | 140,00 | 3,71 | 0,20 | 104 |
| 61 | 108 + 0,00 | 116 + 0,00 | 160,00 | 4,40 | 0,20 | 141 |
| 62 | 130 + 0,00 | 132 + 13,08 | 53,08 | 6,91 | 0,20 | 73 |
| | ALARGAMENTO SEGMENTO 03 | | | | | |
| 64 | 224 + 0,00 | 234 + 0,00 | 200,00 | 4,00 | 0,20 | 160 |
| 65 | 244 + 0,00 | 280 + 8,83 | 728,83 | 4,27 | 0,20 | 622 |
| | | | | | SUB-TOTAL (m³)= | 2.697 |

TOTAL (m³)=11.640

Escarificação e Compactação 100% PN

## FUNDAÇÃO DE ATERRO - 0,6 à 3,0m

| ESC. E COMPAC. | ESTACA INICIAL | ESTACA FINAL | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ESPESSURA (m) | VOLUME (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **RETORNO 01 - ALÇA 01** | | | | | | |
| 1 | 0 + 0,00 | 2 + 13,06 | 53,06 | 16,59 | 0,20 | 176 |
| **RETORNO 01 - ALÇA 02** | | | | | | |
| 2 | 0 + 0,00 | 1 + 0,00 | 20,00 | 14,60 | 0,20 | 58 |
| **RETORNO 01 - PISTA DIREITA** | | | | | | |
| 3 | 5 + 0,00 | 17 + 10,00 | 250,00 | 18,27 | 0,20 | 914 |
| 4 | 35 + 0,00 | 48 + 0,00 | 260,00 | 20,06 | 0,20 | 1.043 |
| 5 | 52 + 0,00 | 70 + 0,00 | 360,00 | 17,47 | 0,20 | 1.258 |
| **RETORNO 01 - PISTA ESQUERDA** | | | | | | |
| 6 | 11 + 12,12 | 13 + 0,00 | 27,88 | 17,86 | 0,20 | 100 |
| 7 | 17 + 19,65 | 18 + 0,00 | 0,35 | 17,22 | 0,20 | 1 |
| 8 | 31 + 0,00 | 58 + 0,00 | 540,00 | 18,27 | 0,20 | 1.973 |
| **SEGMENTO 02 PE(TRECHO)** | | | | | | |
| 9 | 131 + 0,00 | 132 + 12,13 | 32,13 | 13,10 | 0,20 | 84 |
| **RETORNO 02 -ALÇA 01** | | | | | | |
| 10 | 0 + 0,00 | 2 + 13,07 | 53,07 | 23,07 | 0,20 | 245 |
| **RETORNO 02 -ALÇA 02** | | | | | | |
| 11 | 0 + 0,00 | 0 + 17,46 | 17,46 | 2,51 | 0,20 | 9 |
| 12 | 1 + 12,27 | 2 + 13,07 | 20,80 | 4,95 | 0,20 | 21 |
| **RETORNO 02 -PISTA DIREITA** | | | | | | |
| 13 | 4 + 0,00 | 17 + 0,00 | 260,00 | 27,61 | 0,20 | 1.436 |
| 14 | 20 + 7,04 | 39 + 0,00 | 372,96 | 19,20 | 0,20 | 1.432 |
| **RETORNO 02 -PISTA ESQUERDA** | | | | | | |
| 15 | 0 + 0,00 | 7 + 0,00 | 140,00 | 16,53 | 0,20 | 463 |
| 16 | 14 + 0,00 | 15 + 0,00 | 20,00 | 17,00 | 0,20 | 68 |
| 17 | 21 + 0,00 | 27 + 0,00 | 120,00 | 17,30 | 0,20 | 415 |
| 18 | 29 + 0,00 | 34 + 0,00 | 100,00 | 17,93 | 0,20 | 359 |
| 19 | 50 + 0,00 | 53 + 0,00 | 60,00 | 18,04 | 0,20 | 216 |
| 20 | 57 + 0,00 | 62 + 5,31 | 105,31 | 17,47 | 0,20 | 368 |
| **RETORNO 2 - RAMO 01** | | | | | | |
| 21 | 0 + 0,00 | 3 + 0,00 | 60,00 | 6,48 | 0,20 | 78 |
| **RETORNO 2 - RAMO 02** | | | | | | |
| 22 | 0 + 0,00 | 3 + 0,00 | 60,00 | 8,55 | 0,20 | 103 |
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA** | | | | | | |
| 23 | 219 + 0,00 | 234 + 0,00 | 300,00 | 13,85 | 0,20 | 831 |
| 24 | 237 + 0,00 | 240 + 0,00 | 60,00 | 13,37 | 0,20 | 160 |
| 25 | 244 + 0,00 | 247 + 0,00 | 60,00 | 13,52 | 0,20 | 162 |
| 26 | 250 + 0,00 | 253 + 0,00 | 60,00 | 13,69 | 0,20 | 164 |
| 27 | 255 + 0,00 | 264 + 0,00 | 180,00 | 14,21 | 0,20 | 512 |
| 28 | 278 + 0,00 | 280 + 8,83 | 48,83 | 13,82 | 0,20 | 135 |
| **INTERSEÇÃO 02 - ALÇA 01** | | | | | | |
| 29 | 0 + 0,00 | 1 + 0,75 | 20,75 | 8,50 | 0,20 | 35 |
| | | | | | SUB-TOTAL (m³)= | 12.818 |

## FUNDAÇÃO DE ATERRO - 0,6 à 3,0m

| ESC. E COMPAC. | ESTACA INICIAL | ESTACA FINAL | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ESPESSURA (m) | VOLUME (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | | |
| 30 | 5 + 0,00 | 21 + 0,00 | 320,00 | 19,11 | 0,20 | 1.223 |
| 31 | 27 + 0,00 | 38 + 0,00 | 220,00 | 17,95 | 0,20 | 790 |
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | | | | |
| 32 | 0 + 0,00 | 22 + 0,00 | 440,00 | 17,69 | 0,20 | 1.556 |
| 33 | 25 + 0,00 | 40 + 0,00 | 300,00 | 16,60 | 0,20 | 996 |
| **INTERSEÇÃO 02 - RAMO 02** | | | | | | |
| 34 | 3 + 0,00 | 3 + 19,58 | 19,58 | 8,61 | 0,20 | 34 |
| | | | | | SUB-TOTAL (m³)= | 4.599 |
| | | | | | | TOTAL (m³)=17.417 |

Escarificação e Compactação 95% PN

| SUBSTITUIÇÃO DO ATERRO (CAMADA FINAL )- ISC < ISC Projeto=10,0 E ATERRO <1,0 m | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACAS | | | | | | EXTENSÃO (m) | ISC (%) | ESPESS. MEDIA (cm) | PLATAFORMA (m) | VOLUME (m³) |
| INICIAL | | | FINAL | | | | | | | |
| RETORNO 01 - PE | | | | | | | | | | |
| 03 | + | 00,00 | 20 | + | 00,00 | 340,00 | 4,60 | 67,39 | 14,90 | 3.414,00 |
| SEGMENTO 01 - PE | | | | | | | | | | |
| 14 | + | 00,00 | 15 | + | 09,67 | 29,67 | 4,60 | 100,00 | 11,90 | 357,00 |
| SEGMENTO 02 - PE | | | | | | | | | | |
| 117 | + | 00,00 | 132 | + | 12,12 | 312,12 | 6,20 | 77,59 | 11,90 | 2.882,00 |
| | | | | | | | | | | |
| SEGMENTO 03 - PE | | | | | | | | | | |
| 217 | + | 15,16 | 224 | + | 00,00 | 124,84 | 5,50 | 100,00 | 11,90 | 1.485,00 |
| 224 | + | 00,00 | 280 | + | 08,83 | 1128,83 | 5,50 | 10,12 | 11,90 | 1.360,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE LD - SEGMENTO 03 | | | | | | | | | | |
| 223 | + | 00,00 | 280 | + | 08,80 | 1148,80 | 5,70 | 88,79 | 3,00 | 3.060,00 |
| | | | | | | | | | | |
| RETORNO 02 - PE | | | | | | | | | | |
| 19 | + | 00,00 | 67 | + | 00,00 | 960,00 | 6,30 | 15,94 | 14,90 | 2.280,00 |
| 75 | + | 00,00 | 85 | + | 04,73 | 204,73 | 7,50 | 100,00 | 14,90 | 3.050,00 |
| | | | | | | | | | | |
| **TOTAL** | | | | | | | | | | **17.888,00** |
| | | | | | | | | | | |
| **REBAIXO DE ATERRO (60CM) - ATERRO < 1,00 m E ISC>10** | | | | | | | | | | |
| INTERSEÇÃO - 01 | | | | | | | | | | |
| ROTATÓRIA | | | | | | | | | | |
| 00 | + | 00,00 | 16 | + | 00,73 | 320,728 | 10,00 | 43,48 | 10,80 | 1.506,00 |
| ALÇA 01 | | | | | | | | | | |
| 00 | + | 00,00 | 05 | + | 14,66 | 114,655 | 10,00 | 51,01 | 11,90 | 696,00 |
| ALÇA 02 | | | | | | | | | | |
| 00 | + | 00,00 | 05 | + | 02,73 | 102,725 | 10,00 | 60,62 | 11,90 | 741,00 |
| | | | | | | | | | | |
| SEGMENTO 01 PE | | | | | | | | | | |
| 00 | + | 00,00 | 06 | + | 00,00 | 120 | 10,00 | 39 | 11,90 | 564,00 |
| ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE -SEGMENTO 02 PD | | | | | | | | | | |
| 92 | + | 00,00 | 132 | + | 13,09 | 813,09 | 10,00 | 14 | 3,00 | 345,00 |
| | | | | | | | | | | |
| ALÇA 2- RETORNO 01 | | | | | | | | | | |
| 00 | + | 00,00 | 02 | + | 13,06 | 53,06 | 10,00 | 17 | 11,60 | 105,00 |
| | | | | | | | | | | |
| SEGMENTO 01 - ALARGAMENTO PISTA DIREITA | | | | | | | | | | |
| 1 | + | 0 | 4 | + | 0 | 60 | 10,00 | 73 | 3,00 | 132,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | **TOTAL** | **4.089,00** |

### c) SUBSTITUIÇÃO DE SOLO

Nos cortes onde o ISC foi inferior ao adotado (IS=10,0%), 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 ou corpo de aterro. 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 23 - Localização das ocorrências de substituição do subleito**

| SUBSTITUIÇÃO DO SUBLEITO(CORTES) ISC < ISC Projeto=10,0 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACAS | | | | | | EXTENSÃO (m) | ISC (%) | ESPESSURA (cm) | PLATAFORMA (m) | VOLUME (m³) |
| INICIAL | | | FINAL | | | | | | | |
| SEGMENTO 01 LE | | | | | | | | | | |
| 6 | + | 0 | 14 | + | 0 | 160,00 | 7,10 | 100,00 | 11,90 | 1.904,00 |
| | | | | | | | | | | |
| RETORNO 01 PISTA ESQUERDA | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 20 | + | 0 | 27 | + | 0 | 140,00 | 6,40 | 60,00 | 14,90 | 1.252,00 |
| 63 | + | 0 | 68 | + | 0 | 100,00 | 7,50 | 100,00 | 14,90 | 1.490,00 |
| 68 | + | 0 | 76 | + | 14,05 | 174,05 | 7,50 | 60,00 | 14,90 | 1.556,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| SEGMENTO 02 LE | | | | | | | | | | |
| 92 | + | 1,55 | 117 | + | 0 | 498,45 | 5,60 | 60,00 | 11,90 | 3.559,00 |
| | | | | | | | | | | |
| RETORNO 2 PISTA ESQUERDA | | | | | | | | | | |
| 16 | + | 0 | 19 | + | 0 | 60,00 | 4,40 | 60,00 | 14,90 | 536,00 |
| 67 | + | 0 | 75 | + | 0 | 160,00 | 4,90 | 60,00 | 14,90 | 1.430,00 |
| | | | | | | | | | | |
| ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE LD - SEGMENTO 01 | | | | | | | | | | |
| 4 | + | 0 | 12 | + | 0 | 160,00 | | 60,00 | 3,00 | 288,00 |
| | | | | | | | | | | |
| ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE LD - SEGMENTO 03 | | | | | | | | | | |
| 215 | + | 15,93 | 223 | + | 0 | 144,07 | 4,60 | 60,00 | 3,00 | 259,00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | TOTAL | 12.274,00 |

### d) 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. 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, matacões, camada superior do solo com materiais orgânicos e resíduos vegetais, cercas, casas, etc., resguardando aquelas para preservação ambiental ou mesmo históricas.

### 9.4.1. 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 24 - Localização das ocorrências de desmatamento**

| NOTA DE SERVIÇO DE DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SERVIÇO | ESTACAS | | EXTENSÃO (m) | LARGURA MÉDIA (m) | LARGURA PISTA EXISTENTE(m) | LARGURA A CONSIDERAR (m) | ÁREA (m2) | EXPURGO ($m^3$) | DT Km | TRANSPORTE ($m^3$xkm) |
| | INICIAL | FINAL | | | | | | | | |
| Desmatamento,dest. e limpeza- Árvores D<15 cm | | | | | | | | | | |
| SEGMENTO 1 - PE | 0 | 15+9,67 | 309,67 | 12,00 | | 12,00 | 3.716,04 | 743,21 | 7,78 | 5.782,16 |
| CANTEIRO SEGMENTO 1 | 0 | 15+9,67 | 309,67 | VARIÁVEL | | VARIÁVEL | 1.538,00 | 307,60 | 7,78 | 2.393,13 |
| RETORNO 1 PD | 0 | 76+13,07 | 1.533,07 | 16,00 | 8,60 | 7,40 | 11.344,72 | 2.268,94 | 6,86 | 15.564,95 |
| RETORNO 1 PE | 0 | 76+14,05 | 1.534,05 | 16,00 | | 16,00 | 24.544,80 | 4.908,96 | 6,86 | 33.675,47 |
| CANTEIRO RETORNO 1 | | | 1.534,07 | VARIÁVEL | | VARIÁVEL | 16.133,34 | 3.226,67 | 6,86 | 22.134,94 |
| SEGMENTO 2 PE | 92+1,55 | 132+12,12 | 810,57 | 13,00 | | 13,00 | 10.537,41 | 2.107,48 | 5,69 | 11.991,57 |
| CANTEIRO SEGMENTO 2 | 92+1,55 | 132+12,12 | 810,57 | VARIÁVEL | | VARIÁVEL | 4.790,50 | 958,10 | 5,69 | 5.451,59 |
| RETORNO 2 PD | 0 | 85+4,43 | 1.704,43 | 16,00 | 8,60 | 7,40 | 12.612,78 | 2.522,56 | 4,56 | 11.502,86 |
| RETORNO PE | 0 | 85+4,73 | 1.704,73 | 16,00 | | 16,00 | 27.275,68 | 5.455,14 | 4,56 | 24.875,42 |
| CANTEIRO RETORNO 2 | | | 1.704,73 | VARIÁVEL | | VARIÁVEL | 24.278,79 | 4.855,76 | 4,56 | 22.142,26 |
| SEGMENTO 3 PE | 217+15,16 | 280+8,80 | 1.253,64 | 13,00 | | 13,00 | 16.297,32 | 3.259,46 | 6,04 | 19.687,16 |
| CANTEIRO SEGMENTO 3 | 217+15,16 | 280+8,80 | 1.253,64 | VARIÁVEL | | VARIÁVEL | 6.275,87 | 1.255,17 | 6,04 | 7.581,25 |
| ALARGAMENTO SEGMENTO 1 PD | 0 | 15+9,67 | 309,67 | 3,50 | | 3,50 | 1.083,85 | 216,77 | 7,78 | 1.686,46 |
| ALARGAMENTO SEGMENTO 2 PD | 92+2,43 | 132+13,09 | 810,66 | 5,00 | | 5,00 | 4.053,30 | 810,66 | 5,69 | 4.612,66 |
| ALARGAMENTO SEGMENTO 3 PD | 215+15,93 | 280+8,80 | 1.292,87 | 4,00 | | 4,00 | 5.171,48 | 1.034,30 | 6,02 | 6.226,46 |
| INTERSEÇÃO 2 PD | 0 | 44+12,00 | 892,00 | 16,00 | 8,60 | 7,40 | 6.600,80 | 1.320,16 | 7,11 | 9.386,34 |
| INTERSEÇÃO 02 PE | 0 | 44+13,40 | 893,40 | 14,00 | | 14,00 | 12.507,60 | 2.501,52 | 7,11 | 17.785,81 |
| CANTEIRO | 0 | 44+13,40 | 893,40 | VARIÁVEL | | VARIÁVEL | 15.781,50 | 3.156,30 | 7,11 | 22.441,29 |
| | | | | | | | | | | |
| **SUBTOTAL** | | | | | | | 204.543,78 | | | |
| Desmatamento,dest. e limpeza(arv.até 15cm)(Áreas de Emprestimo Concentrado) | | | | | | | 80.000,00 | | | |
| **TOTAL D<15cm** | | | | | | | **284.543,78** | **40.908,76** | | **244.921,77** |

OBS: A ÁREA DOS CANTEIROS FOI CALCULADA POR PROCESSO ELETRONICO.
O MATERIAL DO EXPURGO FOI DESTINADO A CAIXA DE EMPRESTIMO CONCENTRADA.

**Notas:**

1 - O desmatamento compreende corte e remoção de toda a vegetação, qualquer que seja a sua densidade.
2 - 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.
3 - 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.

## 9.5. 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.

## 9.6. 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.

**Onde:**

$$Empolamento = \frac{X_{MÁX}}{X_{IN\ SITU}}$$

Subleito -12 Golpes: *Empolamento = (1.698 / 1.407) = 1,21*

*Caixa Conc.01 - 12 Golpes: Empolamento = (1.861 / 1.480) = 1,26*

**O fator utilizado foi de 1,24.**

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 26 - Quadro Resumo Total de Terraplenagem

| TRANSPORTE DMT (m) | ESCAVAÇÃO (m³) | | | | | | | | Escarificação | TOTAL (m³) | | | BOTA FORA (m³) | | | | ATERRO (m³) | | | | TOTAL (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intervalos | 1ª Cat. | 2ª Cat. | 3ª Cat. | Empréstimo | Substituição do Material do Subleito Corte | Substituição do Material Aterro | Rebaixo Aterro | Compensação Lateral | | 1ª Cat. | 2ª Cat. | 3ª Cat. | Bota-Fora Mat 1º | Bota Fora Canteiro Mat 1º | Bota-Fora Mat 2º | Bota-Fora Mat 3º | Corpo de Aterro | Acabamento de Terraplenagem | Compactação Fundo (95% PN) | Compactação Fundo (100% PN) | |
| 0 - 50 | 5.311,00 | | | | | | 4.089,00 | 7.752,00 | | 17.152,00 | - | - | - | | - | - | 5.311,00 | 11.841,00 | | | 17.152,00 |
| 50 - 200 | 1.003,00 | | | | | | | | | 1.003,00 | - | - | - | | - | | 928,00 | 75,00 | | | 1.003,00 |
| 200 - 400 | 598,00 | | | | | | | | | 598,00 | - | - | - | | - | - | 348,00 | 250,00 | | | 598,00 |
| 400 - 600 | 2.384,00 | | | | | | | | | 2.384,00 | - | - | - | | - | - | 2.384,00 | | | | 2.384,00 |
| 600 - 800 | 1.701,00 | | | | | | | | | 1.701,00 | - | - | | | | | 137,00 | 1.564,00 | | | 1.701,00 |
| 800 - 1.000 | 1.843,00 | | | | | | | | | 1.843,00 | - | - | | | | | 120,00 | 1.723,00 | | | 1.843,00 |
| 1.000 - 1.200 | - | | | | | | | | | - | - | - | - | | - | - | - | | | | - |
| 1.200 - 1.400 | 19,00 | | | | | | | | | 19,00 | - | - | - | | - | - | - | 19,00 | | | 19,00 |
| 1.400 - 1.600 | - | | | | | | | | | - | - | - | - | | - | - | - | | | | - |
| 1.600 - 1.800 | 10,00 | | | | | | | | | 10,00 | - | - | - | | - | - | 10,00 | | | | 10,00 |
| 1.800 - 2.000 | 766,00 | | | | | | | | | 766,00 | - | - | - | | - | - | 766,00 | | | | 766,00 |
| 2.000 - 3.000 | - | | | | | | | | | - | - | - | - | | - | - | - | | | | - |
| 3.000 - 5.000 | 35.201,00 | | | 33.666,00 | 536,00 | 2.280,00 | | | | 71.683,00 | - | - | 2.280,00 | 28.880,00 | - | - | 13.582,00 | 26.941,00 | | | 71.683,00 |
| 5.000 - 10.000 | 8.372,00 | | | 106.757,00 | 11.738,00 | 15.608,00 | | | | 142.475,00 | - | - | 23.980,00 | | - | - | | 118.495,00 | | | 142.475,00 |
| Sem Transporte | | | | | | | | | 29.057,00 | 29.057,00 | | | | | | | | | 17.417,00 | 11.640,00 | 29.057,00 |
| **Total** | 57.208,00 | - | - | 140.423,00 | 12.274,00 | 17.888,00 | 4.089,00 | 7.752,00 | - | 268.691,00 | - | - | 26.260,00 | 28.880,00 | - | - | 23.586,00 | 160.908,00 | 17.417,00 | 11.640,00 | 268.691,00 |
| **Percentuais** | 23,87% | 0,00% | 0,00% | 58,60% | 5,12% | 7,46% | 1,71% | 3,23% | | | 0,00% | 0,00% | 9,77% | 10,75% | 0,00% | 0,00% | 8,78% | 59,89% | 6,48% | 4,33% | 100,00% |

| **Parâmetros Geotécnicos para Seleção dos Materiais** | Expansão (%) | **Volume de Aterro Compactado (m³)** | **184.389,88** |
|---|---|---|---|
| Material não adequado para terraplenagem (deverá necessariamente ser destinado ao bota-fora) | > 4 | **Escavação Média por Quilômetro (m³)** | **18.492,15** |
| Material não adequado ao subleito - solo deverá ser procedida sua substituição) | ≥ 2 | **Fator de Compactação MAT 1º -1,24** | |
| Material satisfatório para utilização no miolo dos aterros | ≤ 4 | **Grau Mínimo de Compactação** | |
| Material satisfatório corpo subleito ( não há necessidade de ser substituido) | < 2 | Corpo dos Aterros +Compactação do Fundo 95% PN | 36.437,97 |
| Material indicado para o emprego como acabamento de terraplenagem de cortes e aterros | < 2 | Acabamento de Terraplenagem + Compactação do Fundo- 100% PN | 103.484,17 |
| | | | |
| | | BOTA-FORA - 95%PN | 44.467,74 |

**Obs: Foi desconsiderado 0,20 cm no volume compactado na camada final, visto que já é pago na regularização do subleito.**

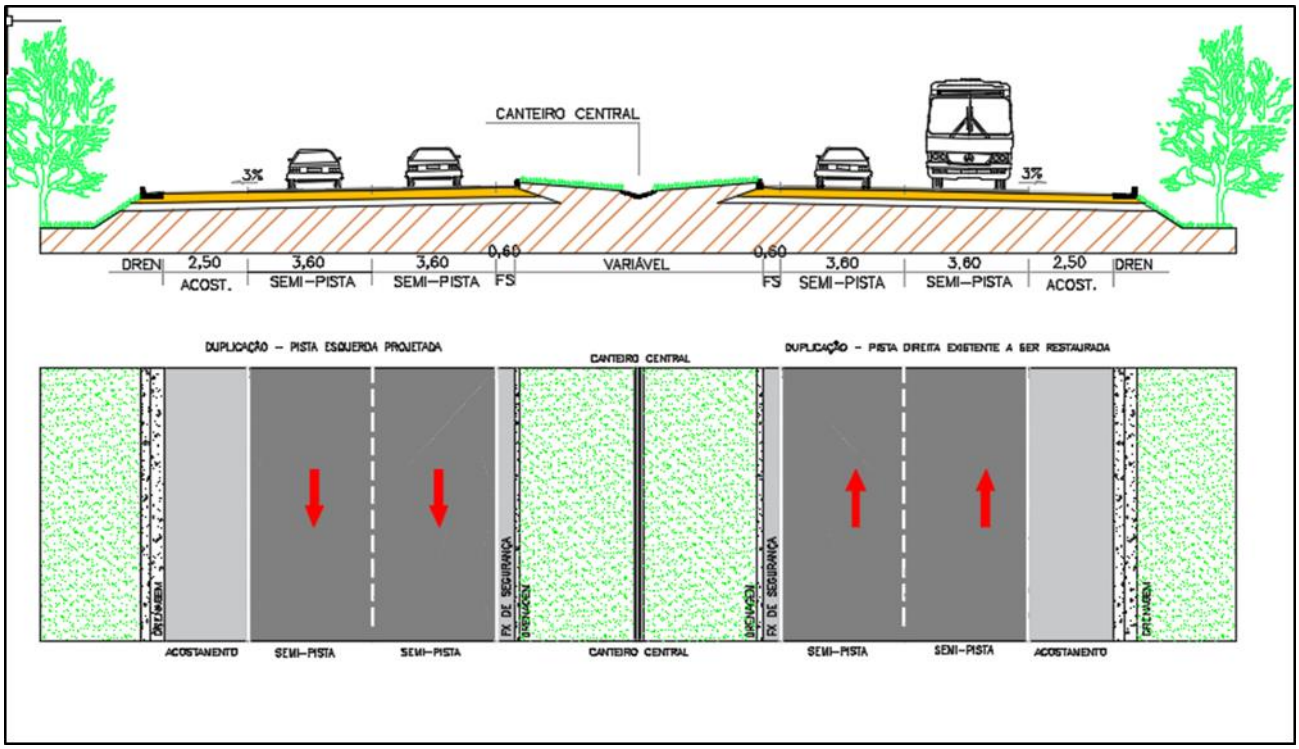
Área de regularização (m²) = 189.601,75

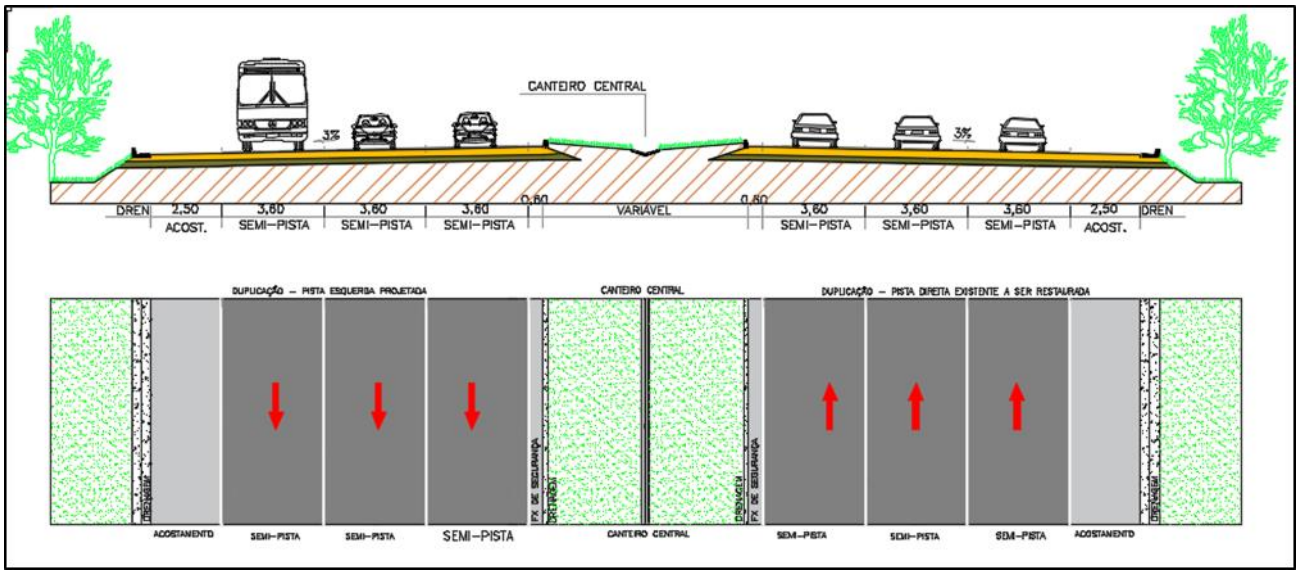
Volume regularização subleito(m³) = 37.920,35

**Extensão Total considerada(soma dos segmentos, retornos e alargamento de pista)= 14,53 km**

## 9.7. SEÇÕES TRANSVERSAIS

**Figura 32 - Seções Transversais Tipo**



## 9.8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE PELO PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

A Engª Margareth Franco Fidalgo de CPF nº 348.402.301-53 responsável pelo PROJETO DE TERRAPLENAGEM, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 10. PROJETO DE DRENAGEM

# 10. PROJETO DE DRENAGEM

## PROJETO DE DUPLICAÇÃO E RESTAURAÇÃO

### 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 - 210, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu).

A drenagem do trecho de restauração será toda demolida e refeita.

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.

## a) VALETAS DE PROTEÇÃO

### 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:

**Figura 33 - Desenho tipo para VPA-04**

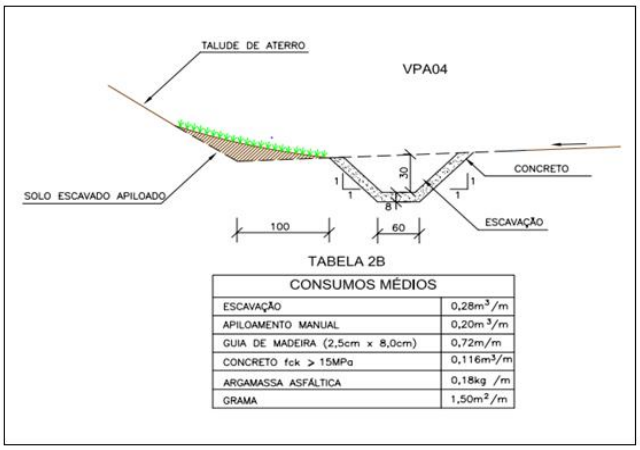



TABELA 2B

| CONSUMOS MÉDIOS | |
|---|---|
| ESCAVAÇÃO | 0,28m³/m |
| APILOAMENTO MANUAL | 0,20m³/m |
| GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0cm) | 0,72m/m |
| CONCRETO fck > 15MPa | 0,116m³/m |
| ARGAMASSA ASFÁLTICA | 0,18kg /m |
| GRAMA | 1,50m²/m |

- 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 carreiam finos que sedimentam no fundo da valeta, provocando a destruição da vegetação.

A Valeta de Proteção de Aterro indicada no projeto foi a **VPC-04**

A seguir, apresentamos a Nota de Serviço das Valetas de Proteção de Aterro projetadas.

**Tabela 25 - Nota de Serviço - Valetas de Proteção de Aterro**

## VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO

| ESTACAS | | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | DISS. DE ENERGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | | | |
| **SEGMENTO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | | | |
| 128+09,42 | 132+12,12 | VPA-04 | 82,70 | E | |
| | | | | | |
| **RETORNO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | | | |
| 0+00,00 | 37+9,00 | VPA-04 | 749,00 | E | |
| 52+00,00 | 75+00,00 | VPA-04 | 460,00 | E | |
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA** | | | | | |
| 224+05,60 | 280+8,80 | VPA-04 | 1.123,20 | E | |
| | | | | | |
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | | | |
| 0+00,00 | 19+10,00 | VPA-04 | 390,00 | E | |

**Notas:**

1- Extensão de VPA-04 (m): **2.804,90**

### b) SARJETAS

**SARJETAS DE CORTES**

A sarjeta de corte, 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 de corte, foram indicadas 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 L1 = 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 amarroada 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.

A sarjeta de corte indicada para este projeto foi a **STC-04**.

A seguir, apresentamos a Nota de Serviço das Sarjetas de Corte projetadas.

**Figura 34 - Desenhos tipo de STC-04**

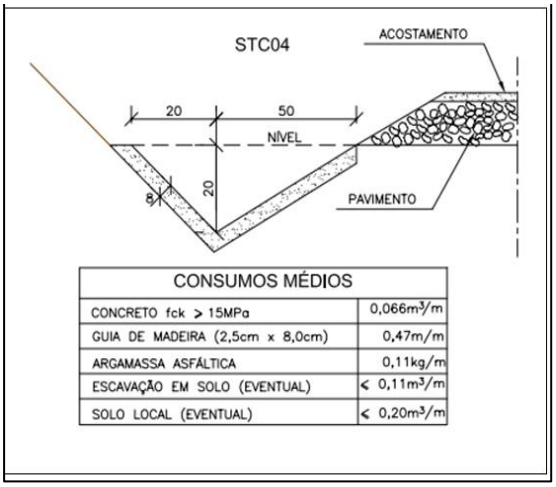



**Tabela 26 - Nota de Serviço - Sarjetas de Corte**

## LOCALIZAÇÃO DE SARJETAS DE CORTES E SAÍDAS

| SARJETA | | | | | "d" - COMP. CRÍTICO (m) | SAÍDA DA SARJETA | | | DISS.DE ENERGIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACAS | | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | | ESTACA | TIPO | EXTENSÃO (m) | TIPO |
| INICIAL | FINAL | | | | | | | | |
| **RETORNO 01 - PISTA ESQUERDA** | | | | | | | | | |
| 61+09,43 | 76+14,05 | STC-04 | 304,62 | E | 5000 | | | | |
| **SEGMENTO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | | | | | | | |
| 92+01,59 | 116+00,00 | STC-04 | 478,41 | E | 241 | 116+00,00 | STC-04 | 10,00 | DES-01 |

**Notas:**

1- Extensão de STC-04 (m): **783,03**

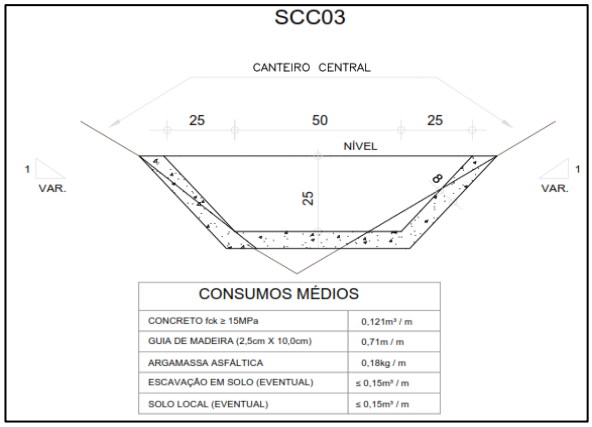
2- Número de DES-01 (un): **1,00**

## SARJETA DE CANTEIRO CENTRAL

A drenagem do canteiro central conta com dispositivos projetados com a finalidade de captar as águas que precipitam diretamente sobre a plataforma ou canteiro da rodovia, conduzindo essas águas até outros elementos de derivação.

Para o Projeto em questão foi indicado a utilização da sarjeta tipo **SCC-03**, conforme figura apresentada.

**Figura 35 - Sarjeta de Canteiro Central**




A seguir, apresentamos a Nota de Serviço das Sarjetas de Canteiro Central.

Tabela 27 - Nota de Serviço - Sarjetas de Canteiro Central

## SARJETAS DE CANTEIRO CENTRAL

| ESTACAS | | TIPO | EXTENSÃO (m) |
|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | |
| **SEGMENTO 01 - PISTA ESQUERDA** | | | |
| 0+00,00 | 15+09,67 | SCC-03 | 309,67 |
| | | | |
| **RETORNO 01 - PISTA ESQUERDA** | | | |
| 0+00,00 | 7+19,60 | SCC-03 | 159,60 |
| 7+19,60 | 76+14,05 | SCC-03 | 1.374,45 |
| | | | |
| **SEGMENTO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | |
| 92+1,55 | 100+19,30 | SCC-03 | 177,75 |
| 100+19,30 | 123+11,80 | SCC-03 | 452,50 |
| 123+11,80 | 132+12,12 | SCC-03 | 180,32 |
| | | | |
| **RETORNO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | |
| 0+00,00 | 68+2,60 | SCC-03 | 1.362,60 |
| | | | |
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA** | | | |
| 223+01,00 | 280+08,80 | SCC-03 | 1.147,80 |
| | | | |
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA ESQUERDA** | | | |
| 0+00,00 | 27+12,40 | SCC-03 | 552,40 |
| 27+12,40 | 40+00,00 | SCC-03 | 247,60 |

**Notas:**

1- Extensão de SCC-03 (m): **5.964,69**

## DIMENSIONAMENTO DAS SARJETAS

Estabelecidas as dimensões transversais das sarjetas, o dimensionamento consiste em determinar a extensão máxima admissível sem que o 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.

## I. 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 179,4mm/h (Posto Pluviométrico Montividiu);

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

$$A = L * l$$

**Assim:**

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

A vazão da sarjeta é dada pela fórmula:

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

- 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:

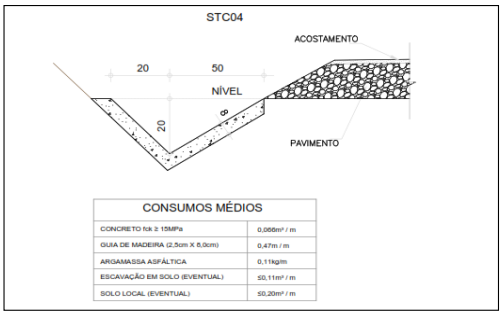
- Sarjetas, valetas e canais revestidos de grama: v = 1,80 m/s
- Canais revestidos de concreto ou pedra e bueiros de concreto: v = 4,50 m/s
- Sarjetas e valetas revestidas de concreto: v = 4,50 m/s

## II. 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:

## SARJETA TRIANGULA DE CONCRETO - STC 04

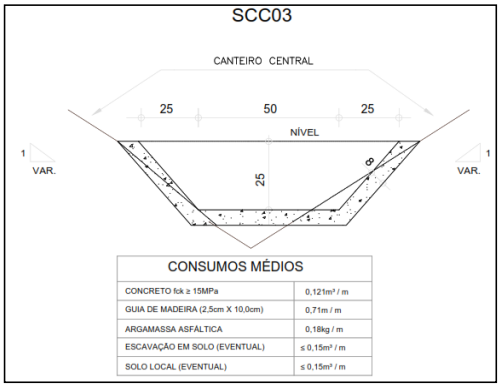
| DADOS - STC 04 | |
|---|---|
| ÁREA MOLHADA = | 0,0700 m² |
| PERÍMETRO MOLHADO = | 0,8214 m |
| RAIO HIDRAULICO = | 0,0852 m |
| n = | 0,015 |
| Coef. Escoamento Superf. Talude = | 0,70 |
| Coef. Escoamento Superf. Pavimento = | 0,90 |
| i = | 17,94 cm/h |
| Largura da Semi-Plataforma = | 10,30 m |




| | 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 (%) 4,50 | I (%) 5,00 | I (%) 6,00 | I (%) 7,00 | I (%) 8,00 | I (%) 9,00 |
| TANGENTE | 10,30 | 0,00 | 0,90 | 10,30 | 138,33 | 195,63 | 276,66 | 338,84 | 414,99 | 437,44 | 479,19 | 517,59 | 553,33 | 586,89 |
| | 10,30 | 0,50 | 0,89 | 10,80 | 133,30 | 188,51 | 266,60 | 326,51 | 399,90 | 421,53 | 461,76 | 498,76 | 533,19 | 565,54 |
| | 10,30 | 1,00 | 0,88 | 11,30 | 128,62 | 181,89 | 257,24 | 315,05 | 385,86 | 406,73 | 445,55 | 481,25 | 514,48 | 545,68 |
| | 10,30 | 1,50 | 0,87 | 11,80 | 124,26 | 175,73 | 248,51 | 304,37 | 372,77 | 392,94 | 430,44 | 464,93 | 497,03 | 527,18 |
| | 10,30 | 2,00 | 0,87 | 12,30 | 120,18 | 169,96 | 240,36 | 294,38 | 360,54 | 380,05 | 416,32 | 449,68 | 480,72 | 509,89 |
| | 10,30 | 2,50 | 0,86 | 12,80 | 116,36 | 164,56 | 232,73 | 285,03 | 349,09 | 367,98 | 403,10 | 435,39 | 465,46 | 493,69 |
| | 10,30 | 3,00 | 0,85 | 13,30 | 112,78 | 159,50 | 225,56 | 276,26 | 338,35 | 356,65 | 390,69 | 421,99 | 451,13 | 478,49 |
| | 10,30 | 3,50 | 0,85 | 13,80 | 109,41 | 154,73 | 218,83 | 268,01 | 328,24 | 346,00 | 379,02 | 409,39 | 437,66 | 464,20 |
| | 10,30 | 4,00 | 0,84 | 14,30 | 106,24 | 150,25 | 212,48 | 260,24 | 318,72 | 335,96 | 368,03 | 397,52 | 424,97 | 450,74 |
| | 10,30 | 4,50 | 0,84 | 14,80 | 103,25 | 146,01 | 206,49 | 252,90 | 309,74 | 326,50 | 357,66 | 386,32 | 412,99 | 438,04 |
| | 10,30 | 5,00 | 0,83 | 15,30 | 100,42 | 142,01 | 200,84 | 245,97 | 301,25 | 317,55 | 347,86 | 375,73 | 401,67 | 426,04 |
| | 10,30 | 5,50 | 0,83 | 15,80 | 97,74 | 138,22 | 195,48 | 239,41 | 293,22 | 309,08 | 338,58 | 365,71 | 390,96 | 414,67 |
| | 10,30 | 6,00 | 0,83 | 16,30 | 95,20 | 134,63 | 190,40 | 233,19 | 285,60 | 301,05 | 329,78 | 356,20 | 380,80 | 403,90 |
| | 10,30 | 6,50 | 0,82 | 16,80 | 92,79 | 131,22 | 185,58 | 227,28 | 278,36 | 293,42 | 321,43 | 347,18 | 371,15 | 393,67 |
| | 10,30 | 7,00 | 0,82 | 17,30 | 90,50 | 127,98 | 180,99 | 221,67 | 271,49 | 286,17 | 313,49 | 338,61 | 361,99 | 383,94 |
| LADO INTERNO DA CURVA | 20,60 | 5,00 | 0,86 | 25,60 | 58,18 | 82,28 | 116,36 | 142,52 | 174,55 | 183,99 | 201,55 | 217,70 | 232,73 | 246,85 |
| | 20,60 | 0,50 | 0,90 | 21,10 | 67,88 | 96,00 | 135,77 | 166,28 | 203,65 | 214,67 | 235,16 | 254,00 | 271,54 | 288,01 |
| | 20,60 | 1,00 | 0,89 | 21,60 | 66,65 | 94,26 | 133,30 | 163,26 | 199,95 | 210,76 | 230,88 | 249,38 | 266,60 | 282,77 |
| | 20,60 | 1,50 | 0,89 | 22,10 | 65,46 | 92,57 | 130,92 | 160,34 | 196,38 | 207,00 | 226,76 | 244,92 | 261,83 | 277,72 |
| | 20,60 | 2,00 | 0,88 | 22,60 | 64,31 | 90,95 | 128,62 | 157,53 | 192,93 | 203,36 | 222,77 | 240,62 | 257,24 | 272,84 |
| | 20,60 | 2,50 | 0,88 | 23,10 | 63,20 | 89,38 | 126,40 | 154,81 | 189,60 | 199,86 | 218,93 | 236,47 | 252,80 | 268,14 |
| | 20,60 | 3,00 | 0,87 | 23,60 | 62,13 | 87,86 | 124,26 | 152,18 | 186,39 | 196,47 | 215,22 | 232,46 | 248,51 | 263,59 |
| | 20,60 | 3,50 | 0,87 | 24,10 | 61,09 | 86,40 | 122,19 | 149,65 | 183,28 | 193,19 | 211,63 | 228,59 | 244,37 | 259,19 |
| | 20,60 | 4,00 | 0,87 | 24,60 | 60,09 | 84,98 | 120,18 | 147,19 | 180,27 | 190,02 | 208,16 | 224,84 | 240,36 | 254,94 |
| | 20,60 | 4,50 | 0,86 | 25,10 | 59,12 | 83,61 | 118,24 | 144,82 | 177,36 | 186,96 | 204,80 | 221,21 | 236,48 | 250,83 |
| | 20,60 | 5,00 | 0,86 | 25,60 | 58,18 | 82,28 | 116,36 | 142,52 | 174,55 | 183,99 | 201,55 | 217,70 | 232,73 | 246,85 |
| | 20,60 | 5,50 | 0,86 | 26,10 | 57,27 | 81,00 | 114,55 | 140,29 | 171,82 | 181,11 | 198,40 | 214,29 | 229,09 | 242,99 |
| | 20,60 | 6,00 | 0,85 | 26,60 | 56,39 | 79,75 | 112,78 | 138,13 | 169,17 | 178,32 | 195,34 | 211,00 | 225,56 | 239,25 |
| | 20,60 | 6,50 | 0,85 | 27,10 | 55,54 | 78,54 | 111,07 | 136,04 | 166,61 | 175,62 | 192,38 | 207,80 | 222,15 | 235,62 |
| | 20,60 | 7,00 | 0,85 | 27,60 | 54,71 | 77,37 | 109,41 | 134,00 | 164,12 | 173,00 | 189,51 | 204,69 | 218,83 | 232,10 |
| LADO EXTERNO DA CURVA | 0,00 | 0,50 | 0,70 | 0,50 | 3.663,81 | 5.181,41 | 7.327,62 | 8.974,46 | 10.991,42 | 11.585,98 | 12.691,80 | 13.708,71 | 14.655,23 | 15.544,22 |
| | 0,00 | 1,00 | 0,70 | 1,00 | 1.831,90 | 2.590,70 | 3.663,81 | 4.487,23 | 5.495,71 | 5.792,99 | 6.345,90 | 6.854,36 | 7.327,62 | 7.772,11 |
| | 0,00 | 1,50 | 0,70 | 1,50 | 1.221,27 | 1.727,14 | 2.442,54 | 2.991,49 | 3.663,81 | 3.861,99 | 4.230,60 | 4.569,57 | 4.885,08 | 5.181,41 |
| | 0,00 | 2,00 | 0,70 | 2,00 | 915,95 | 1.295,35 | 1.831,90 | 2.243,61 | 2.747,86 | 2.896,49 | 3.172,95 | 3.427,18 | 3.663,81 | 3.886,06 |
| | 0,00 | 2,50 | 0,70 | 2,50 | 732,76 | 1.036,28 | 1.465,52 | 1.794,89 | 2.198,28 | 2.317,20 | 2.538,36 | 2.741,74 | 2.931,05 | 3.108,84 |
| | 0,00 | 3,00 | 0,70 | 3,00 | 610,63 | 863,57 | 1.221,27 | 1.495,74 | 1.831,90 | 1.931,00 | 2.115,30 | 2.284,79 | 2.442,54 | 2.590,70 |
| | 0,00 | 3,50 | 0,70 | 3,50 | 523,40 | 740,20 | 1.046,80 | 1.282,07 | 1.570,20 | 1.655,14 | 1.813,11 | 1.958,39 | 2.093,60 | 2.220,60 |
| | 0,00 | 4,00 | 0,70 | 4,00 | 457,98 | 647,68 | 915,95 | 1.121,81 | 1.373,93 | 1.448,25 | 1.586,48 | 1.713,59 | 1.831,90 | 1.943,03 |
| | 0,00 | 4,50 | 0,70 | 4,50 | 407,09 | 575,71 | 814,18 | 997,16 | 1.221,27 | 1.287,33 | 1.410,20 | 1.523,19 | 1.628,36 | 1.727,14 |
| | 0,00 | 5,00 | 0,70 | 5,00 | 366,38 | 518,14 | 732,76 | 897,45 | 1.099,14 | 1.158,60 | 1.269,18 | 1.370,87 | 1.465,52 | 1.554,42 |
| | 0,00 | 5,50 | 0,70 | 5,50 | 333,07 | 471,04 | 666,15 | 815,86 | 999,22 | 1.053,27 | 1.153,80 | 1.246,25 | 1.332,29 | 1.413,11 |
| | 0,00 | 6,00 | 0,70 | 6,00 | 305,32 | 431,78 | 610,63 | 747,87 | 915,95 | 965,50 | 1.057,65 | 1.142,39 | 1.221,27 | 1.295,35 |
| | 0,00 | 6,50 | 0,70 | 6,50 | 281,83 | 398,57 | 563,66 | 690,34 | 845,49 | 891,23 | 976,29 | 1.054,52 | 1.127,33 | 1.195,71 |
| | 0,00 | 7,00 | 0,70 | 7,00 | 261,70 | 370,10 | 523,40 | 641,03 | 785,10 | 827,57 | 906,56 | 979,19 | 1.046,80 | 1.110,30 |

**SARJETA DE CANTEIRO CENTRAL - SCC 03**

| DADOS - SCC 03 | |
|---|---|
| **ÁREA MOLHADA =** | 0,1875 m² |
| **PERÍMETRO MOLHADO =** | 1,2071 m |
| **RAIO HIDRAULICO =** | 0,1553 m |
| **n =** | 0,015 |
| **C =** | 0,35 |
| **i =** | 17,94 cm/h |




| I (m/m) | 0,50% | 1,00% | 1,50% | 2,00% | 2,50% | 4,00% | 5,00% | 6,00% | 7,00% | 8,00% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Largura (m)** | **Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I (%)"** | | | | | | | | | |
| **5** | 2.928,71 | 4.141,82 | 5.072,67 | 5.857,41 | 6.548,78 | 8.283,63 | 9.261,38 | 10.145,33 | 10.958,21 | 11.714,82 |
| **10** | 1.464,35 | 2.070,91 | 2.536,33 | 2.928,71 | 3.274,39 | 4.141,82 | 4.630,69 | 5.072,67 | 5.479,11 | 5.857,41 |
| **15** | 976,24 | 1.380,61 | 1.690,89 | 1.952,47 | 2.182,93 | 2.761,21 | 3.087,13 | 3.381,78 | 3.652,74 | 3.904,94 |
| **20** | 732,18 | 1.035,45 | 1.268,17 | 1.464,35 | 1.637,20 | 2.070,91 | 2.315,35 | 2.536,33 | 2.739,55 | 2.928,71 |
| **25** | 585,74 | 828,36 | 1.014,53 | 1.171,48 | 1.309,76 | 1.656,73 | 1.852,28 | 2.029,07 | 2.191,64 | 2.342,96 |
| **30** | 488,12 | 690,30 | 845,44 | 976,24 | 1.091,46 | 1.380,61 | 1.543,56 | 1.690,89 | 1.826,37 | 1.952,47 |
| **35** | 418,39 | 591,69 | 724,67 | 836,77 | 935,54 | 1.183,38 | 1.323,05 | 1.449,33 | 1.565,46 | 1.673,55 |
| **40** | 366,09 | 517,73 | 634,08 | 732,18 | 818,60 | 1.035,45 | 1.157,67 | 1.268,17 | 1.369,78 | 1.464,35 |
| **45** | 325,41 | 460,20 | 563,63 | 650,82 | 727,64 | 920,40 | 1.029,04 | 1.127,26 | 1.217,58 | 1.301,65 |
| **50** | 292,87 | 414,18 | 507,27 | 585,74 | 654,88 | 828,36 | 926,14 | 1.014,53 | 1.095,82 | 1.171,48 |

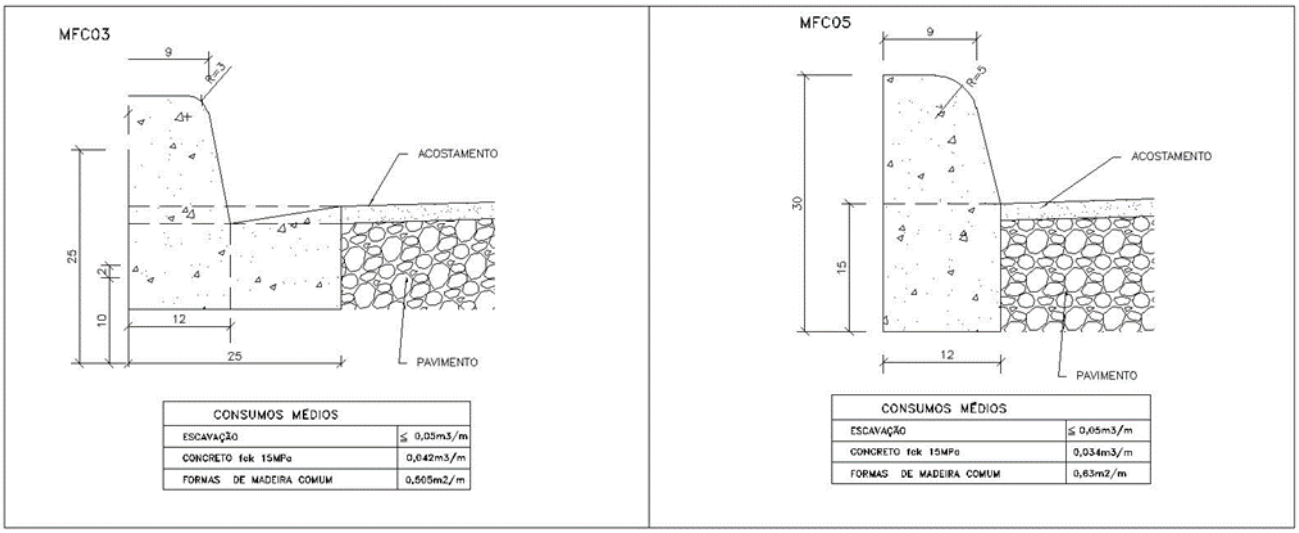
## c) MEIO-FIO

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 1,50 m;
- Nas 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 indicados os meios-fios **MFC 03** e **MFC 05**, conforme desenho abaixo:

**Figura 36 - Desenhos tipo de MFC-03 e MFC-05**




A seguir, apresentamos a Nota de Serviço dos Meios-fios projetados.

**Tabela 28 - Nota de Serviço dos Meios-Fios**

LOCALIZAÇÃO DOS MEIOS - FIOS

| ESTACAS INICIAL | ESTACAS FINAL | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | "d" - COMP. CRÍTICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA | | | | | |
| 254+00,00 | 261+00,00 | MFC-03 | 140,00 | E | 43,21 |

| ESTACAS INICIAL | ESTACAS FINAL | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | "d" - COMP. CRÍTICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| RETORNO 01 - PISTA DIREITA | | | | | |
| 8+07,82 | 12+19,45 | MFC-03 | 91,63 | D | 36,09 |
| 33+00,00 | 48+00,00 | MFC-03 | 300,00 | D | 20,61 |
| 51+00,00 | 56+00,00 | MFC-03 | 100,00 | D | 37,79 |
| 58+00,00 | 67+00,00 | MFC-03 | 180,00 | D | 53,22 |
| RETORNO 02 - PISTA DIREITA | | | | | |
| 00+00,00 | 6+13,61 | MFC-03 | 133,61 | D | 75,41 |
| 22+16,73 | 38+00,00 | MFC-03 | 303,27 | D | 57,28 |
| ALARGAMENTO 02 - PISTA DIREITA | | | | | |
| 115+00,00 | 132+12,12 | MFC-03 | 353,12 | D | 34,38 |
| INTERSEÇÃO 02 - PISTA DIREITA | | | | | |
| 7+15,14 | 35+08,75 | MFC-03 | 553,61 | D | 29,26 |

| LOCALIZAÇÃO | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | "d" - COMP. CRÍTICO (m) |
|---|---|---|---|---|
| INTERSEÇÃO 01 | MFC-05 | 1.253,15 | - | |
| RETORNO 01 | MFC-05 | 851,49 | - | |
| RETORNO 02 | MFC-05 | 2.612,84 | - | |
| INTERSEÇÃO 02 | MFC-05 | 1.898,34 | - | |

**Notas:**

1- Extensão de MFC-03 (m): **2.155,24**

2- Extensão de MFC-05 (m): **6.615,82**

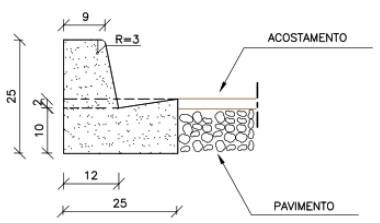
## CÁLCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO

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.

## MEIO FIO DE CONCRETO - MFC 03

| DADOS - MFC 03 | |
|---|---|
| **ÁREA MOLHADA =** | 0,0275 m² |
| **PERÍMETRO MOLHADO =** | 1,1564 m |
| **RAIO HIDRAULICO =** | 0,0238 m |
| **n =** | 0,015 |
| **Coef. Escoamento Superf. Pavimento =** | 0,90 |
| **i =** | 17,94 cm/h |

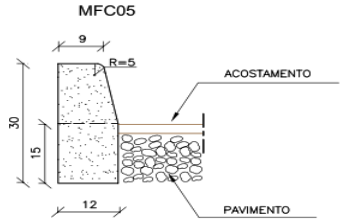



| CONSUMOS MÉDIOS | |
|---|---|
| ESCAVAÇÃO | < 0,05m³/m |
| CONCRETO fck 15MPa | 0,042m³/m |
| FORMAS DE MADEIRA COMUM | 0,505m²/m |

| I (m/m) | 0,50% | 1,00% | 1,50% | 2,00% | 2,50% | 4,00% | 4,50% | 5,00% | 6,00% | 8,00% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Largura (m)** | **Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I (%)"** | | | | | | | | | |
| **10,3000** | 23,21 | 32,82 | 40,19 | 46,41 | 51,89 | 65,64 | 69,62 | 73,39 | 80,39 | 92,83 |
| **10,7000** | 22,34 | 31,59 | 38,69 | 44,68 | 49,95 | 63,18 | 67,02 | 70,64 | 77,38 | 89,36 |
| **13,9000** | 17,20 | 24,32 | 29,78 | 34,39 | 38,45 | 48,64 | 51,59 | 54,38 | 59,57 | 68,78 |
| **15,0000** | 15,94 | 22,54 | 27,60 | 31,87 | 35,63 | 45,07 | 47,81 | 50,39 | 55,20 | 63,74 |
| **20,0000** | 11,95 | 16,90 | 20,70 | 23,90 | 26,72 | 33,80 | 35,85 | 37,79 | 41,40 | 47,81 |
| **30,0000** | 7,97 | 11,27 | 13,80 | 15,94 | 17,82 | 22,54 | 23,90 | 25,20 | 27,60 | 31,87 |
| **35,0000** | 6,83 | 9,66 | 11,83 | 13,66 | 15,27 | 19,32 | 20,49 | 21,60 | 23,66 | 27,32 |
| **40,0000** | 5,98 | 8,45 | 10,35 | 11,95 | 13,36 | 16,90 | 17,93 | 18,90 | 20,70 | 23,90 |
| **45,0000** | 5,31 | 7,51 | 9,20 | 10,62 | 11,88 | 15,02 | 15,94 | 16,80 | 18,40 | 21,25 |
| **50,0000** | 4,78 | 6,76 | 8,28 | 9,56 | 10,69 | 13,52 | 14,34 | 15,12 | 16,56 | 19,12 |

## MEIO FIO DE CONCRETO - MFC 05

| DADOS - MFC 05 | |
|---|---|
| **ÁREA MOLHADA =** | 0,063 m² |
| **PERÍMETRO MOLHADO =** | 2,55 m |
| **RAIO HIDRAULICO =** | 0,0250 m |
| **n =** | 0,015 |
| **Coef. Escoamento Superf. Pavimento =** | 0,90 |
| **i =** | 17,94 cm/h |




| CONSUMOS MÉDIOS | |
|---|---|
| ESCAVAÇÃO | < 0,05m³/m |
| CONCRETO fck 15MPa | 0,034m³/m |
| FORMAS DE MADEIRA COMUM | 0,63m²/m |

| I (m/m) | 0,50% | 1,00% | 1,50% | 2,00% | 2,50% | 4,00% | 4,50% | 5,00% | 6,00% | 8,00% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Largura (m)** | **Comprimento Crítico "d" (m) para cada Largura do Implúvio e diferentes declividades "I (%)"** | | | | | | | | | |
| **10,3000** | 54,97 | 77,73 | 95,20 | 109,93 | 122,91 | 155,47 | 164,90 | 173,82 | 190,41 | 219,86 |
| **10,7000** | 52,91 | 74,83 | 91,64 | 105,82 | 118,31 | 149,66 | 158,73 | 167,32 | 183,29 | 211,65 |
| **13,9000** | 40,73 | 57,60 | 70,55 | 81,46 | 91,08 | 115,20 | 122,19 | 128,80 | 141,09 | 162,92 |
| **15,0000** | 37,74 | 53,38 | 65,37 | 75,49 | 84,40 | 106,75 | 113,23 | 119,35 | 130,75 | 150,97 |
| **20,0000** | 28,31 | 40,03 | 49,03 | 56,62 | 63,30 | 80,07 | 84,92 | 89,52 | 98,06 | 113,23 |
| **30,0000** | 18,87 | 26,69 | 32,69 | 37,74 | 42,20 | 53,38 | 56,62 | 59,68 | 65,37 | 75,49 |
| **35,0000** | 16,18 | 22,88 | 28,02 | 32,35 | 36,17 | 45,75 | 48,53 | 51,15 | 56,03 | 64,70 |
| **40,0000** | 14,15 | 20,02 | 24,52 | 28,31 | 31,65 | 40,03 | 42,46 | 44,76 | 49,03 | 56,62 |
| **45,0000** | 12,58 | 17,79 | 21,79 | 25,16 | 28,13 | 35,58 | 37,74 | 39,78 | 43,58 | 50,32 |
| **50,0000** | 11,32 | 16,01 | 19,61 | 22,65 | 25,32 | 32,03 | 33,97 | 35,81 | 39,22 | 45,29 |

A seguir, apresentamos a Nota de Serviço dos Meios Fios projetadas.

**LOCALIZAÇÃO DOS MEIOS - FIOS**

| ESTACAS INICIAL | ESTACAS FINAL | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | "d" - COMP. CRÍTICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA** | | | | | |
| 254+00,00 | 261+00,00 | MFC-03 | 140,00 | E | 43,21 |

| ESTACAS INICIAL | ESTACAS FINAL | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | "d" - COMP. CRÍTICO (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| **RETORNO 01 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 51+00,00 | 56+00,00 | MFC-03 | 100,00 | D | 37,79 |
| 58+00,00 | 67+00,00 | MFC-03 | 180,00 | D | 53,22 |
| **RETORNO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 00+00,00 | 6+13,61 | MFC-03 | 133,61 | D | 75,41 |
| 22+16,73 | 38+00,00 | MFC-03 | 303,27 | D | 57,28 |
| **ALARGAMENTO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 115+00,00 | 132+12,12 | MFC-03 | 353,12 | D | 34,38 |
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 7+15,14 | 35+08,75 | MFC-03 | 553,61 | D | 29,26 |

**Notas:**
1- Extensão de MFC-0: **1.763,61**
2- Extensão de MFC-0: **6.615,82**

## d) 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 dispositivas 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.

**DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO**

O dimensionamento resume-se em determinar a largura de entrada, de forma a conduzir sem turbulência toda a água proveniente da sarjeta até a respectiva descida d'água. A largura da entrada d'água é dada por:

$$L = \frac{Q}{K.Y.\sqrt{g.Y}}$$

Sendo:
L = comprimento da abertura na banqueta para interceptação total do fluxo na sarjeta, em metros.
Y = altura de fluxo na sarjeta, em metros.
g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²)
Q = vazão na sarjeta, em m³/s
K = dado pela tabela → Adotou-se: K = 20

Os comprimentos críticos dos meios-fios são restringidos pela capacidade das entradas d'água. Para os trechos em curva poderá haver acúmulo de água junto às entradas d'água.

Como se conhece a priori a abertura das entradas d'água tem-se:

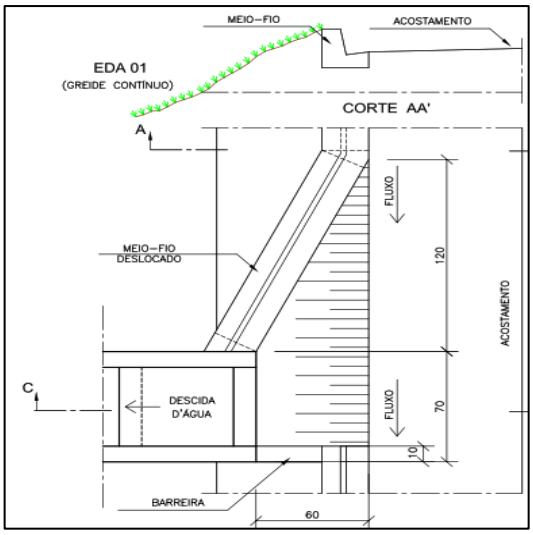
- ✓ Greide contínuo (EDA 01) ..... L = 1,90 m
- ✓ Ponto baixo (EDA 02) ..... L = 3,10 m

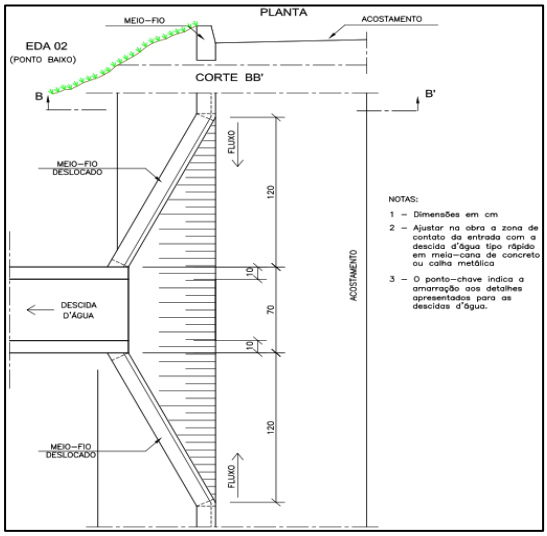
Portanto:

- **Greide Continuo:** L = 1,90 m y = 0,0575 m **→ Q = 1,64.10$^{-2}$ m³/s**
- **Ponto Baixo:** L = 3,10 m y = 0,0575 m **→ Q = 2,68.10$^{-2}$ m³/s**

**RESULTADOS**

Foram previstas as entradas d'água de aterro do tipo **EDA-01**, onde o greide é contínuo e **EDA-02** nos pontos baixos do greide.




## e) 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 desaguarem 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.

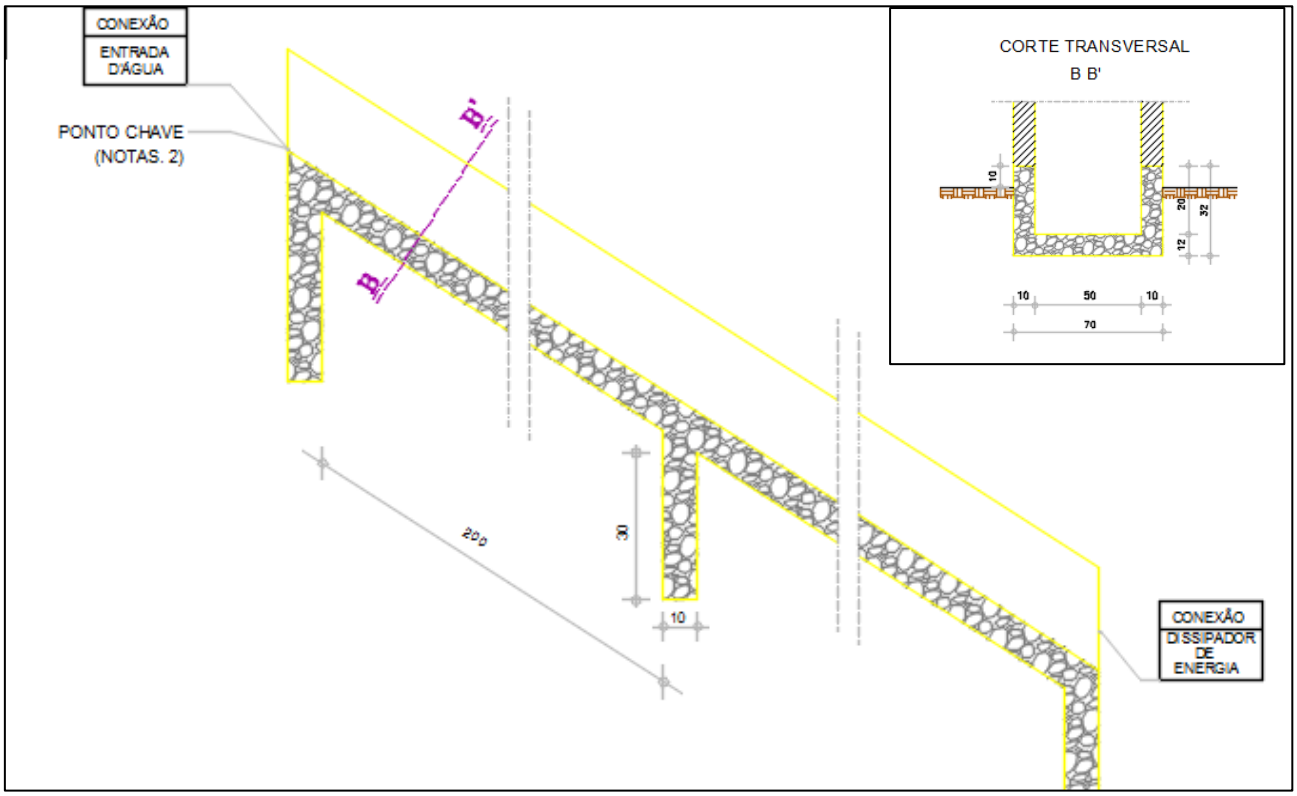
Neste projeto as descidas d'água serão de dois tipos:

- Descida D´água de Aterro Tipo Rápido (DAR 01 E DAR 02);
- Descida D'Água de Aterros em Degraus (DAD-01)

### DESCIDA D'ÁGUA DE ATERRO TIPO RÁPIDO

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.

## DESCIDA D´ÁGUA DE ATERRO TIPO RÁPIDO (DAR 02) – CANAL RETANGULAR EM CONCRETO SIMPLES




Para o dimensionamento deste tipo de descida d'água, utilizou-se a fórmula de Manning com n = 0,015 para concreto.

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$

$$R = A / P = \frac{L \times Hc}{2Hc + L}$$

$$A = L \times H$$

$$Q = V \times A$$

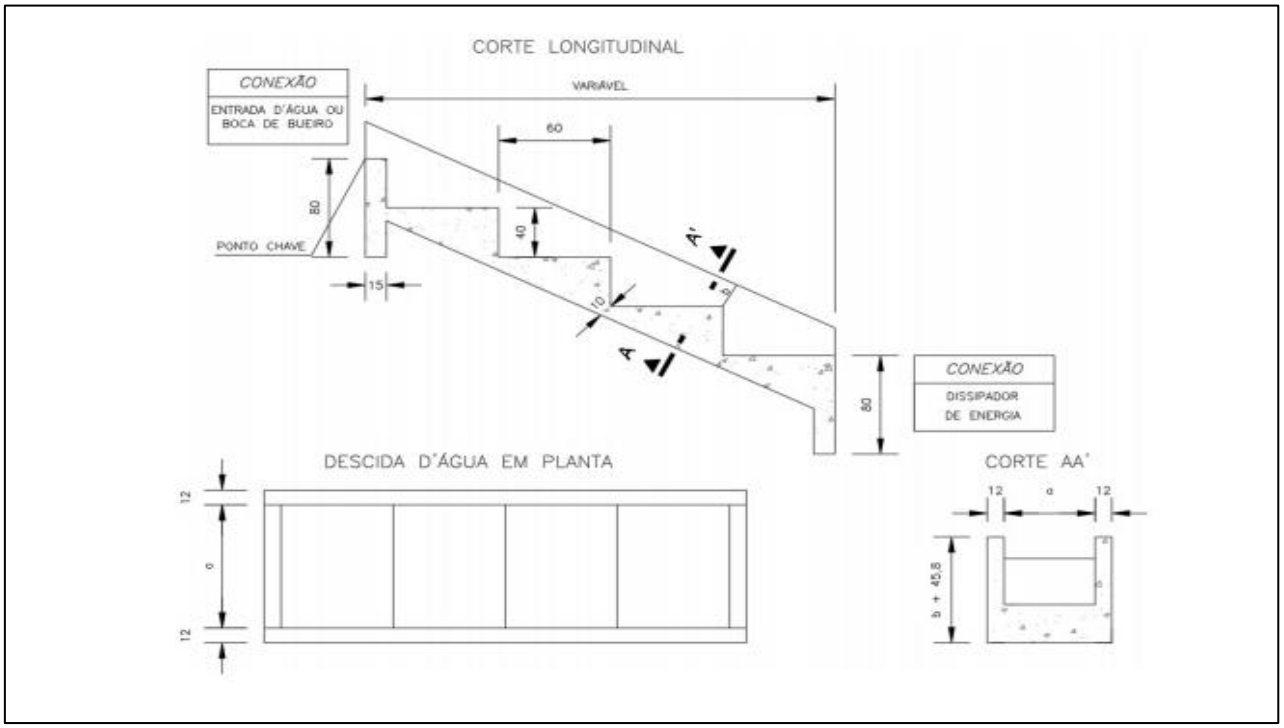
**Onde**:

- Q = descarga em m³/s;
- L = largura de calha em m;
- H = altura de calha em m;
- I = declividade do talude.

## 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.

**DESCIDA DÁGUA DE ATERRO EM DEGRAUS (DAD- 01)**




A seguir, apresentamos a Nota de Serviço das Entradas e Descidas d'águas projetadas.

## LOCALIZAÇÃO DAS DESCIDAS D' ÁGUA

| DESCIDA D'ÁGUA | | ENTRADA | DESCIDA | | DISSIPADOR DE ENERGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| ESTACA | LADO | TIPO | TPO | EXTENSÃO (m) | TIPO |
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA** | | | | | |
| 256+00,00 | E | EDA-01 | DAR-02 | 2,68 | DEB-01 |
| 258+10,00 | E | EDA-01 | DAR-02 | 2,89 | DEB-01 |
| 261+00,00 | E | EDA-01 | DAR-02 | 3,41 | DEB-01 |

| DESCIDA D'ÁGUA | | ENTRADA | DESCIDA | | DISSIPADOR DE ENERGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| ESTACA | LADO | TIPO | TPO | EXTENSÃO (m) | TIPO |
| **RETORNO 01 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 51+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,21 | DEB-01 |
| 53+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,21 | DEB-01 |
| 55+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,02 | DEB-01 |
| 58+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,58 | DEB-01 |
| 60+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,48 | DEB-01 |
| 62+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,05 | DEB-01 |
| 64+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,66 | DEB-01 |
| **ALARGAMENTO SEGMENTO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 119+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 9,01 | DEB-01 |
| 122+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 9,45 | DEB-01 |
| 123+12,74 | D | EDA-02 | DAR-02 | 9,11 | DEB-01 |
| 124+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 8,97 | DEB-01 |
| 125+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 8,24 | DEB-01 |
| 127+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 9,80 | DEB-01 |
| 129+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 10,57 | DEB-01 |
| 131+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 5,67 | DEB-01 |
| **RETORNO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 00+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,02 | DEB-01 |
| 22+16,73 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,00 | DEB-01 |
| 25+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,00 | DEB-01 |
| 28+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,71 | DEB-01 |
| 32+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,29 | DEB-01 |
| 35+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,09 | DEB-01 |
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 9+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,25 | DEB-01 |
| 10+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,49 | DEB-01 |
| 12+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,55 | DEB-01 |
| 13+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,62 | DEB-01 |
| 15+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,66 | DEB-01 |
| 16+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,86 | DEB-01 |
| 18+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,79 | DEB-01 |
| 19+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,70 | DEB-01 |
| 21+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 4,17 | DEB-01 |
| 22+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,95 | DEB-01 |
| **INTERSEÇÃO 02 - PISTA DIREITA** | | | | | |
| 24+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,96 | DEB-01 |
| 25+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,56 | DEB-01 |
| 27+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,63 | DEB-01 |
| 28+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 3,31 | DEB-01 |
| 30+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,84 | DEB-01 |
| 31+10,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,68 | DEB-01 |
| 33+00,00 | D | EDA-01 | DAR-02 | 2,49 | DEB-01 |
| 34+00,90 | D | EDA-02 | DAR-02 | 2,35 | DEB-01 |
| 35+08,75 | D | EDA-01 | DAR-02 | 1,82 | DEB-01 |

| DESCIDA D'ÁGUA | | ENTRADA | DESCIDA | | DISSIPADOR DE ENERGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| ESTACA | LADO | TIPO | TPO | EXTENSÃO (m) | TIPO |

**Notas:**

1 - Extensão de DAR-02 (m): 180,81

2 - Número de EDA-01 (un): 41

3 - Número de EDA-02 (un): 2

4 - Número de DEB-01 (un): 43

## f) 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.

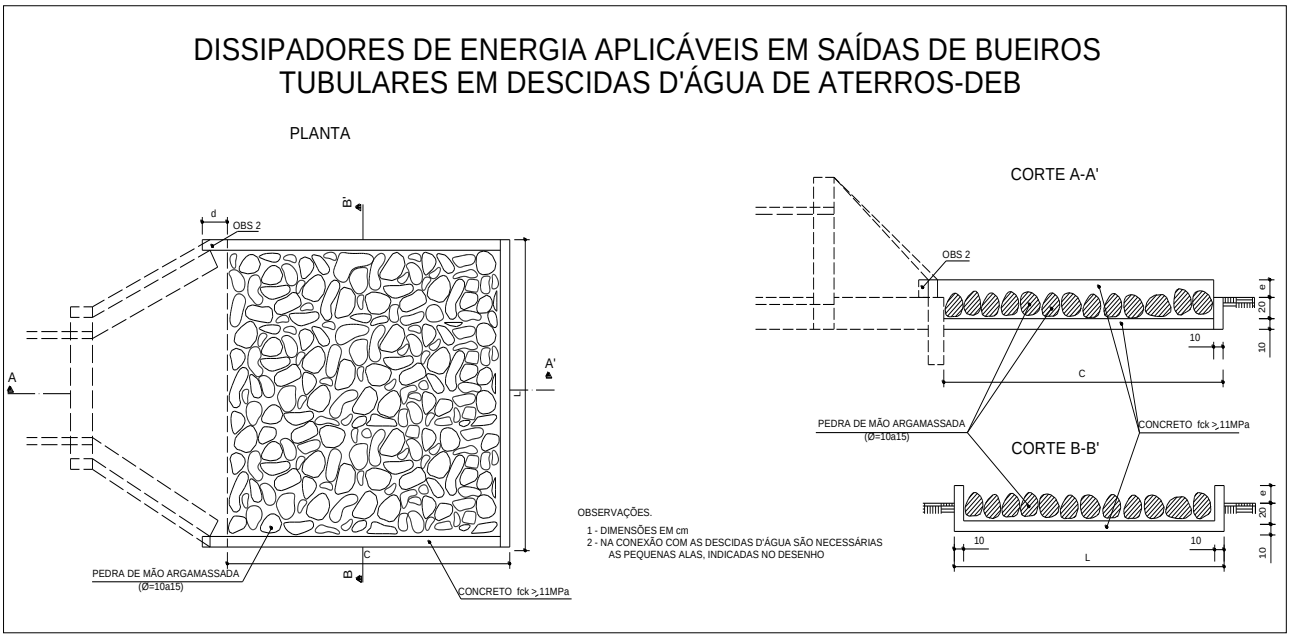
Nos locais onde se deseja verificar a eficiência hidráulica e o estado de conservação de bueiros ou drenos profundos, as caixas de passagem têm função de caixa de inspeção.

Para este projeto foram adotadas as caixas coletoras de sarjeta (CCS) com grelha de concreto (TCC- 01).

## g) DISSIPADORES DE ENERGIA

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

Os mesmos serão posicionados no final das descidas d'água ou nas bocas dos bueiros.




## h) DRENAGEM SUPERFICIAL EXISTENTE

Foram cadastradas ao longo da rodovia existente, todos os dispositivos de drenagem superficial existentes, bem como suas dimensões, condições e a localização. Como podemos ver nas planilhas a seguir.

Entretanto destacamos que, todos os dispositivos existentes, tais como: meios-fios, descidas d'água, dissipadores serão removidos e refeitos visto que, a pista existente sofrerá modificações geométricas, estruturais além disso será alargada para adequação da plataforma.

**NOTA DE SERVIÇO DE MEIO-FIO EXISTENTE**

| ESTACA | | Lado (E/D/ILHA) | Tipo Dimensões | Extensão (m) | DIAGNÓSTICO | | | Observação |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DA | A | | | | Limpeza (m) | Demolir (m) | Reconstruir (m) | |
| 54 + 0,40 | 71 + 02,00 | D | MFC-03 | 341,60 | | 341,60 | | FOTO 16/FOTO 23 |
| 54 + 11,70 | 71 + 01,80 | E | MFC-03 | 330,10 | | 330,10 | | FOTO 17/FOTO 22 |
| 112 + 1,60 | 139 + 08,50 | D | MFC-03 | 546,90 | | 546,90 | | FOTO36/FOTO 54 |
| 126 + 4,10 | 133 + 08,80 | E | MFC-03 | 144,70 | | 144,70 | | FOTO43/FOTO 53 |
| | | | | | | | | |
| **TOTAL (m)** | | | | **1.363,30** | **0,00** | **1.363,30** | **0,00** | |

**RESUMO:**

1 - Extensão a Demolir de Meio-Fio MFC-03 (TRECHO) (m): **1.363,30**

2 - Extensão Total a Demolir de Meio-Fio MFC-05 (IN-01 e IN-02) (m): **3.276,00**

**NOTA DE SERVIÇO DE DESCIDA D'ÁGUA - EXISTENTE**

| ESTACA | Lado (E/D) | Entrada | Descidas | | DIAGNÓSTICO | | | | | | OBSERVAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Tipo | Extensão (m) | Limpeza (m) | Demolir EDA(und) | Reconst. EDA(und | Demolir DAR(m) | Reconst. DAR(und) | Implantar Dissipador | |
| 54 + 18,80 | E | EDA 01 | DAR-2 | 1,10 | | 1,00 | | 1,10 | | | FOTO 27 |
| 55 + 06,30 | D | EDA 01 | DAR-2 | 2,00 | | 1,00 | | 2,00 | | | FOTO 28 |
| 65 + 01,00 | D | EDA 01 | DAR-2 | 2,20 | | 1,00 | | 2,20 | | | FOTO 21 |
| 115 + 01,50 | D | EDA 01 | DAR-2 | 6,00 | | 1,00 | | 6,00 | | | FOTO 39 |
| 117 + 11,20 | D | EDA 01 | DAR-2 | 6,80 | | 1,00 | | 6,80 | | | FOTO 40 |
| 120 + 01,30 | D | EDA 01 | DAR-2 | 6,80 | | 1,00 | | 6,80 | | | FOTO 41 |
| 123 + 17,70 | D | EDA 01 | DAR-2 | 6,00 | | 1,00 | | 6,00 | | | FOTO 42 |
| 126 + 01,00 | D | EDA 01 | DAR-2 | 6,80 | | 1,00 | | 6,80 | | | FOTO 44 |
| 127 + 06,00 | E | EDA 01 | DAR-2 | 1,90 | | 1,00 | | 1,90 | | | FOTO 47 |
| 128 + 06,00 | D | EDA 01 | DAR-2 | 3,70 | | 1,00 | | 3,70 | | | FOTO 50 |
| 130 + 11,40 | E | EDA 01 | DAR-2 | 4,10 | | 1,00 | | 4,10 | | | FOTO 51 |
| 132 + 01,00 | D | EDA 01 | DAR-2 | 3,80 | | 1,00 | | 3,80 | | | FOTO 52 |
| **TOTAL** | | | | **51,20** | | **12,00** | | **51,20** | | | |

## 10.3 DRENAGEM PROFUNDA

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 humidade, 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.

Para o projeto em questão, foram adotados o uso de drenos longitudinais profundos para corte em solo e rocha tendo como referência os resultados boletins de sondagem. Desta forma, adotou-se os seguintes dispositivos: **DPS-07** (dreno longitudinal medindo 0,50m na base e 1,50 de altura com tubo PEAD de 15 cm).

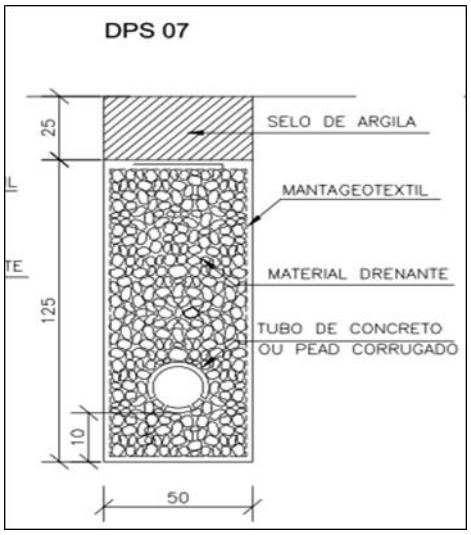
Os desagues das linhas de dreno foram realizados nos pontos baixos, com uso de bocas de saída em concreto, **BSD02**.

## TIPOS DE DISPOSITIVOS PROJETADOS

### a) 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.

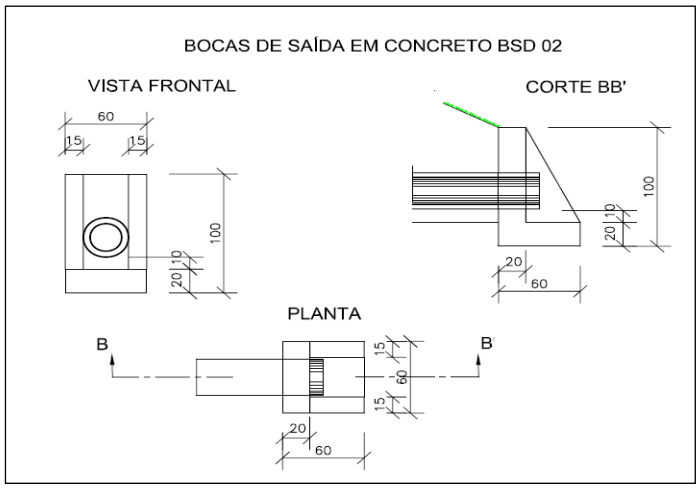
**Figura 37 - Desenho tipo DPS-07**




### b) TERMINAL DE DRENOS

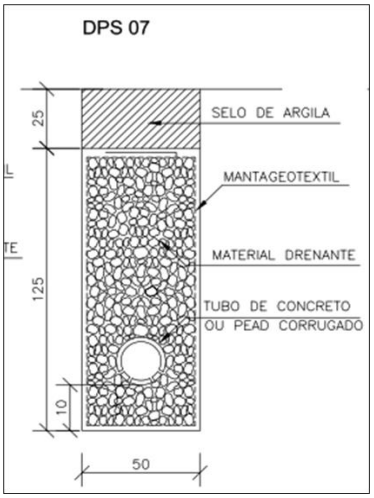
Os drenos deverão, na transição corte/aterro, ter uma deflexão de cerca 45º, prolongando-se além do bordo da plataforma, de modo que o deságue se processe, no mínimo, a um metro do "off-set". Para proteção na saída dos drenos, são projetados terminais de saída do tipo BSD-02.

**Figura 38 - Desenho tipo BSD-02**



## CÁLCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO DRENOS PROFUNDO

**TIPO DE DISPOSITIVO:** Drenos Longitudinais Profundos para Cortes em Solo Tipo DPS-07 do DNIT
**DADOS HIDROLÓGICOS:** RIO VERDE (ESTAÇÃO: MONTIVIDIU)
**SEÇÃO TIPO**




**DADOS:**

- Coef. de infiltração do pavimento ( C )
  0,50
- Intesidade pluviométrica " i " (cm/h)
  17,94
- Cof. de condutividade hidraulica "K" (cm/s)
  15 Brita 01
- Declividade transversal "s" (m/m)
  0,03
- Coeficiente de Manning do Tubo (PEAD)
  0,01

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

| ESTACA | | | | | | | | | | | | LADO D/E | Ext. (m) | I (m/m) | d (m) | Q ($m^3$/dia) | DIAGNÓSTICO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | | | | FINAL | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | + | 0,00 | | 76 | + | 14,05 | | | | | | E | 414,05 | 0,03 | 596,78 | 1284,743 | O dreno possui capacidade hidráulica suficiente |
| 92 | + | 1,75 | | 116 | + | 0,00 | | | | | | E | 478,25 | 0,04 | 657,55 | 1415,564 | O dreno possui capacidade hidráulica suficiente |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

A seguir, apresentamos a Nota de Serviço dos Drenos Profundos Projetados.

## DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS

| DRENO | | | | | BOCAS DE SAÍDAS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACAS | | TIPO | EXTENSÃO (m) | LADO | ESTACAS DE SAÍDA | EXT. DE DRENO ATÉ A BOCA (m) | TIPO |
| INICIAL | FINAL | | | | | | |
| RETORNO 01 - PISTA ESQUERDA | | | | | | | |
| 61+09,43 | 76+14,05 | DPS-07 | 304,62 | E | 61+09,43 | | |
| SEGMENTO 02 - PISTA ESQUERDA | | | | | | | |
| 92+01,55 | 116+00,00 | DPS-07 | 478,45 | E | 116+00,00 | 10,00 | BSD-02 |

**Notas:**
1- Extensão de DPS-07 (m): 783,07
2- Número de BSD-02 (un): 1,00

### c) BUEIROS DE GREIDE

Os bueiros de greide são dispositivos destinados a conduzir para locais de deságue seguro as águas captadas pelos diversos tipos de dispositivos de drenagem superficial (valetas, caixa coletora, sarjetas)

Localizam-se nos seguintes pontos:

- Nas extremidades dos comprimentos críticos das sarjetas de corte em seção mista ou quando, em seção de corte for possível o lançamento da água coletada através de janela de corte. Nas seções em corte, quando não for possível o aumento da capacidade da sarjeta ou a utilização de abertura de janela no corte a jusante, projeta-se um bueiro de greide longitudinalmente à pista até o ponto de passagem de corte-aterro.
- Nos pés das descidas d'água dos cortes, recebendo as águas das valetas de proteção de corte e/ou valetas de banquetas, captadas através de caixas coletoras.
- Nos pontos de passagem de corte-aterro, evitando-se que as águas provenientes das sarjetas de corte deságuem no terreno natural com possibilidade de erodi-lo.
- Nas rodovias de pista dupla, conduzindo ao deságue as águas coletadas dos dispositivos de drenagem do canteiro central.

Os bueiros de greide podem ser implantados transversal ou longitudinalmente ao eixo da rodovia, com alturas de recobrimento atendendo à resistência de compressão estabelecida para as diversas classes de tubo pela NBR-9794 da ABNT.

Todos os bueiros foram quantificados no Projeto de Obra de Arte Corrente.

## 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 um tipo de Obra de Arte Corrente:

- Bueiros tubulares de concreto, (grota e pequenos cursos d'água);

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.

### a) METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DOS BUEIROS TUBULARES

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.

### b) 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);

Apresentamos, a seguir, o quadro de vazões para dimensionamento de bueiros tubulares de concreto.

**Quadro 27 - 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 |

### c) 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.

Apresentamos, a seguir a nota de serviço dos bueiros tubulares indicados no projeto.

# NOTA DE SERVIÇO DE BUEIROS TUBULARES

| LOCALIZAÇÃO | | OBRA (TIPO E DIMENSÕES) | ALTURA ATERRO (m) | MONTANTE LADO | COTA DO EIXO (m) | DECLIVIDADE (%) | ESCONSIDADE (GRAUS) | CLASSE TUBOS | COMPRIMENTO | | | CAIXA COLETORA | DISSIP. DE ENERGIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | MONTANTE | JUSANTE | TOTAL | | |
| 1+5,93 | RET.01 - ALÇA 1 | BSTC Ø 1,00 | 1,50 | LE | 779,553 | 0,73 | 0 | PA-01 | 13,00 | 3,00 | 16,00 | | |
| 1+6,32 | RET.01 - ALÇA 2 | BSTC Ø 1,00 | 1,50 | LE | 788,401 | 0,73 | 0 | PA-01 | 13,00 | 3,00 | 16,00 | | |
| 7+8,20 | RETORNO 01 PD | BSTC Ø 1,00 | 1,57 | LE | 776,193 | 2,00 | 0 | PA-01 | 9,00 | 9,00 | 18,00 | ÀJusante (PVI-04) | |
| 61+9,43 | RETORNO 01 PE | BSTC Ø 1,00 | 1,11 | LE | 785,727 | 0,50 | 0 | PA-02 | 5,50 | 10,50 | 16,00 | À Montante (CCS-07) | |
| 123+12,70 | SEGMENTO 02 | BSTC Ø 1,00 | 1,45 | LE | 790,988 | 0,73 | 0 | PA-01 | 11,50 | 5,50 | 17,00 | À Montante (CCS-03) | DEB-05 |
| 128+6,00 | SEGMENTO 02 | BTTC Ø 1,50 | 1,33 | LE | 791,799 | 0,73 | 0 | PA-01 | 26,00 | 5,00 | 31,00 | | DEB-13 |
| 1+6,22 | RET.02 - ALÇA 1 | BSTC Ø 1,00 | 1,78 | LD | 804,963 | 0,73 | 0 | PA-01 | 3,50 | 13,50 | 17,00 | | |
| 34+5,98 | RETORNO 02 | BSTC Ø 1,00 | 1,75 | LE | 824,899 | 0,73 | 0 | PA-01 | 29,00 | 8,00 | 37,00 | No Canteiro Central e à Montante (CCS-07) | DEB-05 |
| 51+15,69 | RETORNO 02 | BTTC Ø 1,20 | 1,27 | LE | 834,674 | 0,73 | 0 | PA-01 | 30,00 | 7,00 | 37,00 | | DEB-12 |
| 1+6,70 | INT.02 - ALÇA 1 | BSTC Ø 1,00 | 1,40 | LD | 831,807 | 0,73 | 0 | PA-01 | 13,00 | 3,00 | 16,00 | | |
| 1+6,19 | INT.02 - ALÇA 2 | BSTC Ø 1,00 | 2,16 | LD | 828,779 | 0,73 | 0 | PA-01 | 14,00 | 4,00 | 18,00 | | |
| 19+10,79 | INTERSEÇÃO 02 | BSTC Ø 1,00 | 1,46 | LE | 830,689 | 0,73 | 0 | PA-01 | 44,50 | 9,50 | 54,00 | | DEB-05 |
| 27+12,38 | INTERSEÇÃO 02 | BSTC Ø 1,00 | 1,37 | LE | 829,394 | 0,73 | 0 | PA-01 | 43,50 | 9,50 | 53,00 | À Montante (CCS-03) | DEB-05 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**Notas:**

1-TOTAL DE CORPO BSTC D=1,00m AC/BC/PC = 278,00 m

2-TOTAL DE BOCA BSTC D=1,00m - NORMAL AC/BC/PC = 21,00 und

3-TOTAL DE CORPO BTTC D=1,20m = 37,00 m

4-TOTAL DE BOCA BTTC D=1,20m - NORMAL = 2,00 und

5-TOTAL DE CORPO BTTC D=1,50m = 31,00 m

6-TOTAL DE BOCA BTTC D=1,50m - NORMAL = 2,00 und

7-TOTAL DE DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 05 AC/BC/PC = 4,00 und

8-TOTAL DE DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 12 AC/BC/PC = 1,00 und

9-TOTAL DE DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 13 AC/BC/PC = 1,00 und

10- TOTAL DE CAIXA COLETORA TIPO CCS-03= 2,00 und

11- TOTAL DE CAIXA COLETORA TIPO CCS-07= 2,00 und

# ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

| LOCALIZAÇÃO | PISTA | OBRA (TIPO e DIMENSÃO) | Comprimento ALA + CORPO + FOLGA 0,50m (m) | OBRA | | | ALTURA MÉDIA DA ESCAVAÇÃO (m) | ESCAVAÇÃO MANUAL ($m^3$) | ESCAVAÇÃO MECÂNICA ($m^3$) | REATERRO E COMPACTAÇÃO MANUAL ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | LARGURA (m) | ALTURA (m) | NÚMERO DE LINHAS | | | | |
| 1+5,93 | RET.01 - ALÇA 1 | BSTC Ø 1,00 | 21,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 5,86 | 85,30 | 341,19 | 9,83 |
| 1+6,32 | RET.01 - ALÇA 2 | BSTC Ø 1,00 | 21,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 7,12 | 103,71 | 414,82 | 9,83 |
| 7+8,20 | RETORNO 01 PD | BSTC Ø 1,00 | 23,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 3,01 | 47,93 | 191,73 | 11,06 |
| 61+9,43 | RETORNO 01 PE | BSTC Ø 1,00 | 21,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 2,23 | 32,52 | 130,09 | 9,83 |
| 123+12,70 | SEGMENTO 02 | BSTC Ø 1,00 | 22,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 2,69 | 41,02 | 164,08 | 10,45 |
| 128+6,00 | SEGMENTO 02 | BTTC Ø 1,50 | 36,10 | 7,23 | 1,50 | 3 | 3,34 | 174,11 | 696,46 | 4,12 |
| 1+6,22 | RET.02 - ALÇA 1 | BSTC Ø 1,00 | 22,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 3,82 | 58,18 | 232,72 | 10,45 |
| 34+5,98 | RETORNO 02 | BSTC Ø 1,00 | 42,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 2,32 | 67,42 | 269,67 | 22,74 |
| 51+15,69 | RETORNO 02 | BTTC Ø 1,20 | 42,10 | 7,23 | 1,20 | 3 | 2,29 | 139,65 | 558,62 | 17,35 |
| 1+6,70 | INT.02 - ALÇA 1 | BSTC Ø 1,00 | 21,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 4,93 | 71,71 | 286,85 | 9,83 |
| 1+6,19 | INT.02 - ALÇA 2 | BSTC Ø 1,00 | 23,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 7,73 | 123,21 | 492,83 | 11,06 |
| 19+10,79 | INTERSEÇÃO 02 | BSTC Ø 1,00 | 59,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 3,21 | 130,73 | 522,94 | 33,19 |
| 27+12,38 | INTERSEÇÃO 02 | BSTC Ø 1,00 | 58,10 | 3,45 | 1,00 | 1 | 1,07 | 42,89 | 171,55 | 32,57 |
| | | | | | | | | | | |

**Notas:**

1 - ESCAVAÇÃO MANUAL ($m^3$) = 1.118,38

2 - ESCAVAÇÃO MECÂNICA ($m^3$) = 4.473,55

3 - REATERRO E COMPACTAÇÃO MANUAL ($m^3$) = 192,31

## REMOÇÃO E DEMOLIÇÃO DOS BUEIROS EXISTENTES

| LOCALIZAÇÃO | PISTA | OBRA (EXISTENTE) | COMPRIMENTO CORPO (m) | BOCA (und) | REMOÇÃO CORPO (m) | DEMOLIÇÃO BOCA (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 127+06,00 | PISTA EXISTENTE | BSTC Ø 1,00 | 15,00 | 2,00 | 15,00 | 7,13 |
| 128+06,00 | PISTA EXISTENTE | BSTC Ø 1,00 | 15,00 | 1,00 | 15,00 | 3,57 |
| 184+02,80 | PISTA EXISTENTE | BSTC Ø 1,00 | 17,00 | 2,00 | 17,00 | 7,13 |
| 307+10,50 | PISTA EXISTENTE | BSTC Ø 1,00 | 18,00 | 2,00 | 18,00 | 7,13 |
| **RETORNO 02** | | | | | | |
| 15+00,00 | RETORNO 02 (PARALELO) | BDTC Ø 1,00 | 148,00 | 0,00 | 296,00 | 0,00 |
| 17+00,00 | RETORNO 02 (PERPENDICULAR) | BSTC Ø 1,00 | 12,00 | 0,00 | 12,00 | 0,00 |
| 23+00,00 | RETORNO 02 (PERPENDICULAR) | BSTC Ø 0,80 | 12,00 | 0,00 | 12,00 | 0,00 |
| 31+10,00 | RETORNO 02 (PARALELO) | BSTC Ø 1,00 | 13,00 | 0,00 | 13,00 | 0,00 |
| 34+10,00 | RETORNO 02 (PERPENDICULAR) | BSTC Ø 1,00 | 8,00 | 0,00 | 8,00 | 0,00 |
| 41+00,00 | RETORNO 02 (PARALELO) | BSTC Ø 1,00 | 79,00 | 0,00 | 79,00 | 0,00 |
| 43+00,00 | RETORNO 02 (PARALELO) | BSTC Ø 0,60 | 48,00 | 0,00 | 48,00 | 0,00 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

**Notas:**

1 - REMOÇÃO DE TUBO (m) = 533,00

2 - DEMOLIÇÃO DE BOCA (m³) = 24,97

## 10.5 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos estão apresentados no **Volume 2 – Projetos Executivos**, contendo os seguintes elementos:

- Projetos-tipo de bueiros tubulares;
- 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.

## 10.6 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR PROJETO DE DRENAGEM/OAC**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

O Engº Felipe Franco e Fidalgo de CPF nº 025.211.491-44 responsável pelo PROJETO DE DRENAGEM E OAC, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 11. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

# 11. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

## PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA GO-210

### 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.

### 11.2. 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

### 11.3. PARÂMETROS DE TRÁFEGO

As características do tráfego que solicitará o pavimento são de fundamental importância para o correto dimensionamento das estruturas de pavimento, uma vez que se relacionam intimamente com os esforços internos solicitantes na estrutura do pavimento, quando submetido ao carregamento pela passagem de veículos comerciais.

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.

**O Número “N” usado para o dimensionamento do pavimento será o da USACE, no 10° ano (2033).**

**Tabela 29 - Número N – GO-210 GO**

| Número N – GO - 210 | |
|---|---|
| **USACE** | **AASHTO** |
| 6,77x107 | 1,50x107 |

## 11.4. 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 1,00m.

As sondagens foram realizadas com espaçamento máximo de 200 m, atingindo uma profundidade 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.

## 11.5. 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.

## 11.6. 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.

Foi estudada uma caixa de empréstimo concentrada que foi utilizada no corpo do aterro e nas camadas finais do aterro (1,0m).

## 11.7. 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 que serão utilizados para a camada final do Subleito, que são apresentados integralmente no memorial descritivo dos Estudos Geológicos e Geotécnicos (Volume 3B - Estudos Geotécnicos).

**Tabela 30 - Resumo dos Ensaios Realizado na Caixa Concentrada (sondagem a trado)**

| ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SUBLEITO CAIXA CONCENTRADA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESTACA | HBR | ISC % | ESTACA | HBR | ISC % |
| 4 | A-2-4 | 13,10 | | | |
| 5 | A-2-4 | 10,30 | | | |
| 6 | A-2-4 | 10,70 | | | |
| 7 | A-2-4 | 9,50 | | | |
| 9 | A-2-4 | 14,20 | | | |
| 10 | A-2-4 | 7,70 | | | |
| 12 | A-2-4 | 9,40 | | | |
| 14 | A-2-4 | 11,10 | | | |
| 15 | A-2-4 | 11,20 | | | |
| 16 | A-2-4 | 12,20 | | | |
| 20 | A-2-4 | 11,90 | | | |
| 21 | A-2-4 | 13,80 | | | |
| 23 | A-2-4 | 11,20 | | | |
| 25 | A-2-4 | 11,00 | | | |
| 26 | A-2-4 | 10,00 | | | |
| 28 | A-2-4 | 11,10 | | | |
| 31 | A-2-4 | 9,70 | | | |
| 33 | A-2-4 | 10,50 | | | |

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:

**Onde:**

- ISC: média aritmética dos valores de ISC das “n” amostras ensaiadas
- t0,90: 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 31 - 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.

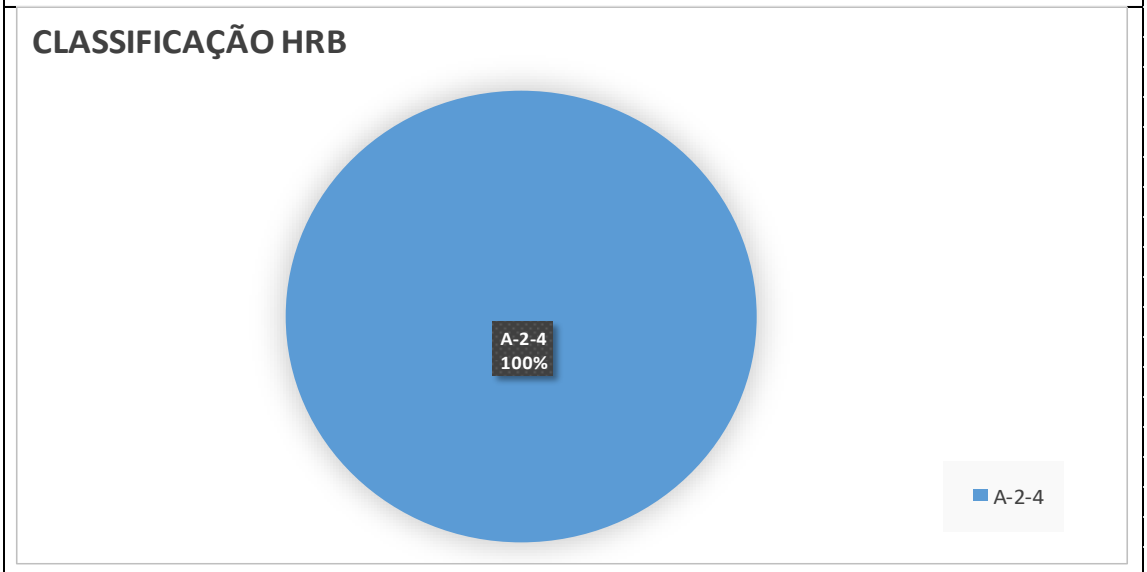
A tabela a seguir, permite classificar o solo em função da porcentagem de silte na fração fina, S, ou seja, fração que passa na peneira de abertura de 0,075 mm e o valor ISC correspondente.

**Tabela 32 - 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.

| ESTUDOS ESTATÍSTICO DO SUBLEITO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **RODOVIA:** | GO-210 | | | | |
| **TRECHO:** | Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 | | | | |
| **LOTE:** | ÚNICO | | | | |
| **GO-174** | | | | | |
| **ESTACA INICIAL:** | 00+00,00 | **ESTACA FINAL:** | 325-00,00 | **EXTENSÃO:** | 6,50 KM |
| **ENSAIOS REALIZADOS:** | 18,00 | Os ensaios fora submetidos a estudos estatísticos com o objetivo de eliminar valores espúrios para determinação do IS de projeto. | | | |
| **ENSAIOS CONSIDERADOS:** | 18,00 | | | | |
| **CÁCULO DO ÍNDICE DE SUPORTE DE PROJETO (ISp)** | | | | | |
| **MÉDIA:** $\overline{X} = \frac{\sum X}{n} =$ | 11,03 | **DESVIO PADRÃO** | $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X}-X)^2}{n-1}} =$ | 1,61 | |
| **t0.90 =** 1,33 | | | | **ISCp = 10,00** | |
| $ISC_p = \overline{ISC} - \frac{\sigma \, x \, t_{0,90}}{\sqrt{n-1}}$ | **= 10,51** | | | | |




Através dos resultados estatísticos realizados para a determinação do ISC de projeto, o valor adotado para o **ISC (projeto) foi de 10,00%.**

## 11.8. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Utilizou-se o método de dimensionamento de pavimento do Manual de Pavimentação do DNIT 2006 - (IPR – 719). Dessa forma, calculou-se uma estrutura inicial pelo método empírico apresentado pelo DNER.

### 11.8.1. MÉTODO DO DNER/DNIT

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:

**Tabela 33 - 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 espraiar 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:

**Tabela 34 - Coeficiente de equivalência estrutural.**

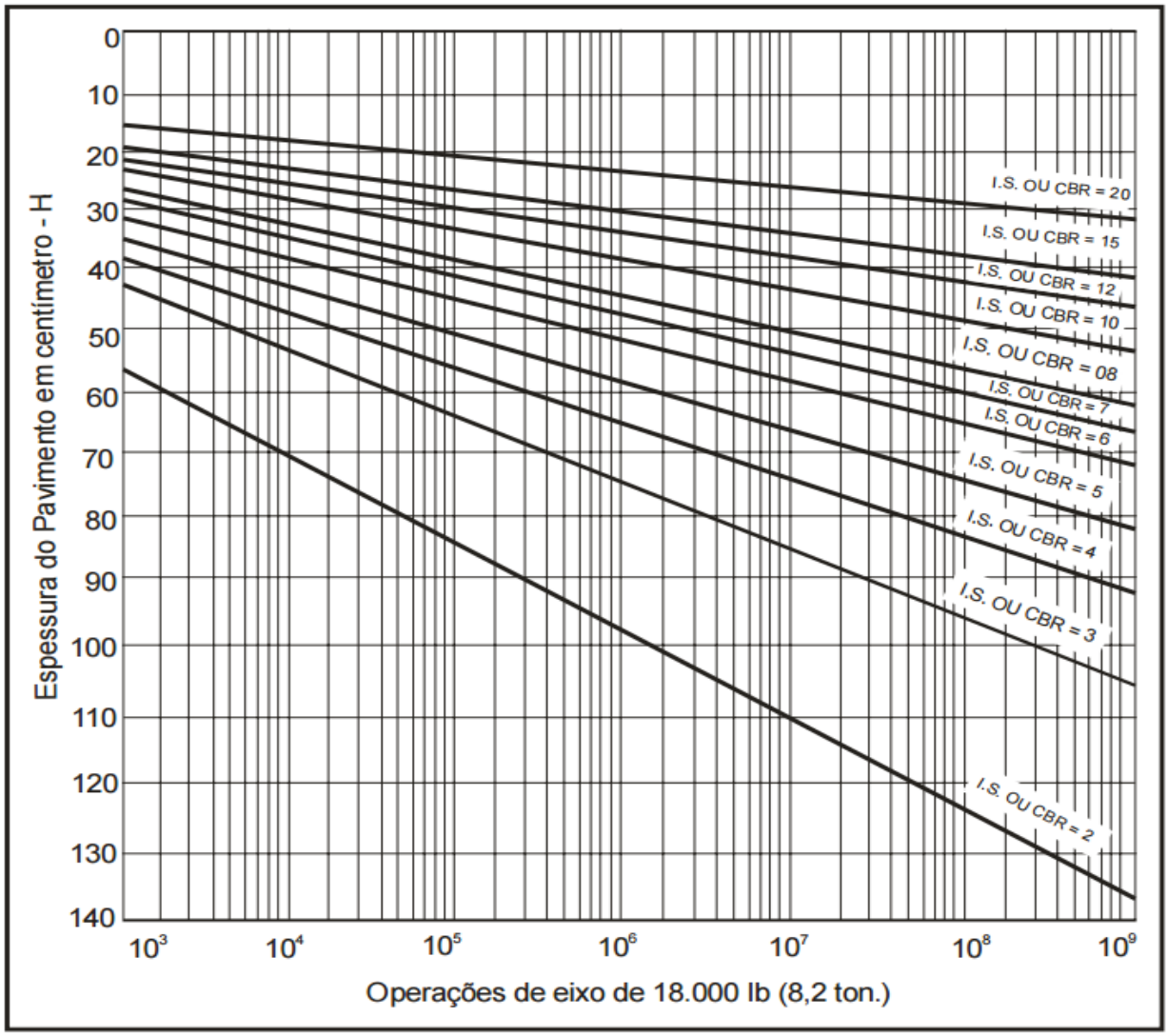
| Componentes do pavimento | Coeficiente K |
|---|---|
| Base ou revestimento de concreto betuminoso | 2,00 |
| Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa | 1,70 |
| Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa | 1,40 |
| Base ou revestimento betuminoso por penetração | 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.

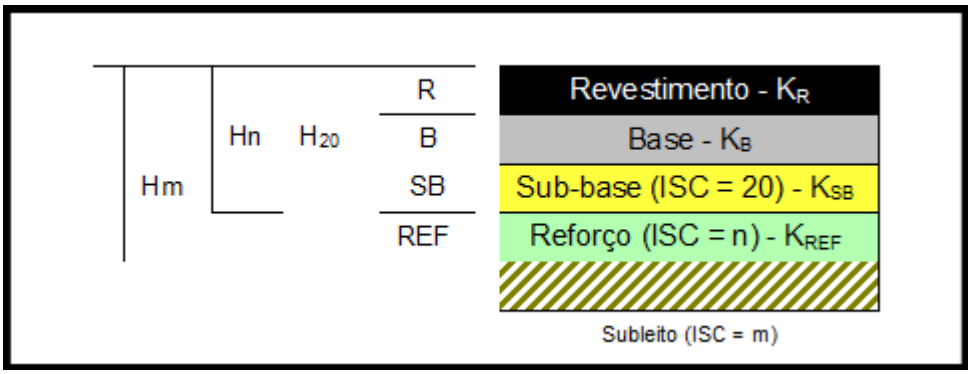
**Figura 39 - Determinação de espessuras do pavimento.**




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

Portanto, a definição das espessuras equivalentes para a proteção de cada camada é realizada para o subleito (Hm), o reforço do subleito (Hn) e a sub-base (H20), respectivamente conforme a Figura - 2, apresentada na sequência:

**Figura 40 - Dimensionamento do Pavimento**




As espessuras individuais das camadas constituintes do pavimento são calculadas com base no critério a seguir:

$$R \times KR + B \times KB \geq H20$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times KS \geq Hn$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times KS + hn \times KREF \geq Hm$$

**Onde:**

- R = espessura do revestimento;
- B = espessura da base;
- h20 = espessura da sub-base;
- H20 = espessura necessária para recobrir a sub-base granular;
- Hn = espessura necessária para recobrir um subleito

## ➢ DEFINIÇÃO DOS MATERIAIS

A determinação da capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes do pavimento é feita pelo ensaio CBR, adotando-se o método preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições esperadas no campo.

Para garantir que o pavimento não sofrerá ruptura precocemente, o Método do DNER exige que os materiais utilizados na sua construção possuam certas características, descritas a seguir:

| CAMADA | CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DOS MATERIAIS |
|---|---|
| Subleito | Expansão menor ou igual a 2% e CBR maior ou igual 2%. |
| Reforço do Subleito | Expansão menor ou igual a 2% e CBR maior que o do subleito. |
| Sub-base | Expansão menor ou igual a 1%, I.G = 0 (zero) e CBR maior ou igual 20%. |
| Base | Expansão menor ou igual a 0,5%, CBR maior ou igual 80%, Limite de liquidez menor ou igual a 25% e Índice de plasticidade menor ou igual a 6%. |

**Observações:**

Caso o LL seja superior a 25% e/ou o IP seja superior a 6, o material pode ser empregado em base (satisfeitas as demais condições), desde que o equivalente de areia seja superior a 30%.

- **RECOMENDAÇÕES EXECUTIVAS**

  - O subleito e as camadas granulares do pavimento deverão ser compactados com, no mínimo, 100% de grau de compactação;
  - Todos os materiais do subleito que apresentam ISC < 2% e/ou expansão > 2% deverão ser substituídos por materiais com ISC > ISCp;
  - As espessuras mínimas e máximas de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 15cm e 20cm.

### 11.8.2. VERIFICAÇÃO MECANICISTA

A partir das condicionantes dos parâmetros geotécnicos, com o intuito de verificar a estrutura do pavimento dimensionado pelo Método DNIT, será efetuada a análise através de conceitos da mecânica dos pavimentos com base na teoria da elasticidade. Assim sendo, serão determinadas as deformações e deslocamentos atuantes que se originam no interior da estrutura do pavimento carregado, para posterior comparação com os valores admissíveis que variam em função do tipo de material empregado nas camadas e do tráfego previsto que solicitará a estrutura do pavimento.

Para a determinação dos deslocamentos, deformações e esforços solicitantes das estruturas dos pavimentos, será empregado o programa computacional **AEMC** que considera as características elásticas de cada camada da estrutura do pavimento.

Procurou-se determinar diversos indicadores estruturais, representados pelas deformações verticais reversíveis (deflexões) na superfície (D), pelas deformações horizontais na face inferior do revestimento ($\varepsilon t$), e pela deformação vertical no topo do subleito ($\varepsilon v$).

A análise comparativa de desempenho das estruturas é feita através da verificação da compatibilidade entre esforços solicitantes (devidos à aplicação de cargas de tráfego) e os esforços resistentes, intrínsecos de cada material, traduzidos pelas equações de fadiga apresentadas no item a seguir.

Quando as estruturas inicialmente testadas em simulações através do **AEMC** não atendem aos parâmetros admissíveis (ou desejados) de cada material, devem ser realizadas adequações nas espessuras das camadas de forma a se obter um pavimento equilibrado para atender o período de projeto desejado.

- **DEFORMAÇÃO VERTICAL MÁXIMA NO REVESTIMENTO**

Os deslocamentos verticais máximos no topo do revestimento ocorrem devido às tensões e deformações das camadas estruturais constituintes do pavimento e do subleito em resposta ao carregamento na superfície do pavimento. Portanto, é necessário verificar os valores de deslocamentos verticais recuperáveis máximos no topo do pavimento de modo a garantir deformações inferiores às deformações de projeto.

Como critério comparativo, utilizou-se, para este parâmetro, a equação tradicionalmente aceita e proposta por Preussler e Pinto no método TECNAPAV:

$$\log Dadm = 3{,}148 - 0{,}188 \log N_R$$

**Onde:**

NRUPTURA = número de operações para a ruptura do pavimento (método da USACE);

Dadm = deflexão admissível (deslocamento vertical máximo da superfície do pavimento).

- **FADIGA QUANTO ÀS DEFORMAÇÕES DAS MISTURAS BETUMINOSAS**

As deformações horizontais de tração (Et) nas faces inferiores das camadas betuminosas, causadas pelos carregamentos na superfície dos pavimentos, se forem excessivas, poderão causar ruptura por fadiga dessas camadas.

Desta forma, existe um número muito grande de procedimentos analíticos de projeto que consideram a deformação específica de tração na face inferior da camada betuminosa como o fator determinante da fadiga. No caso em estudo foi utilizada a equação definida por Asphalt Institute (AI, 1976):

$$N_{RUPTURA} = 1{,}09x10^{-6}x\left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{3{,}512}$$

**Onde:**

NRUPTURA = número de operações para a ruptura do pavimento (método da AASHTO);

εt = deformação específica horizontal de tração.

- **DEFORMAÇÕES DE COMPRESSÃO NO SUBLEITO**

O solo de fundação é normalmente o material menos resistente da estrutura, portanto é por ele que se inicia a verificação estrutural. Entretanto, uma vez confirmado o seu desempenho, é importante efetuar-se também a análise global para assegurar eventuais problemas devido ao fenômeno da deformação permanente.

A análise é feita comparando-se a máxima deformação específica vertical de compressão (Ev) atuante no topo do subleito, considerando-se um sistema de camadas elásticas, comparando-as com os valores admissíveis correspondentes ao material utilizado.

Nos pavimentos rodoviários onde o tráfego é canalizado, a deformação permanente em geral se manifesta nas chamadas trilhas de roda. Essa deformação devida ao cisalhamento é um dos fatores que precisa ser levado em conta no projeto racional de pavimentos, objetivando-se minimizar as deformações totais dos mesmos.

O critério da fadiga para deformações verticais de compreensão do subleito é idêntico aos modelos adotados para a fadiga de misturas betuminosas e expresso neste trabalho por uma equação da seguinte forma (Modelo Dormon&Metcalf, 1965):

$$N_{USACE} = 6{,}069 \times 10^{-10} \times (\varepsilon_V)^{-4{,}762}$$

**Onde:**

NRUPTURA = número de operações para a ruptura do pavimento (método da USACE);

εv = deformação específica vertical de compreensão do subleito.

- **TENSÃO DE TRAÇÃO NA FIBRA INFERIOR DA CAMDA CIMENTADA**

Para se avaliar o número de repetições de carga que a camada cimentada suporta até o início do trincamento (σt) utilizou-se o modelo de BALBO:

$$\mathbf{LOG\ N = 17,14 - 19,61\ (RT)}$$

**Onde:**

RT = Relação entre a tensão de tração atuante e a resistente (σtf / fct,f),

fct,f = igual a 8 kgf/cm²

σt = tensão de tração atuante (kgf/cm²)

N = número de solicitações do eixo padrão de 8,2 tf para o período de projeto (metodologia da USACE).

- **PARÂMETROS ADMISSÍVEIS**

Com a aplicação das equações acima relacionadas, para o número de solicitações de projeto, pode-se definir o valor admissível de cada indicador estrutural e, ao compará-los com os valores resultantes da análise mecanicista, proceder à verificação da estrutura do pavimento. Ressalta-se que, em função das equações de fadiga utilizadas, admite-se para cálculo dos deslocamentos e da tensão o valor de solicitações da USACE e para as deformações o valor de solicitações da AASHTO.

A seguir, apresentamos os valores admissíveis calculados:

**Erro! Vínculo não válido.**

### 11.8.2.1. PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

O cálculo das tensões e deformações atuantes na estrutura do pavimento, resultantes da aplicação das cargas solicitantes, exige o conhecimento das características elásticas dos materiais, como módulo de resiliência e coeficiente de Poisson.

Estes parâmetros são obtidos por meio da realização de ensaios de módulo de resiliência dos materiais constituintes das camadas do pavimento. Destacamos que, primeiramente será realizado um estudo preliminar, utilizando valores dos módulos de resiliência disponíveis em fontes bibliográficas.

Visto isso, para o estudo preliminar utilizou-se a Instrução de Projeto de Pavimentação do DER/SP que apresenta alguns valores típicos de coeficientes de Poisson, conforme a tabela:

**Tabela 35 - Valores Usuais de Coeficiente de Poisson**

| Material | Intervalo de Valores de Coeficiente de *Poisson* | Valor Recomendado de Coeficiente de *Poisson* |
|---|---|---|
| Concreto de cimento *Portland* | 0,10 – 0,20 | 0,15 |
| Materiais estabilizados com cimento | 0,15 – 0,30 | 0,20 |
| Misturas asfálticas | 0,15 – 0,45 | 0,30 |
| Materiais granulares | 0,30 – 0,40 | 0,35 |
| Solos do subleito | 0,30 – 0,50 | 0,40 |

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

## (ENG° MURILLO LOPES DE SOUZA)

### CARACTERISTICA DO SUBLEITO

I.S.C PROJETO: 10,00 %

### COMPONENTES DO PAVIMENTO

| | |
|---|---|
| REVESTIMENTO: | CBUQ |
| BASE: | GRANULAR |
| SUB-BASE: | GRANULAR |
| REFORÇO SUB-LEITO: | |

### CARACTERISTICA DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO

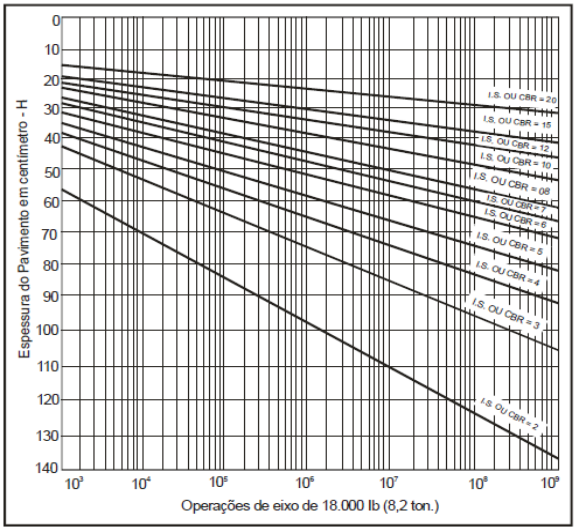
### COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

| | |
|---|---|
| REVESTIMENTO (Kr): | 2,00 |
| BASE (Kb): | 1,00 |
| SUB-BASE (Kbs): | 1,00 |
| REFORÇO SUB-LEITO (Kref.): | 1,00 |

### NÚMERO DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO

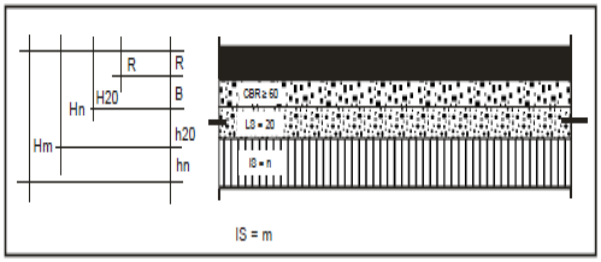
**NÚMERO N =** 6,77E+07

**PERIODO DE PROJETO:** 10 anos




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

### ESPESSURAS EQUIVALENTES




### ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO

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

### CALCULO DAS ESPESSURAS

**1) Rkr + Bkb >= H20**

12,5x2 + Bx1 >= 30,9

B >= 5,9cm → **BadoT.= 15,00 cm**

**2) Rkr + Bkb + h20Ks >= Hn**

12,5x2 + 15x1 + SBx1 >= 46,7

SB >= 6,7cm → **SBadot.= 15,00 cm**

**R =** 12,50 cm

**H20 =** 30,90 cm

**h20 =** 46,70 cm

### CONSTITUIÇÃO FINAL DO PAVIMENTO

| | | |
|---|---|---|
| **REVESTIMENTO:** | CBUQ | 12,50 cm |
| **BASE:** | GRANULAR | 15,00 cm |
| **SUB-BASE:** | GRANULAR | 15,00 cm |

### 11.8.3. DIMENSIONAMENTO DAS SOLUÇÕES

- **SOLUÇÃO 01**

Foi realizado inicialmente o dimensionamento da estrutura utilizando-se o método do DNIT (conforme demonstrado anteriormente item 12.8.2.1). Após o dimensionamento pelo método citado, foi verificado o atendimento da estrutura considerando-se critérios mecanísticos.

- **ESTRUTURA ANALISADA**

A estrutura dimensionada pelo método do DNIT, utilizada como uma premissa de projeto, foi ajustada e verificada mecanisticamente, calculando-se as forças que regem sobre o pavimento e comparadas às tensões e deformações limites anteriormente calculados através do número de N ao qual será imposto à estrutura.

**Tabela 36 - Estrutura do Pavimento (Alternativa 01 - DNIT)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| SOLO + 30%BRITA+30%AREIA+2%CIMENTO | SBC | 15 | 500 | 0,35 |
| SOLO+30% AREIA | SA | 15 | 200 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

- **RESULTADOS OBTIDOS PELO MÉTODO MECANÍSTICO (Solução 01)**

As estruturas de pavimento foram dimensionadas de acordo com o método empírico do DNER e verificadas pelos modelos mecanicistas, conforme recomenda o Manual de Pavimentação - Publicação IPR-719 (DNIT, 2006).

Verificou-se que a estrutura dimensionada pelo método empírico do DNER mostrou-se insuficiente, conforme pode ser observado nas Tabelas apresentada a seguir (ver Tentativa 1).

São demonstrados as interações e o processo de verificação mecanicista, com o ajuste de espessuras e/ou inclusão de camadas até que os critérios de ruptura adotados em projeto fossem atendidos, conforme o procedimento recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT. As estruturas analisadas e os resultados são apresentados na Tabela a seguir.

**Tabela 37 - Estruturas Analisadas (Solução 01)**

| Tentativa | Material | Espessura (cm) | Parâmetro | Numero N | | Modelo | Valor Admissível | Unidade | Valor Atuante | Aceito |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 43,83 | SIM |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 1,93E-04 | SIM |
| | SOLO + 30% BRITA + 30% AREIA + 2,00% CIMENTO | 15 | | | | | | | | |
| | SOLO+30% AREIA | 15 | | | | | | | | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,49E-04 | SIM |

**Tabela 38 - Estrutura Final do Pavimento (Solução 01)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| SOLO + 30%BRITA+30%AREIA+2%CIMENTO | SBC | 15 | 500 | 0,35 |
| SOLO+30% AREIA | SA | 15 | 200 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

- **SOLUÇÃO 02**

Foi realizado inicialmente o dimensionamento da estrutura utilizando-se o método do DNIT (conforme demonstrado anteriormente item 12.8.2.1). Após o dimensionamento pelo método citado, foi verificado o atendimento da estrutura considerando-se critérios mecanísticos.

- **ESTRUTURA ANALISADA**

A estrutura dimensionada pelo método do DNIT, utilizada como uma premissa de projeto, foi ajustada e verificada mecanisticamente, calculando-se as forças que regem sobre o pavimento e comparadas às tensões e deformações limites anteriormente calculados através do número de N ao qual será imposto à estrutura.

**Tabela 39 - Estrutura do Pavimento (Alternativa 02)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| BRITA GRADUADA SIMPLES | BGS | 15 | 300 | 0,35 |
| SOLO+30% AREIA | SA | 15 | 200 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

- **RESULTADOS OBTIDOS PELO MÉTODO MECANÍSTICO (Solução 02)**

As estruturas de pavimento foram dimensionadas de acordo com o método empírico do DNER e verificadas pelos modelos mecanicistas, conforme recomenda o Manual de Pavimentação - Publicação IPR-719 (DNIT, 2006).

Verificou-se que a estrutura dimensionada pelo método empírico do DNER mostrou-se insuficiente, conforme pode ser observado nas Tabelas apresentada a seguir (ver Tentativa 1).

São demonstrados as interações e o processo de verificação mecanicista, com o ajuste de espessuras e/ou inclusão de camadas até que os critérios de ruptura adotados em projeto fossem atendidos, conforme o procedimento recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT. As estruturas analisadas e os resultados são apresentados na Tabela a seguir.

**Tabela 40 - Estruturas Analisadas (Solução 01)**

| Tentativa | Material | Espessura (cm) | Parâmetro | Numero N | | Modelo | Valor Admissível | Unidade | Valor Atuante | Aceito |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 45,02 | NÃO |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 2,01E-04 | SIM |
| | BGS | 15 | | | | | | | | |
| | SOLO+30% AREIA | 15 | | | | | | | 16,94251 | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,49E-04 | SIM |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 45,14 | NÃO |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 2,00E-04 | SIM |
| | BGS | 15 | | | | | | | | |
| | SOLO+30% AREIA | 20 | | | | | | | | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,39E-04 | SIM |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | CBUQ (CAP 30/45) | 13 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 43,84 | SIM |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 1,92E-04 | SIM |
| | BGS | 15 | | | | | | | | |
| | SOLO+30% AREIA | 20 | | | | | | | 16,26436 | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,33E-04 | SIM |

**Tabela 41 - Estrutura Final do Pavimento (Solução 02)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 13 | 6000 | 0,30 |
| BRITA GRADUADA SIMPLES | BGS | 15 | 250 | 0,35 |
| SOLO+30% AREIA | SA | 20 | 200 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

## ➢ SOLUÇÃO 03

Foi realizado inicialmente o dimensionamento da estrutura utilizando-se o método do DNIT (conforme demonstrado anteriormente item 12.8.2.1). Após o dimensionamento pelo método citado, foi verificado o atendimento da estrutura considerando-se critérios mecanísticos.

## ➢ ESTRUTURA ANALISADA

A estrutura dimensionada pelo método do DNIT, utilizada como uma premissa de projeto, foi ajustada e verificada mecanisticamente, calculando-se as forças que regem sobre o pavimento e comparadas às tensões e deformações limites anteriormente calculados através do número de N ao qual será imposto à estrutura.

**Tabela 42 - Estrutura do Pavimento (Alternativa 03)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| BRITA GRADUADA SIMPLES | BGS | 15 | 300 | 0,35 |
| MACADAME SECO | MS | 15 | 250 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

## ➢ RESULTADOS OBTIDOS PELO MÉTODO MECANÍSTICO (Solução 03)

As estruturas de pavimento foram dimensionadas de acordo com o método empírico do DNER e verificadas pelos modelos mecanicistas, conforme recomenda o Manual de Pavimentação - Publicação IPR-719 (DNIT, 2006).

Verificou-se que a estrutura dimensionada pelo método empírico do DNER mostrou-se insuficiente, conforme pode ser observado nas Tabelas apresentada a seguir (ver Tentativa 1).

São demonstrados as interações e o processo de verificação mecanicista, com o ajuste de espessuras e/ou inclusão de camadas até que os critérios de ruptura adotados em projeto fossem atendidos, conforme o procedimento recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT. As estruturas analisadas e os resultados são apresentados na Tabela a seguir.

**Tabela 43 - Estruturas Analisadas (Solução 03)**

| Tentativa | Material | Espessura (cm) | Parâmetro | Numero N | | Modelo | Valor Admissível | Unidade | Valor Atuante | Aceito |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 44,51 | NÃO |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 1,99E-04 | SIM |
| | BGS | 15 | | | | | | | | |
| | MACADAME SECO | 15 | | | | | | | 16,79167 | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,50E-04 | SIM |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 44,39 | SIM |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 1,97E-04 | SIM |
| | BGS | 15 | | | | | | | | |
| | MACADAME SECO | 20 | | | | | | | | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,40E-04 | SIM |
| | | | | | | | | | | |

**Tabela 44 - Estrutura Final do Pavimento (Solução 03)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| BRITA GRADUADA SIMPLES | BGS | 15 | 300 | 0,35 |
| MACADAME SECO | SA | 20 | 250 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

## ➢ SOLUÇÃO 04

Foi realizado inicialmente o dimensionamento da estrutura utilizando-se o método do DNIT (conforme demonstrado anteriormente item 12.8.2.1). Após o dimensionamento pelo método citado, foi verificado o atendimento da estrutura considerando-se critérios mecanísticos.

## ➢ ESTRUTURA ANALISADA

A estrutura dimensionada pelo método do DNIT, utilizada como uma premissa de projeto, foi ajustada e verificada mecanisticamente, calculando-se as forças que regem sobre o pavimento e comparadas às tensões e deformações limites anteriormente calculados através do número de N ao qual será imposto à estrutura.

**Tabela 45 - Estrutura do Pavimento (Alternativa 02)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO | BGTC | 15 | 5000 | 0,20 |
| MACADAME SECO | MS | 15 | 250 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

## ➢ RESULTADOS OBTIDOS PELO MÉTODO MECANÍSTICO (Solução 04)

As estruturas de pavimento foram dimensionadas de acordo com o método empírico do DNER e verificadas pelos modelos mecanicistas, conforme recomenda o Manual de Pavimentação - Publicação IPR-719 (DNIT, 2006).

Verificou-se que a estrutura dimensionada pelo método empírico do DNER mostrou-se insuficiente, conforme pode ser observado nas Tabelas apresentada a seguir (ver Tentativa 1).

São demonstrados as interações e o processo de verificação mecanicista, com o ajuste de espessuras e/ou inclusão de camadas até que os critérios de ruptura adotados em projeto fossem atendidos, conforme o procedimento recomendado pelo Manual de Pavimentação do DNIT. As estruturas analisadas e os resultados são apresentados na Tabela a seguir.

**Tabela 46 - Estruturas Analisadas (Solução 04)**

| Tentativa | Material | Espessura (cm) | Parâmetro | Numero N | | Modelo | Valor Admissível | Unidade | Valor Atuante | Aceito |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 34,88 | SIM |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 1,26E-04 | SIM |
| | BGTC | 15 | | | | BALBO | 3,80 | | 6,80293 | NÃO |
| | MACADAME SECO | 15 | | | | | | | | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,11E-04 | SIM |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 34,90 | SIM |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 1,26E-04 | SIM |
| | BGTC | 15 | | | | BALBO | 3,80 | | 6,73 | NÃO |
| | MACADAME SECO | 20 | | | | | | | | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 1,05E-04 | SIM |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | CBUQ (CAP 30/45) | 12,5 | D | USACE | 2,64E+07 | DNER-PRO 11/79 | 44,41 | x10-2 | 22,88 | SIM |
| | | | Et | AASHTO | 7,97E+06 | AI 1976 | 2,78E-04 | mm/mm | 7,56E-05 | SIM |
| | BGTC | 30 | | | | BALBO | 3,80 | | 3,74645 | SIM |
| | MACADAME SECO | 20 | | | | | | | | |
| | SUBLEITO | ∞ | Ev | USACE | 2,64E+07 | Dormon & Metcalf | 2,63E-04 | mm/mm | 4,67E-05 | SIM |

**Tabela 47 - Estrutura Final do Pavimento (Solução 04)**

| Camada | Material | Esp. (cm) | MR (Mpa) | Poisson |
|---|---|---|---|---|
| CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE | CBUQ (CAP 30/45) | 12,50 | 6000 | 0,30 |
| BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO | BGS | 30 | 300 | 0,20 |
| MACADAME SECO | SA | 20 | 250 | 0,35 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ | 105 | 0,40 |

*As planilhas com as em Excel e AEMC estão em anexo em arquivos editáveis.

## 11.9. MÉTODO DA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION- PCA – 1984

Conforme solicitado pela GOINFRA, haja vista o grande volume de tráfego no trecho em questão, foi elaborado uma alternativa em pavimento rígido.

A metodologia utilizada no dimensionamento foi aquela correntemente adotada no Brasil, preconizada pela ABCP/PCA, verifica o consumo à fadiga e à erosão atuante na placa de concreto para o pavimento rígido nos segmentos a serem restaurados da GO-210, segmento urbano de Rio Verde.

Neste capítulo são apresentados os procedimentos para o cálculo da espessura de pavimentos rodoviários de concreto simples.

Nos pavimentos de concreto simples, são dadas orientações para o dimensionamento das armaduras de pavimentos dotados de armadura distribuída, contínua e descontínua, sem função estrutural, além das situações em que deve ser empregado este tipo de pavimento.

Para o dimensionamento de pavimentos de concreto simples, utilizou-se o método elaborados pela Portland Cement Association (PCA) de 1984, largamente adotado no Brasil, que engloba novos conceitos no dimensionamento de pavimentos rígidos.

O método da Portland Cement Association – PCA – versão 1984, introduz os progressos e conhecimentos obtidos nos dois últimos decênios nas áreas de cálculo de tensões, projeto geométrico, construção e gerência desse tipo de pavimento, acrescentando novos enfoques e modificando profundamente o método adotado desde 1966.

Ele se aplica tanto a pavimentos de concreto simples e com barras de transferência, como naqueles dotados de armadura distribuída, descontínua ou contínua, sem função estrutural.

Neste método emprega-se um modelo de análise estrutural de elementos finitos.

Outros tópicos que este método leva em conta são:

- o tipo e o grau de transferência de carga nas juntas transversais,
- os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto,
- a contribuição estrutural das sub-bases de concreto pobre rolado ou convencional, ou então de sub-bases tratadas com cimento,
- a ação dos eixos tandem triplos,
- introduz um modelo de ruína por erosão da fundação do pavimento (no qual se embute um modelo de ruína por formação de "degraus" ou escalonamento “faulting” nas juntas transversais), usando-o concomitantemente com o modelo modificado de fadiga.

O método PCA/84 se baseia em quatro pontos:

- estudos teóricos clássicos sobre o comportamento de placas de concreto (Westergaard, Pickett et all
- e modernas análises computacionais empregando elementos finitos (Tayabji e Colley);
- ensaios de laboratório e em modelos, sobre comportamento e influência de juntas, sub-bases acostamentos no desempenho de pavimentos de concreto, pistas experimentais, especialmente da AASHO (hoje, AASHTO), além de estudos levados a efeito por diversos órgãos rodoviários e aeroportuários; observação metódica de pavimentos em serviço;

A conexão entre essas informações, necessária para a concepção de um procedimento de dimensionamento dito mecanístico (em contraposição aos métodos empíricos), no qual se integram os distintos parâmetros, é resolvida pela aplicação de uma análise muito abrangente das tensões e deformações em um modelo que emprega elementos finitos e trabalha com:

- as propriedades do concreto,
- o tipo e o suporte da fundação,
- o carregamento, introduzindo o estudo da influência do tipo de transmissão de carga nas juntas transversais, bordas longitudinais e trincas, por entrosagem de agregados, barras de transferência ou outro dispositivo, dos acostamentos de concreto
- posição da carga (se no interior, canto, borda longitudinal ou junta transversal).

### 11.9.1. PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

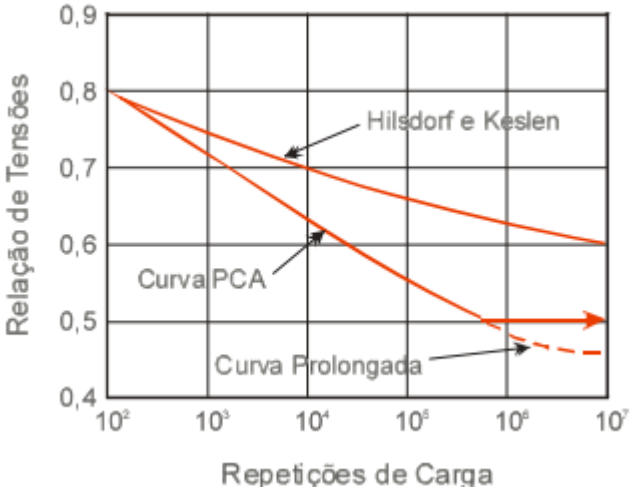
**MODELOS DE RUÍNA**

A seguir são apresentados os parâmetros de composição do método e a maneira como este os delimita e considera.

**FADIGA**

As tensões de tração por flexão consideradas no cálculo, são as produzidas pela carga tangente à borda longitudinal; a curva de fadiga alcança valores abaixo da relação de tensões limite de 0,50, o que elimina a descontinuidade nesse ponto e afasta a possibilidade de acontecer casos irreais de dimensionamento quanto ao número admissível de solicitações. O critério de fadiga está mostrado na Figura seguinte:

**Figura 41 - Curvas de fadiga**




A lei de Miner, do dano acumulado por fadiga é usada no método, estando a curva de fadiga implícita nos ábacos de dimensionamento. O consumo total admissível de fadiga é de 100%. O critério de fadiga está bastante ao lado da segurança, sendo os eixos simples os de maior influência no fenômeno de fadiga.

Esta lei determina que a parcela da resistência à fadiga não consumida por uma certa classe de carga, fica disponível para uso por outras cargas, sendo que o dano total é a soma final dos consumos individuais da resistência à fadiga.

**EROSÃO**

Entende-se por erosão a perda de material da camada de suporte direto da placa de concreto, por ação combinada da água e da passagem de cargas (principalmente dos eixos múltiplos), dando-se o fato também nas laterais do pavimento.

Os efeitos da erosão manifestam-se sob a forma de deformações verticais críticas, nos cantos e nas bordas longitudinais das placas, causando escalões ou "degraus" nas juntas transversais (principalmente se elas foram desprovidas de barras de transferência), podendo ser ambas as ocorrências causadas por bombeamento, formação de vazios sob a placa e perda de suporte ou contato entre a placa e a fundação

O critério de erosão depende da correlação entre os valores calculados das deformações verticais no canto das placas e das pressões verticais exercidas na interface entre a placa e a sua fundação.

Foi introduzido o conceito de fator de erosão (P), que mede o poder que uma certa carga tem para impor uma certa deformação vertical à placa, ligado ao parâmetro de erosão.

Este fator é o produto da pressão vertical na interface (p), pela deformação vertical (w), dividido pelo raio de rigidez relativa (lc) da bacia de deformação da fundação, por unidade de área.

Para iguais valores de “pw” e velocidade da carga, as placas mais delgadas receberão ou estarão sujeitas a um P mais intenso ou rápido.

Adotando fatores de ajustamento constantes, oriundos de correlações obtidas em pistas experimentais, para um Índice de serventia final igual a 3, obteve-se uma expressão analítica para P, indiretamente proporcional ao número admissível de solicitações de carga.

Para incorporar ao modelo de erosão, os danos causados pela formação de escalões nas juntas transversais, lançou-se mão de estudos de Packard e de Brokaw, em que o índice de serventia do pavimento é função do grau de escalonamento, da intensidade do tráfego e da espessura do pavimento, incluindo fatores não considerados nos modelos que se baseiam exclusivamente na Pista Experimental da AASHO (principalmente, o maior nível de solicitações), as juntas sem barras de transferência, as sub-bases estáveis e os acostamentos de concreto.

O critério do dano causado por erosão é intimamente ligado às condições climáticas regionais e à eficiência da drenagem, não sendo esses fatores cobertos pelo método, estando, portanto, sob investigação

Por isso, o critério de erosão é uma diretriz básica, que poderá ser modificada em função de dados locais, como pluviosidade e tipo e eficácia da drenagem.

### 11.9.2. CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

O método incorpora automaticamente o aumento de resistência à tração na flexão do concreto após aos 28 dias, que continua sendo a idade base para fixação da resistência característica.

A alteração foi corroborada pela simulação, em 20 anos de período de projeto, de aumentos das repetições de cargas e dos ganhos de resistência do concreto, mês a mês.

Da mesma forma estão implícitas no procedimento de dimensionamento, as variações da resistência à tração na flexão, pela adoção de um coeficiente de variação do concreto de 15%, equivalente a um controle de qualidade de regular para bom, conforme o ACI 214.

### 11.9.3. ACOSTAMENTOS DE CONCRETO

O efeito dos acostamentos de concreto é substancial, ainda mais no que toca à redução das deformações verticais ao longo da borda no pavimento. O modelo estrutural computa uma eficiência de junta da ordem de 65%, no caso de haver ligação entre o acostamento e o pavimento.

### 11.9.4. SUB-BASES TRATADAS COM CIMENTO

Por proporcionar suporte de alto valor, não ser bombeáveis e virtualmente não sujeitas à erosão, a intercalação de uma sub-base com cimento, pode redundar em economia de até 3 cm na espessura do pavimento rígido, no caso de pavimentos sem barras de transferência e com tráfego pesado.

### 11.9.5. BARRAS DE TRANSFERÊNCIA

Comparando-se pavimentos com e sem barras de transferência, verifica-se que a contribuição destas barras pode ser tão grande a ponto de trazer uma economia de até 5 cm na espessura na placa, no caso de cotejo com pavimentos sem acostamento de concreto e sem sub-base, para tráfego pesado.

### 11.9.6. FATORES DE SEGURANÇA PARA AS CARGAS

No dimensionamento da espessura das placas, são considerados os fatores de segurança para as cargas (FSC) apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 48 - Fatores de segurança para as cargas (FSC)**

| Tipo de Pavimento | FSC |
|---|---|
| para ruas com tráfego com pequena porcentagem de caminhões e pisos em condições semelhantes de tráfego (estacionamentos, por exemplo) | 1,0 |
| para estradas e vias com moderada frequência de caminhões | 1,1 |
| para altos volumes de caminhões | 1,2 |
| pavimentos que necessitem de um desempenho acima do normal | Até 1,5 |

### 11.9.7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As premissas para o cálculo das espessuras do pavimento rígido, foram:

- Repetições de cargas e tipos de eixos com os carregamentos obtidos nos estudos de tráfego para um período de 20 anos.
- Existência de acostamentos;
- FSC de 1,2, em função da configuração dos veículos comerciais;
- Utilização de sub-base de solo melhorado cimento em pleno atendimento às especificações de serviços utilizadas;
- Utilização de barras de transferência e;
- Utilização de barras de ligações.

Os dimensionamentos e ábacos utilizados, são apresentados na sequência:

Determinação do número de passagens:

Associação Brasileira de Cimento Portland

**PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND**

**Memória de Cálculo da Determinação do Tráfego Solicitante**

Responsável: Rudra Engenharia

Atualizado em: 28/04/2021 - Versão: 1

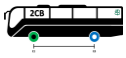
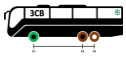
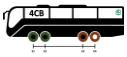
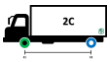
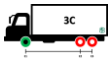
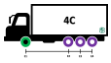
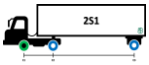
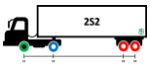
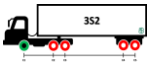
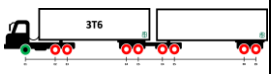
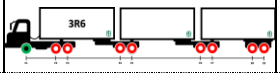
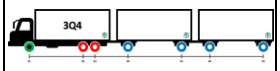
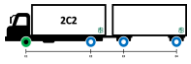
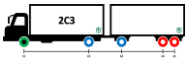
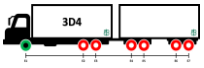
**PARÂMETROS DE TRÁFEGO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.519 | VDMc inicial adotado (veículos comerciais) em 2022 | Período de projeto (anos) | 20 |
| 2022 | Ano de referência do VDM | Distribuição direcional | 40% |
| 2024 | Primeiro ano do perído de projeto - primeiro ano de operação do pavimento | Fluxo direcional dos veículos pesados na faixa de projeto | 100% |

**VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)**

| Tipo de Veículo | Taxa de crescimento | Distribuição | VDMc em 2022 | VDMc em 2024 | Vt em 2044 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ônibus | 3,00% | 5,87% | 114 | 121 | 474.792 |
| Caminhões | 3,00% | 94,13% | 1.829 | 1.940 | 7.617.493 |
| | | | | | **8.092.285** |

## TIPOS E DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS

| Classe (Nomenclatura DNIT) | Caracterização | Silueta | Distribuição do trafego | Necessita de AET | Quant. de Eixos | PBT ou PBTC / (5%) | VMDa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2CB | **ÔNIBUS**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 5,66% | Não | 2 | 16 / 16,8 | 110 |
| 3CB | **ÔNIBUS TRUCADO MISTO**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo traseiro misto (ETM); carga máxima 13,5 ton.<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,21% | Não | 3 | 19,5 / 20,5 | 4 |
| 4CB | **ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL MISTO**<br>E1 e E2 = Eixo duplo direcional (EDD); carga máxima 12 ton.<br>E3 e E4 = Eixo traseiro misto (ETM); carga máxima 13,5 ton. |  | 0,00% | Não | 4 | 25,5 / 26,8 | 0 |
| 2C | **CAMINHÃO**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 19,87% | Não | 2 | 16 / 16,8 | 386 |
| 3C | **CAMINHÃO TRUCADO**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 22,13% | Não | 3 | 23 / 24,2 | 430 |
| 4C | **CAMINHÃO SIMPLES**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2, E3 e E4 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton. |  | 0,00% | Não | 4 | 31,5 / 33,1 | 0 |
| 2S1 | **CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 0,00% | Não | 3 | 26 / 27,3 | 0 |
| 2S2 | **CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3 e E4 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,62% | Não | 4 | 33 / 34,7 | 12 |
| 2S3 | **CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3, E4 e E5 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton. | | 1,85% | Não | 5 | 41,5 / 43,6 | 36 |
| 3S1 | **CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. | | 0,00% | Não | 4 | 33 / 34,7 | 0 |
| 3S2 | **CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD);carga máxima 17 ton. |  | 0,57% | Não | 5 | 40 / 42 | 11 |
| 3S3 | **CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4, E5 e E6 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton. | | 10,96% | Não | 6 | 48,5 / 50,9 | 213 |
| 3T4 | **BI TREM ARTICULADO (caminhão trator trucado + dois semi-reboques)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. | | 0,00% | Não | 7 | 57 / 59,9 | 0 |
| 3T6 | **RODOTREM (caminhão trator trucado + semi-reboques + reboque com dolly)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 25,06% | Sim | 9 | 74 / 77,7 | 487 |
| 3R6 | **TRI TREM (caminhão trator trucado + três semi-reboques)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E8 e E9 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,00% | Sim | 9 | 74 / 77,7 | 0 |
| 3Q4 | **TREMINHÃO (caminhão trucado + dois reboques)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E5 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E6 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E7 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 0,00% | Sim | 7 | 63 / 66,2 | 0 |
| 2C2 | **CAMINHÃO + REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 0,21% | Não | 4 | 36 / 37,8 | 4 |
| 2C3 | **CAMINHÃO + REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.<br>E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,00% | Não | 5 | 43 / 45,2 | 0 |
| 3C2 | **CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.<br>E5 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton. | | 0,00% | Não | 5 | 43 / 45,2 | 0 |
| 3C3 | **ROMEU E JULIETA (caminhão trucado + reboque)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E5 e E6 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. | | 0,10% | Não | 6 | 50 / 52,5 | 2 |
| 3D4 | **ROMEU E JULIETA (caminhão trucado + reboque)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 12,76% | Não | 7 | 57 / 59,9 | 248 |

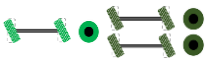
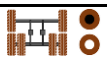
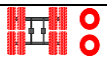
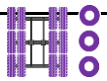
## DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE TOTAL DE REPETIÇÕES POR TIPO DE EIXO

| | Classe (Nomenclatura DNIT) | Distribuição do trafego | Volume total de veículos comerciais | TIPO DE EIXO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ESRS | | ESRD | | EDD | | ETM | | ETD | | ETT | |
| | | | | CML = 6,0 tf | | CML = 10,0 tf | | CML = 12,0 tf | | CML = 13,5 tf | | CML = 17,0 tf | | CML = 25,5 tf | |
| | | | | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas |
| ÔNIBUS | 2CB | 5,66% | 458.132 | 1 | 458.132 | 1 | 458.132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3CB | 0,21% | 16.659 | 1 | 16.659 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16.659 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4CB | 0,00% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CAMINHÕES | 2C | 19,87% | 1.607.628 | 1 | 1.607.628 | 1 | 1.607.628 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3C | 22,13% | 1.790.881 | 1 | 1.790.881 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.790.881 | 0 | 0 |
| | 4C | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 2S1 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2S2 | 0,62% | 49.978 | 1 | 49.978 | 1 | 49.978 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 49.978 | 0 | 0 |
| | 2S3 | 1,85% | 149.934 | 1 | 149.934 | 1 | 149.934 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 149.934 |
| | 3S1 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3S2 | 0,57% | 45.813 | 1 | 45.813 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 91.626 | 0 | 0 |
| | 3S3 | 10,96% | 887.111 | 1 | 887.111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 887.111 | 1 | 887.111 |
| | 3T4 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | 3T6 | 25,06% | 2.028.277 | 1 | 2.028.277 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8.113.109 | 0 | 0 |
| | 3R6 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | 3Q4 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 2C2 | 0,21% | 16.659 | 1 | 16.659 | 3 | 49.978 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2C3 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3C2 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3C3 | 0,10% | 8.330 | 1 | 8.330 | 1 | 8.330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16.659 | 0 | 0 |
| | 3D4 | 12,76% | 1.032.880 | 1 | 1.032.880 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3.098.641 | 0 | 0 |
| | | | 8.092.285 | | 8.092.285 | | 2.323.981 | | 0 | | 16.659 | | 14.048.007 | | 1.037.045 |

## HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

| Hipóteses de Carregamento | Distribuição |
|---|---|
| % de veículos comerciais com 105 % carga máxima legal | 80% |
| % de veículos comerciais com 100% carga máxima legal | 0% |
| % de veículos comerciais com 75% carga máxima legal | 0% |
| % de veículos comerciais sem carga (vazios) | 20% |
| | 100% |

## DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE TOTAL DE REPETIÇÕES POR TIPO DE EIXO E CARGA

| | Tipo de Eixo | Representação Gráfica | HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | | | TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Condição | Distribuição | Carga (tf) | Por Tipo de Eixo | Por Carga |
| ES | Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2 |  | 105% CML | 80% | 6,30 | 8.092.285 | 6.473.828 |
| | | | 100% CML | 0% | 6,00 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 4,50 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 3,00 | | 1.618.457 |
| | Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD) | | 105% CML | 80% | 10,50 | 2.323.981 | 1.859.185 |
| | | | 100% CML | 0% | 10,00 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 7,50 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 5,00 | | 464.796 |
| ETD | Eixo Traseiro Misto (ETM) |  | 105% CML | 80% | 14,18 | 16.659 | 13.327 |
| | | | 100% CML | 0% | 13,50 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 10,13 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 5,50 | | 3.332 |
| | Eixo Tandem Duplo (ETD) |  | 105% CML | 80% | 17,85 | 14.048.007 | 11.238.406 |
| | | | 100% CML | 0% | 17,00 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 12,75 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 6,00 | | 2.809.601 |
| ETT | Eixo Tandem Triplo (ETT) |  | 105% CML | 80% | 26,78 | 1.037.045 | 829.636 |
| | | | 100% CML | 0% | 25,50 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 19,13 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 9,00 | | 207.409 |

Associação Brasileira de Cimento Portland

# PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

## Memória de Cálculo do Estudo de Dimensionamento de Pavimentos de Concreto de Cimento Portland

Responsável: Rudra Engenharia | **IMPLANTAÇÃO - GO-210 - P. U. DE RIO VERDE** | Atualizado em: 28/04/2021 - Versão: 1

## DIMENSIONAMENTO

### FUNDAÇÃO

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10,00% | CBR / ISC | 49,0 | Modulo de Reação - $k_{SUBLEITO}$ (Mpa/m) |
| 1 | Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base) | | |
| Brita graduada tradada com cimento (BGTC) | Tipo de sub-base | | |
| 10,0 | Espessura da sub-base (cm) | | |
| 118,0 | Modulo de Reação - $k_{SUB\text{-}BASE}$ (Mpa/m) - Estimado | | Modulo de Reação - $k_{SISTEMA\ DE\ APOIO}$ (Mpa/m) - Adotado: 100,0 |

## DIMENSIONAMENTO PELA PCA/84

Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da PCA Portland Cement Association, versão 1984, compilada na ET-97, Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984 da Associação Brasileira de Cimento Portland

### PARÂMETROS DE PROJETO

| | |
|---|---|
| 20,0 | Espessura da placa de concreto (cm) |
| 4,5 | Resistência à tração na flexão do concreto (MPa) |
| 1,2 | Fator de segurança de cargas (FSC) |
| Sim | Acostamento de concreto / Apoio lateral |
| Sim | Juntas transversais com barra de transferência |

### SEÇÃO TRANSVERSAL

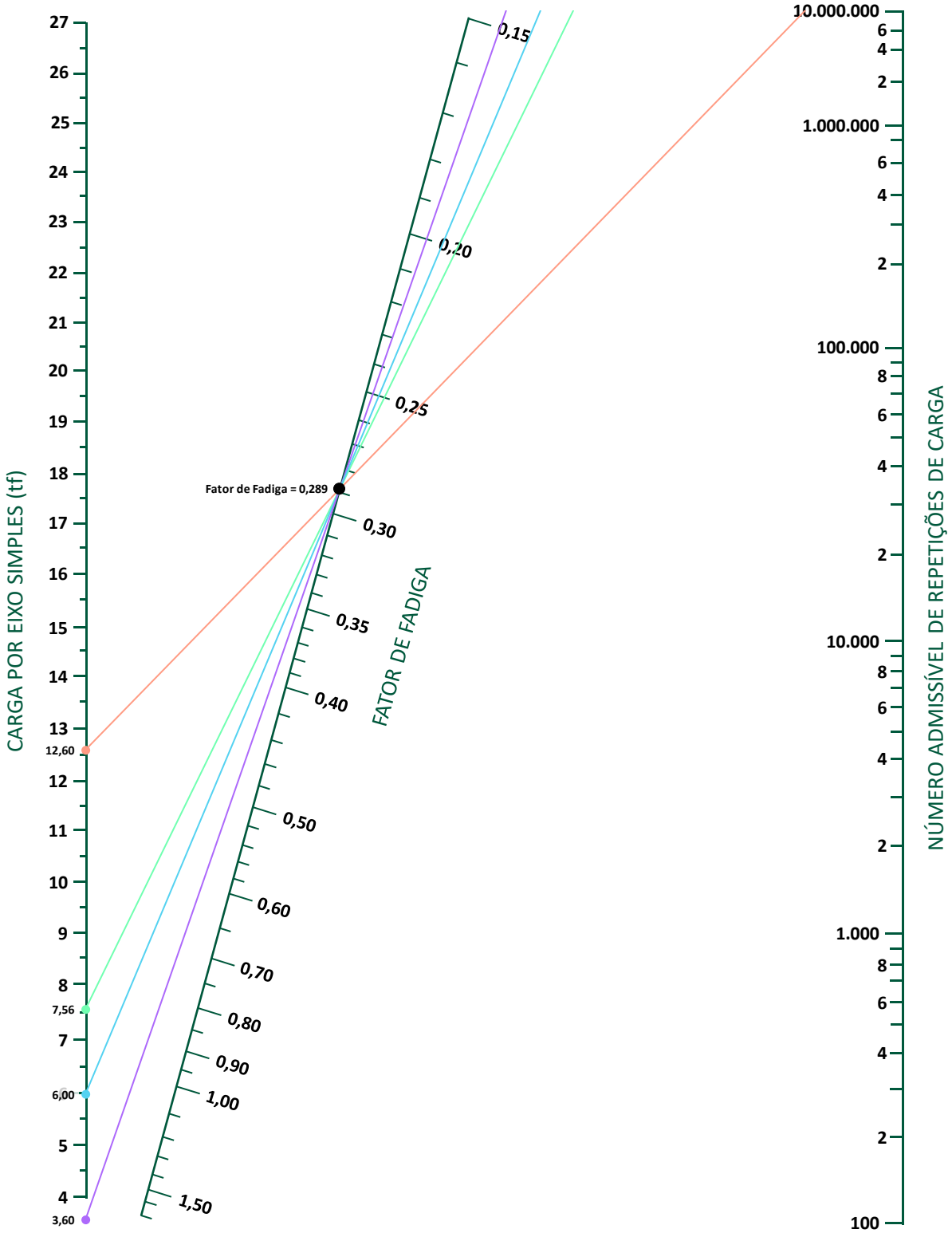
### ANÁLISE DE FÁDIGA E EROSÃO

| Cargas por eixo (tf) | Carga por eixo (x) FSC (tf) | Nº de repetições previstas | ANÁLISE DE FADIGA: Nº de repetições admissíveis | ANÁLISE DE FADIGA: Consumo de Fadiga (%) | ANÁLISE DE EROSÃO: Nº de repetições admissíveis | ANÁLISE DE EROSÃO: Consumo de Erosão (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **EIXO SIMPLES** | | | 1,263 | Tensão Equivalente | | |
| | | | 0,281 | Fator de Fadiga | 2,337 | Fator de Erosão |
| 10,50 | 12,60 | 1.859.185 | Ilimitado | 0,00 | 6.946.977 | 26,76 |
| 10,00 | 12,00 | 0 | Ilimitado | 0,00 | 14.324.931 | 0,00 |
| 7,50 | 9,00 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 6,30 | 7,56 | 6.473.828 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 6,00 | 7,20 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 5,00 | 6,00 | 464.796 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 4,50 | 5,40 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 3,00 | 3,60 | 1.618.457 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| **EIXO TANDEM DUPLO** | | | 1,067 | Tensão Equivalente | | |
| | | | 0,237 | Fator de Fadiga | 2,370 | Fator de Erosão |
| 17,85 | 21,42 | 11.238.406 | Ilimitado | 0,00 | 94.248.398 | 11,92 |
| 17,00 | 20,40 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 14,18 | 17,01 | 13.327 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 13,50 | 16,20 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 12,75 | 15,30 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 10,13 | 12,15 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 6,00 | 7,20 | 2.809.601 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 5,50 | 6,60 | 3.332 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| **EIXO TANDEM TRIPLO** | | | 0,853 | Tensão Equivalente | | |
| | | | 0,190 | Fator de Fadiga | 2,400 | Fator de Erosão |
| 26,78 | 32,13 | 829.636 | Ilimitado | 0,00 | 32.533.698 | 2,55 |
| 25,50 | 30,60 | 0 | Ilimitado | 0,00 | 188.979.034 | 0,00 |
| 19,13 | 22,95 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 9,00 | 10,80 | 207.409 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| | | | **TOTAIS** | **0,00** | | **41,24** |

**Conclusão: Espessura de 20 cm da placa de concreto, SUFICIENTE pela análise de fadiga e erosão**

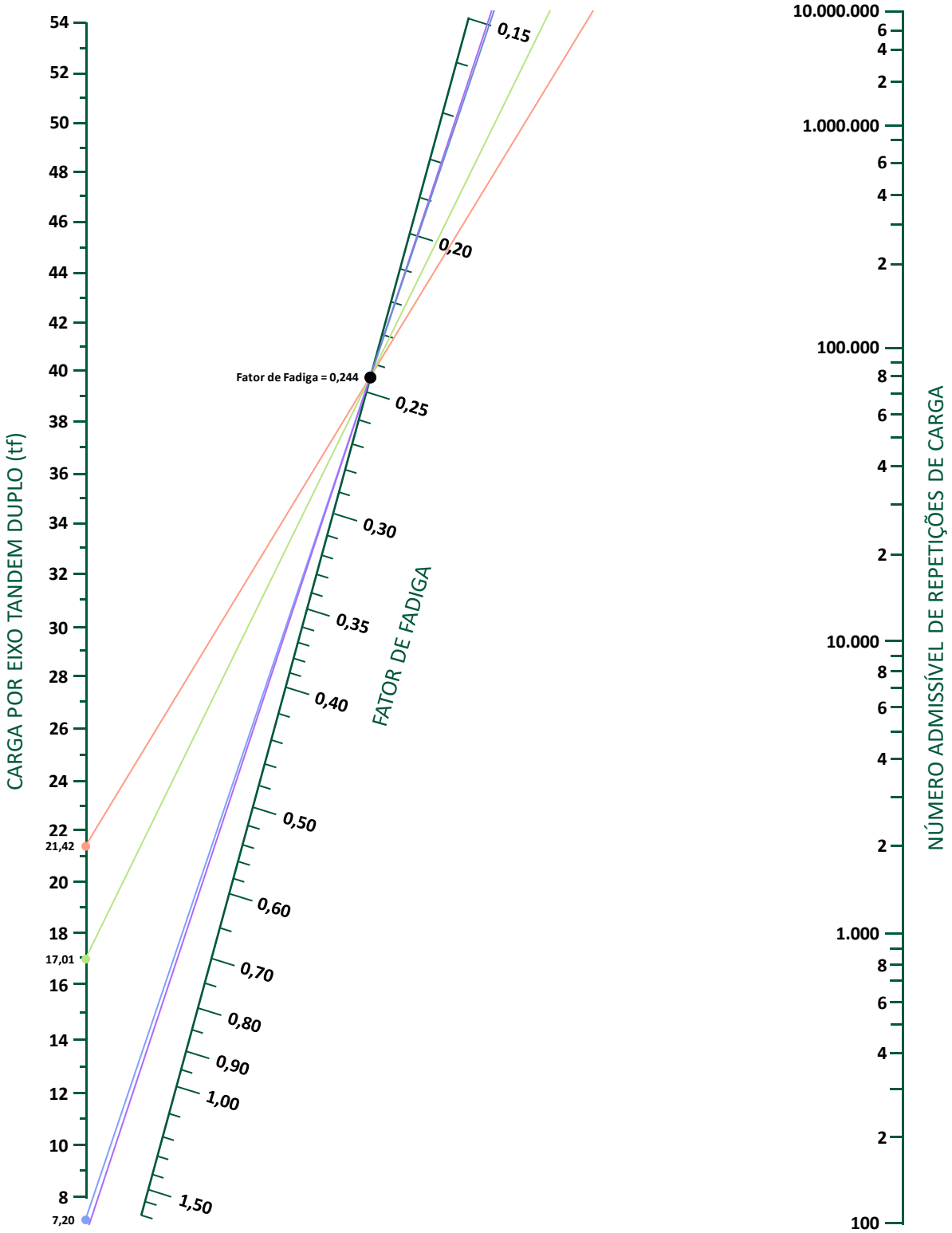
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE FADIGA

## Análise de Fadiga para Eixo Simples



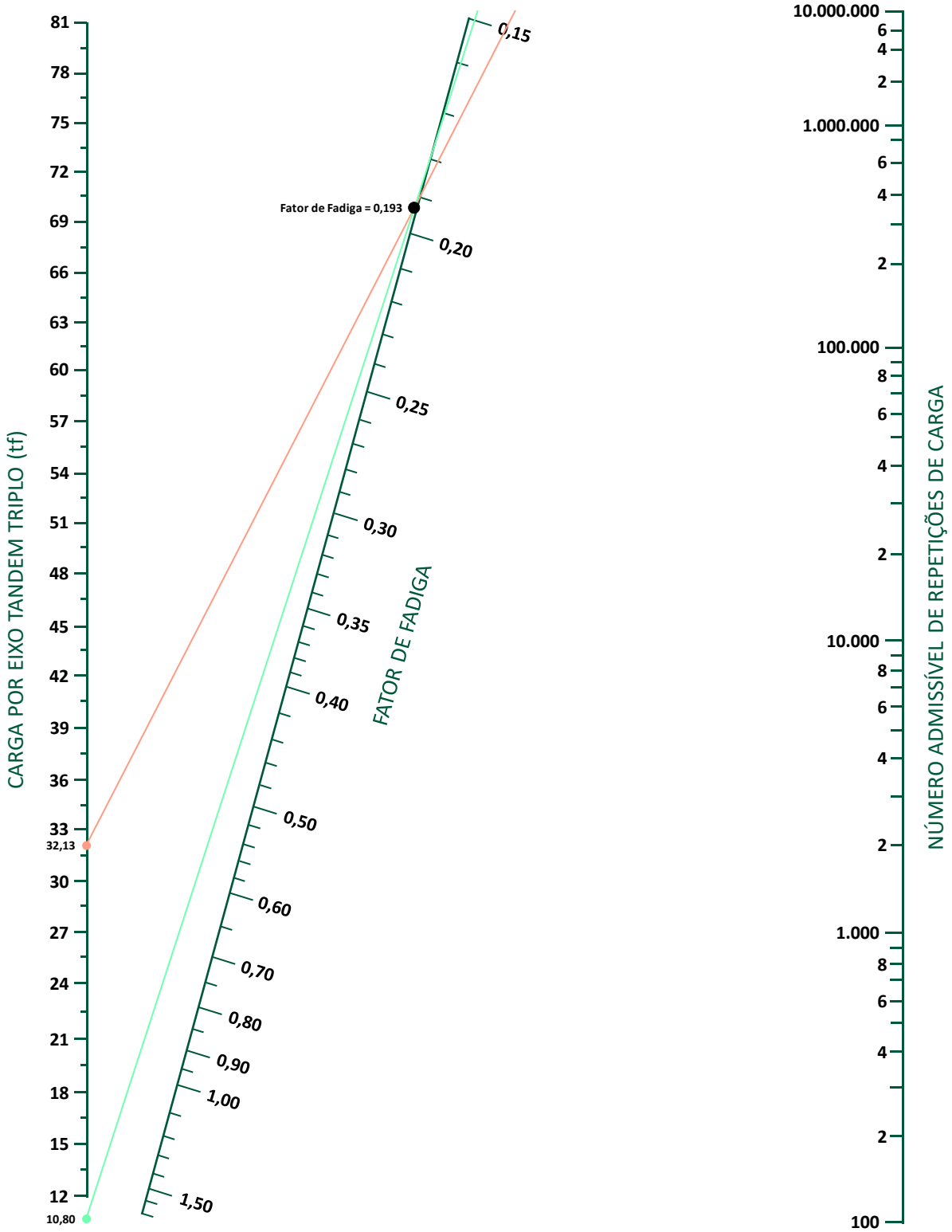
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE FADIGA

## Análise de Fadiga para Eixo Tandem Duplo



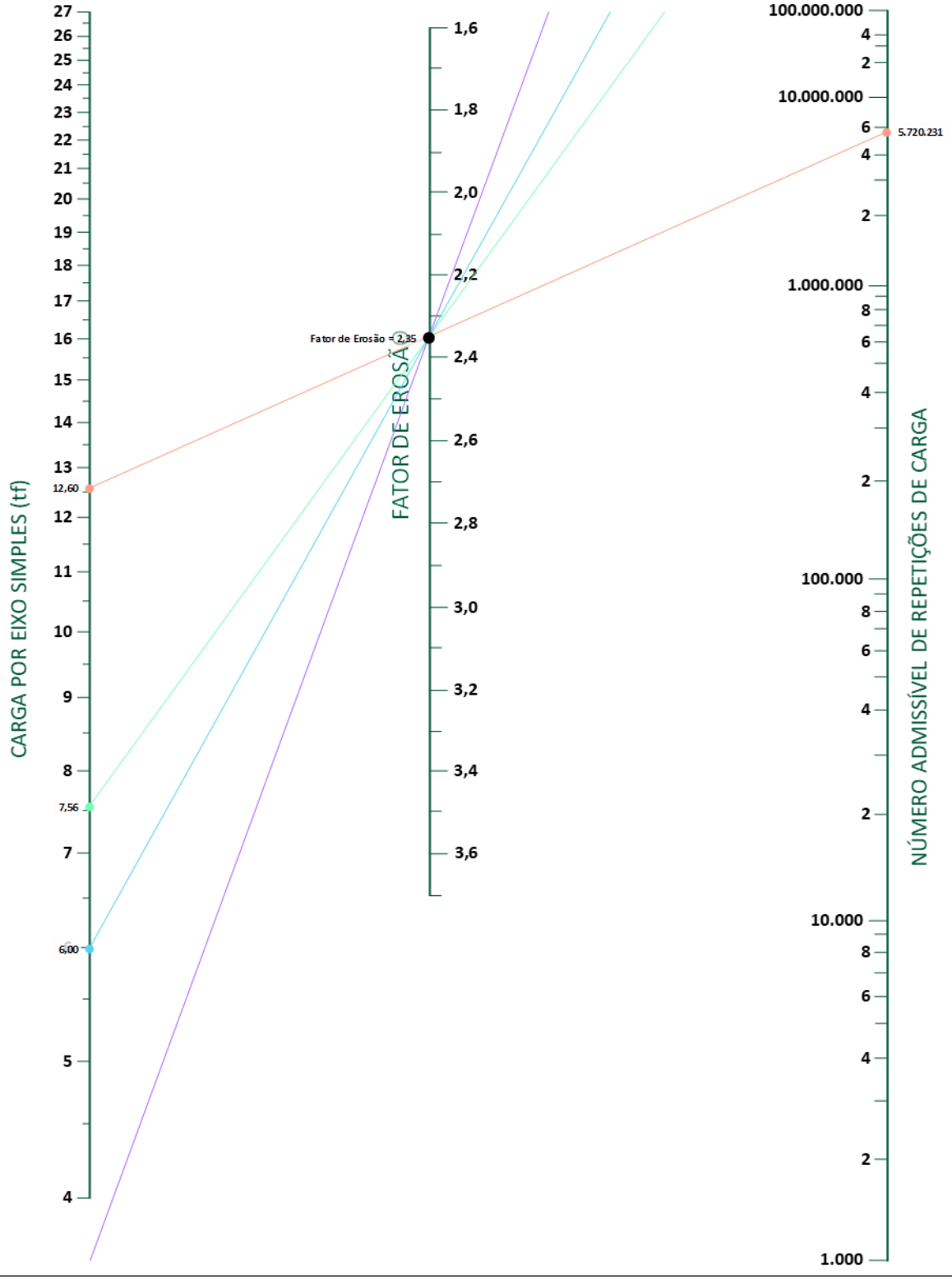
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE FADIGA

## Análise de Fadiga para Eixo Tandem Triplo



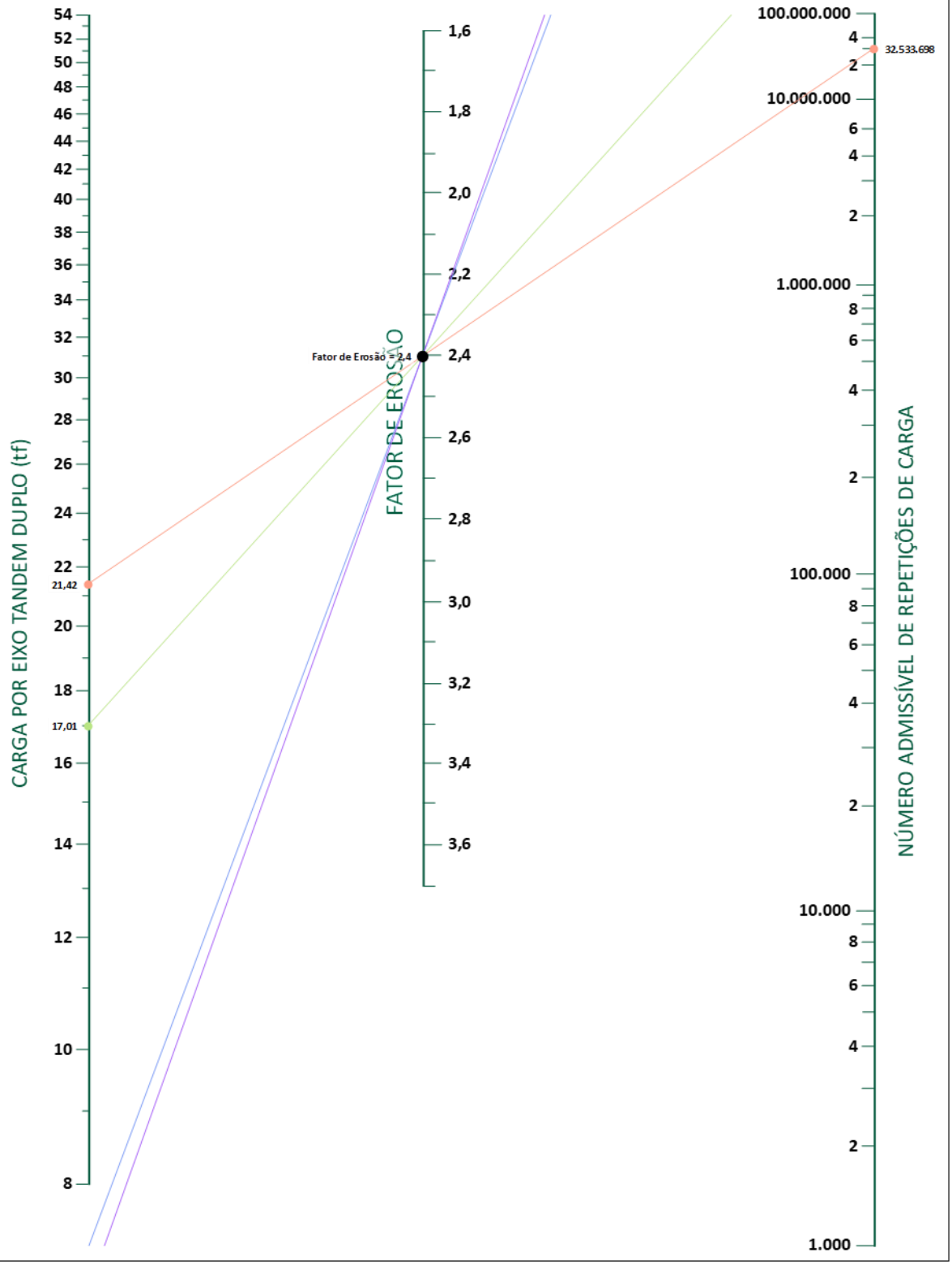
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Simples (Com Acostamento)



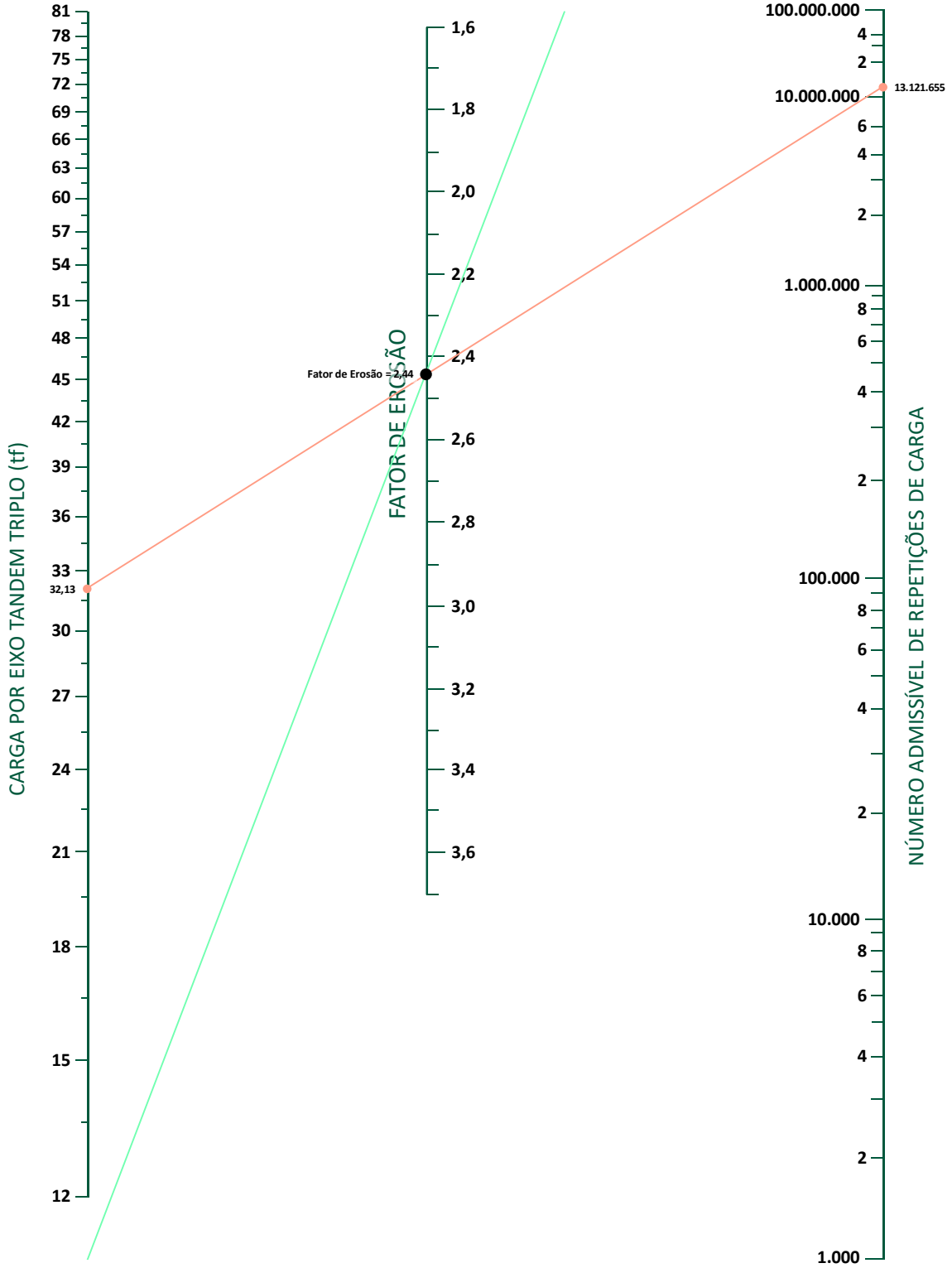
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Duplo (Com Acostamento)



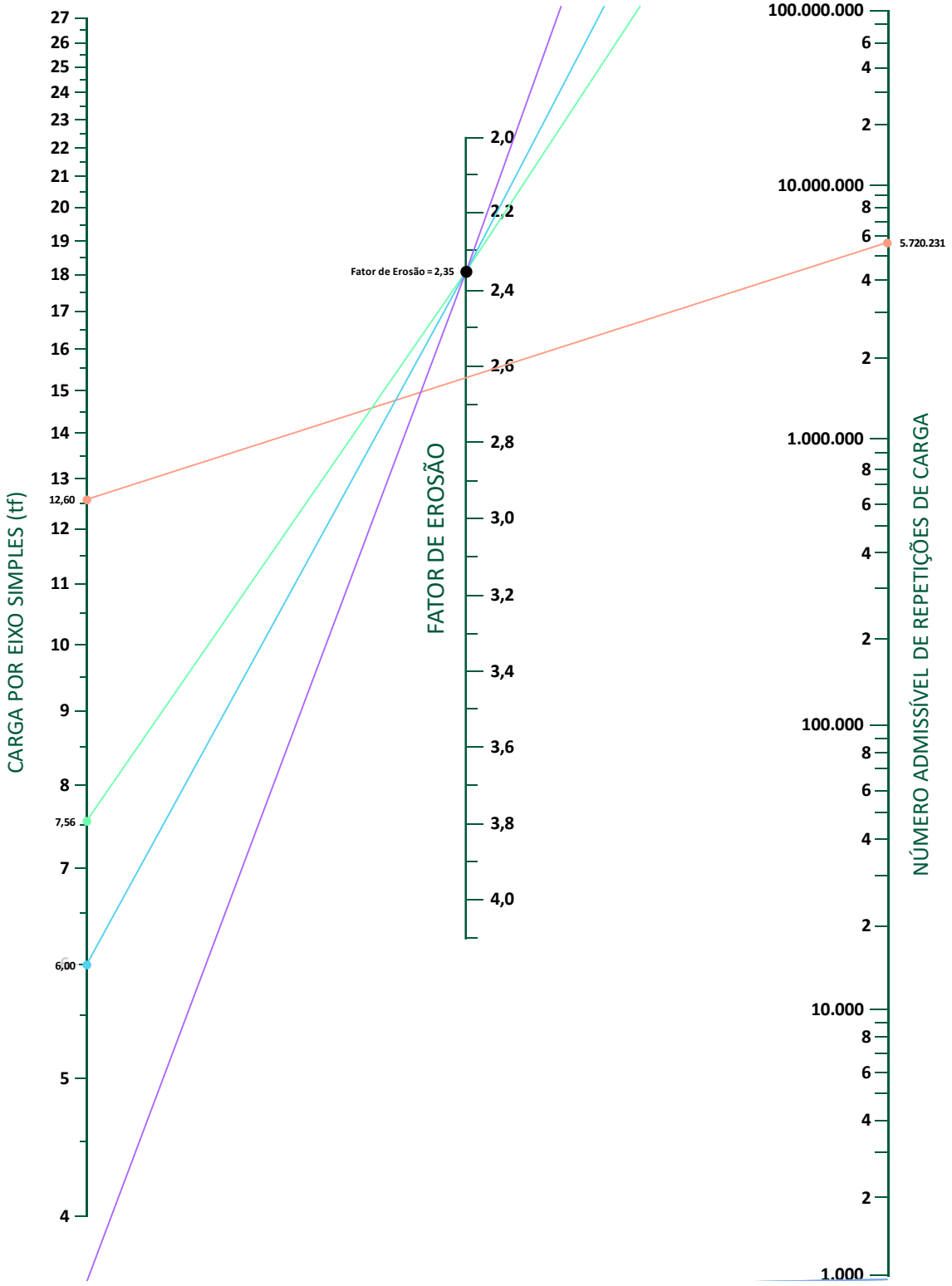
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Triplo (Com Acostamento)



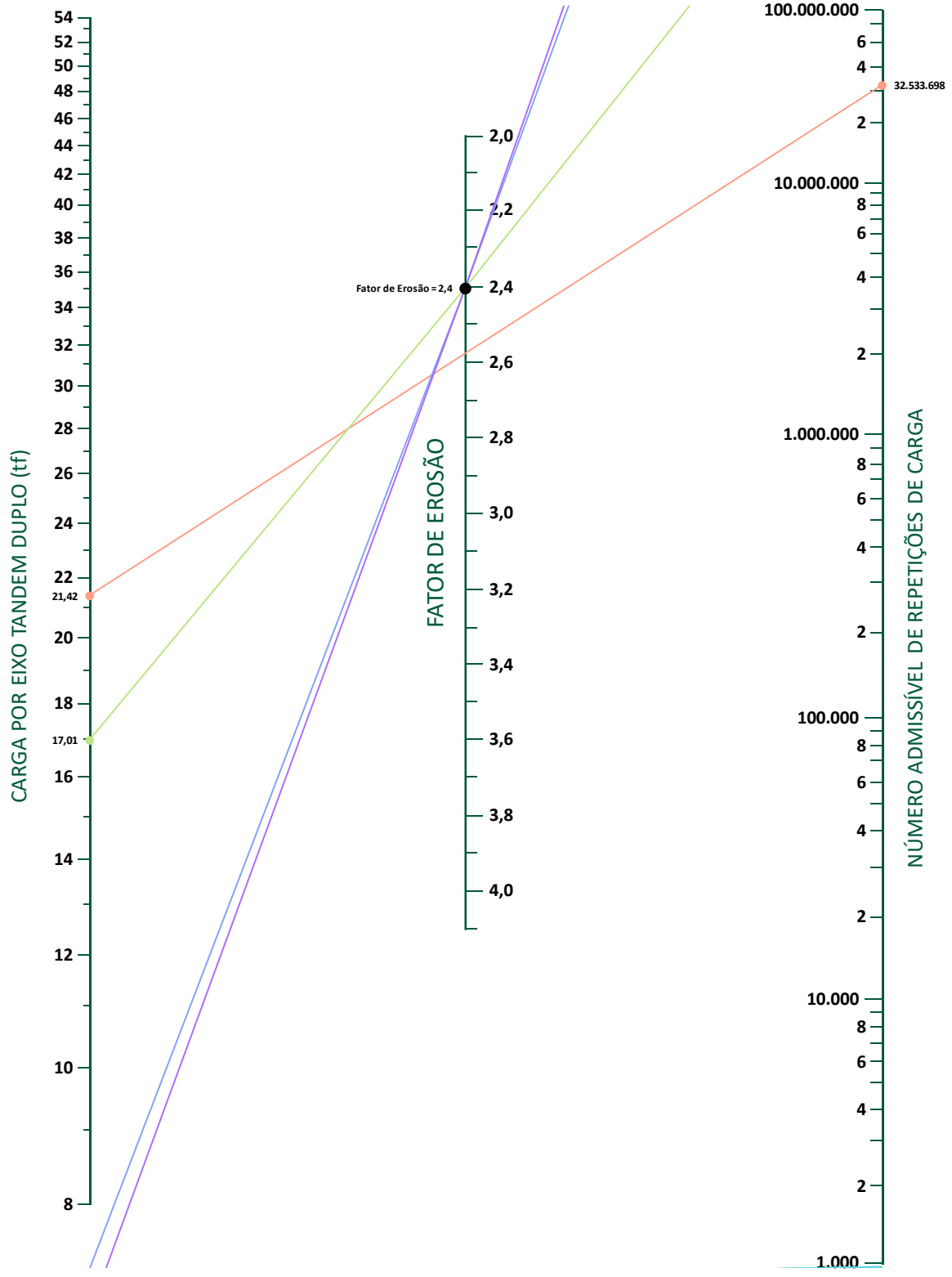
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Simples (Sem Acostamento)



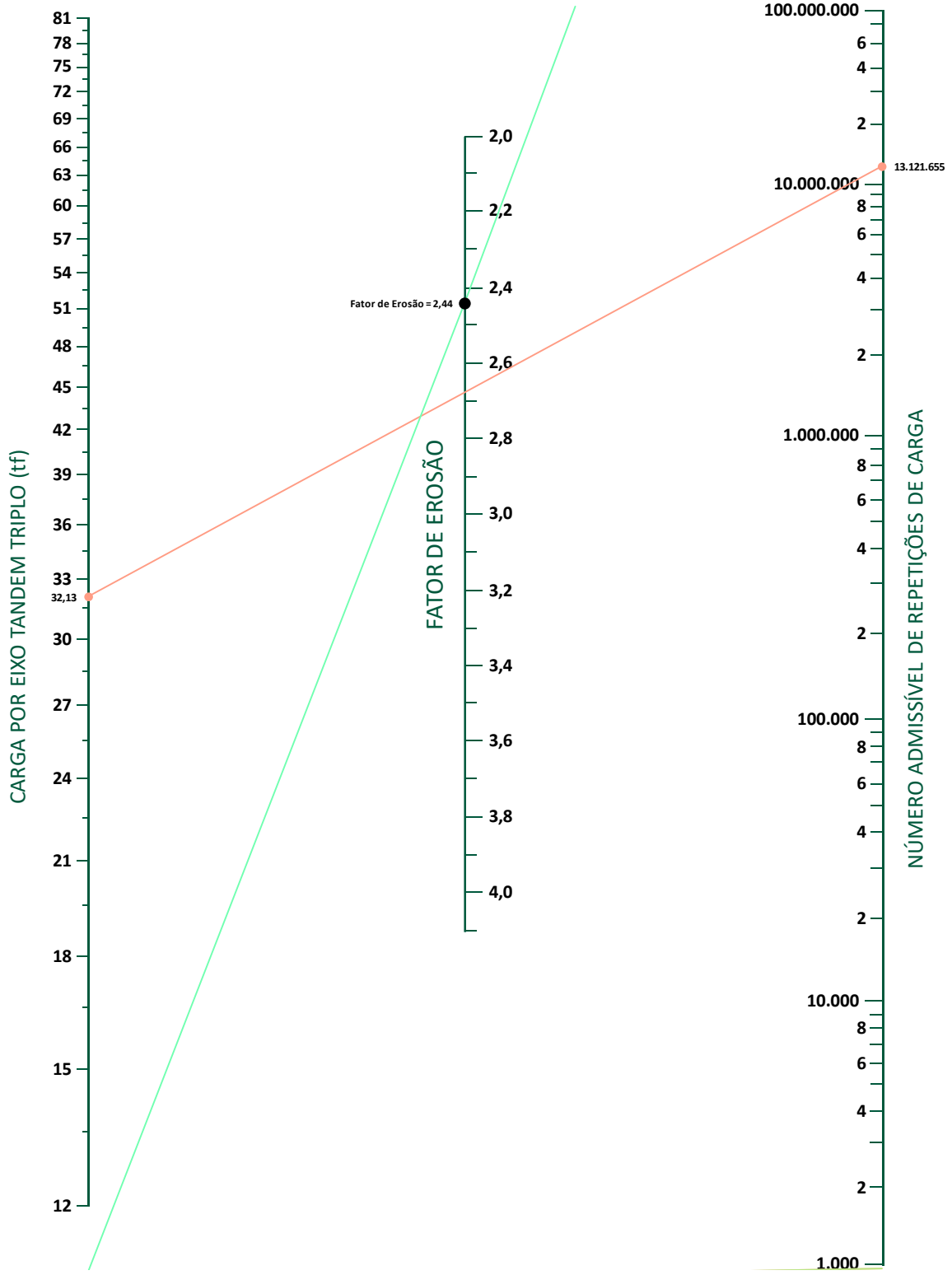
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Duplo (Sem Acostamento)



# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Triplo (Sem Acostamento)



### 11.9.8. PROJETO DE JUNTAS

Os pavimentos de concreto estão sujeitos ao aparecimento de fissuras transversais e longitudinais, provocadas pelas variações volumétricas da placa de concreto e pela combinação dos efeitos de empenamento restringido e dos esforços que as solicitam através da ação do tráfego.

Tais fissurações precisam ser controladas; deve-se evitar sua progressão ao longo dos anos, que tem efeitos danosos para a estrutura do pavimento rígido. O controle é executado lançando-se mão de dois dispositivos, quais sejam:

- Utilização de armadura distribuída, com a finalidade de manter fortemente unidas as faces das fissuras;
- Emprego de seções artificialmente enfraquecidas, forçando a ocorrência de fissuras em si mesmas.

Para a execução do projeto de juntas, foram analisadas as situações passíveis de solicitação dos rodeiros dos veículos. A escolha nas dimensões adotadas para as placas nesta situação obedeceu aos critérios recomendados pela ABCP.

### 11.9.9. DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DISTRIBUÍDA DESCONTÍNUA

Há necessidade de uso de armadura descontínua distribuída com a finalidade de manter fortemente unidas as faces das fissuras. O dimensionamento deste tipo de armadura depende basicamente das dimensões da placa, não tendo ela nenhuma função estrutural e a área de aço (em cm2) por metro de seção transversal de placa é dada pela fórmula:

$$As = \frac{b\ x\ f\ x\ \gamma_c\ x\ h}{S}$$

Onde:

b = comprimento da placa (m);

f = coeficiente de atrito entre a placa de concreto e a camada subjacente (1,5);

$\gamma$ = peso específico do concreto (24000 N/m$^3$);

h = altura da placa (m);

S = tensão admissível no aço (MPa).

$$As = \frac{5\ x\ 1{,}5\ x 24000 x\ 0{,}2}{330} = 109\ cm^2/m$$

Através do tabelamento das telas oferecidas no mercado, sugeriria a adoção de um elemento do tipo Q-92. Entretanto, telas desta magnitude representam baixa produtividade quando da execução do pavimento, haja vista a sua pouca capacidade de autossustentação, necessitando-se de maior número de elementos de fixação. É de uso corrente a sugestão da utilização de tela mínima do tipo Q-138, eliminando tais problemas, com custo praticamente imutável e garantia das necessidades técnicas.

### 11.9.10. DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS DE TRANSFERÊNCIA

Para as juntas transversais de retração, foram previstas barras de transferência, sendo que estas possuirão a função de permitir determinada transferência de carga entre duas placas consecutivas. Seu dimensionamento obedece ao mesmo tempo a estudos teóricos e a experiências específicas sobre seu comportamento sob a ação de cargas repetidas.

Sua definição fica a cargo do conhecimento da espessura das placas de concreto consecutivas, cujas bitolas, comprimentos e espaçamentos são fornecidos pela ABCP em seu Estudo Técnico nº 13 - "Projeto de Juntas em Pavimentos Rodoviários de Concreto".**Erro! Vínculo não válido.**

No caso específico de placas com espessuras de 20,0 cm, como aquela aqui dimensionada, obtém-se os seguintes resultados:

- aço: CA-25;
- diâmetro: ∅ 25 mm;
- comprimento: = 46 cm;
- espaçamento entre barras: 30 cm.

### 11.9.11. DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS DE LIGAÇÃO

As barras de ligação servem para manter fortemente unidas as faces longitudinais de duas placas separadas por uma junta longitudinal.

O dimensionamento da seção de aço necessária para se garantir a ligação entre placas é feito considerando que a camada subjacente ofereça restrição à movimentação desta no plano horizontal, seja por empenamento ou retração, conforme equação apresentada a seguir.

$$A_S = \frac{b.f.\gamma_C.h}{100xS}$$

Onde:

$A_S$ =seção de barras de aço necessária, por metro de comprimento da junta considerada, em cm²/m;

b =distância entre a junta considerada e a junta ou borda livre mais próxima dela, em m;

f =coeficiente de atrito entre a placa e o subleito ou sub-base, que pode variar de 1,5 a 2,0, sendo geralmente tomado como 1,5;

$\gamma c$ = massa específica do concreto, igual a 24000 N/m$^2$;

h =espessura da placa, em m;

S =tensão admissível no aço, em geral 2/3 da tensão de escoamento, em MPa.

$$A_S = \frac{b.f.\gamma_C.h}{100xS} = \frac{3{,}6.1{,}5.24000.0{,}2}{100x330} = \frac{0{,}78cm^2}{m} : \emptyset\ \mathbf{8{,}00}\ \boldsymbol{cada}\ \mathbf{50}\ \boldsymbol{cm}$$

O comprimento da barra de ligação, necessário para assegurar sua aderência ao concreto, considerando uma tensão máxima de aderência aço-concreto de 2,5 MPa, é dado pela expressão:

$$Lb = \frac{1}{2}\left(\frac{Sd}{\tau_b}\right) + 7{,}5 = ½.(330.0{,}8/2{,}45)+7{,}5 = 62\ cm$$

Onde:

Lb - comprimento (cm);

d - Diâmetro (cm);

$\tau_b$ - tensão de aderência aço/concreto (2,45 MPa); e

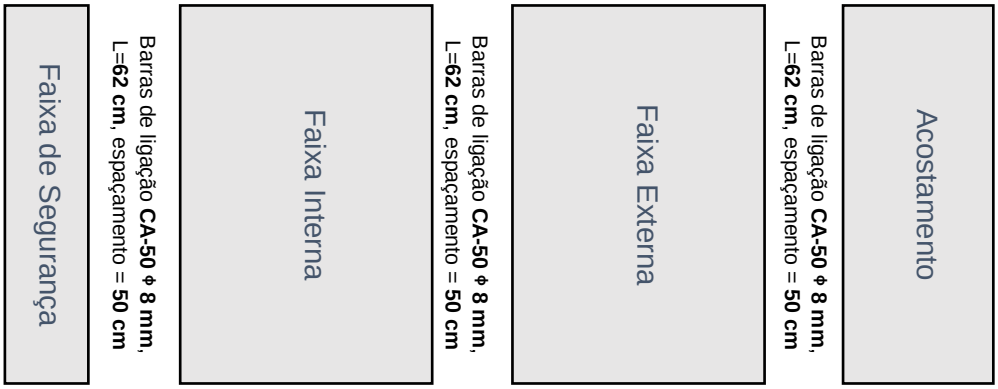
7,5 – Margem para prever possível descentralização da barra (cm).

Desta forma adotou-se o seguinte:

| Espessura da Placa (cm) | Barra de Ligação Diâmetro (mm) | Comprimento (cm) | Espaçamento (cm) |
|---|---|---|---|
| 20 | 8 | 62 | 50 |

***OBS: Aço CA-50***

Barras de transferência **CA-25 ϕ 25 mm**, L=**46 cm**, espaçamento = **30 cm**




Barras de transferência **CA-25 ϕ 25 mm**, L=**46 cm**, espaçamento = **30 cm**

**DIMENSÕES DAS PLACAS:**

- Acostamento: L = 2,50 m x C= 5,00 m
- Faixas de rolamento: L = 3,60 m x C= 5,00 m
- Faixa de segurança: L = 0,60 m x C= 5,00 m
- Em placas de geometria irregular, deverão ser utilizados tela do tipo Q-138, evitando propagação de fissuras.

### 11.9.12. RESUMO DOS PAVIMENTOS PROJETADOS

Para a alternativa com a concepção de pavimentos rígidos, o método empírico do ABCP/PCA, apresenta seguinte estrutura:

**Tabela 49 - Estrutura Final do Pavimento (Solução 05)**

| Camada | Material | Esp. (cm) |
|---|---|---|
| CCP | CONCRETO | 20 |
| SUB-BASE - BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO | BGTC | 10 |
| CBR SUBLEITO (CBR >= 10,00%) | SL | ∞ |

## 11.10. RESULTADO FINAL ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTO NOVO

Conforme orientações da GOINFRA, foi realizado um estudo de soluções de pavimentação considerando 05 (cinco) propostas de estrutura de pavimento, levando em consideração os materiais disponíveis na região e os estudos realizados nos mesmos. Para cada solução foi elaborado o orçamento da estrutura proposta, no intuito de subsidiar informações para a determinação do tipo de solução é a mais adequada no referido projeto, levando em conta os pontos de vista técnico e econômico.

Destacamos que, o estudo das soluções de pavimentação foi embasado nos dados do estudo de tráfego e das características do subleito local, dos materiais disponíveis na região e de soluções amplamente consagradas na região do projeto.

Apresentamos a seguir as estruturas propostas para o trecho.

**PROPOSTA DE SOLUÇÕES PARA PAVIMENTÃO DUPLICAÇÃO GO210 - RIO VERDE/MONTIVIDIU**

| | | |
|---|---|---|
| **SOLUÇÃO 01** | | |
| **CAPA** | CBUQ | 12,50 cm |
| **CAMADA ANTI-REFLEXÃO** | TSD | 2,50 cm |
| **BASE** | SOLO + 30% BRITA + 30% AREIA + 2,00% CIMENTO | 15,00 cm |
| **SUB-BASE** | SOLO+30% AREIA | 15,00 cm |
| **SOLUÇÃO 02** | | |
| **CAPA** | CBUQ | 13,00 cm |
| **BASE** | BGS | 15,00 cm |
| **SUB-BASE** | SOLO+30% AREIA | 20,00 cm |
| **SOLUÇÃO 03** | | |
| **CAPA** | CBUQ | 12,50 cm |
| **BASE** | BGS | 15,00 cm |
| **SUB-BASE** | MACADAME SECO | 20,00 cm |
| **SOLUÇÃO 04** | | |
| **CAPA** | CBUQ | 12,50 cm |
| **CAMADA ANTI-REFLEXÃO** | TSD | 2,50 cm |
| **BASE** | BGTC | 30,00 cm |
| **SUB-BASE** | MACADAME SECO | 20,00 cm |

## 11.11. PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO

### 11.11.1. INTRODUÇÃO

O projeto de restauração do pavimento tem como objetivo o diagnóstico das características funcionais e estruturais atuais do pavimento existente obtidas na análise e tratamento de dados dos estudos especiais apresentados anteriormente.

A compilação e avaliação dos dados dos levantamentos dos defeitos ocorrentes no pavimento, irregularidade longitudinal e deflectométrico com Viga Benkelman, aliados ao estudo das camadas do pavimento existente, nortearam as soluções necessárias para a restauração do pavimento da pista de rolamento, de forma a se ter uma estrutura apta a suportar as cargas do tráfego por um período de vida útil de 10 anos.

O projeto executivo de restauração do pavimento compreendeu a avaliação do pavimento existente e a realização de estudos técnicos de consultoria, tendo como objetivo buscar soluções econômicas e suficientes para a recuperação do pavimento.

O projeto incluiu o estudo de duas alternativas para a restauração do pavimento existente, como solicitado pela Instrução de Projetos Rodoviários **IP-12 GOINFRA.**

Com base nos dados obtidos nos estudos de campo e de laboratório foi elaborado o diagnóstico do pavimento e a definição das soluções do projeto, com os seguintes estudos técnicos:

- Processamento dos dados da avaliação das características funcionais e estruturais do pavimento existente, com base nos dados de avaliação objetiva da superfície de pavimento (inventário dos defeitos do pavimento), irregularidade longitudinal (IRI) e de deflexões recuperáveis, além do estudo geotécnico das camadas do pavimento existente (poços e ensaios);
- Desenho de diagrama linear com os parâmetros das avaliações do pavimento existente, com as deflexões, raios de curvatura, IRI, afundamentos nas trilhas de roda, defeitos ocorrentes no pavimento e estrutura atual;
- Divisão em segmentos de comportamento homogêneo;
- Cálculo de IGG – Índice de Gravidade Global e análise estatística de cada segmento homogêneo;
- Diagnóstico funcional e estrutural de cada segmento homogêneo;
- Avaliação estrutural do pavimento pelos Procedimentos DNER-PRO 11/79 e 269/94 (TECNAPAV), avaliando a vida útil remanescente do pavimento;
- Definição do reforço necessário sobre o pavimento atual para reduzir as deflexões para os valores admissíveis pelos Procedimentos DNER-PRO 11 e 269 (TECNAPAV);
- Estudo de alternativas de restauração, incluindo reparos, reforço estrutural em CBUQ, reciclagem e reconstrução, dentro das necessidades de cada segmento – para duas alternativas;
- Dimensionamento de pavimento novo para segmentos de reconstrução e reciclagem, pelo método do DNER/DNIT;
- Estimativa de quantidades de cada alternativa;
- Definição das soluções de restauração;
- Elaboração de relatório com memória justificativa do projeto;
- Elaboração de desenhos de seções transversais tipo;
- Definição de especificações técnicas para a execução.

### 11.11.2. METODOLOGIA EMPREGADA NO PROJETO

O projeto de restauração do pavimento foi elaborado de acordo com a Instrução de Projetos Rodoviários IP-12 GOINFRA – Projeto de Restauração Estrutural, e Instrução de Projetos Rodoviários IP-10 GOINFRA – Projeto de Pavimentação, além de normas e instruções do DNIT, como o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, publicação IPR 720 de 2006.

➢ ***Processamento dos Dados das Avaliações do Pavimento Existente***

Para o diagnóstico do pavimento foi realizado o processamento dos dados obtidos nas avaliações do pavimento existente e estudos geotécnicos, relativos a:

- Avaliação objetiva da superfície, do inventário dos defeitos ocorrentes;
- Levantamento da irregularidade longitudinal;
- Avaliação deflectométrica com Viga Benkelman;
- Estudo das camadas do pavimento existente.

➢ ***Definição de Segmentos de Comportamento Homogêneo***

Para a divisão do trecho em segmentos de comportamento homogêneo foi elaborado diagrama linear do pavimento existente, onde foram lançados:

- Gráfico de barras com os valores das deflexões reversíveis máximas;
- Gráfico de barras com os valores dos raios de curvatura;
- Gráfico de barras com os valores da irregularidade longitudinal, do IRI;
- Gráfico de barras com os valores das percentagens de áreas afetadas por trincas de classe 2 e 3;
- Gráfico de barras com os valores das flechas dos afundamentos nas trilhas de roda (ATR);
- Representação dos defeitos ocorrentes na superfície do pavimento;
- Resumo da estrutura das camadas do pavimento;
- Características geométricas e proposições de melhoramentos.

A definição dos segmentos de comportamento homogêneo foi realizada com base na análise do diagrama linear, analisando-se as variações de todos esses parâmetros em conjunto ao longo do trecho.

Os diagramas lineares, contendo os dados de levantamentos funcionais e estruturais do pavimento, encontram-se apresentados a seguir:

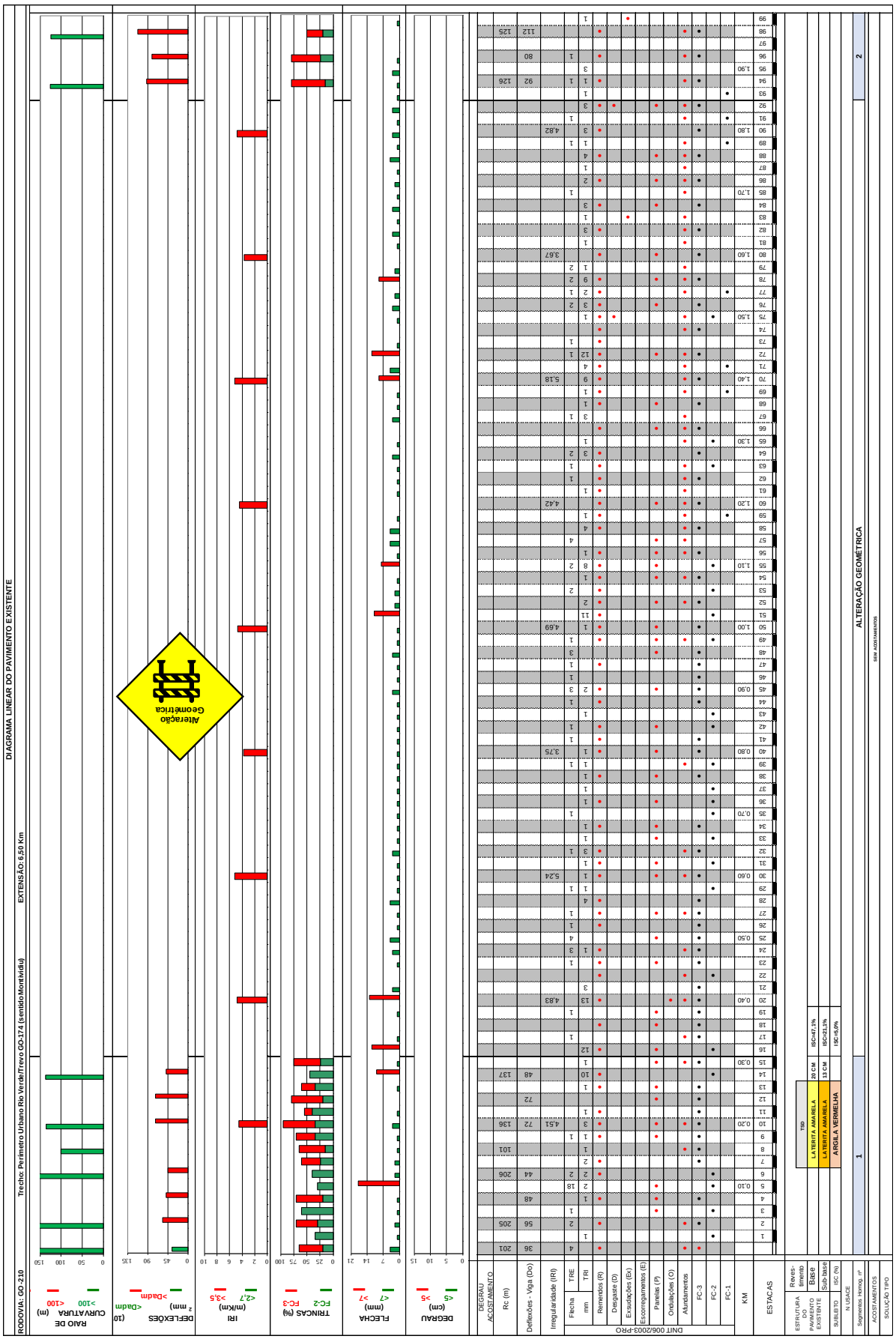


DIAGRAMA LINEAR DO PAVIMENTO EXISTENTE
RODOVIA: GO-210
Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)
EXTENSÃO: 6,50 Km
Alteração Geométrica
ALTERAÇÃO GEOMÉTRICA
SEM ACOSTAMENTOS

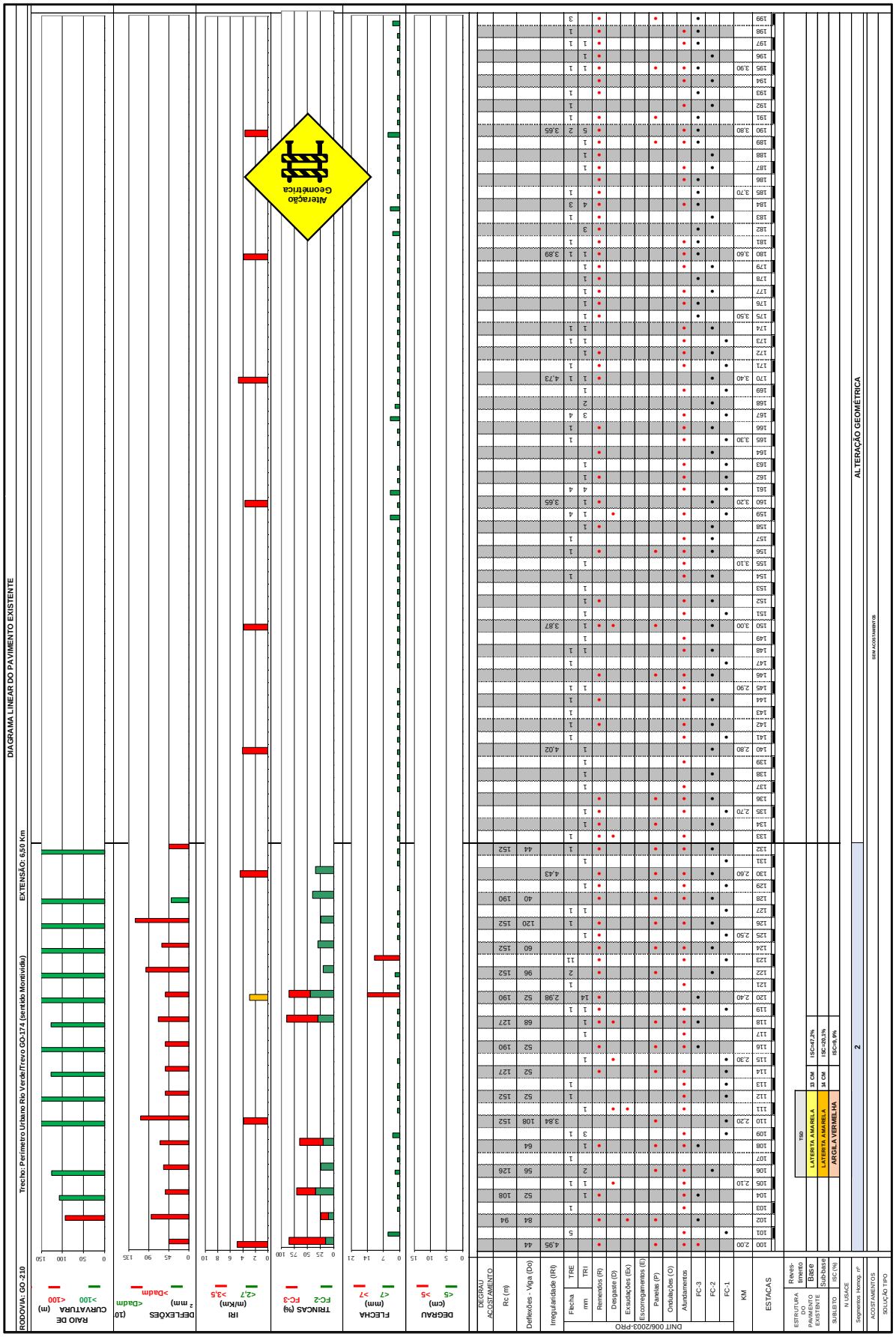


DIAGRAMA LINEAR DO PAVIMENTO EXISTENTE
RODOVIA: GO -210
Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)
EXTENSÃO: 6,50 Km
Alteração Geométrica
ALTERAÇÃO GEOMÉTRICA
SEM ACOSTAMENTOS

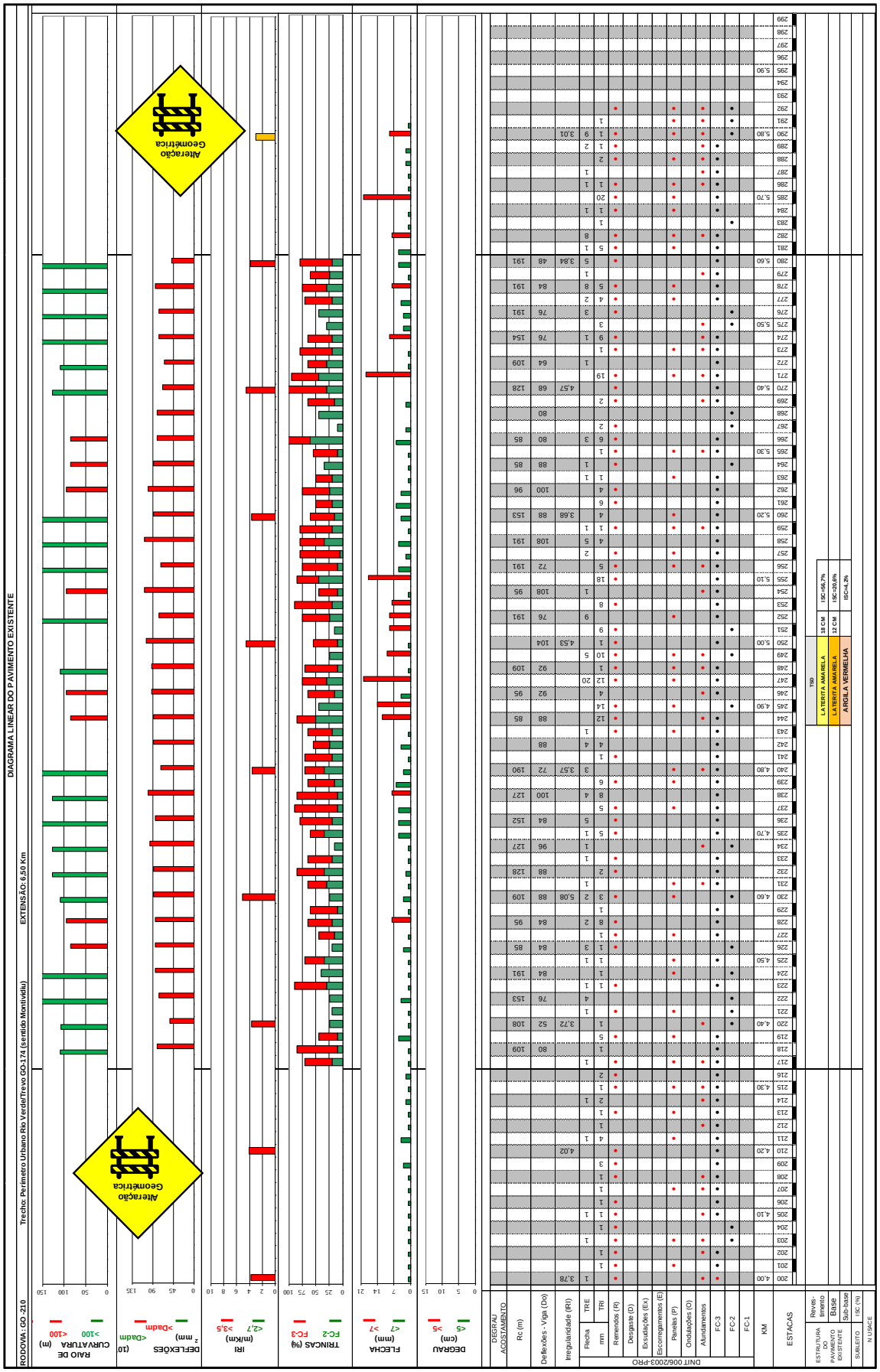
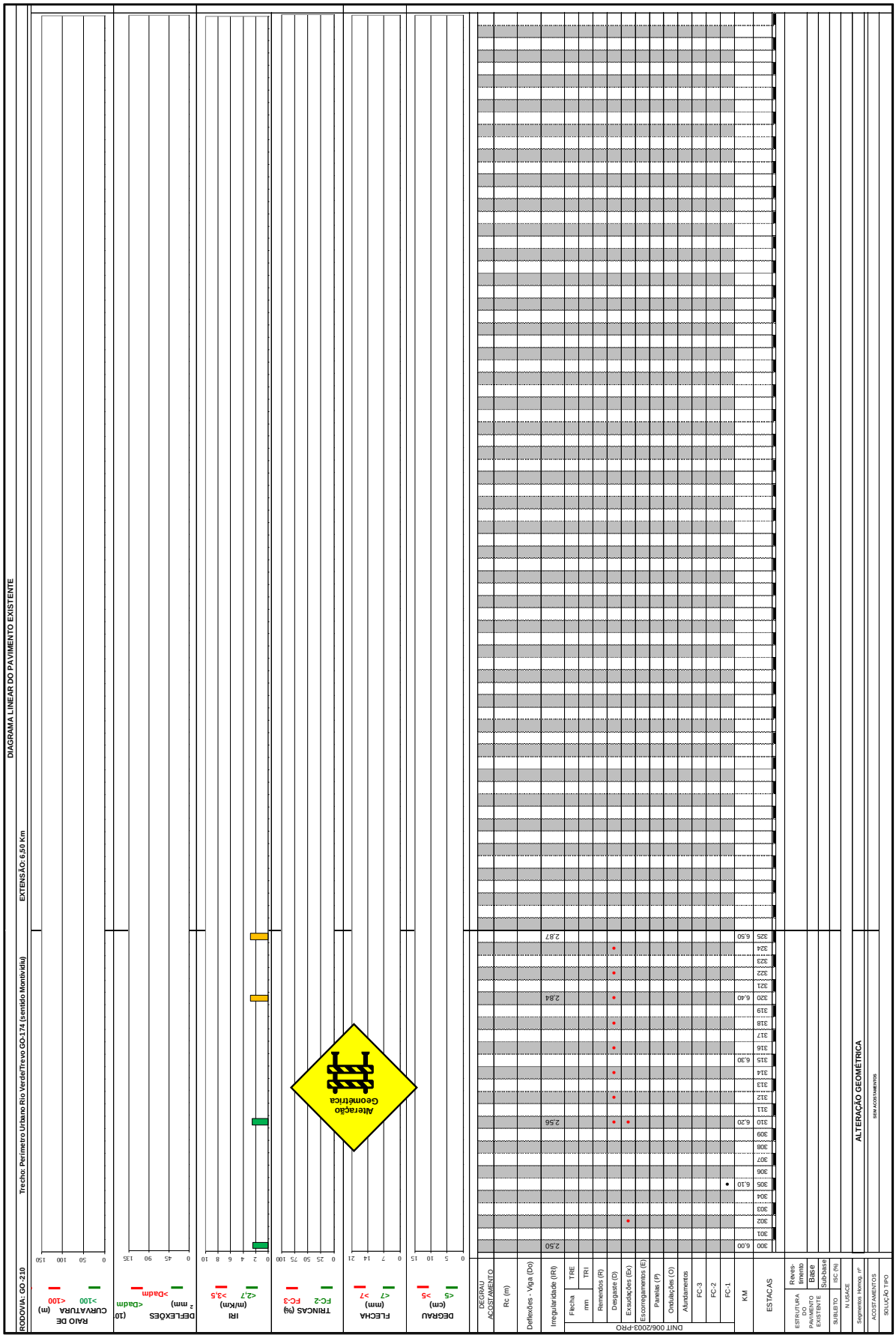


DIAGRAMA LINEAR DO PAVIMENTO EXISTENTE
RODOVIA : GO -210
Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)
EXTENSÃO: 6,60 Km
Alteração Geométrica
Alteração Geométrica
RAIO DE CURVATURA (m)
DEFLEXÕES (10 -2 mm)
IRI (m/km)
TRINCAS (%)
FLECHA (mm)
DEGRAU (cm)
DEGRAU ACOSTAMENTO
Rc (m)
Deflexões - Viga (Do)
Irregularidade (IRI)
Flecha
TRE
DNIT 006/2003-PRO
Remendos (R)
Desgaste (D)
Exsudações (EX)
Escorregamentos (E)
Panelas (P)
Ondulações (O)
Afundamentos
FC-3
FC-2
FC-1
KM
ESTACAS
ESTRUTURA DO PAVIMENTO EXISTENTE
Revestimento
Base
Sub-base
SUBLEITO
N USACE
TSD
LATERITA AMARELA
LATERITA AMARELA
ARGILA VERMELHA
18 CM
12 CM
ISC=56,7%
ISC=20,6%
ISC=4,2%


RODOVIA: GO-210
DIAGRAMA LINEAR DO PAVIMENTO EXISTENTE
Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)
EXTENSÃO: 6,50 Km
RAIO DE CURVATURA (m)
>100
<100
DEFLEXÕES (10 -2 mm)
>Dadm
<Dadm
IRI (m/km)
<2,7
>3,5
TRINCAS (%)
FC-2
FC-3
FLECHA (mm)
<7
>7
DEGRAU (cm)
<5
>5
Alteração Geométrica
DEGRAU ACOST/AMENTO
Rc (m)
Deflexões - Viga (Dx)
Irregularidade (IRI)
DNIT 006/2003-PRO
Flecha
TRE
TRI
mm
Remendos (R)
Desgastes (D)
Exsudações (Ex)
Escorregamentos (E)
Panelas (P)
Ondulações (O)
Afundamentos
FC-3
FC-2
FC-1
KM
ESTACAS
ESTRUTURA DO PAVIMENTO EXISTENTE
Reforço
Base
Sub-base
SUBLEITO
ISC (%)
N USACE
Segmentos Homog. nº
ACOSTAMENTOS
SOLUÇÃO TIPO
ALTERAÇÃO GEOMÉTRICA
SEM ACOSTAMENTOS

### 11.11.3. Definição dos Parâmetros Característicos de Cada Segmento Homogêneo

Para cada segmento de comportamento homogêneo do pavimento existente foram definidos os seguintes parâmetros:

- Índice de Gravidade Global (IGG), calculado de acordo com a Norma DNIT 006/2003 - PRO, a partir dos dados da Avaliação Objetiva (inventário dos defeitos);

Com a ficha de campo do inventário, para as ocorrências agrupadas a seguir, de acordo com a codificação da terminologia "Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos", foram calculadas as frequências absolutas e relativas das ocorrências inventariadas:

- Tipo 1 - FC. 1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR);
- Tipo 2 - FC. 2 (JA e BL);
- Tipo 3 - FC. 3 (JE e BE);
- Tipo 4 - ALP e ATP;
- Tipo 5 - O e P;
- Tipo 6 - EX;
- Tipo 7 - D;
- Tipo 8 - R.

A frequência absoluta (fa) corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada. A frequência relativa (fr) é obtida através da fórmula:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n}$$

**Onde:**

- fr - frequência relativa;
- fa - frequência absoluta;
- n - número de estações inventariadas.
- Para as flechas medidas, foram calculados os seguintes parâmetros:
- Para as rodovias de pista simples, a média ( $\bar{X}$ ) e a variância ($\sigma^2$) das flechas medidas na trilha de roda externa de ambas as faixas de tráfego;
- Para as rodovias de pistas duplas, a média ( $\bar{X}$ ) e a variância ($\sigma^2$) das flechas medidas na trilha de roda externa das faixas de tráfego.
- Para cada uma das ocorrências inventariadas, foi calculado o Índice de Gravidade Individual (IGI), através de fórmula:

$$IGI = f_r x f_p$$

**Onde:**

fr - frequência relativa;

- fp - fator de ponderação, obtido de acordo com a tabela a seguir.

| *Defeito* | *Fator de Ponderação* |
|---|---|
| FC.1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e | 0,2 |
| FC. 2 (J e TB) | 0,5 |
| FC. 3 (JE e TBE) | 0,8 |
| ALP, ATP, ALC e ATC | 0,9 |
| O, P e E | 1,0 |
| EX | 0,5 |
| D | 0,3 |
| R | 0,6 |

Para a média aritmética das médias e para as variâncias das flechas, o fator de ponderação a utilizar depende do valor da média aritmética, conforme o critério a seguir estabelecido:

- Quando a média aritmética for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3, quando superior a 30, o Índice de Gravidade Individual é igual a 40;
- Quando a variância for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a um; quando superior a 50, o Índice de Gravidade Individual é igual a 50.

Quando numa mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só se consideram as do tipo 3, para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências 1 e 2, só se consideram as de tipo 2.

O Índice de Gravidade Global (IGG) foi obtido através da fórmula:

$$\mathbf{IGG = \sum IGI}$$

**Onde:**

$\sum$ IGI = somatório dos Índices de Gravidade Individuais, calculados de acordo com o estabelecido anteriormente.

Para cada segmento foram feitas também análises estatísticas, obtendo-se os parâmetros representativos dos segmentos, quanto a:

- Deflexões recuperáveis;
- Raios de curvatura;
- Flechas dos afundamentos plásticos nas trilhas de roda;

Os tratamentos estatísticos dos parâmetros (IRI, Deflexão e Raio de Curvatura) de cada segmento homogêneo foram realizados pela metodologia preconizada pelo DNIT, compreendendo os cálculos de:

➢ **Média Aritmética ( $\bar{X}$ ), calculada pela expressão:**

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{N}$$

**Onde:**

- N: Número de itens da amostra;
- xi: Valores individuais.

- **Desvio padrão ($\upsilon$) calculado pela expressão:**

$$\upsilon = \sqrt{\frac{\Sigma(\bar{x} - x_i)^2}{N - 1}}$$

- **Valores mínimos e máximos característicos:**
  - Valor Mínimo = $\bar{x} - \upsilon$
  - Valor Máximo = $\bar{x} + \upsilon$

No cálculo a **Deflexão Característica (Dc)** para cada segmento homogêneo, de acordo com a metodologia definida no subitem 4.2.7 – Análise Estatística das Deflexões Recuperáveis, Avaliação das Deflexões Recuperáveis Características, constante das páginas 07 e 08/16 do DNER-PRO 011/79, foi feita a eliminação dos valores fora do intervalo de aceitação, que reproduzimos:

> *d) Estabelece-se o intervalo de aceitação para valores individuais, definido através dos limites D ± z σ, onde z será estimado em função de n, mediante critério da tabela apresentada a seguir:*
>
> *e) Segue-se a eliminação de todos os valores individuais da distribuição situados fora do intervalo anteriormente definido, procedendo-se a novo cálculo de D e σ, com os valores remanescentes, bem como a fixação dos novos limites do intervalo de aceitação **D ± z σ**, para a nova situação. Esse procedimento deve ser repetido, em cada caso, tantas vezes sucessivas quantas forem necessárias para o enquadramento de todos os valores individuais remanescentes no intervalo D ± z σ determinado. Os valores de D e σ assim encontrados são considerados, respectivamente, como a média aritmética e o desvio padrão da amostra.*

| n | z |
|---|---|
| 3 | 1 |
| 4 | 1,5 |
| 5 – 6 | 2 |
| 7 – 19 | 2,5 |
| ≥ 20 | 3 |

O raio de curvatura da bacia de deformação no ponto de prova foi calculado por meio da fórmula:

$$R = \frac{10 \times x^2}{2(D_0 - D_x)}$$

**Onde:**

R – Raio de curvatura, em metros;

D0 – deflexão máxima, em centésimos de milímetro;

Dx – deflexão a x cm do ponto de prova, em centésimos de milímetro, sendo que no caso da Viga Benkelman tem-se x igual a 25 cm, com equação:

$$R = \frac{6250}{2(D_0 - D_x)}$$

A planilha contendo os demonstrativos de cálculos de IGG, flecha, Deflexões Característicos, Raios de Curvatura e IRI médio de cada segmento homogêneo a restaurar, encontra-se apresentado na planilha a seguir:

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL E ESTRUTURAL DO PAVIMENTO EXISTENTE**

**RODOVIA: GO-210**
**TRECHO:Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (sentido Montividiu)**
**EXTENSÃO:6,5 km**

| Segmento Homogêneo | | | | Cálculo do IGG (DNIT 006/2003-PRO) | | | | | | | | | | | | | | | | Análise Estatística | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Entre Estacas | | Ext. | N | Cálculos | Defeitos | | | | | | | | Flecha | | | | IGG | | N | F | % Trincas | | TR % | IRI | Do | Rc | Degrau |
| | Inicial | Final | Km | | | FC-1 | FC-2 | FC-3 | AP-AC | O , P e E | EX | D | R | TRI | TRE | TRIV | TREV | ΣIGI | Conceito | | Flecha | FC-2 | FC-3 | | Irregul. | $10^{-2}$ mm | m | cm |
| 1 | 0 | 15 | 0,30 | 16 | Ni | 0 | 5 | 11 | 5 | 8 | 0 | 0 | 10 | 1,63 | 1,75 | 5,72 | 20,07 | | | Ni | 32 | 16 | 11 | | 1 | 7 | 6 | 0 |
| | | | | | fr | 0 | 31 | 69 | 31 | 50 | 0 | 0 | 63 | | | | | | | Média | 1,69 | 31,9 | 42,3 | | 4,5 | 53,7 | 164,3 | |
| | | | | | Coef. Pond. | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | | | | | | | DP | 3,53 | 11,4 | 14,0 | | | 13,8 | 45,3 | |
| | | | | | IGI | 0 | 16 | 55 | 28 | 50 | 0 | 0 | 38 | 2,25 | | 12,89 | | **201** | **Péssimo** | **MÁX** | **5** | **43** | **56** | **100** | **4,5** | **67,5** | **118,9** | |
| 2 | 92 | 132 | 0,80 | 40 | Ni | 14 | 7 | 10 | 27 | 14 | 3 | 4 | 21 | 0,93 | 0,78 | 5,10 | 3,56 | | | Ni | 80 | 0 | 0 | | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | fr | 35 | 18 | 25 | 68 | 35 | 8 | 10 | 53 | | | | | | | Média | 0,85 | | | | 4,1 | 69,9 | 144,8 | |
| | | | | | Coef. Pond. | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | | | | | | | DP | 2,07 | 11,3 | 18,0 | | 0,8 | 25,1 | 28,6 | |
| | | | | | IGI | 7 | 9 | 20 | 61 | 35 | 4 | 3 | 32 | 1,13 | | 4,33 | | **175** | **Péssimo** | **MÁX** | **3** | **11** | **18** | **29** | **4,9** | **95,0** | **116,2** | |
| 3 | 217 | 280 | 1,26 | 63 | Ni | 0 | 15 | 48 | 18 | 26 | 0 | 0 | 42 | 3,51 | 1,65 | 19,71 | 9,49 | | | Ni | 126 | 63 | 48 | | 7 | 32 | 29 | 0 |
| | | | | | fr | 0 | 24 | 76 | 29 | 41 | 0 | 0 | 67 | | | | | | | Média | 2,58 | 24,0 | 48,6 | | 4,1 | 83,4 | 135,0 | |
| | | | | | Coef. Pond. | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | | | | | | | DP | 3,92 | 11,9 | 13,8 | | 0,6 | 13,9 | 40,7 | |
| | | | | | IGI | 0 | 12 | 61 | 26 | 41 | 0 | 0 | 40 | 3,44 | | 14,60 | | **198** | **Péssimo** | **MÁX** | **6** | **36** | **62** | **98** | **4,7** | **97,3** | **94,3** | |

### 11.11.4. Análise dos Parâmetros estatísticos do pavimento existente

➢ ***Características funcionais***

Os estudos realizados e cálculos do IGG, demonstram que a superfície do pavimento se encontra em péssimo estado de conservação nos segmentos a restaurar, com elevada frequência de trincas, remendos, panelas e afundamentos plásticos.

Os afundamentos na trilha de rodas apresentam baixos valores característicos, entre 3 e 6 mm.

A frequência de trincas de classe 2 e 3 são elevadas, assim como a porcentagem de trincamentos demonstrando um pavimento em estado de fadiga, com notório comprometimento do revestimento, resultando na necessidade da indicação de atividades prévias de saneamento da superfície.

➢ ***Características de conforto***

De forma generalizada, os parâmetros estatísticos de conforto ao rolamento expressos pelas leituras do índice de irregularidade indicam condições ruins de conforto (IRI >3,5 m/km), com relação direta às frequências de patologias e defeitos no revestimento atual do pavimento, sendo necessária intervenções prévias para utilização do atual pavimento.

➢ ***Características Estruturais***

A auscultação das deflexões, realizados mediante viga Benkelman, demonstram que, nos segmentos a restaurar:

Em apenas 3 leituras individuais (5,26%), o levantamento detectou valores de deflexão máxima inferiores às admissíveis pelos métodos de dimensionamento.

As demais 54 leituras (94,74%), indicam valores individuais superiores a deflexões máximas admissíveis.

Quanto ao raio de curvatura, há um grave comprometimento em aproximadamente em 28% dos valores individuais, demonstrando RC inferior a 100m, denotando necessidade de intervenções mais robustas, sendo necessário intervir em camadas inferiores ou fundação do pavimento.

➢ ***Características Geotécnicas do pavimento existente***

As sondagens e ensaios realizados no pavimento existente revelam a seguintes características geotécnicas e geométricas das camadas;

| Camada | Descrição | Espessuras |
|---|---|---|
| **Revestimento** | Tratamento Superficial Duplo | 2,0 cm |
| **Base** | Cascalho Laterítico | Média de 17 cm, entre 13 cm e 20 cm |
| **Sub-base** | Cascalho Laterítico | Média de 13 cm, entre 12 cm e 14 cm |
| **Subleito** | Argiloso, com ISC entre 4,7% e 9,9% | |

As características mecânicas da base atual, exprimidas pelo ISC reduzido, demonstram incompatibilidade frente às especificações e qualidades geotécnicas necessárias à camada.

Outro destaque negativo revelado pelas avaliações destrutivas e ensaios realizados se exprimem pelo reduzido ISC do subleito, que em 2/3 dos ensaios realizados denotam valores inferiores a 5%.

### 11.11.5. Avaliação Estrutural e Dimensionamento de Reforço

No diagnóstico do pavimento existente foi elaborada avaliação estrutural e dimensionamento de reforço do pavimento empregando os procedimentos oficiais do DNIT-PRO 11/79, PRO 269/94 (Método TECNAPAV) e critério de resistência (Método do DNIT).

Os estudos foram feitos individualmente para cada segmento de comportamento homogêneo, com base nas características funcionais e estruturais das avaliações obtidas nas avaliações.

Nos cálculos foram empregados os Números "N" do projeto, obtidos com os fatores de equivalência do Método DNER/66, originários da USACE – US Army Corps of Engineers.

### 11.11.6. Aplicação do Procedimento DNER-PRO 011/79

Este procedimento tem origem em estudos do argentino Adolfo Celestino Ruiz. Baseado no critério de deformabilidade dos pavimentos flexíveis e uma correlação entre as magnitudes das deflexões e do raio de curvatura correspondente.

#### a) Critério para Avaliação Estrutural

Os critérios para avaliação estrutural e suas respectivas medidas corretivas para os segmentos homogêneos de acordo com o procedimento, são definidos com base nos seguintes parâmetros:

Para a aplicação deste método os valores das deflexões medidas sobre o pavimento existente foram transformados em deflexões de projeto de acordo com o que recomenda o Procedimento DNER-PRO 011/79 de Avaliação estrutural de Pavimentos Flexíveis, no subitem 4.2.8 – Deflexão de Projeto – Correção sazonal, que define:

$D_p = Dc \cdot f_s$

O procedimento sugere os seguintes fatores na Tabela II:

| Natureza do Subleito | Fator de Correção Sazonal - $f_s$ | |
|---|---|---|
| | Estação Seca | Estação Chuvosa |
| Arenoso e permeável | 1,10 – 1,30 | 1,00 |
| Argiloso e sensível à umidade | 1,20 – 1,40 | 1,00 |

**Onde:**

$D_p$ = deflexão de projeto;

$f_s$ = fator sazonal = 1,00 (novembro-2021-estação chuvosa)

$D_c$ = deflexão característica obtida para a época do levantamento deflectométrico em 0,01mm

Segundo o método, para que não surjam trincas no revestimento, é necessário manter a deflexão do pavimento abaixo de um determinado valor de deflexão admissível $D_{adm}$.

$D_{adm}$ = deflexão admissível: **Log $D_{adm}$= 3,01-0,176LogN**

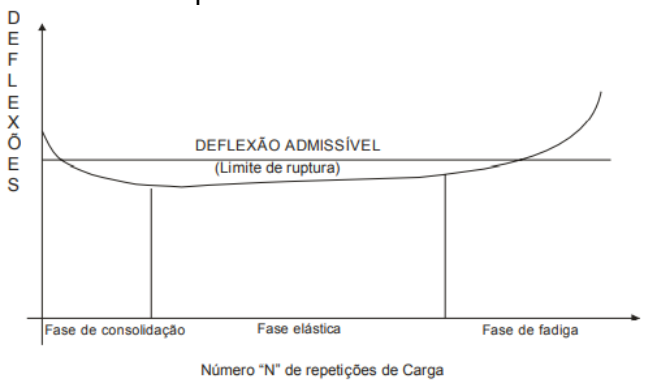
Esta equação considera um pavimento flexível, constituído de revestimento betuminoso em CBUQ sobre camada de base granular, sendo solicitado por um determinado número (N) de passagens do eixo padrão de 8,2 tf.

Esta expressão é também representada graficamente na norma. Se o pavimento for constituído de base granular revestida com tratamento superficial, a deflexão admissível obtida pela figura ou pela expressão deve ser multiplicada por dois, para efeito de avaliação estrutural.

Para pavimentos semi-rígidos com base de solo cimento ou de brita tratada com cimento, que não apresentem fissuração exagerada, deve ser adotada como Dadm a metade do valor obtido pela expressão e ábaco apresentados, independentemente do tipo de revestimento.

No estudo foi avaliada inicialmente em que fase o pavimento se encontra no momento, quanto à deformabilidade, de acordo com o Procedimento DNER-PRO 11/79, que define para o pavimento as seguintes fases:

- **Fase de consolidação** - que se sucede imediatamente após a construção, sendo caracterizada por um decréscimo desacentuado do valor da deflexão, decorrente da consolidação adicional proporcionada pelo tráfego nas diversas camadas do pavimento;
- **Fase elástica** – ao longo da qual o valor da deflexão é inferior ao da deflexão admissível;
- **Fase de fadiga** – caracterizada por um crescimento acelerado do valor da deflexão, apresentando defeitos como trincas e deformações plásticas, com vida útil de fadiga exaurida, apresentando deflexão superior à deflexão admissível.




Um dos fundamentos deste método é que a deflexão máxima admissível (Dadm) para um pavimento flexível é função apenas do tráfego que o solicita, não dependendo das características da estrutura do pavimento.

Apesar da norma se referir a inexistência de critérios universalmente aceitos que possibilitem uma fácil tomada de posição com respeito a avaliação estrutural dos pavimentos, ela propõe um critério para a fixação de diretrizes a serem tomadas, para efeito da avaliação estrutural dos pavimentos, considerando os seguintes parâmetros obtidos durante os estudos de reconhecimento:

- N - Número de solicitações de eixos padrão de 8,2 tf
- Dp - Deflexão de projeto
- R - Raio de curvatura
- Dadm - Deflexão admissível
- IGG- Índice de Gravidade Global.

Em função dos diversos parâmetros (Dp, Dadm e R) e baseado na Tabela III da Norma), procura-se:

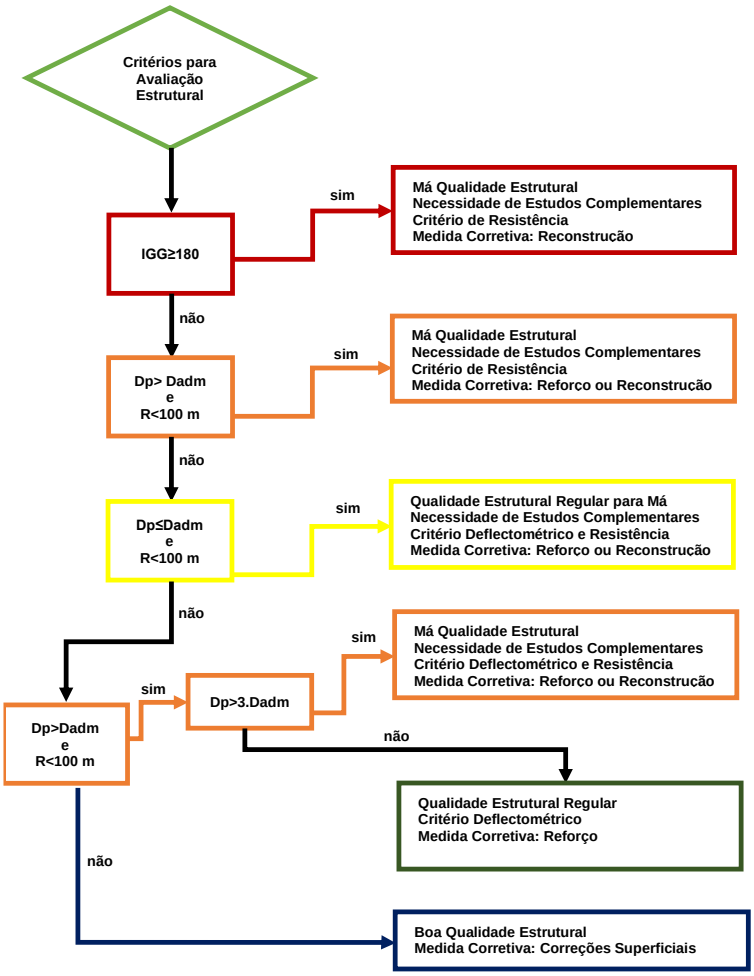
I. fixar quando serão necessários estudos complementares;
II. definir o critério para avaliação e cálculo do reforço;
III. fazer recomendações quanto as medidas corretivas.

A aplicação deste procedimento aos segmentos homogêneos se faz com a avaliação estrutural, pelos critérios da Tabela III e estimativa da vida restante do pavimento.

**Tabela 50 - Hipóteses e Critérios PRO-011/79**

| *Hipótese* | Dados Deflectométricos Obtidos | Qualidade Estrutural | Estudos Complementares | Critério para Cálculo do Reforço | Medidas Corretivas |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Dp < Dadm<br>R > 100 | Boa | Não | - | Apenas correções de superfície |
| II | Dp> Dadm<br>R > 100 | Se Dp < 3 Dadm Regular | Não | Deflectométrico | Reforço |
| | | Se Dp> 3 Dadm<br>Má | Sim | Deflectométrico e Resistência | Reforço ou Reconstrução |
| III | Dp < Dadm<br>R > 100 | Regular para Má | Sim | Deflectométrico e Resistência | Reforço ou Reconstrução |
| IV | Dp < Dadm<br>R < 100 | Má | Sim | Resistência | Reforço ou Reconstrução |
| V | Má<br>O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG>180) | | Sim | Resistência | Reconstrução |

**Figura 42 - Fluxograma PRO-011/79**




Definida na avaliação estrutural a necessidade de reforço e a possibilidade de aplicação de critério deflectométrico, o cálculo da espessura de reforço em concreto asfáltico é feito na PRO - 11/79 de forma muito simples.

### a) Dimensionamento do Reforço pelo critério Deflectométrico ou de Deformabilidade

Pelo critério deflectométrico ou de deformabilidade, é considerando que o reforço venha a ser constituído exclusivamente de concreto asfáltico, sua espessura é calculada por:

$$h = K.\log\frac{D_p}{D_{adm}} \; ; \; \boldsymbol{h = 40.\log\frac{D_p}{D_{adm}}}$$

**Onde:**

h = espessura do reforço em centímetro;

$D_p$ = deflexão do projeto determinada para o segmento homogêneo;

$D_{adm}$ = deflexão admissível após a execução do reforço do pavimento, em centésimo de milímetro;

K = fator de redução de deflexão próprio do material usado no reforço (K = 40 – CBUQ)

#### 11.11.6.1. Aplicação do Critério de resistência (Método do DNER)

O dimensionamento de reforço, mediante o critério de resistência, tem por objetivo avaliar as espessuras necessárias de reforço em concreto asfáltico, de forma a garantir uma espessura total do pavimento que atenda à limitação de deformações permanentes excessivas e de tensões que possam provocar a ruptura por cisalhamento dos solos de base, sub-base e subleito.

A avaliação baseia-se fundamentalmente nas características de suporte do solo de fundação, dos materiais, características geotécnicas e espessuras que constituem a estrutura do pavimento existente, bem como nos parâmetros de tráfego.

Mediante a resolução da equação, com a substituição dos parâmetros de CBR do subleito e do Número N (USACE), estipulamos a espessura equivalente a material granular (BGS) total necessária para a proteção do subleito.

$$HT = 77{,}67 \times N^{0{,}0482} \times \overline{CBR}^{-0{,}598}$$

Em seguida, mediante o cálculo de espessura equivalente com utilização dos coeficientes estruturais próprios do método e espessuras encontradas nas sondagens, obtém-se a espessura equivalente existente.

- **Coeficientes Estruturais**

Os coeficientes estruturais de acordo com o método, apresentados nos Quadros a seguir.

| COMPONENTES DO PAVIMENTO | MATERIAIS TÍPICOS | COEFICIENTE (K) |
|---|---|---|
| Base ou revestimento de concreto betuminoso | CBUQ | 2,00 |
| Base ou revestimento de pré-misturado a quente, de graduação | PMQ | 1,70 |
| Base ou revestimento de pré-misturado a frio, de graduação densa | PMF | 1,40 |
| Base ou revestimento por penetração | PMAF, MB, TSS, TSD, TST | 1,20 |
| Camadas de materiais granulares | BGS, MH, BC, SB, SMC | 1,00 |
| Mat. Estabilizado com σr 7dias> 45 kgf/cm² | BGTC, SC | 1,70 |
| Mat. Estabilizado com 28 kgf/cm² < σr 7dias< 45 kgf/cm² | SC | 1,40 |
| Mat. Estabilizado com 21 kgf/cm² < σr 7dias< 28 kgf/cm² | SC | 1,20 |
| Mat. Estabilizado com cal | Solo-cal | 1,20 |

$$EEexist = \sum_{i}^{n} k_i \times e_i$$

**Onde:**

- EEexist= Espessura equivalente atual;
- $K_i$= coeficiente estrutural da camada i;
- $e_i$ = espessura da camada i;
- n=número de camadas do pavimento.

Para o cálculo da espessura de reforço em concreto asfáltico, recorre-se ao cálculo:

$$HR = \frac{(HT - EEexist)}{KR};$$

**Onde:**

- KR= coeficiente estrutural da camada de reforço em concreto asfáltico= 2,0;
- HR= espessura da camada de reforço em concreto asfáltico

Na apresentação dos resultados, podem ser visualizadas as análises preconizadas pelo critério de resistência.

**AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO EXISTENTE E DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO**

RODOVIA: **GO- 210** TRECHO: **PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE / TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)** EXTENSÃO: **6,5 Km** Período de Análise: **10 anos**

| Segmento Homogêneo | | | | Estrutura do Pavimento Existente | | | | | | | | | Número N | Parâmetros do Pavimento Existente | | | | | | | | CRITÉRIO DA RESISTÊNCIA - MÉTODO DO DNER | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Revestimento | | Base | | HR | | Subleito | | | | Dc | R | IGG | F | FC-2 | FC-3 | TR | IRI | | | | | | |
| N.º | Estaca Inicial | Estaca Final | Exten-são (km) | Tipo | Esp. (cm) | Tipo | Esp. (cm) | Tipo | Esp. (cm) | ISC (%) | S (%) | Tipo | N USACE - 10 anos | (10-2 mm) | m | - | mm | % | % | % | m/km | HT (CM) | REV. | BASE | SUB-BASE | H EXIST. (CM) | HR (cm) |
| 1 | 0 | 15 | 0,30 | TSD | 2,5 | Cascalho Lateritico | 20 | Cascalho Lateritico | 13 | 5 | 65 | III | 6,77E+07 | 68 | 119 | 201 | 5 | 31 | 69 | 100 | 4,5 | 70,7 | 3,00 | 20 | 13 | 36,0 | 17,4 |
| 2 | 92 | 132 | 0,80 | TSD | 2,5 | Cascalho Lateritico | 13 | Cascalho Lateritico | 14 | 9,9 | 35 | II | 6,77E+07 | 95 | 116 | 175 | 3 | 18 | 25 | 29 | 4,9 | 47,0 | 3,00 | 13 | 14 | 30,0 | 8,5 |
| 3 | 217 | 280 | 1,26 | TSD | 2,5 | Cascalho Lateritico | 18 | Cascalho Lateritico | 12 | 4,7 | 65 | III | 6,77E+07 | 97 | 94 | 198 | 6 | 24 | 76 | 98 | 4,7 | 73,4 | 3,00 | 18 | 12 | 33,0 | 20,2 |

### 11.11.6.2. Análise da suficiência do pavimento existente

Atendendo exigência da **IP-12 do GOINFRA** foi realizado cálculo do Número Estrutural (SN) e Número Estrutural Corrigido (SNC).

O conceito de Número Estrutural (SN – Structural Number) foi introduzido no AASHTO Road Test, de forma a condensar em um único índice a capacidade estrutural de um pavimento. Sua expressão original é a seguinte:

$$\boldsymbol{SN = \Sigma\, a_i . H_i .}$$

**Onde:**

- $a_i$ - coeficiente estrutural da camada i;
- $H_i$ – espessura da camada i, em mm

| | | |
|---|---|---|
| **Camada i=1** | **a1** | **H1** |
| **Camada i=2** | a2 | H2 |
| **Camada i=3** | a3 | H3 |

Na Pesquisa de Inter-relacionamento de Custos Rodoviários (PICR), desenvolvida pelo GEIPOT, e como consequência no Modelo HDM, foi introduzido o conceito de Número Estrutural Corrigido (SNC), em que se altera o valor do Número Estrutural (SN) em função da capacidade de suporte do subleito. Este indicador da resistência do pavimento é utilizado no Procedimento DNER-PRO 159/84.

O número estrutural corrigido ou modificado - SNC é definido como uma combinação linear de coeficientes estruturais (ai) e espessuras (Hi) das camadas sobre o subleito e da contribuição do subleito (SNSG), a saber:

$$SNC = SN + 3{,}51 \log CBR - 0{,}85 (\log CBR)^2 - 1{,}43$$

**Onde:**

- ai - coeficiente estrutural da camada i;
- Hi - espessura da camada i;
- SN – Structural Number;
- CBR - índice de Suporte Califórnia do subleito nas condições de umidade e densidade "in situ", em percentual

Nos coeficientes $a_i$ de cada camada foram determinados segundo as equações constantes do Procedimento DNER-PRO 159/85, em função do CBR das camadas de base e sub-base.

| Estaca | | 10 | 110 | 250 |
|---|---|---|---|---|
| Revestimento | Tipo | TSD | TSD | TSD |
| | $e_1$ | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| | $a_1$ | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| | $e_1 . a_1$ | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Base | Tipo | Granular | Granular | Granular |
| | CBR (%) | 47,1 | 47,2 | 56,7 |
| | $e_2$ | 20 | 13 | 18 |
| | $a_2$ | 0,045 | 0,045 | 0,045 |
| | $e_2 . a_2$ | 0,900 | 0,585 | 0,810 |
| Sub-Base | Tipo | Granular | Granular | Granular |
| | CBR (%) | 21,1 | 20,1 | 20,6 |
| | $e_3$ | 13 | 14 | 12 |
| | $a_3$ | 0,038 | 0,037 | 0,038 |
| | $e_3 . a_3$ | 0,494 | 0,518 | 0,456 |
| SN | | 1,494 | 1,203 | 1,366 |
| CBR Subleito | | 5,00 | 9,90 | 4,20 |
| SNGG | | 0,608 | 1,222 | 0,427 |
| **SNC** | | **2,102** | **2,425** | **1,793** |

### 11.11.7. Análise Global dos Parâmetros Funcionais e Estruturais do Pavimento Existente

Visando detalhar as soluções necessárias para a restauração do segmento em estudo, foi elaborado o seguinte quadro resumos, discriminando as espessuras de reforço calculadas nos diversos métodos empregados, verificações da qualidade geotécnica das camadas constituintes do pavimento e conclusões advindas da análise dos parâmetros colhidos nos ensaios e levantamentos.

| Segmento Homogêneo | | | | Número N | Parâmetros do Pavimento Existente | | | | | | | | DNER-PRO 11/79 | DNER-PRO 269/94 - TECNAPAV | CRITÉRIO DA RESISTÊNCIA - MÉTODO DO DNER |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Dc | R | IGG | F | FC-2 | FC-3 | TR | IRI | | | |
| N.º | Estaca Inicial | Estaca Final | Exten-são (km) | N USACE - 10 anos | (10-2 mm) | m | - | mm | % | % | % | m/km | HR (cm) | HR (cm) | HR (cm) |
| 1 | 0 | 15 | 0,30 | 6,77E+07 | 68 | 119 | 201 | 5 | 31 | 69 | 100 | 4,5 | 7,6 | 16,1 | 17,4 |
| 2 | 92 | 132 | 0,80 | 6,77E+07 | 95 | 116 | 175 | 3 | 18 | 25 | 29 | 4,9 | 13,5 | 13,2 | 8,5 |
| 3 | 217 | 280 | 1,26 | 6,77E+07 | 97 | 94 | 198 | 6 | 24 | 76 | 98 | 4,7 | 13,9 | 16,1 | 20,2 |

Da análise do resumo das avaliações elaboradas ao longo do estudo, podemos verificar que:

- O tráfego solicitante no trecho é considerado elevado, no qual os estudos de tráfego elaborados indicam N (USACE) = 6,77 x$10^7$.
- A condição da superfície de rolamento é descrita como péssima, apresentando IGG superior a 160;
- As deflexões características são elevadas, encontrando-se superiores à admissível para o novo período de projeto.
- O procedimento PRO-11, em razão das características funcionais e estruturais indicam a necessidade de reconstrução do pavimento, não sendo aconselhável a adoção de reforço em camadas densas apenas como atividade restauradora. O dimensionamento deve ser realizado mediante critérios de resistência e verificados por critérios mecanicistas. Embora, de caráter apenas didático e comparativo, as espessuras necessárias para o reforço do pavimento seriam de 7,5 cm a 14,0 cm, em concreto asfáltico;
- O procedimento PRO-269, em razão das características estruturais, indicam a necessidade de reforço do pavimento seriam de 13,0 cm a 16,0 cm, em concreto asfáltico;
- O critério de resistência utilizando-se, os ISC do subleito, coeficientes estruturais dispostos no método de pavimentos novos do DNIT, associados às espessuras do pavimento encontrados na sondagem, indicam a insuficiência estrutural do pavimento, cuja solução demonstram a necessidade de complementação em concreto asfáltico com espessuras entre 8,5 cm e 20 cm.
- Com relação ao número estrutural corrigido, os valores são insuficientes ao tráfego futuro, sendo necessário complementações de camadas.

Com relação a IP-10 GOINFRA – Projeto Pavimentação, página 9/38, ressalta-se a seguinte observação:

> *"É recomendável a utilização de estrutura de pavimento semirrígido em vias com número "N" de equivalentes de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 KN igual ou superior a 5 x $10^7$."*

Conforme especificado, as alternativas de soluções de restauração de pavimento, serão pautadas inicialmente por projetos de pavimentação de reconstruções necessárias devido ao péssimo estado de conservação e insuficiência estrutural do pavimento atual.

### 11.11.8. Análise técnica de alternativas e dimensionamento de pavimentos

Decorrente da análise dos estudos de tráfego, parâmetros funcionais, estruturais, de conforto ao rolamento características geotécnicas atuais do pavimento, foram avaliadas alternativas de restauração do pavimento, envolvendo as seguintes os seguintes fatores e metodologias:

- Necessidade de avaliar alternativas de pavimentos para o elevado tráfego de N(USACE) = $6{,}77 \times 10^7$, que impõe restrições à utilização de pavimentos puramente flexíveis;
- Estudo de alternativa de reconstruções do pavimento, mediante utilização de pavimentos semirrígidos, dimensionados por método do DNER;
- Estudo de alternativa de reconstruções do pavimento, mediante utilização de pavimentos rígidos, dimensionados por método PCA/ABCP;
- Avaliação mecanicista das alternativas de pavimentos dimensionados;

As alternativas estudadas para execução das obras, encontrem-se discriminados e detalhados a seguir.

#### 11.11.8.1. Aplicação do Método de Pavimentos Flexíveis e semirrígidos do DNER - 1996

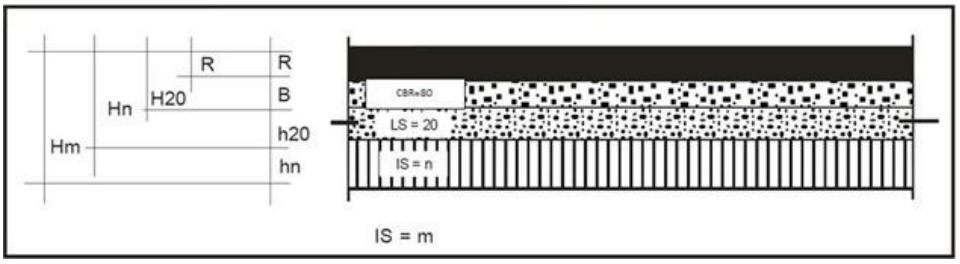
O dimensionamento do pavimento para segmentos com solução de restauração do tipo reconstruções parciais foi elaborado pelo Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis e semirrígidos; baseia-se fundamentalmente nas características de suporte do solo de fundação e dos materiais que constituem a estrutura do pavimento, bem como nos parâmetros de tráfego.

Atende à limitação de deformações permanentes excessivas e de tensões que possam provocar a ruptura por cisalhamento dos solos de base, sub-base e subleito.

Contudo, a limitação das deformações recuperáveis ou resilientes, cuja repetição sob ação do tráfego provoca a ruptura por fadiga dos revestimentos asfálticos, não é considerada.

O dimensionamento do pavimento por este método foi elaborado de forma definir as espessuras das camadas, sendo que Hm representa a espessura total do pavimento necessário para proteger o subleito com CBR = m e hn a espessura de camada do pavimento com CBR = n, conforme figura seguinte.

**Figura 43 - Espessuras das camadas Método de Pavimentos Flexíveis do DNER – 1996**




- **Espessura do Revestimento**

A espessura mínima do revestimento asfáltico é definida pelo DNIT em função do número “N”, na tabela 32 do Método de dimensionamento do DNER/DNIT, constante do Manual de Pavimentação do DNIT de 2006, reproduzida a seguir.

Tabela 51 - Espessuras Mínimas do revestimento

| Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso – Método do DNER | |
|---|---|
| **N** | **Revestimento / Espessura Mínima** |
| $N \leq 10^6$ | Tratamentos superficiais betuminosos |
| $10^6 < N \leq 5.10^6$ | Revestimentos Betuminosos com 5 cm |
| $5.10^6 < N \leq 10^7$ | Concreto Asfáltico com 7,5 cm |
| $10^7 < N \leq 5.10^7$ | Concreto Asfáltico com 10 cm |
| $N > 5.10^7$ | Concreto Asfáltico com 12,5 cm |

Historicamente a fixação destas espessuras de revestimento adveio da necessidade de estabelecer valores iniciais à espessura do revestimento para que as inequações propostas pelo método do DNER pudessem ser resolvidas, que de critérios estritamente técnicos (DAROUS, 2003).

- **Coeficientes Estruturais**

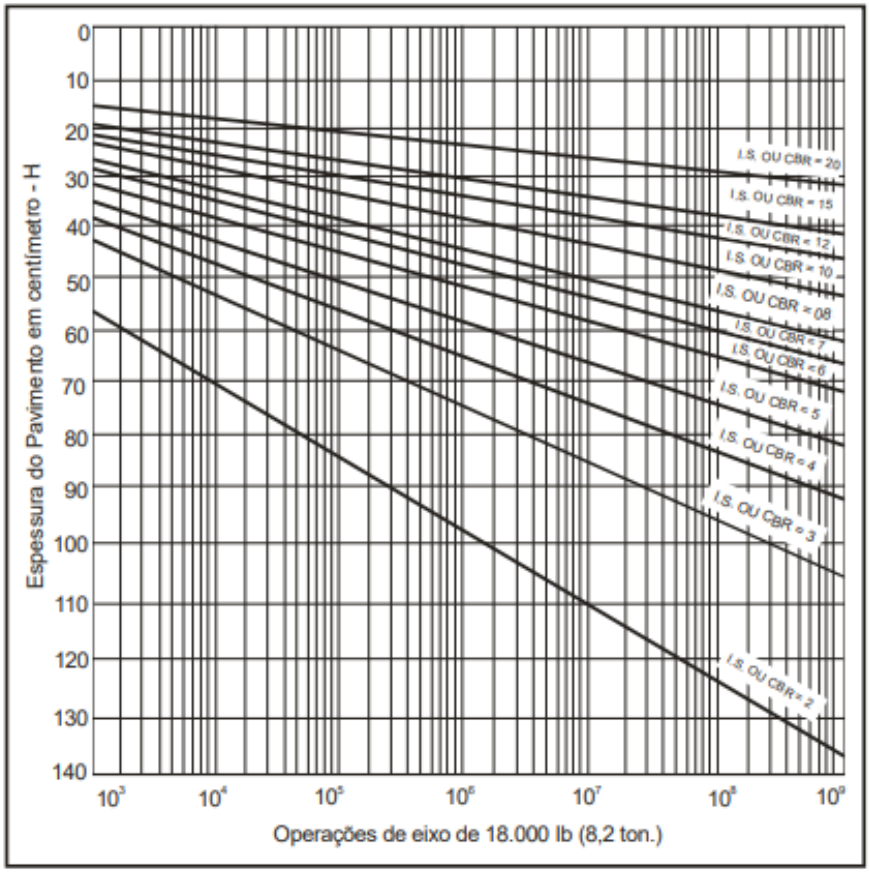
Foram selecionados os coeficientes estruturais de acordo com o método, apresentados nos Quadros a seguir.

| COMPONENTES DO PAVIMENTO | MATERIAIS TÍPICOS | COEFICIENTE (K) |
|---|---|---|
| Base ou revestimento de concreto betuminoso | CBUQ | 2,00 |
| Base ou revestimento de pré-misturado a quente, de graduação densa | PMQ | 1,70 |
| Base ou revestimento de pré-misturado a frio, de graduação densa | PMF | 1,40 |
| Base ou revestimento por penetração | PMAF, MB, TSS, TSD,TST | 1,20 |
| Camadas de materiais granulares | BGS, MH, BC, SB, SMC | 1,00 |
| Mat. Estabilizado com σr 7dias> 45 kgf/cm² | BGTC, SC | 1,70 |
| Mat. Estabilizado com 28 kgf/cm² < σr 7dias< 45 kgf/cm² | SC | 1,40 |
| Mat. Estabilizado com 21 kgf/cm² < σr 7dias< 28 kgf/cm² | SC | 1,20 |
| Mat. Estabilizado com cal | Solo-cal | 1,20 |

Prosseguindo com o dimensionamento, o cálculo das espessuras de $H_n$ e $H_{20}$ foi realizado com emprego da equação a seguir, que foi obtida da figura apresentada a seguir.

$$HT = 77{,}67 \times N^{0{,}0482} \times \overline{CBR}^{-0{,}598}$$

**Figura 44 - Ábaco de Dimensionamento Método de Pavimentos Flexíveis do DNER - 1996**




São necessárias **estruturas de pavimento espessas para proteger subleitos frágeis** e essa espessura pode ser alcançada através da adição de camadas de solos e materiais selecionados que satisfaçam determinados requisitos. Entretanto, uma parcela dos pavimentos tem sofrido ruptura precoce, devido a fadiga, em alguns casos motivada até por uso de espessuras excessivas de materiais granulares, de elevada resiliência, nas camadas dos pavimentos, fato este não contemplado quando se emprega o método do CBR (RAMOS, 2003).

Admite-se, no dimensionamento, como válidas as seguintes hipóteses:

I. O pavimento flexível funciona de forma reversível e tem elasticidade linear;
II. O rompimento do pavimento se dá por fadiga provocada pela repetição dos esforços;
III. O índice de suporte é o indicador da resistência do “pavimento”;

IV. A deterioração de uma camada do pavimento provoca acréscimo de tensões nas demais camadas;

A permeabilidade do revestimento do pavimento é um fator desfavorável à sua resistência.
Entrando-se no gráfico com o valor de N, encontrado o ISp do sub-trecho correspondente, obtém-se a espessura teórica H, que corresponde à espessura total do pavimento, se os materiais componentes do mesmo apresentarem um coeficiente estrutural igual a 1.

**INEQUAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO**

- **Espessura do Revestimento – R**: Tabelado em função do Número N

- **Espessura Total Necessária sobre a Sub-base ($H_{20}$):** É a espessura total sobre a sub-base do pavimento (quando empregada para diminuir uma espessura de base, por exemplo) em termos de material padrão (granular, pedregulho), para a proteção desta camada contra a ruptura por cisalhamento ou deformação plástica excessiva; os parâmetros necessários para sua determinação são o valor de N e o valor do ISC do material de sub-base, que deverá ser forçosamente ISC ≥ 20%.

- **Espessura da Base – B:**

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

**Onde:**

- R e $K_R$ : espessura e coeficiente de equivalência estrutural do revestimento (cm)
- B e KB: -espessura e coeficiente de equivalência estrutural da base (cm);
- H20: espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base.

- **Espessura Total Necessária sobre o Reforço do Subleito ($H_n$):** É a espessura total sobre o reforço do subleito (quando empregado) em termos de material padrão (granular, pedregulho), para a proteção do solo de reforço do subleito contra a ruptura por cisalhamento ou deformação plástica excessiva; os parâmetros necessários para sua determinação são o valor de N e o valor do ISC do subleito (ISCn). Recordar que ISCn > ISCm sempre, uma vez que não teria sentido o emprego de reforço com solo de mesma qualidade ou inferior àquela do subleito.

$$R \times K_R + B \times K_B + S_B \times K_{SB} \geq H_n$$

**Onde:**

- $S_B$ e $K_{SB}$ - espessura e coeficiente de equivalência estrutural da sub-base (cm);
- $H_n$ - espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço.

➢ **Espessura Total Necessária sobre o Subleito (Hm):** É a espessura total sobre um dado subleito, em termos de material padrão, para a proteção do subleito contra a ruptura por cisalhamento ou deformação plástica excessiva; os parâmetros necessários para sua determinação são o valor de N e o valor do ISC do subleito (ISCm).

➢ **Espessura do Reforço – REF**

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

**Onde:**

- REF e $K_{REF}$ - espessura e coeficiente de equivalência estrutural do reforço (cm);
- $H_m$ - espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito.
- Para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser sempre considerado como igual a 20.

**Definição dos Materiais**

A determinação da capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes do pavimento é feita pelo ensaio CBR, adotando-se o método preconizado pelo DNER, em corpos de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições esperadas no campo.

Para garantir que o pavimento não sofrerá ruptura precocemente, o método do DNER exige que os materiais utilizados na sua construção possuam certas características, descritas a seguir:

- Material de subleito: CBR ≥ 2%; Expansão < 2%.
- Material para reforço do subleito: CBR maior que o do subleito; Expansão < 1%.
- Material para sub-base: CBR ≥ 20%; Expansão < 1%; Índice de grupo (IG) igual a zero.
- Material para base: CBR ≥ 80%; sendo que para $N \leq 10^6$ admite-se CBR ≥ 60%
- Expansão < 0,5%; LL ≤ 25%; IP ≤ 6%. (se LL e IP forem superiores, poderá ser empregado o material que respeitando as demais condições apresente equivalente de areia superior a 30%)

➢ **Recomendações Executivas:**

- O subleito e as camadas granulares do pavimento deverão ser compactados com, no mínimo, 100% de grau de compactação;
- Todos os materiais do subleito que apresentam ISC < 2% e/ou expansão > 2% deverão ser substituídos por materiais com ISC > ISCp;
- A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento é 15cm;

- As espessuras mínimas e máximas de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10cm e 20cm.

## ➢ Apresentação dos resultados

Os cálculos efetuados, conforme metodologia descrita são a seguir apresentados:

| DADOS DE TRÁFEGO | Número "N" de Projeto (USACE) | Np | 10 anos | 6,77E+07 |
|---|---|---|---|---|

**CONCEPÇÃO ESTRURURAL DO PAVIMENTO**

| Camada | | Materiais constituintes | ISC (%) | Coeficiente | |
|---|---|---|---|---|---|
| REVESTIMENTO | CBUQ | **Concreto Asfáltico** | | KR = | 2,0 |
| BASE | BGTC - RC>45 | Brita Graduada Tratada com Cimento com Resistencia a Compressão superior a 45 kg/cm2 | **> 80** | KB = | 1,7 |
| SUB-BASE | G | Reciclagem do Pavimento Existente como Sub-base | **> 20** | KS = | 1,0 |
| REFORÇO DO SUBLEITO | G | Restante do Pavimento Existente | **> 20** | Kref = | 1,0 |

**APLICAÇÃO DO MÉTODO TECNAPAV - Definição da Espessura Mínima de Revestimento**

| Tipo de solo no Subleito | | | |
|---|---|---|---|
| S (% de Silte): | 65 | % | |
| ISC (%): | 4 | % | |

Tipo de Solo do Subleito = **3**

| Tipo | S (% de Silte) | | |
|---|---|---|---|
| **ISC (%)** | < 35 % | 35 a 65 % | > 65 % |
| > 9 | 1 | 2 | 3 |
| 6 a 9 | 2 | 2 | 3 |
| 2 a 5 | 3 | 3 | 3 |

Constantes quanto à resiliência:

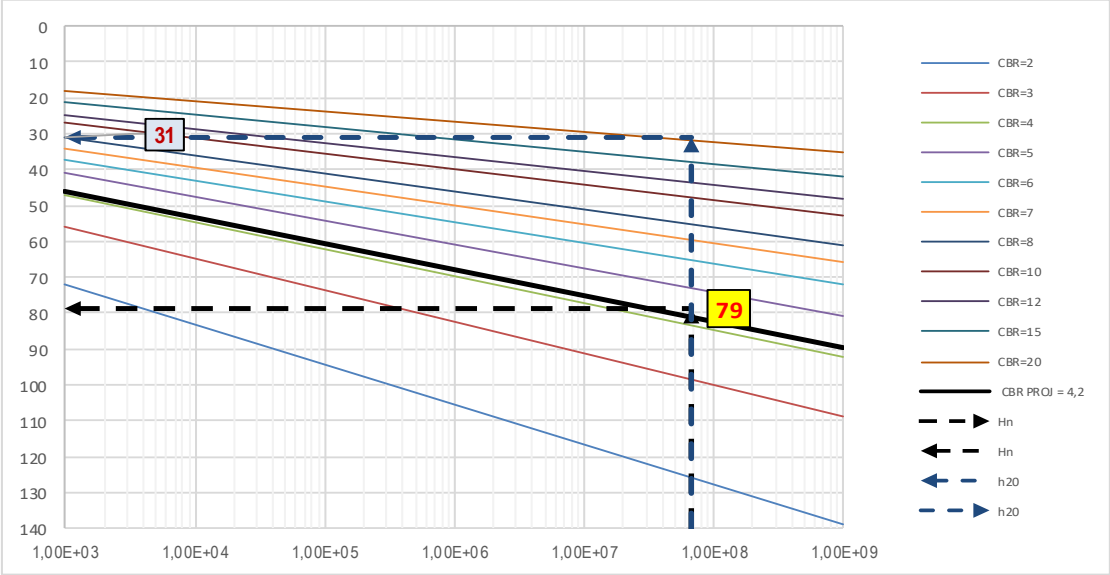
**I1 = 0 I2 = 1**

| Tipo | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| **I1** | 0 | 1 | 0 |
| **I2** | 0 | 0 | 1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cálculo da Deflexão Admissível: | log Dadm = 3,148 - 0,188 log Np | Dadm = | 47 | (0,01mm) |
| Deflexão sobre o Pavimento: | Dp = D adm | Dp = | 47 | (0,01mm) |
| Espessura Mínima de Revestimento: | Hcb = 807,961/Dp - 5,737 + 0,972 I1 + 4,101 I2 | Hcb = | **15,4** | cm |

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PROJETO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DO DNER**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espessura Mínima de Revestimento: | | R = | 12,5 | cm de CBUQ | | Adotado R= | **12,5** cm |
| Cálculos das Espessuras: | | H20 = | 31 | cm | | | |
| R x KR + B x KB > H20 | | B > | 3,5294 | cm | | Adotado B = | 15 cm |
| R x KR + B x KB + h20 x KS > Hn | h20 > | Hn - | 50,5 | | > 28 | Adotado h20 = | 20 cm |
| R x KR + B x KB + h20 x KS + href x Kref > Hn | | href > | 8 | | | Adotado href = | 8 cm |




**DIMENSIONAMENTOS DE PAVIMENTOS FLEXIVEIS E SEMIRRÍGIDOS**

### 11.11.8.2. Método Da Portland Cement Association- PCA - 1984

A metodologia utilizada no dimensionamento foi aquela correntemente adotada no Brasil, preconizada pela ABCP/PCA, verifica o consumo à fadiga e à erosão atuante na placa de concreto para o pavimento rígido nos segmentos a serem restaurados da GO-210, segmento urbano de Rio Verde.

Neste capítulo são apresentados os procedimentos para o cálculo da espessura de pavimentos rodoviários de concreto simples.

Nos pavimentos de concreto simples, são dadas orientações para o dimensionamento das armaduras de pavimentos dotados de armadura distribuída, contínua e descontínua, sem função estrutural, além das situações em que deve ser empregado este tipo de pavimento.

Para o dimensionamento de pavimentos de concreto simples, utilizou-se o método elaborados pela Portland Cement Association (PCA) de 1984, largamente adotado no Brasil, que engloba novos conceitos no dimensionamento de pavimentos rígidos.

O método da Portland Cement Association – PCA – versão 1984, introduz os progressos e conhecimentos obtidos nos dois últimos decênios nas áreas de cálculo de tensões, projeto geométrico, construção e gerência desse tipo de pavimento, acrescentando novos enfoques e modificando profundamente o método adotado desde 1966.

Ele se aplica tanto a pavimentos de concreto simples e com barras de transferência, como naqueles dotados de armadura distribuída, descontínua ou contínua, sem função estrutural.

Neste método emprega-se um modelo de análise estrutural de elementos finitos.

Outros tópicos que este método leva em conta são:

- o tipo e o grau de transferência de carga nas juntas transversais,
- os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto,
- a contribuição estrutural das sub-bases de concreto pobre rolado ou convencional, ou então de sub-bases tratadas com cimento,
- a ação dos eixos tandem triplos,
- introduz um modelo de ruína por erosão da fundação do pavimento (no qual se embute um modelo de ruína por formação de "degraus" ou escalonamento “faulting” nas juntas transversais), usando-o concomitantemente com o modelo modificado de fadiga.

O método PCA/84 se baseia em quatro pontos:

- estudos teóricos clássicos sobre o comportamento de placas de concreto (Westergaard, Pickett et all
- e modernas análises computacionais empregando elementos finitos (Tayabji e Colley);

- ensaios de laboratório e em modelos, sobre comportamento e influência de juntas, sub-bases acostamentos no desempenho de pavimentos de concreto, pistas experimentais, especialmente da AASHO (hoje, AASHTO), além de estudos levados a efeito por diversos órgãos rodoviários e aeroportuários; observação metódica de pavimentos em serviço;

A conexão entre essas informações, necessária para a concepção de um procedimento de dimensionamento dito mecanístico (em contraposição aos métodos empíricos), no qual se integram os distintos parâmetros, é resolvida pela aplicação de uma análise muito abrangente das tensões e deformações em um modelo que emprega elementos finitos e trabalha com:

- as propriedades do concreto,
- o tipo e o suporte da fundação,
- o carregamento, introduzindo o estudo da influência do tipo de transmissão de carga nas juntas transversais, bordas longitudinais e trincas, por entrosagem de agregados, barras de transferência ou outro dispositivo, dos acostamentos de concreto
- posição da carga (se no interior, canto, borda longitudinal ou junta transversal).

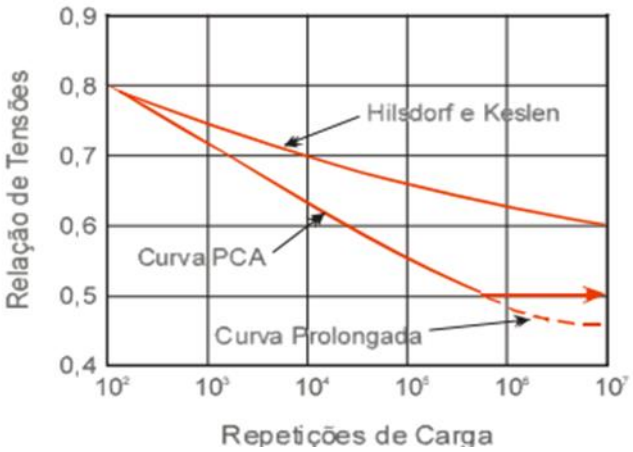
## ➢ PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

### a) Modelos De Ruína

A seguir são apresentados os parâmetros de composição do método e a maneira como este os delimita e considera.

### b) Fadiga

As tensões de tração por flexão consideradas no cálculo, são as produzidas pela carga tangente à borda longitudinal; a curva de fadiga alcança valores abaixo da relação de tensões limite de 0,50, o que elimina a descontinuidade nesse ponto e afasta a possibilidade de acontecer casos irreais de dimensionamento quanto ao número admissível de solicitações. O critério de fadiga está mostrado na Figura seguinte:



A lei de Miner, do dano acumulado por fadiga é usada no método, estando a curva de fadiga implícita nos ábacos de dimensionamento. O consumo total admissível de fadiga é de 100%. O critério de fadiga está bastante ao lado da segurança, sendo os eixos simples os de maior influência no fenômeno de fadiga.

Esta lei determina que a parcela da resistência à fadiga não consumida por uma certa classe de carga, fica disponível para uso por outras cargas, sendo que o dano total é a soma final dos consumos individuais da resistência à fadiga.

### c) EROSÃO

Entende-se por erosão a perda de material da camada de suporte direto da placa de concreto, por ação combinada da água e da passagem de cargas (principalmente dos eixos múltiplos), dando-se o fato também nas laterais do pavimento.

Os efeitos da erosão manifestam-se sob a forma de deformações verticais críticas, nos cantos e nas bordas longitudinais das placas, causando escalões ou "degraus" nas juntas transversais (principalmente se elas foram desprovidas de barras de transferência), podendo ser ambas as ocorrências causadas por bombeamento, formação de vazios sob a placa e perda de suporte ou contato entre a placa e a fundação

O critério de erosão depende da correlação entre os valores calculados das deformações verticais no canto das placas e das pressões verticais exercidas na interface entre a placa e a sua fundação.

Foi introduzido o conceito de fator de erosão (P), que mede o poder que uma certa carga tem para impor uma certa deformação vertical à placa, ligado ao parâmetro de erosão.

Este fator é o produto da pressão vertical na interface (p), pela deformação vertical (w), dividido pelo raio de rigidez relativa (lc) da bacia de deformação da fundação, por unidade de área.

Para iguais valores de “pw” e velocidade da carga, as placas mais delgadas receberão ou estarão sujeitas a um P mais intenso ou rápido.

Adotando fatores de ajustamento constantes, oriundos de correlações obtidas em pistas experimentais, para um Índice de serventia final igual a 3, obteve-se uma expressão analítica para P, indiretamente proporcional ao número admissível de solicitações de carga.

Para incorporar ao modelo de erosão, os danos causados pela formação de escalões nas juntas transversais, lançou-se mão de estudos de Packard e de Brokaw, em que o índice de serventia do pavimento é função do grau de escalonamento, da intensidade do tráfego e da espessura do pavimento, incluindo fatores não considerados nos modelos que se baseiam exclusivamente na Pista Experimental da AASHO (principalmente, o maior nível de solicitações), as juntas sem barras de transferência, as sub-bases estáveis e os acostamentos de concreto.

O critério do dano causado por erosão é intimamente ligado às condições climáticas regionais e à eficiência da drenagem, não sendo esses fatores cobertos pelo método, estando, portanto, sob investigação

Por isso, o critério de erosão é uma diretriz básica, que poderá ser modificada em função de dados locais, como pluviosidade e tipo e eficácia da drenagem.

### d) Características do Concreto

O método incorpora automaticamente o aumento de resistência à tração na flexão do concreto após aos 28 dias, que continua sendo a idade base para fixação da resistência característica.

A alteração foi corroborada pela simulação, em 20 anos de período de projeto, de aumentos das repetições de cargas e dos ganhos de resistência do concreto, mês a mês.

Da mesma forma estão implícitas no procedimento de dimensionamento, as variações da resistência à tração na flexão, pela adoção de um coeficiente de variação do concreto de 15%, equivalente a um controle de qualidade de regular para bom, conforme o ACI 214.

### e) Acostamentos de Concreto

O efeito dos acostamentos de concreto é substancial, ainda mais no que toca à redução das deformações verticais ao longo da borda no pavimento. O modelo estrutural computa uma eficiência de junta da ordem de 65%, no caso de haver ligação entre o acostamento e o pavimento.

### f) Sub-Bases Tratadas com Cimento

Por proporcionar suporte de alto valor, não ser bombeáveis e virtualmente não sujeitas à erosão, a intercalação de uma sub-base com cimento, pode redundar em economia de até 3 cm na espessura do pavimento rígido, no caso de pavimentos sem barras de transferência e com tráfego pesado.

### g) Barras de Transferência

Comparando-se pavimentos com e sem barras de transferência, verifica-se que a contribuição destas barras pode ser tão grande a ponto de trazer uma economia de até 5 cm na espessura na placa, no caso de cotejo com pavimentos sem acostamento de concreto e sem sub-base, para tráfego pesado.

### h) Fatores De Segurança Para As Cargas

No dimensionamento da espessura das placas, são considerados os fatores de segurança para as cargas (FSC) apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 52 - Fatores de segurança para as cargas (FSC)**

| Tipo de Pavimento | FSC |
|---|---|
| para ruas com tráfego com pequena porcentagem de caminhões e pisos em condições semelhantes de tráfego (estacionamentos, por exemplo) | 1,0 |
| para estradas e vias com moderada frequência de caminhões | 1,1 |
| para altos volumes de caminhões | 1,2 |
| pavimentos que necessitem de um desempenho acima do normal | Até 1,5 |

## ➢ APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As premissas para o cálculo das espessuras do pavimento rígido, foram:

- Repetições de cargas e tipos de eixos com os carregamentos obtidos nos estudos de tráfego para um período de 20 anos.
- Existência de acostamentos;
- FSC de 1,2, em função da configuração dos veículos comerciais;
- Utilização de sub-base de solo melhorado cimento em pleno atendimento às especificações de serviços utilizadas;
- Utilização de barras de transferência e;
- Utilização de barras de ligações.

Os dimensionamentos e ábacos utilizados, são apresentados na sequência:

Determinação do número de passagens:

Associação Brasileira de Cimento Portland

**PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND**

**Memória de Cálculo da Determinação do Tráfego Solicitante**

RUDRA

Responsável: Rudra Engenharia

Atualizado em: 28/04/2021 - Versão: 1

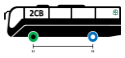
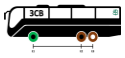
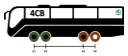
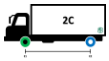
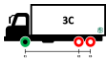
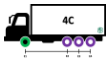
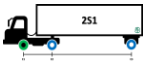
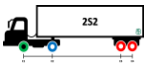
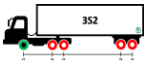
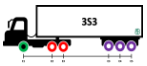
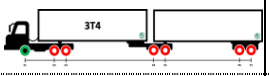
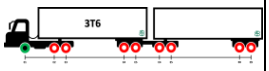
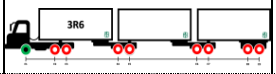
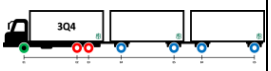
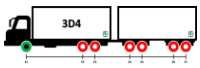
**PARÂMETROS DE TRÁFEGO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.519 | VDMc inicial adotado (veículos comerciais) em 2022 | Período de projeto (anos) | 20 |
| 2022 | Ano de referência do VDM | Distribuição direcional | 40% |
| 2024 | Primeiro ano do perído de projeto - primeiro ano de operação do pavimento | Fluxo direcional dos veículos pesados na faixa de projeto | 100% |

**VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS (Vt)**

| Tipo de Veículo | Taxa de crescimento | Distribuição | VDMc em 2022 | VDMc em 2024 | Vt em 2044 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ônibus | 3,00% | 5,87% | 114 | 121 | 474.792 |
| Caminhões | 3,00% | 94,13% | 1.829 | 1.940 | 7.617.493 |
| | | | | | 8.092.285 |

## TIPOS E DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS

| Classe (Nomenclatura DNIT) | Caracterização | Silueta | Distribuição do trafego | Necessita de AET | Quant. de Eixos | PBT ou PBTC / (5%) | VMDa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2CB | **ÔNIBUS**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 5,66% | Não | 2 | 16 / 16,8 | 110 |
| 3CB | **ÔNIBUS TRUCADO MISTO**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo traseiro misto (ETM); carga máxima 13,5 ton.<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,21% | Não | 3 | 19,5 / 20,5 | 4 |
| 4CB | **ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL MISTO**<br>E1 e E2 = Eixo duplo direcional (EDD); carga máxima 12 ton.<br>E3 e E4 = Eixo traseiro misto (ETM); carga máxima 13,5 ton. |  | 0,00% | Não | 4 | 25,5 / 26,8 | 0 |
| 2C | **CAMINHÃO**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 19,87% | Não | 2 | 16 / 16,8 | 386 |
| 3C | **CAMINHÃO TRUCADO**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 22,13% | Não | 3 | 23 / 24,2 | 430 |
| 4C | **CAMINHÃO SIMPLES**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2, E3 e E4 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton. |  | 0,00% | Não | 4 | 31,5 / 33,1 | 0 |
| 2S1 | **CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 0,00% | Não | 3 | 26 / 27,3 | 0 |
| 2S2 | **CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3 e E4 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,62% | Não | 4 | 33 / 34,7 | 12 |
| 2S3 | **CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3, E4 e E5 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton. | | 1,85% | Não | 5 | 41,5 / 43,6 | 36 |
| 3S1 | **CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. | | 0,00% | Não | 4 | 33 / 34,7 | 0 |
| 3S2 | **CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD);carga máxima 17 ton. |  | 0,57% | Não | 5 | 40 / 42 | 11 |
| 3S3 | **CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4, E5 e E6 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton. |  | 10,96% | Não | 6 | 48,5 / 50,9 | 213 |
| 3T4 | **BI TREM ARTICULADO (caminhão trator trucado + dois semi-reboques)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,00% | Não | 7 | 57 / 59,9 | 0 |
| 3T6 | **RODOTREM (caminhão trator trucado + semi-reboques + reboque com dolly)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 25,06% | Sim | 9 | 74 / 77,7 | 487 |
| 3R6 | **TRI TREM (caminhão trator trucado + três semi-reboques)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E8 e E9 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 0,00% | Sim | 9 | 74 / 77,7 | 0 |
| 3Q4 | **TREMINHÃO (caminhão trucado + dois reboques)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E5 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E6 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E7 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. |  | 0,00% | Sim | 7 | 63 / 66,2 | 0 |
| 2C2 | **CAMINHÃO + REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. | | 0,21% | Não | 4 | 36 / 37,8 | 4 |
| 2C3 | **CAMINHÃO + REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.<br>E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. | | 0,00% | Não | 5 | 43 / 45,2 | 0 |
| 3C2 | **CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.<br>E5 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton. | | 0,00% | Não | 5 | 43 / 45,2 | 0 |
| 3C3 | **ROMEU E JULIETA (caminhão trucado + reboque)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.<br>E5 e E6 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. | | 0,10% | Não | 6 | 50 / 52,5 | 2 |
| 3D4 | **ROMEU E JULIETA (caminhão trucado + reboque)**<br>E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton.<br>E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.<br>E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. |  | 12,76% | Não | 7 | 57 / 59,9 | 248 |

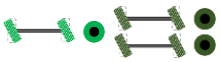
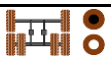
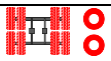
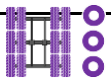
## DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE TOTAL DE REPETIÇÕES POR TIPO DE EIXO

| | Classe (Nomenclatura DNIT) | Distribuição do trafego | Volume total de veículos comerciais | TIPO DE EIXO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ESRS | | ESRD | | EDD | | ETM | | ETD | | ETT | |
| | | | | CML = 6,0 tf | | CML = 10,0 tf | | CML = 12,0 tf | | CML = 13,5 tf | | CML = 17,0 tf | | CML = 25,5 tf | |
| | | | | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas | Quantidade por Veículo | Total de Repetições Previstas |
| ÔNIBUS | 2CB | 5,66% | 458.132 | 1 | 458.132 | 1 | 458.132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3CB | 0,21% | 16.659 | 1 | 16.659 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16.659 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4CB | 0,00% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CAMINHÕES | 2C | 19,87% | 1.607.628 | 1 | 1.607.628 | 1 | 1.607.628 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3C | 22,13% | 1.790.881 | 1 | 1.790.881 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.790.881 | 0 | 0 |
| | 4C | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 2S1 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2S2 | 0,62% | 49.978 | 1 | 49.978 | 1 | 49.978 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 49.978 | 0 | 0 |
| | 2S3 | 1,85% | 149.934 | 1 | 149.934 | 1 | 149.934 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 149.934 |
| | 3S1 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3S2 | 0,57% | 45.813 | 1 | 45.813 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 91.626 | 0 | 0 |
| | 3S3 | 10,96% | 887.111 | 1 | 887.111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 887.111 | 1 | 887.111 |
| | 3T4 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | 3T6 | 25,06% | 2.028.277 | 1 | 2.028.277 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8.113.109 | 0 | 0 |
| | 3R6 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | 3Q4 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 2C2 | 0,21% | 16.659 | 1 | 16.659 | 3 | 49.978 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2C3 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3C2 | 0,00% | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 3C3 | 0,10% | 8.330 | 1 | 8.330 | 1 | 8.330 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16.659 | 0 | 0 |
| | 3D4 | 12,76% | 1.032.880 | 1 | 1.032.880 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3.098.641 | 0 | 0 |
| | | | 8.092.285 | | 8.092.285 | | 2.323.981 | | 0 | | 16.659 | | 14.048.007 | | 1.037.045 |

## HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

| Hipóteses de Carregamento | Distribuição |
|---|---|
| % de veículos comerciais com 105 % carga máxima legal | 80% |
| % de veículos comerciais com 100% carga máxima legal | 0% |
| % de veículos comerciais com 75% carga máxima legal | 0% |
| % de veículos comerciais sem carga (vazios) | 20% |
| | 100% |

## DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE TOTAL DE REPETIÇÕES POR TIPO DE EIXO E CARGA

| | Tipo de Eixo | Representação Gráfica | HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | | | TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Condição | Distribuição | Carga (tf) | Por Tipo de Eixo | Por Carga |
| ES | Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2 |  | 105% CML | 80% | 6,30 | 8.092.285 | 6.473.828 |
| | | | 100% CML | 0% | 6,00 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 4,50 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 3,00 | | 1.618.457 |
| | Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD) | | 105% CML | 80% | 10,50 | 2.323.981 | 1.859.185 |
| | | | 100% CML | 0% | 10,00 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 7,50 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 5,00 | | 464.796 |
| ETD | Eixo Traseiro Misto (ETM) |  | 105% CML | 80% | 14,18 | 16.659 | 13.327 |
| | | | 100% CML | 0% | 13,50 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 10,13 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 5,50 | | 3.332 |
| | Eixo Tandem Duplo (ETD) |  | 105% CML | 80% | 17,85 | 14.048.007 | 11.238.406 |
| | | | 100% CML | 0% | 17,00 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 12,75 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 6,00 | | 2.809.601 |
| ETT | Eixo Tandem Triplo (ETT) |  | 105% CML | 80% | 26,78 | 1.037.045 | 829.636 |
| | | | 100% CML | 0% | 25,50 | | 0 |
| | | | 75% CML | 0% | 19,13 | | 0 |
| | | | Vazio | 20% | 9,00 | | 207.409 |

Associação Brasileira de Cimento Portland

# PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

## Memória de Cálculo do Estudo de Dimensionamento de Pavimentos de Concreto de Cimento Portland

RUDRA

Responsável: Rudra Engenharia | **RESTAURAÇÃO - GO-210 - P. U. DE RIO VERDE** | Atualizado em: 28/04/2021 - Versão: 1

## DIMENSIONAMENTO

### FUNDAÇÃO

| | | | |
|---|---|---|---|
| **4,00%** | CBR / ISC | **30,0** | Modulo de Reação - $k_{SUBLEITO}$ (Mpa/m) |
| **1** | Quantidade de Camadas (Sub-Base / Base) | | |
| **Solo melhorado com cimento (SMC)** | Tipo de sub-base | | |
| **15,0** | Espessura da sub-base (cm) | | |
| **84,0** | Modulo de Reação - $k_{SUB\text{-}BASE}$ (Mpa/m) - Estimado | | Modulo de Reação - $k_{SISTEMA\ DE\ APOIO}$ (Mpa/m) - Adotado **80,0** |

## DIMENSIONAMENTO PELA PCA/84

Para o dimensionamento do pavimento rígido, foi utilizada a metodologia da PCA Portland Cement Association, versão 1984, compilada na ET-97, Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984 da Associação Brasileira de Cimento Portland

### PARÂMETROS DE PROJETO

| | |
|---|---|
| **20,0** | Espessura da placa de concreto (cm) |
| **4,5** | Resistência à tração na flexão do concreto (MPa) |
| **1,2** | Fator de segurança de cargas (FSC) |
| **Sim** | Acostamento de concreto / Apoio lateral |
| **Sim** | Juntas transversais com barra de transferência |

### SEÇÃO TRANSVERSAL

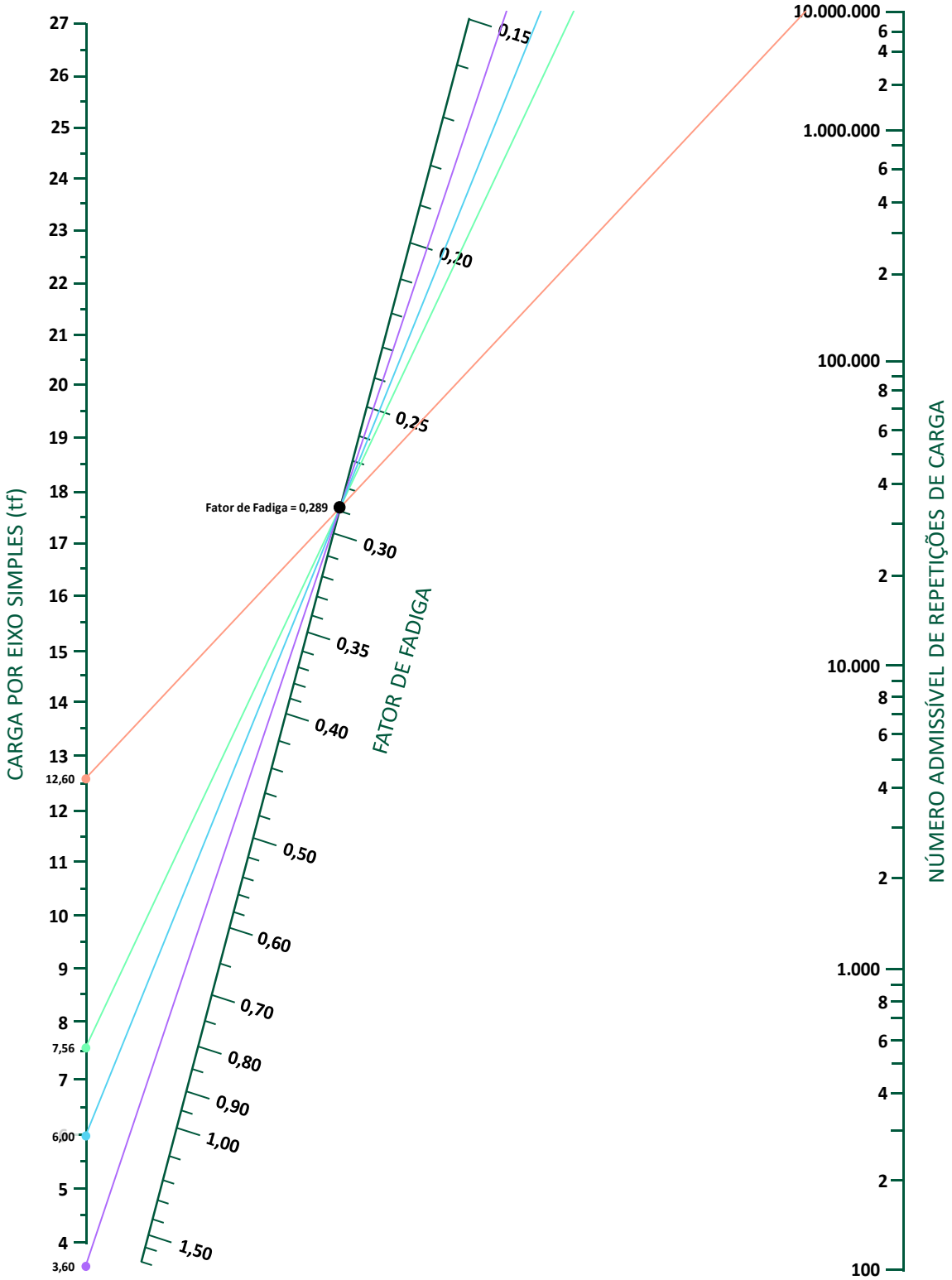
### ANÁLISE DE FÁDIGA E EROSÃO

| Cargas por eixo (tf) | Carga por eixo (x) FSC (tf) | Nº de repetições previstas | ANÁLISE DE FADIGA: Nº de repetições admissíveis | ANÁLISE DE FADIGA: Consumo de Fadiga (%) | ANÁLISE DE EROSÃO: Nº de repetições admissíveis | ANÁLISE DE EROSÃO: Consumo de Erosão (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **EIXO SIMPLES** | | | 1,300 | Tensão Equivalente | | |
| | | | 0,289 | Fator de Fadiga | 2,350 | Fator de Erosão |
| 10,50 | 12,60 | 1.859.185 | Ilimitado | 0,00 | 5.720.231 | 32,50 |
| 10,00 | 12,00 | 0 | Ilimitado | 0,00 | 11.165.656 | 0,00 |
| 7,50 | 9,00 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 6,30 | 7,56 | 6.473.828 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 6,00 | 7,20 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 5,00 | 6,00 | 464.796 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 4,50 | 5,40 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 3,00 | 3,60 | 1.618.457 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| **EIXO TANDEM DUPLO** | | | 1,100 | Tensão Equivalente | | |
| | | | 0,244 | Fator de Fadiga | 2,400 | Fator de Erosão |
| 17,85 | 21,42 | 11.238.406 | Ilimitado | 0,00 | 32.533.698 | 34,54 |
| 17,00 | 20,40 | 0 | Ilimitado | 0,00 | 188.979.034 | 0,00 |
| 14,18 | 17,01 | 13.327 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 13,50 | 16,20 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 12,75 | 15,30 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 10,13 | 12,15 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 6,00 | 7,20 | 2.809.601 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 5,50 | 6,60 | 3.332 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| **EIXO TANDEM TRIPLO** | | | 0,870 | Tensão Equivalente | | |
| | | | 0,193 | Fator de Fadiga | 2,440 | Fator de Erosão |
| 26,78 | 32,13 | 829.636 | Ilimitado | 0,00 | 13.121.655 | 6,32 |
| 25,50 | 30,60 | 0 | Ilimitado | 0,00 | 34.792.694 | 0,00 |
| 19,13 | 22,95 | 0 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| 9,00 | 10,80 | 207.409 | Ilimitado | 0,00 | Ilimitado | 0,00 |
| | | | **TOTAIS** | **0,00** | | **73,37** |

**Conclusão: Espessura de 20 cm da placa de concreto, SUFICIENTE pela análise de fadiga e erosão**

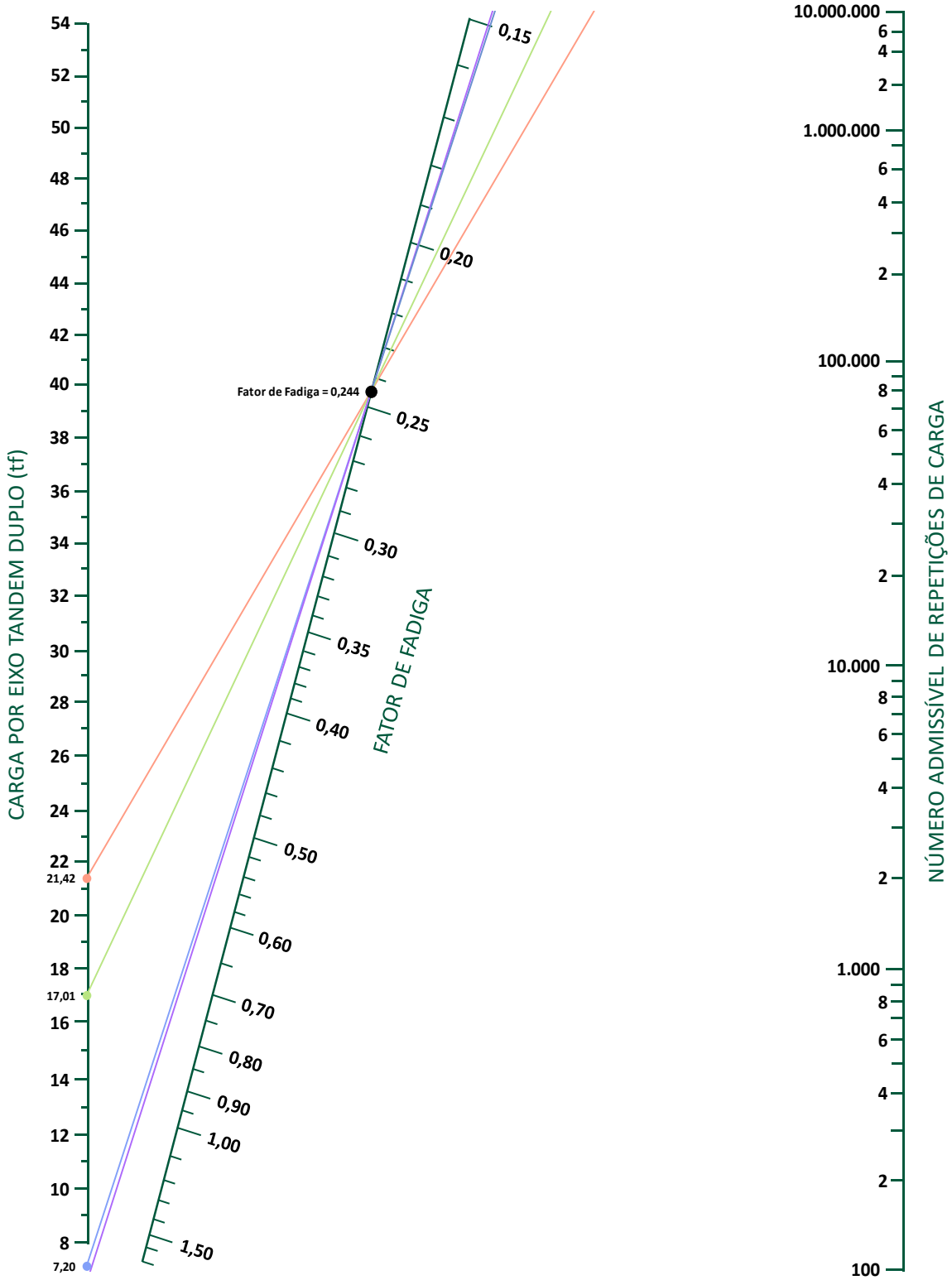
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE FADIGA

## Análise de Fadiga para Eixo Simples



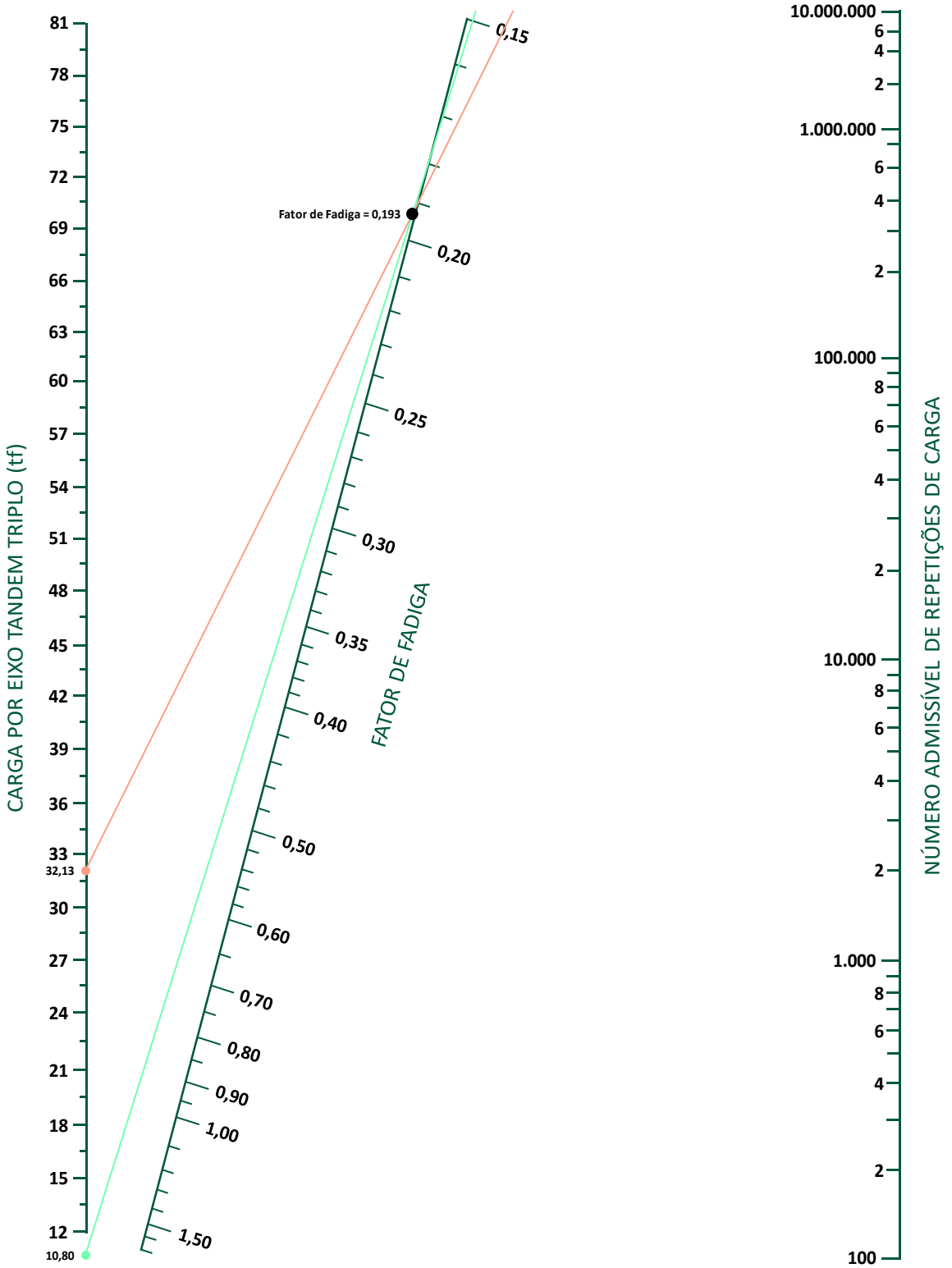
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE FADIGA

## Análise de Fadiga para Eixo Tandem Duplo



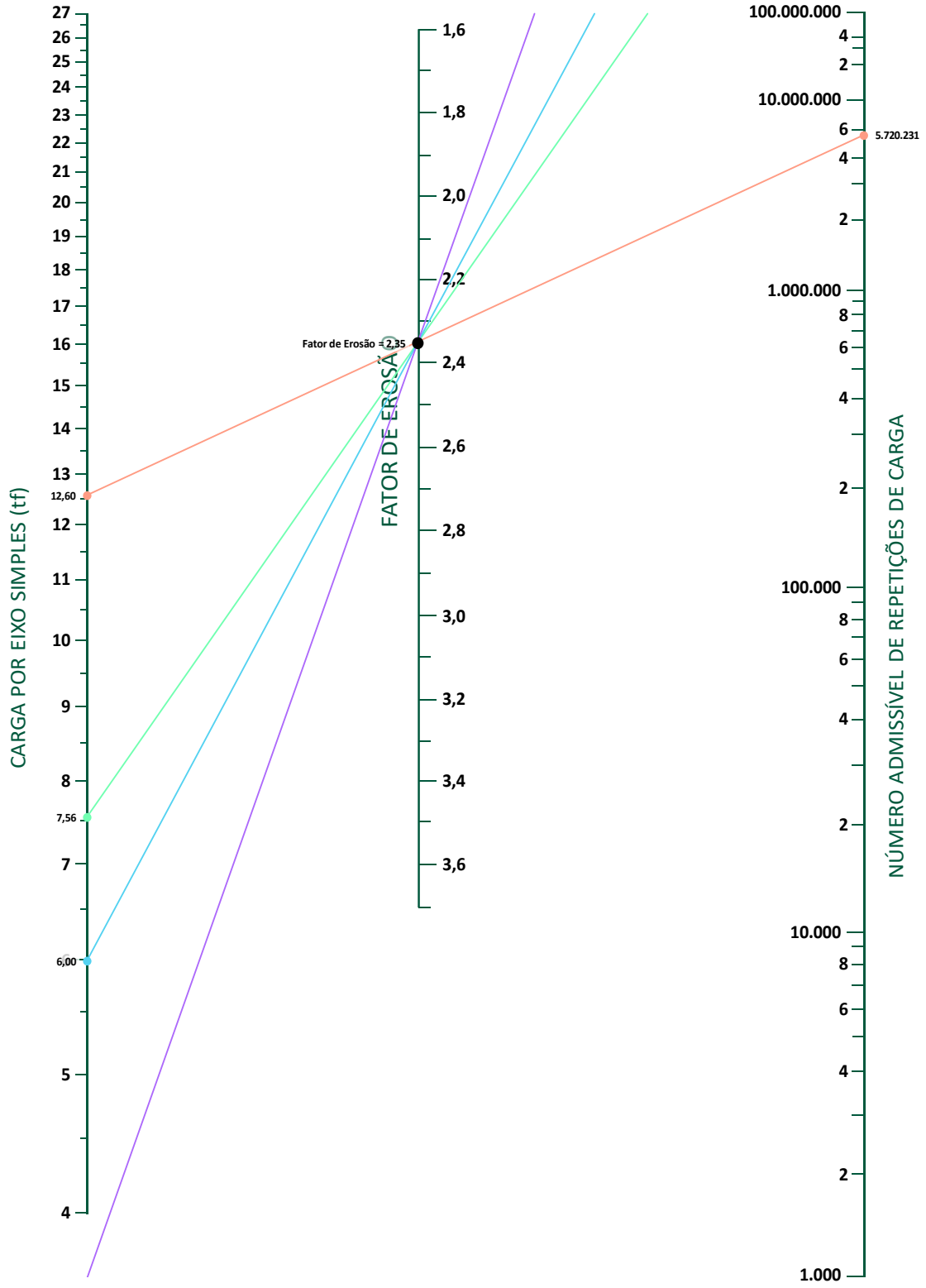
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE FADIGA

## Análise de Fadiga para Eixo Tandem Triplo



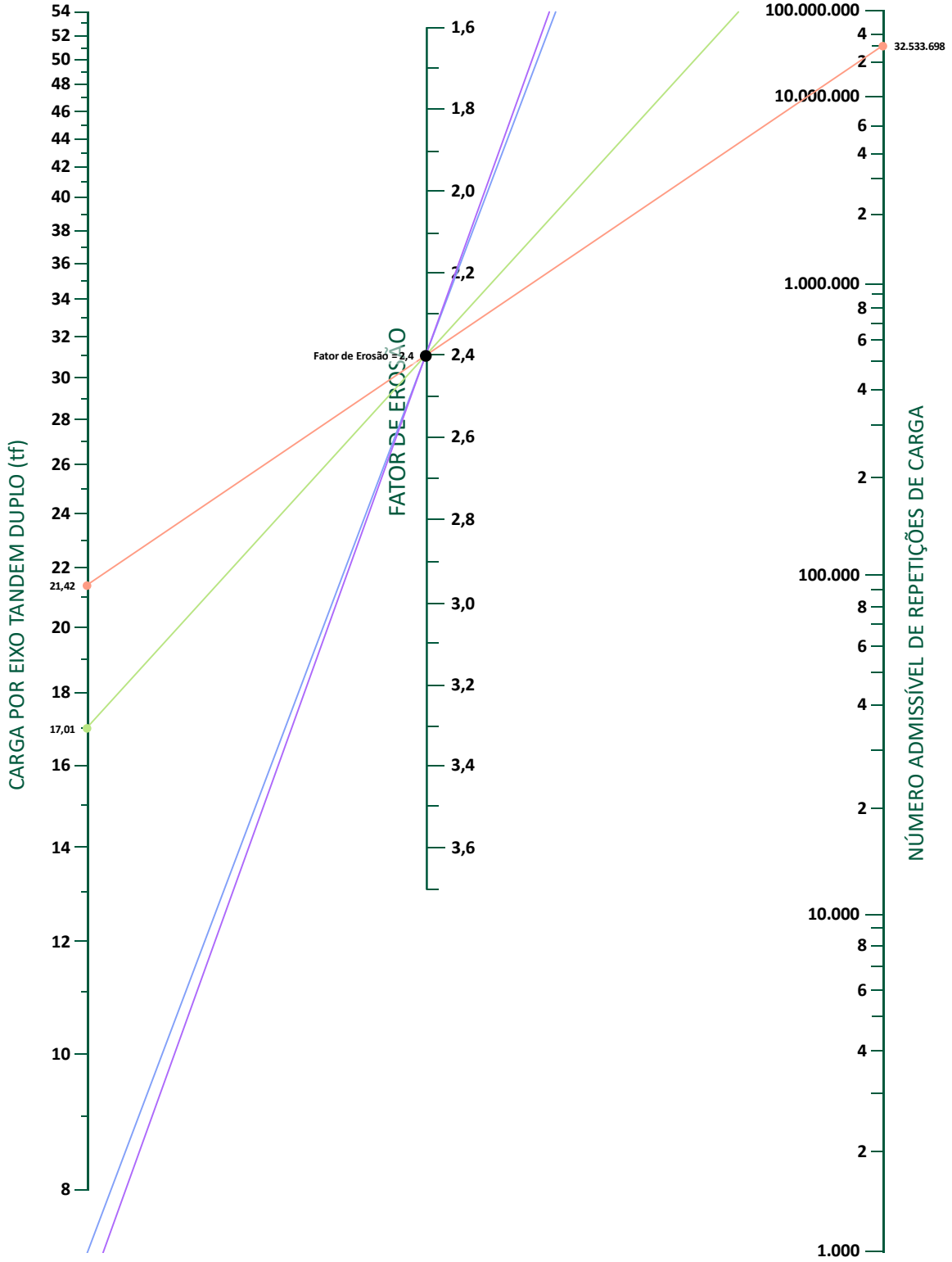
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Simples (Com Acostamento)



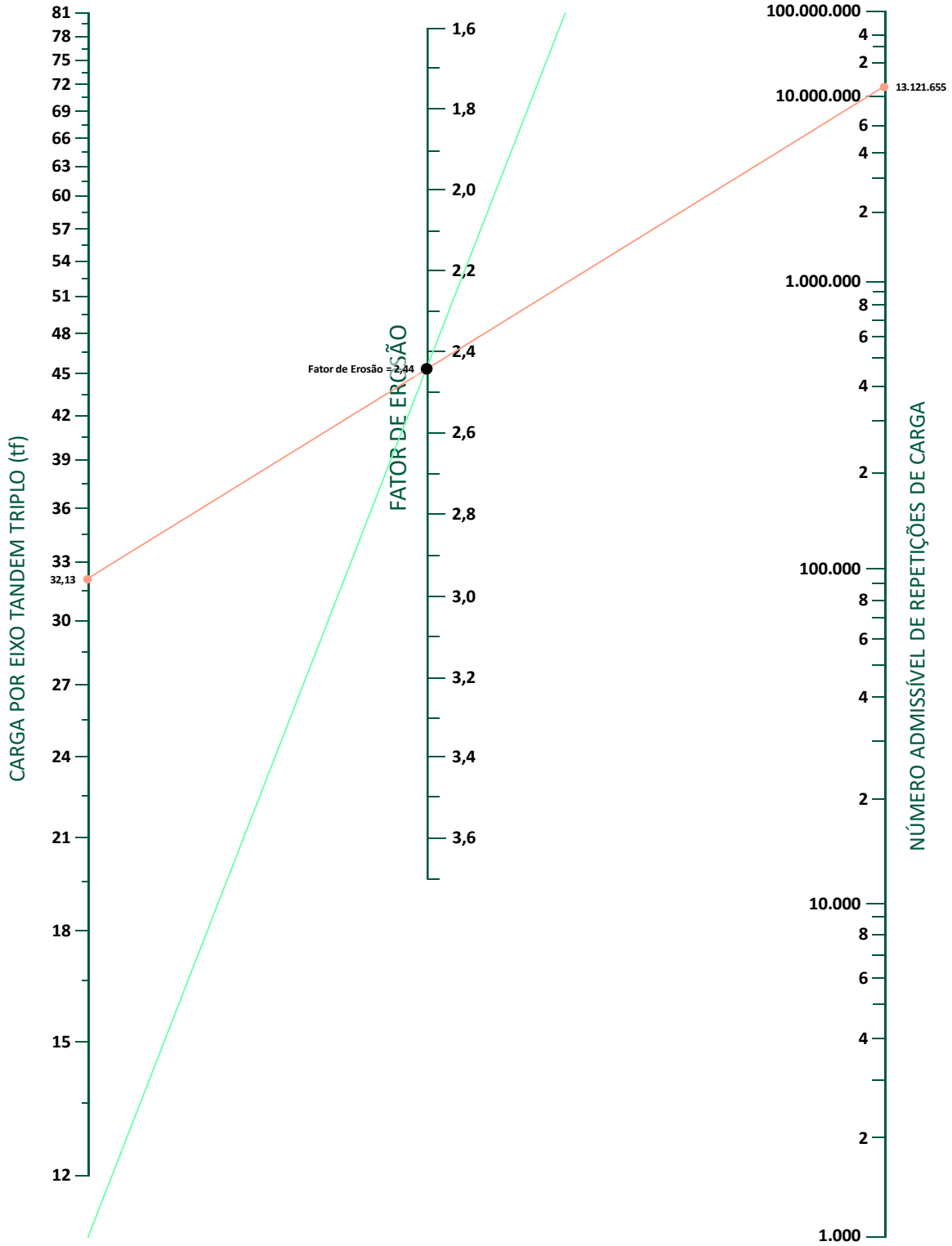
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Duplo (Com Acostamento)



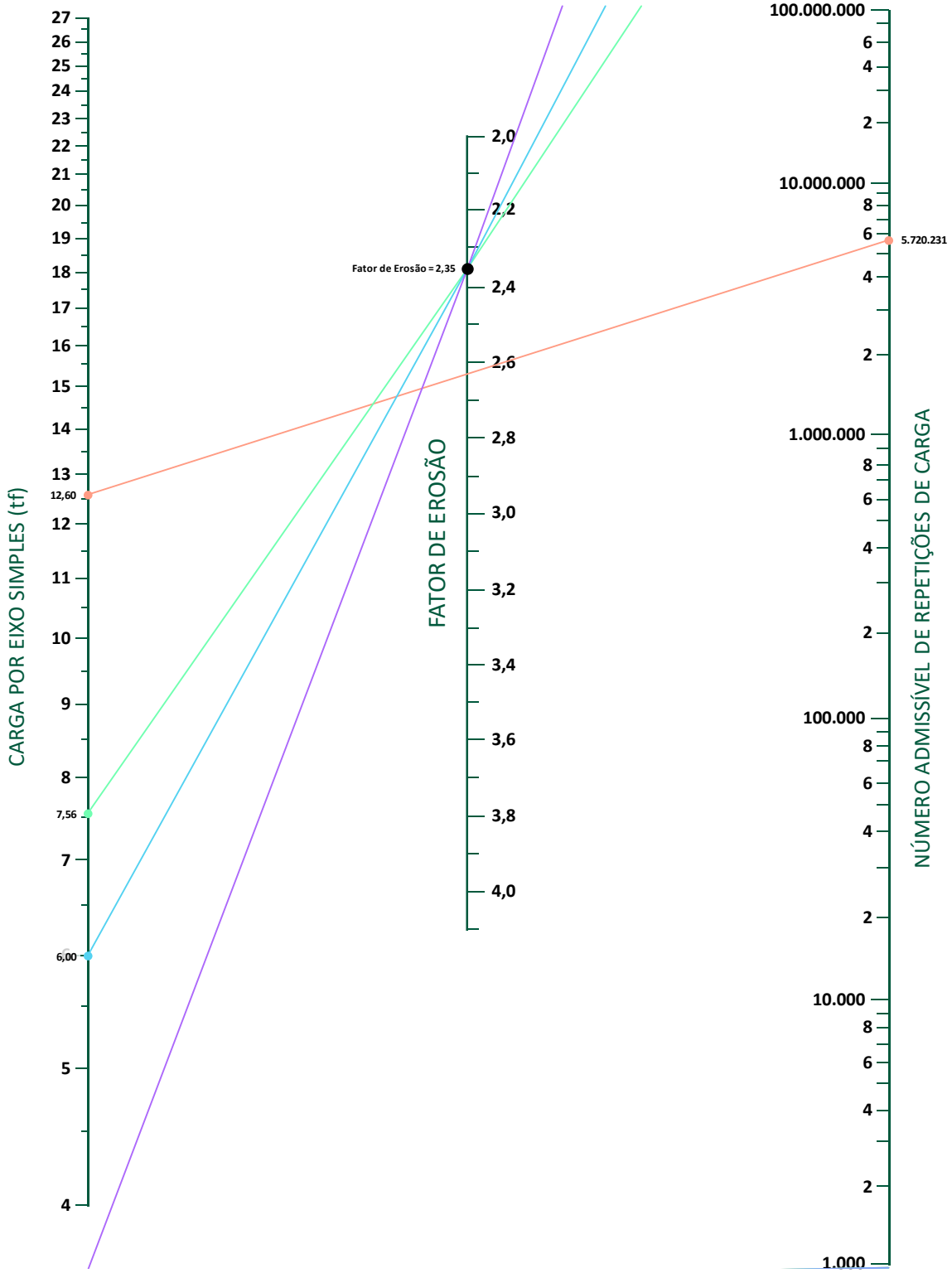
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Triplo (Com Acostamento)



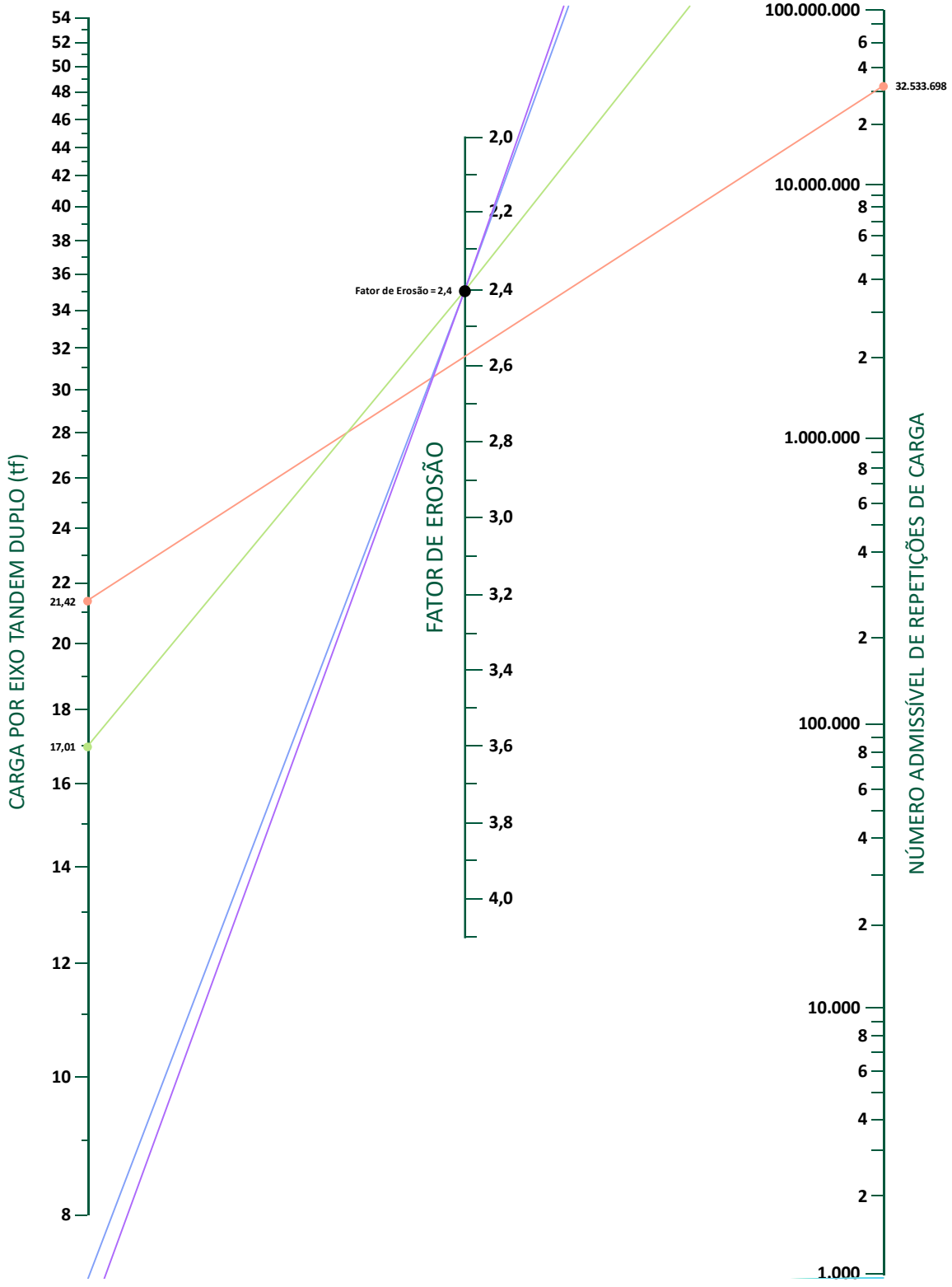
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Simples (Sem Acostamento)



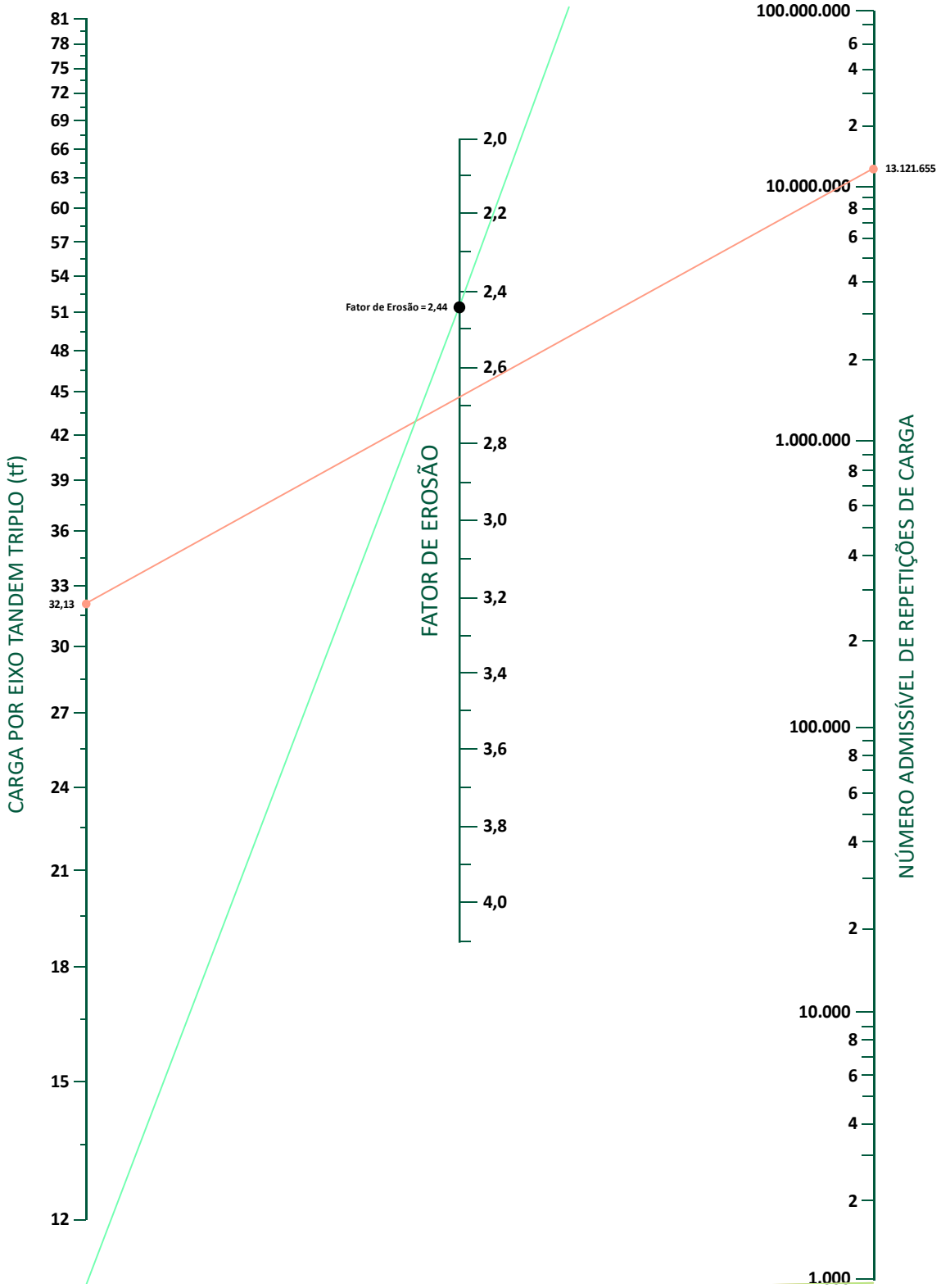
# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Duplo (Sem Acostamento)



# ÁBACO PARA ANÁLISE DE EROSÃO

## Análise de Erosão para Eixo Tandem Triplo (Sem Acostamento)



## ➢ PROJETO DE JUNTAS

Os pavimentos de concreto estão sujeitos ao aparecimento de fissuras transversais e longitudinais, provocadas pelas variações volumétricas da placa de concreto e pela combinação dos efeitos de empenamento restringido e dos esforços que as solicitam através da ação do tráfego.

Tais fissurações precisam ser controladas; deve-se evitar sua progressão ao longo dos anos, que tem efeitos danosos para a estrutura do pavimento rígido. O controle é executado lançando-se mão de dois dispositivos, quais sejam:

- Utilização de armadura distribuída, com a finalidade de manter fortemente unidas as faces das fissuras;
- Emprego de seções artificialmente enfraquecidas, forçando a ocorrência de fissuras em si mesmas.

Para a execução do projeto de juntas, foram analisadas as situações passíveis de solicitação dos rodeiros dos veículos. A escolha nas dimensões adotadas para as placas nesta situação obedeceu aos critérios recomendados pela ABCP.

## ➢ DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DISTRIBUÍDA DESCONTÍNUA

Há necessidade de uso de armadura descontínua distribuída com a finalidade de manter fortemente unidas as faces das fissuras. O dimensionamento deste tipo de armadura depende basicamente das dimensões da placa, não tendo ela nenhuma função estrutural e a área de aço (em cm2) por metro de seção transversal de placa é dada pela fórmula:

$$As = \frac{b\ x\ f\ x\ \gamma_c\ x\ h}{S}$$

**Onde:**

b = comprimento da placa (m);

f = coeficiente de atrito entre a placa de concreto e a camada subjacente (1,5);

$\gamma$ = peso específico do concreto (24000 N/m$^3$);

h = altura da placa (m);

S = tensão admissível no aço (MPa).

$$As = \frac{5\ x\ 1{,}5\ x 24000 x\ 0{,}2}{330} = 109\ cm^2/m$$

Através do tabelamento das telas oferecidas no mercado, sugeriria a adoção de um elemento do tipo Q-92. Entretanto, telas desta magnitude representam baixa produtividade quando da execução do pavimento, haja vista a sua pouca capacidade de autossustentação, necessitando-se de maior número de elementos de fixação. É de uso corrente a sugestão da utilização de tela mínima do tipo Q-138, eliminando tais problemas, com custo praticamente imutável e garantia das necessidades técnicas.

## ➢ DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS DE TRANSFERÊNCIA

Para as juntas transversais de retração, foram previstas barras de transferência, sendo que estas possuirão a função de permitir determinada transferência de carga entre duas placas consecutivas.

Seu dimensionamento obedece ao mesmo tempo a estudos teóricos e a experiências específicas sobre seu comportamento sob a ação de cargas repetidas.

Sua definição fica a cargo do conhecimento da espessura das placas de concreto consecutivas, cujas bitolas, comprimentos e espaçamentos são fornecidos pela ABCP em seu Estudo Técnico nº 13 - "Projeto de Juntas em Pavimentos Rodoviários de Concreto".**Erro! Vínculo não válido.**No caso específico de placas com espessuras de 20,0 cm, como aquela aqui dimensionada, obtém-se os seguintes resultados:

- aço: CA-25;
- diâmetro: ∅ 25 mm;
- comprimento: = 46 cm;
- espaçamento entre barras: 30 cm.

➢ **DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS DE LIGAÇÃO**

As barras de ligação servem para manter fortemente unidas as faces longitudinais de duas placas separadas por uma junta longitudinal.

O dimensionamento da seção de aço necessária para se garantir a ligação entre placas é feito considerando que a camada subjacente ofereça restrição à movimentação desta no plano horizontal, seja por empenamento ou retração, conforme equação apresentada a seguir.

$$A_S = \frac{b.f.\gamma_C.h}{100xS}$$

**Onde:**

- $A_S$ =seção de barras de aço necessária, por metro de comprimento da junta considerada, em cm²/m;
- b =distância entre a junta considerada e a junta ou borda livre mais próxima dela, em m;
- f =coeficiente de atrito entre a placa e o subleito ou sub-base, que pode variar de 1,5 a 2,0, sendo geralmente tomado como 1,5;
- gc = massa específica do concreto, igual a 24000 N/m2;
- h =espessura da placa, em m;
- S =tensão admissível no aço, em geral 2/3 da tensão de escoamento, em MPa.

$$A_S = \frac{b.f.\gamma_C.h}{100xS} = \frac{3{,}6.1{,}5.24000.0{,}2}{100x330} = \frac{0{,}78cm^2}{m} : \emptyset\ \mathbf{8{,}00}\ \ \boldsymbol{cada\ 50\ cm}$$

O comprimento da barra de ligação, necessário para assegurar sua aderência ao concreto, considerando uma tensão máxima de aderência aço-concreto de 2,5 MPa, é dado pela expressão:

$$Lb = \frac{1}{2}\left(\frac{Sd}{\tau_b}\right) + 7{,}5 \quad = ½.(330.0{,}8/2{,}45)+7{,}5 = 62 \text{ cm}$$

**Onde:**

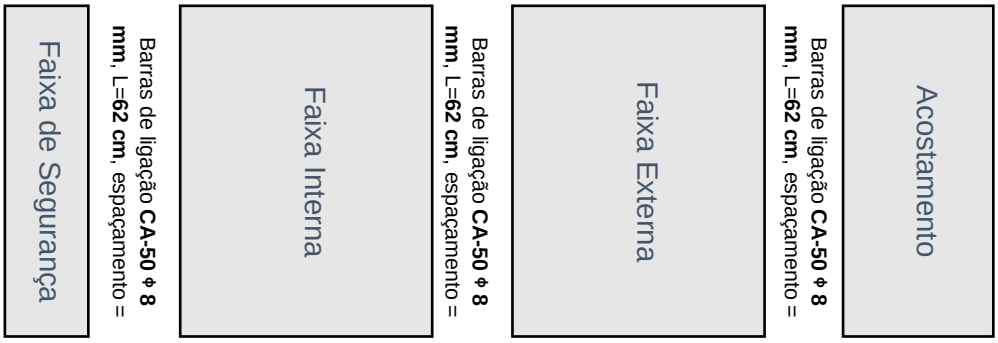
- Lb - comprimento (cm);
- d - Diâmetro (cm);
- $\tau_b$ - tensão de aderência aço/concreto (2,45 MPa); e
- 7,5 – Margem para prever possível descentralização da barra (cm).

Desta forma adotou-se o seguinte:

| Espessura da Placa (cm) | Barra de Ligação Diâmetro (mm) | Comprimento (cm) | Espaçamento (cm) |
|---|---|---|---|
| 20 | 8 | 62 | 50 |

***OBS: Aço CA-50***

Barras de transferência **CA-25 Φ 25 mm**, L=**46 cm**, espaçamento = **30 cm**




Barras de transferência **CA-25 Φ 25 mm**, L=**46 cm**, espaçamento = **30 cm**

- **DIMENSÕES DAS PLACAS:**

Acostamento: L = 2,50 m x C= 5,00 m

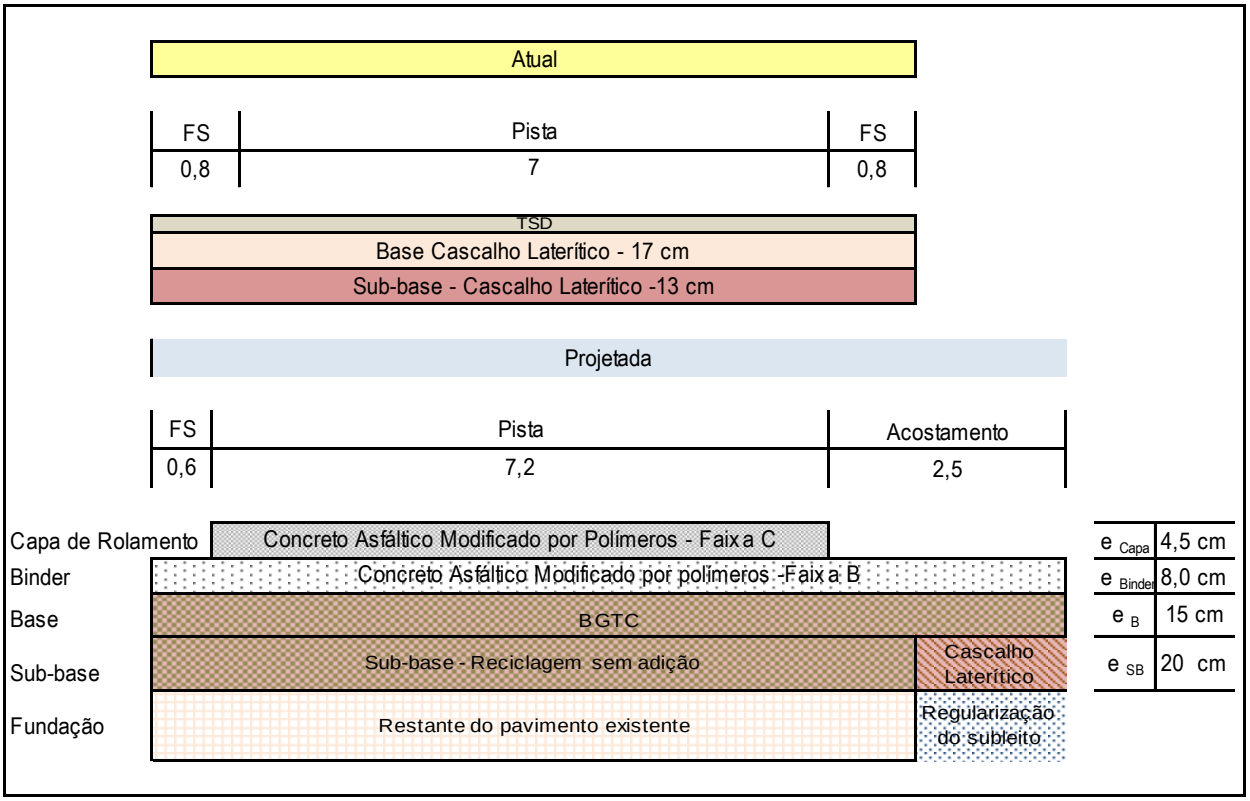
Faixas de rolamento: L = 3,60 m x C= 5,00 m

Faixa de segurança: L = 0,60 m x C= 5,00 m

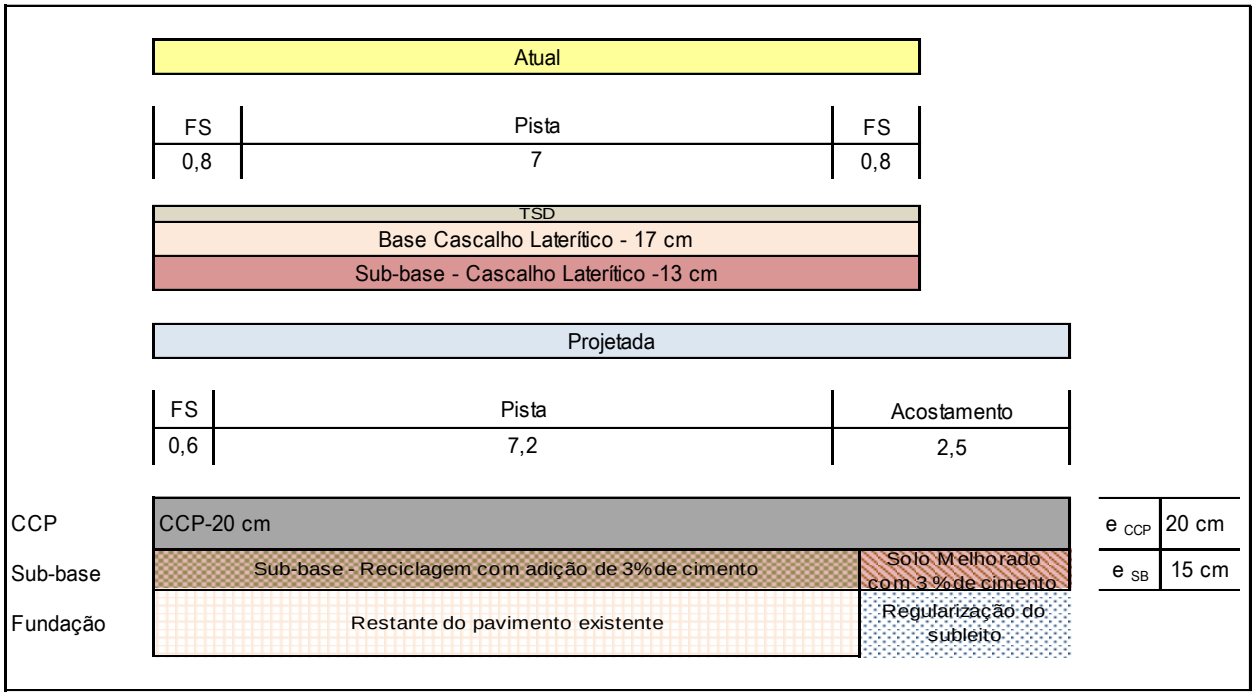
Em placas de geometria irregular, deverão ser utilizados tela do tipo Q-138, evitando propagação de fissuras.

### 11.11.8.3. RESUMO DOS PAVIMENTOS PROJETADOS

Para a alternativa com a concepção de pavimentos semirrígidos, o método empírico do DNIT, apresenta seguinte estrutura:




Para a alternativa com a concepção de pavimentos rígidos, o método empírico do ABCP/PCA, apresenta seguinte estrutura:



### 11.2.7.3. VERIFICAÇÃO MECANICISTA DO DIMENSIONAMENTO

Para a verificação mecanicista da estrutura de pavimento, é necessário o conhecimento dos parâmetros relativos à capacidade de suporte dos solos do subleito e do tráfego previsto para o período de projeto, além das propriedades dos materiais constituintes das camadas da estrutura do pavimento e de modelos de fadiga para estes materiais.

Nesta avaliação, para avaliar os dimensionamentos empíricos dimensionados anteriormente pelo método do DNER e PCA, visando avaliar os mecanismos de fadiga que ocorrerão ao longo da vida útil. Foram utilizados parâmetros obtidos na literatura, de forma a uma prévia avaliação. As futuras obras, que não poderão ser realizadas neste contrato, deverão contar com características obtidas em laboratório. Porém ilustra uma contribuição metodológica ao órgão contratante.

As cargas a serem inseridas na análise mecanicista devem simular o eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN, utilizando quatro pontos de aplicação da carga de 20 kN cada e pressão de contato pneu-pavimento de 0,56 MPa.

Nas Tabelas a seguir, apresentam-se alguns valores recomendados para as propriedades dos materiais de pavimentação.

- **Características dos Materiais**

**Tabela 53 - Valores Usuais de Coeficiente de Poisson**

| Materia l | Intervalo de Valores de Coeficiente de *Poisson* | Valor Recomendado de Coeficiente de *Poisson* |
|---|---|---|
| Concreto de cimento *Portland* | 0,10 – 0,20 | 0,15 |
| Materiais estabilizados com cimento | 0,15 – 0,30 | 0,20 |
| Misturas asfálticas | 0,15 – 0,45 | 0,30 |
| Materiais granulares | 0,30 – 0,40 | 0,35 |
| Solos do subleito | 0,30 – 0,50 | 0,40 |

| Materia l | Intervalos de Valores de Módulo de Resiliência (MPa) |
|---|---|
| **Concretos Asfálticos**: | |
| - revestimento (CAP 50-70) | 2000 – 5000 |
| - revestimento (CAP 30-45) | 2500 – 4500 |
| - *binder* (CAP 50-70) | 2000 – 3000 |
| - *binder* (CAP 30-45) | 2500 – 4000 |
| **Materiais granulares** | |
| - brita graduada | 150 – 300 |
| - macadame hidráulico | 250 – 450 |
| **Materiais estabilizados quimicamente** | |
| - solo-cimento | 5000 – 10000 |
| - brita graduada tratada com cimento | 7000 – 18000 |
| - concreto compactado com rolo | 7000 – 22000 |
| Concreto de cimento *Portland* | 30000 – 35000 |
| Solos finos em base e sub-base | 150 – 300 |
| **Solos finos em subleito e reforço do subleito** | |
| - solos de comportamento laterítico LA, LA', LG' | 100 – 200 |
| - solos de comportamento não laterítico | 25 – 75 |
| Solos finos melhorados com cimento para reforço de subleito | 200 – 400 |
| Concreto de cimento *Portland* | 28000 – 45000 |

- **Valores Usuais de Módulo de Resiliência ou Elasticidade**

*Para os solos do subleito recomendam-se as seguintes correlações entre módulo de resiliência e capacidade de suporte ISC:*

*- solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos ( LG'):*

$MR = 22 \times ISC^{0,8}$ *(MPa)*

*- Solos não lateríticos siltosos (NS') e não lateríticos argilosos (NG'):*

$MR = 18 \times ISC^{0,64}$ *(MPa)*

*- Solos arenosos pouco ou não coesivos:*

$MR = 14 \times ISC^{0,7}$ *(MPa)*

Para a análise mecanicista de estrutura de pavimento utilizam-se modelos experimentais de fadiga de materiais. Portanto, é necessário que o projetista tenha conhecimento de diversos modelos

publicados em literatura técnica, suas vantagens em relação a outros modelos de fadiga e suas limitações.

- **Equações de Fadiga**

Para a adoção de expressões matemáticas de fadiga de materiais constituintes da estrutura do pavimento na avaliação da qualidade e do desempenho de determinado pavimento, é necessário compreender como e em quais condições as expressões matemáticas de fadiga foram obtidas.

Para a verificação mecanicista de estruturas de pavimentos são recomendadas as seguintes equações de fadiga referentes aos materiais revestimento de concreto asfáltico, e do subleito.

- **Revestimento de concreto asfáltico**

As deformações horizontais de tração, εt, nas fibras inferiores das camadas asfálticas, causadas pelos carregamentos na superfície dos pavimentos, podem causar sua ruptura por fadiga se forem excessivas.

Para materiais asfálticos existem dois tipos principais de ensaios: deformação ou tensão controladas. No entanto, qualquer que seja o método de ensaio, vale a seguinte expressão:

$$N = K.\left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^n$$

**Onde:**

- N: número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto;
- εt : deformação específica horizontal na tração;
- K e n: coeficientes determinados por regressões lineares, particulares para cada tipo de mistura asfáltica e modificados para refletir o desempenho no campo.

Os ensaios de fadiga apresentam grande dispersão dos resultados, particularmente no que diz respeito às misturas asfálticas, devido não só à inerente heterogeneidade do material, como também às técnicas de ensaio de preparação dos corpos de prova, tipos de ensaios etc.

Dentre as inúmeras equações de fadiga desenvolvidas por pesquisadores em estudos nacionais e internacionais, recomenda-se para a camada de revestimento de concreto asfáltico o emprego de umas das expressões matemáticas cujos parâmetros são indicados na Tabela 18 para a análise mecanicista. Deve-se considerar que o número “N” resultante é o obtido pela metodologia da AASHTO.

**Tabela 54 - Número "N" em Função da Deformação Específica de Tração εt da Fibra Inferior da Camada de Concreto Asfáltico**

| Equação | Autor | Ano | *K* | *n* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | FHWA (*Federal Highway Administration*) | 1976 | 1,092 x $10^{-6}$ | 3,512 |
| 2 | *Asphalt Institute* | 1976 | 2,961 x $10^{-5}$ | 3,291 |
| 3 | Barker, Brabston & Chou | 1977 | 9,7 x $10^{-10}$ | 4,03 |
| 4 | Pinto & Preussler – CAP 50-70 | 1980 | 2,85 x $10^{-7}$ | 3,69 |

A expressão do Asphalt Institute foi simplificada para se ajustar ao formato da equação ilustrada anteriormente, adotando-se os valores médios para mistura asfáltica: módulo resiliente de 3000 MPa, volume de betume de 13,5% e volume de vazios de 4%.

- **Subleito**

A análise é realizada por comparação da máxima deformação específica vertical de compressão, εv, atuante no topo do subleito, considerando-se sistema de camadas elásticas, com os valores admissíveis.

O critério de fadiga para deformações verticais de compressão do subleito é idêntico aos modelos adotados para a fadiga de misturas asfálticas e expresso por equação do tipo:

$$N = K.\left(\frac{1}{\varepsilon_V}\right)^n$$

**Onde:**

- N: número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto;
- εv: deformação específica horizontal na tração;
- K e n: coeficientes determinados por regressões lineares, particulares para cada tipo de mistura asfáltica e modificados para refletir o desempenho no campo.

Dentre as inúmeras equações de fadiga para deformações verticais de compressão do subleito desenvolvidas por pesquisadores em estudos nacionais e internacionais, recomenda-se o emprego na análise mecanicista de uma das expressões matemáticas cujas parâmetros são indicados na Tabela seguinte:

**Tabela 55 - Número "N" em Função da Deformação Específica de Compressão εv do Topo da Camada do Subleito**

| Equação | Autor | Ano | *K* | *n* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Dormon & Metcalf | 1965 | $6{,}069 \times 10^{-10}$ | 4,762 |
| 2 | Shell (Claessen, Edwards, Sommer, Uge)<br>50% de confiabilidade<br>85% de confiabilidade<br>95% de confiabilidade | Revisado em 1985 | <br>$6{,}15 \times 10^{-7}$<br>$1{,}94 \times 10^{-7}$<br>$1{,}05 \times 10^{-7}$ | <br>4,0<br>4,0<br>4,0 |
| 3 | *Asphalt Institute* (Santucci) | 1984 | $1{,}338 \times 10^{-9}$ | 4,484 |

Deve-se considerar que o número "N" resultante é o obtido pela Metodologia da USACE.

- **Superfície do revestimento**

Os deslocamentos verticais recuperáveis de um pavimento representam a resposta das camadas estruturais e do subleito à aplicação do carregamento. Quando uma carga é aplicada em um ponto da superfície do pavimento, todas as camadas fletem devido às tensões e às deformações geradas pelo carregamento, sendo que o valor do deslocamento geralmente diminui com a profundidade e com o distanciamento do ponto de aplicação da carga.

Dessa forma, é conveniente verificar o valor do deslocamento vertical recuperável máximo da superfície do pavimento, comparando-o com o valor de projeto obtido pelas expressões matemáticas do DNER-PRO 011/79 ou DNER-PRO 269, que é função do número "N".

As expressões matemáticas são do tipo:

$$\log D_{adm} = k - n \times \log N$$

**Onde:**

- N: número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto;
- k e n: coeficientes determinados por regressões lineares.

Recomenda-se empregar na análise mecanicista uma das equações cujos parâmetros são apresentados na Tabela seguinte.

**Tabela 56 - Deslocamento Vertical Recuperável em Função do Número "N"**

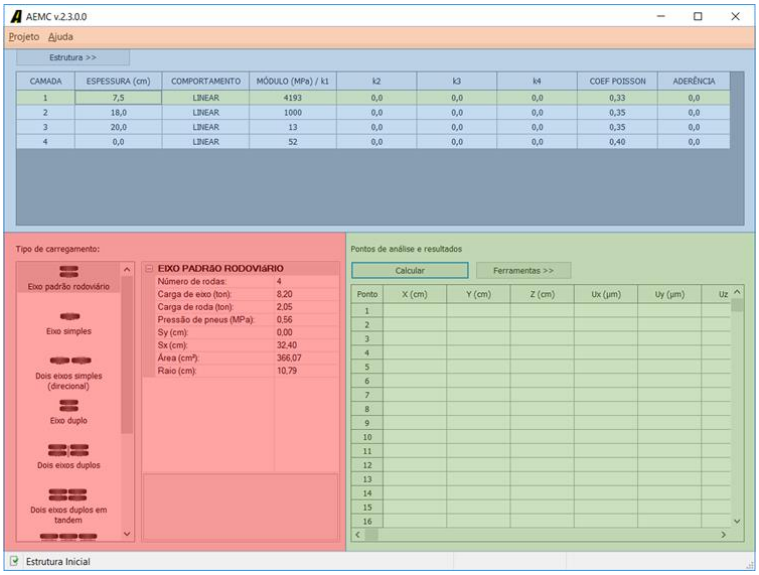
| Equação | Procedimento | k | n |
|---|---|---|---|
| 1 | DNER-PRO 011/79 | 3,01 | 0,210 |
| 2 | DNER-PRO 269/94 | 3,148 | 0,188 |

- **Software Utilizado**

Foi utilizado o Programa de Análise Elástica de Múltiplas Camadas (AEMC) que calcula tensões e deformações em estruturas de pavimentos com até oito camadas sob carregamento de rodas do tipo eixo rodoviário, desenvolvido por Filipe Augusto Cinque de Proença Franco, D.C. Este software é integrante do método Medina, disponibilizado pelo DNIT.

A interface com o usuário do AEMC reúne em uma tela apenas todas as informações divididas em três Quadros referentes à estrutura do pavimento, ao tipo de carregamento atuante e às respostas em termos de tensões, deformações e deslocamentos.

**Figura 45 - Tela de Entrada de Dados – Software AEMC**




Para o perfeito funcionamento do programa, o projetista deverá atentar para o uso correto das unidades das grandezas físicas utilizadas no programa:

| Grandeza | Unidade |
|---|---|
| Espessura e distâncias | cm |
| Raio do carregamento | cm |
| Deslocamentos | µm |
| Deformações específicas | m/m |

| Grandeza | Unidade |
|---|---|
| Área de contato | cm² |
| Pressão de inflação e tensões | MPa |
| Carga de eixo ou de roda | ton |

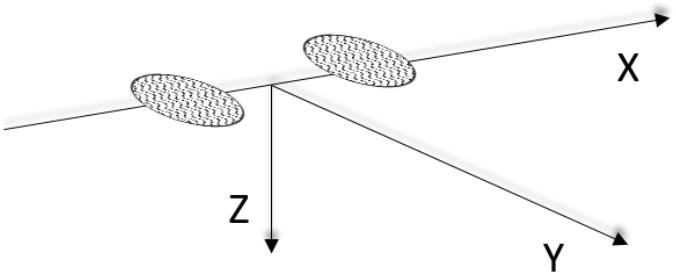
Os seguintes símbolos são utilizados no programa:

**Tabela 57 - Símbolos utilizados**

| Símbolo | Significado |
|---|---|
| X, Y | Distâncias no plano horizontal |
| Z | Profundidade |
| Ux, Uy, Uz | Deslocamentos nos eixos x, y e z respectivamente |
| Sx, Sy, Sz | Tensões no plano X, Y e Z respectivamente |
| Sxy, Sxz, Syz | Tensões de cisalhamento nos planos XY, XZ e YZ respectivamente |
| s1, s2, s3 | Tensões principais |
| sOctNor, sOctCis | Tensões octaédricas normal e de cisalhamento |
| Ex, Ey, Ez | Deformações específicas no plano X, Y e Z respectivamente |
| Exy, Exz, Eyz | Deformações específicas de cisalhamento nos planos XY, XZ e YZ respectivamente |
| e1, e2, e3 | Deformações específicas principais |
| Ty, Tx | Distância entre eixos e entre rodas, respectivamente |

O sistema de coordenadas X, Y e Z assumido no programa é o indicado na figura abaixo:

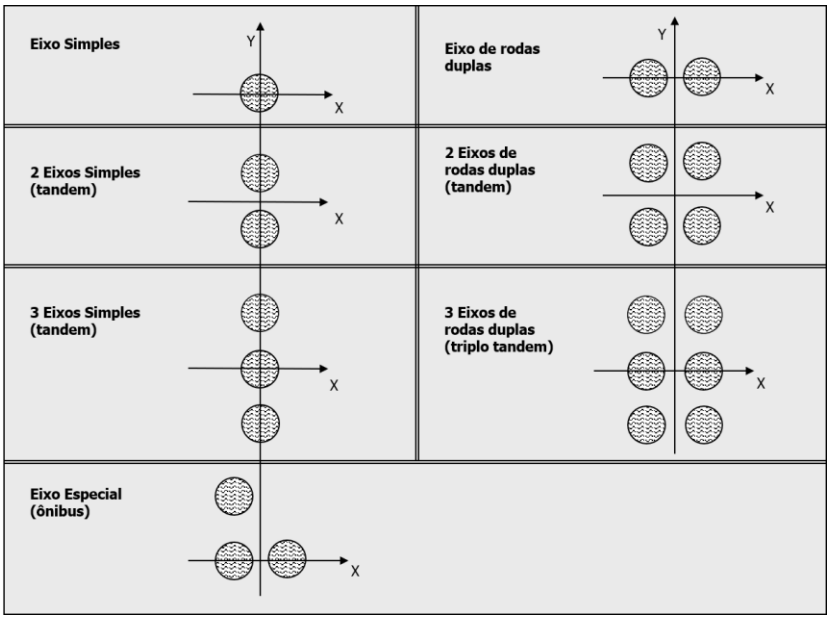
**Figura 46 - Orientação das coordenadas**




Os valores positivos de tensão e deformação indicam que o ponto está em compressão, enquanto os valores negativos, tração.

As coordenadas dos pontos em que são realizadas as análises devem estar ajustadas para os diversos tipos de eixos. Isso deve ser realizado para permitir a avaliação dos efeitos sobre os diversos pontos no interior da estrutura de forma coerente. Os sistemas de coordenadas, representados na Figura abaixo, coincidem o eixo principal do dimensionamento com o eixo de simetria das áreas carregadas.

**Figura 47 - Eixos e coordenadas**




- **Estrutura**

*O Quad*ro ESTRUTURA é formado por dois elementos. Um botão de Comando Estrutura>> e uma Tabela representando o perfil do pavimento. Cada linha da Tabela equivale a uma camada da estrutura do pavimento. A última linha, representa o subleito que, por convenção, possui a espessura igual 0 cm.

São permitidos, no mínimo duas e, no máximo, oito camadas.

Na tabela que exibe a Estrutura do pavimento são apresentadas as informações das propriedades de cada uma das camadas da estrutura do pavimento, como: espessura, comportamento elástico (se linear ou não linear), módulo, massa específica, parâmetros do Módulo (k1, K2, K3 e K4), coeficiente de Poisson e a condição de aderência.

- **Modelos constituintes do comportamento resiliente**

Os materiais das camadas podem ser considerados como elásticos lineares ou não lineares e os modelos constituintes do comportamento resiliente são representados a partir da definição das constantes do modelo geral apresentado na expressão abaixo:

$$MR = k_1 \cdot \sigma_3^{k2} \cdot \sigma_d^{k3} \cdot \theta^{k4}$$

No modelo apresentado na expressão acima, k1, k2, k3 e k4 são constantes obtidas em laboratório; θ é a tensão octaédrica (igual à soma das tensões principais σ1 + σ2 + σ3), σd é a tensão desvio, σ3 é a tensão de confinamento e MR é o módulo de resiliência em MPa.

**Tabela 58 - Comportamentos e Parâmetros**

| Comportamento | Parâmetros |
|---|---|
| Dependente da tensão confinante | k3 = 0<br>k4 = 0 |
| Dependente da tensão desvio | k2 = 0<br>k4 = 0 |
| Dependente do Invariante de tensões | k2 = 0<br>k3 = 0 |
| Modelo composto | k4 = 0 |

Observação: se o projetista optar pelo modelo elástico linear, o programa levará em conta apenas o valor definido na coluna Módulo, independente dos coeficientes de módulo (k1, k2, k3 e K4) que foram inseridos.

O programa de cálculo de tensões, deformações e deslocamentos, AEMC, faz uma modelagem física similar a teoria de molas a fim de permitir o movimento horizontal relativo na interface entre duas camadas. A mola atua na direção radial resistindo ao deslocamento relativo ao longo da interface entre duas camadas, conforme a seguinte lei:

$$\tau_i = k_i \cdot (u_i - u_{i+1})$$

**Onde:**

- Ti é a tensão de cisalhamento radial entre as camadas i e i+1;
- Ui - Ui+1 é o deslocamento radial relativo ao longo da interface das camadas i e i+1;

- Ki é o módulo de rigidez da "mola" que resiste ao deslocamento radial relativo ao longo da interface.

O AEMC faz uma transformação na variável K, para facilitar o cálculo numérico.

Ele utiliza um parâmetro adimensional, conforme a regra a seguir:

$$k_i = \frac{l_i}{1 - l_i}$$

Ao se atribuir o valor nulo para o parâmetro Li, o valor de Ki será nulo e, portanto, Ti = 0, o que significa que não haverá cisalhamento na interface, logo as camadas não estão aderidas.

Se, por outro lado, Li = 1, tem-se Ki e Ti tendendo ao infinito, que significa que há aderência entre as camadas.

Assim, para simular a aderência entre camadas, o projetista deve entrar com um valor entre 0 (camadas não aderidas) e 1 (camadas aderidas).

- **Carregamento**

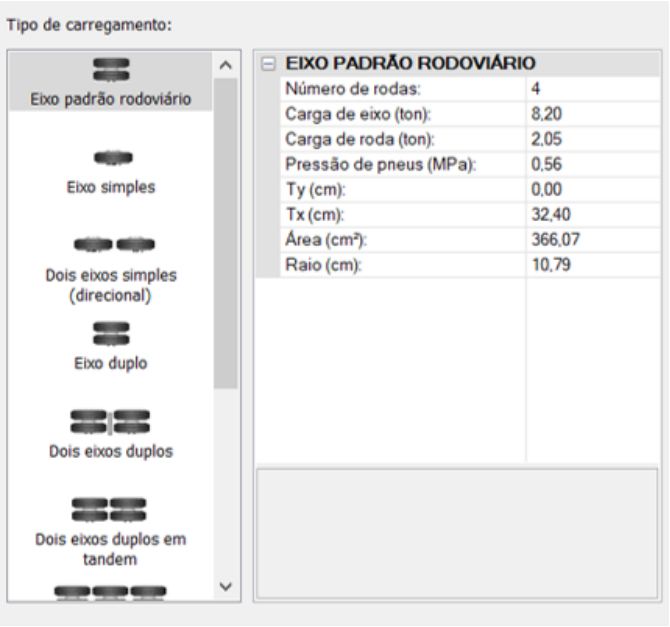
A carga de roda é assumida no programa como sendo uniformemente distribuída em uma área de contato circular entre o pneu e a superfície do pavimento. A pressão de contato entre o pneu e o pavimento é assumida como sendo igual à pressão de inflação dos pneus, por falta de dados mais específicos para as configurações de rodas e pneus utilizados no país. O tamanho da área de contato, portanto, depende da carga de roda e da pressão de inflação dos pneus.

O quadro Carregamento, apresentada na Figura a seguir, apresenta uma lista de eixos que permite escolher o tipo de carregamento que se deseja analisar.

Na lista de propriedades podem ser alterados os valores de Pressão de Pneus, Carga do Eixo ou a Carga de Roda, além das distâncias entre rodas e entre eixos (Tx e Ty) da configuração selecionada. Os valores da Área de Contato e do Raio de Carregamento são calculados automaticamente pelo AEMC.

Neste quadro as unidades utilizadas são: centímetros para as distâncias; cm² para a área de contato; tonf para as cargas de eixos e de rodas; e MPa para a pressão de pneus.

**Figura 48 - Tipos de Carregamentos**




Antes de calcular as tensões, deformações e deslocamentos, o projetista deve inserir nas colunas da tabela Resultados as coordenadas dos pontos onde deseja obter as tensões, deformações e deslocamentos. Apenas as colunas das coordenadas estão habilitadas para edição. As coordenadas dos pontos devem ser inseridas na sequência das linhas. O programa não realiza os cálculos da linha enquanto as três coordenas, X, Y e Z não forem inseridas.

A coordenada Z inicia o valor 0,00cm na superfície do pavimento e cresce no sentido da profundidade.

Quando for preciso calcular as tensões, deformações e deslocamentos na fronteira entre duas camadas, recomenda-se não utilizar o ponto exato. Adicione ou diminua 0,001cm no valor da profundidade para obter o resultado na camada desejada.

A fim de facilitar a inserção dos pontos, o programa dispõe de uma função para o preenchimento automático de pontos para análise. Para acessar a função, o projetista deve clicar no botão Ferramentas e na sequência Gerar Pontos Automaticamente.

**Figura 49 - Geração Automática de pontos**

Os pontos são gerados da seguinte forma:

Tabela 59 - Geração Automática de pontos

| Eixo | Pontos |
|---|---|
| Z (ao longo da profundidade) | Na superfície (z=0)<br>No centro das camadas<br>No topo do Subleito<br>15cm Abaixo do Subleito |
| X (perpendicular ao rolamento) | No centro do carregamento (x=0)<br>No meio entre o centro e a borda interna da roda<br>No centro da roda<br>Na borda externa da roda<br>5 pontos a cada 20cm a partir da borda externa da roda |
| Y (sentido do rolamento) | No centro do carregamento (y=0)<br>Entre eixos<br>Sobre os eixos |

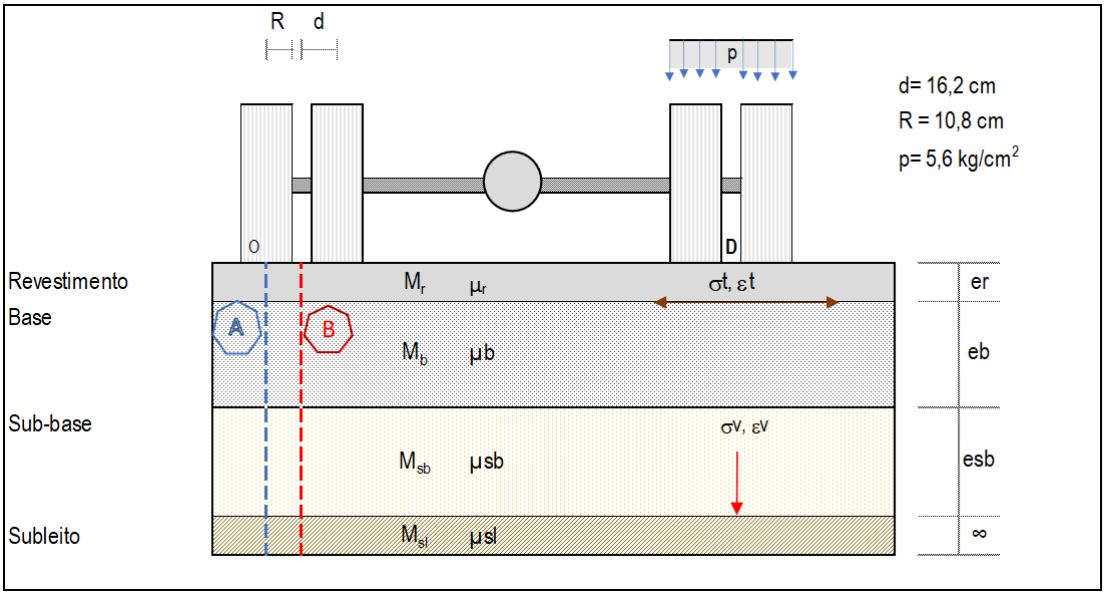
O quadro Resultados é onde ocorrem os cálculos de tensões, deformações e deslocamentos em todos os pontos definidos pelo usuário. Os pontos podem ser digitados um a um na tabela, nas colunas X, Y e Z, respeitando a Convenção do sistema de coordenadas, ou preenchidos automaticamente pressionando o botão Ferramentas, na opção Gerar Pontos Automaticamente.

Com os pontos inseridos na tabela, o processo de cálculo pode ser iniciado pressionando o botão Calcular. Na janela aparece a evolução da análise e dos cálculos. Os resultados são então dispostos ao longo da tabela e podem ser exportados para uma planilha Excel na opção Exportar para o Excel do botão Ferramentas.

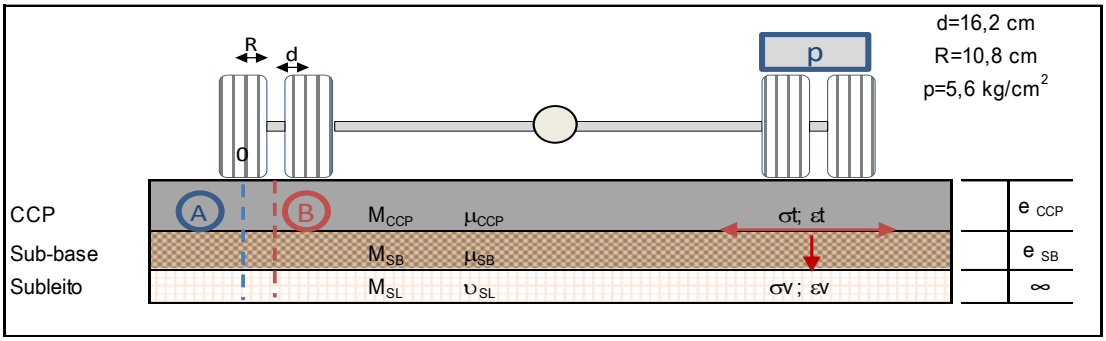
- **Apresentação e análise dos Resultados**

A seguir são apresentados os parâmetros característicos (módulos resilientes e coeficiente de Poisson) considerados para os materiais constituintes das camadas de cada estrutura de pavimento pré-dimensionadas pelo método clássico do DNER.

**Figura 50 - Ilustração do Esquema de parâmetros do pavimento e pontos de análise**




A seguir são apresentados os parâmetros característicos (módulos resilientes e coeficiente de Poisson) considerados para os materiais constituintes das camadas de cada estrutura de pavimento pré-dimensionadas pelo método empírico PCA/ABCP.




Inicialmente, foram verificadas as condições de atendimento das estruturas indicadas nos métodos empíricos, cujas planilhas encontram-se apresentadas a seguir:

| VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO | ITERAÇÃO 01- PROJETO EMPÍRICO |
|---|---|

RODOVIA: GO- 210
TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE / TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)
EXTENSÃO:6,5 km

*Modelo Estrutural*

Módulos em Mpa

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Revestimento - CBUQ - Faixa C** | εt | E1 = | 4.500 | μ1 = | 0,30 | Hr1 = | **4,5** |
| **Binder** | εt | E2 = | 4.000 | μ2 = | 0,30 | Hr2 = | **8** |
| Base - BGTC | εt | E3 = | 8.000 | μ3 = | 0,20 | H3 = | **20** |
| Sub-Base Reciclada - Estabilizada Granulométicamente | | E5 = | 200 | μ5= | 0,35 | H4 = | **20** |
| Restante do Pavimento existente | εv | E6= | 150 | μ6 = | 0,35 | H5 = | **11** |
| Subleito NG | ISC = 5 % | 43 | E7= | 43 | μ7 = | 0,40 | ∞ |

| Número N (USACE) = | **6,77E+07** | Número N (AASHTO) = | **1,50E+07** |
|---|---|---|---|

*Deformações Limites*

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base Solo-cimento

| Equação | A | B | SR | σt Ruptura | σ limite |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-Areias não lateríticas (NA) | 125,63 | -14,92 | 8,80 | 0,21 | **0,02** |
| 2-Areias Lateríticas (LA) | 64,01 | -0,82 | 57,57 | 0,21 | **0,12** |
| 3-Solos Arenosos Lateríticos (LA") | 94,76 | -2,50 | 75,18 | 0,21 | **0,16** |
| 4 Solos Argilosos Lateríticos (LG') | 67,59 | -1,03 | 59,52 | 0,21 | **0,13** |

$$N = 10^{(SR - A/B)}$$

Adotado: Mpa
**σt limite = 0,16**
**Ceratti**

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base BGTC

| Equação | A | B | SR | σt Ruptura | σ limite |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-Balbo (1993) | 17,14 | -19,61 | 0,47 | 0,96 | **0,46** |

| Equação | σt Ruptura (kgf/cm2)) | σ tlimite (kgf/cm2)) | σ tlimite (Mpa) |
|---|---|---|---|
| 2-Heavy Vehicle Simulator- África do Sul. | 9,79 | **6,98** | **0,68** |

$$N = 10^{(A+B.SR)}$$

$$N = 10^{7,19\times(1-\frac{\sigma_t}{8\times\sigma_r})}$$

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior do revestimento

| Equação | k | n | εt limite |
|---|---|---|---|
| FHWA 1976 | 1,09E-06 | 3,512 | 1,82E-04 |
| Asphalt Institute | 2,96E-05 | 3,291 | 2,78E-04 |
| Barker, Brabson & Chou | 9,70E-10 | 4,03 | 9,61E-05 |
| Pinto & Preussler | 2,85E-07 | 3,69 | 1,91E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^n$$

Asphalt Institute

Adotado:
**εt limite = 2,78E-04**

Deformação Limite de Compressão - no topo do subleito

| Equação | k | n | εv limite |
|---|---|---|---|
| Dormon & Metcalf | 6,07E-10 | 4,762 | 2,63E-04 |
| Shell (Claessen et all) | 1,05E-07 | 4,0000 | 1,98E-04 |
| The Asphalt Institute (Santucci) | 1,34E-09 | 4,484 | 1,88E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon v}\right)^n$$

Dormon & Metcalf

Adotado:
**εv limite = 2,63E-04**

Deslocamento Vertical Recuperável - no topo do revestimento

| Equação | k | n | $d_0$ |
|---|---|---|---|
| DNER-PRO 011/79 | 3,01 | 0,174 | 44,41 |
| DNER-PRO 269/94 | 3,148 | 0,188 | 47,41 |

log Dadm = k − n× log N

DNER-PRO 011/79

Adotado:
**$d_0$ limite = 44,41**

*Cálculo das Deformações Específicas*

Análise e Conclusões:
***O dimensionamento não atende a todos os Parâmetros***

| Deflexões Máximas Recuperáveis | |
|---|---|
| do | Atende? |
| 60,4 | **Não Atende** |

| Deformações específicas | | | |
|---|---|---|---|
| εt | Atende? | εv | Atende? |
| 1,30E-04 | Atende | 2,04E-04 | Atende |

| Tensões atuante na base (SC) | |
|---|---|
| σatuante | Atende? |
| - | - |

| Tensões atuante na base (BGTC) | |
|---|---|
| σatuante | Atende? |
| 1,00 | **Não Atende** |

| VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO | ITERAÇÃO 02 |
|---|---|

RODOVIA: GO- 210
TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE / TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)
EXTENSÃO:6,5 km

*Modelo Estrutural*

Módulos em Mpa

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Revestimento - CBUQ - Faixa C** | εt | E1 = | 6.000 | μ1 = | 0,30 | Hr1 = | **4,5** |
| **Binder** | εt | E2 = | 6.000 | μ2 = | 0,30 | Hr2 = | **8** |
| Base - BGTC | εt | E3 = | 7.000 | μ3 = | 0,20 | H3 = | **15** |
| Sub-Base - Macadame Hidráulico | | E4 = | 450 | μ4= | 0,20 | H3 = | **20** |
| Sub-Base Reciclada - Estabilizada Granulométicamente | | E5 = | 200 | μ5= | 0,35 | H4 = | **20** |
| Restante do Pavimento existente | εv | E6= | 150 | μ6 = | 0,35 | H5 = | **10** |
| Subleito NG | ISC = 5 % | 43 | E7= | 43 | μ7 = | 0,40 | ∞ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Número N (USACE) = | **6,77E+07** | Número N (AASHTO) = | **1,50E+07** |

*Deformações Limites*

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base Solo-cimento

| Equação | A | B | SR | σt Ruptura | σ limite |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-Areias não lateríticas (NA) | 125,63 | -14,92 | 8,80 | 0,21 | **0,02** |
| 2-Areias Lateríticas (LA) | 64,01 | -0,82 | 57,57 | 0,21 | **0,12** |
| 3-Solos Arenosos Lateríticos (LA") | 94,76 | -2,50 | 75,18 | 0,21 | **0,16** |
| 4 Solos Argilosos Lateríticos (LG') | 67,59 | -1,03 | 59,52 | 0,21 | **0,13** |

$$N = 10^{(SR - A/B)}$$

Adotado: Mpa
**σt limite = 0,16**
**Ceratti**

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base BGTC

| Equação | A | B | SR | σt Ruptura | σ limite |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-Balbo (1993) | 17,14 | -19,61 | 0,47 | 0,96 | **0,46** |

$$N = 10^{(A+B.SR)}$$

| Equação | σt Ruptura (kgf/cm2)) | σ tlimite (kgf/cm2)) | σ tlimite (Mpa) |
|---|---|---|---|
| 2-Heavy Vehicle Simulator- África do Sul. | 9,79 | **6,98** | **0,68** |

$$N = 10^{7,19 \times (1 - \frac{\sigma_r}{8 \times \sigma_r})}$$

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior do revestimento

| Equação | k | n | εt limite |
|---|---|---|---|
| FHWA 1976 | 1,09E-06 | 3,512 | 1,82E-04 |
| Asphalt Institute | 2,96E-05 | 3,291 | 2,78E-04 |
| Barker, Brabson & Chou | 9,70E-10 | 4,03 | 9,61E-05 |
| Pinto & Preussler | 2,85E-07 | 3,69 | 1,91E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^n$$

Asphalt Institute

Adotado:
**εt limite = 2,78E-04**

Deformação Limite de Compressão - no topo do subleito

| Equação | k | n | εv limite |
|---|---|---|---|
| Dormon & Metcalf | 6,07E-10 | 4,762 | 2,63E-04 |
| Shell (Claessen et all) | 1,05E-07 | 4,0000 | 1,98E-04 |
| The Asphalt Institute (Santucci) | 1,34E-09 | 4,484 | 1,88E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon v}\right)^n$$

Dormon & Metcalf

Adotado:
**εv limite = 2,63E-04**

Deslocamento Vertical Recuperável - no topo do revestimento

| Equação | k | n | $d_0$ |
|---|---|---|---|
| DNER-PRO 011/79 | 3,01 | 0,174 | 44,41 |
| DNER-PRO 269/94 | 3,148 | 0,188 | 47,41 |

log Dadm = k − n× log N

DNER-PRO 011/79

Adotado:
**$d_0$ limite = 44,41**

*Cálculo das Deformações Específicas*

Análise e Conclusões:
***O dimensionamento não atende a todos os Parâmetros***

| Deflexões Máximas Recuperáveis | | Deformações específicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| do | Atende? | εt | Atende? | εv | Atende? |
| 59,1 | **Não Atende** | 1,25E-04 | Atende | 1,29E-04 | Atende |

| Tensões atuante na base (SC) | | Tensões atuante na base (BGTC) | |
|---|---|---|---|
| σatuante | Atende? | σatuante | Atende? |
| - | - | 0,94 | **Não Atende** |

| VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO | ITERAÇÃO 03 |
|---|---|

RODOVIA: GO- 210
TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE / TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)
EXTENSÃO:6,5 km

*Modelo Estrutural*

Módulos em Mpa

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Revestimento - CBUQ - Faixa C** | **εt** | E1 = | 6.000 | μ1 = | 0,30 | Hr1 = | **4,5** |
| **Binder** | **εt** | E2 = | 6.000 | μ2 = | 0,30 | Hr2 = | **8** |
| Base - BGTC | **εt** | E3 = | 7.000 | μ3 = | 0,20 | H3 = | **15** |
| Sub-Base - Macadame Hidráulico | | E4 = | 450 | μ4= | 0,20 | H3 = | **40** |
| Sub-Base Reciclada - Estabilizada Granulometicamente | | E5 = | 200 | μ5= | 0,35 | H4 = | **20** |
| Restante do Pavimento existente | **εv** | E6= | 150 | μ6 = | 0,35 | H5 = | **10** |
| Subleito NG | ISC = 5 % | 43 | E7= | 43 | μ7 = | 0,40 | ∞ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Número N (USACE) = | **6,77E+07** | Número N (AASHTO) = | **1,50E+07** |

*Deformações Limites*

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base Solo-cimento

| Equação | A | B | SR | σt Ruptura | σ limite | $N = 10^{(SR - A/B)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-Areias não lateríticas (NA) | 125,63 | -14,92 | 8,80 | 0,21 | **0,02** | |
| 2-Areias Lateríticas (LA) | 64,01 | -0,82 | 57,57 | 0,21 | **0,12** | Adotado: Mpa |
| 3-Solos Arenosos Lateríticos (LA") | 94,76 | -2,50 | 75,18 | 0,21 | **0,16** | **σt limite = 0,16** |
| 4 Solos Argilosos Lateríticos (LG') | 67,59 | -1,03 | 59,52 | 0,21 | **0,13** | **Ceratti** |

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base BGTC

| Equação | A | B | SR | σt Ruptura | σ limite | $N = 10^{(A+B.SR)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-Balbo (1993) | 17,14 | -19,61 | 0,47 | 0,96 | **0,46** | |

| Equação | σt Ruptura (kgf/cm2)) | σ tlimite (kgf/cm2)) | σ tlimite (Mpa) | $N = 10^{7,19\times(1-\frac{\sigma_t}{8\times\sigma_r})}$ |
|---|---|---|---|---|
| 2-Heavy Vehicle Simulator- África do Sul. | 9,79 | **6,98** | **0,68** | |

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior do revestimento

| Equação | k | n | εt limite | $N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^n$ |
|---|---|---|---|---|
| FHWA 1976 | 1,09E-06 | 3,512 | 1,82E-04 | |
| Asphalt Institute | 2,96E-05 | 3,291 | 2,78E-04 | Adotado: |
| Barker, Brabson & Chou | 9,70E-10 | 4,03 | 9,61E-05 | Asphalt Institute — **εt limite = 2,78E-04** |
| Pinto & Preussler | 2,85E-07 | 3,69 | 1,91E-04 | |

Deformação Limite de Compressão - no topo do subleito

| Equação | k | n | εv limite | $N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon v}\right)^n$ |
|---|---|---|---|---|
| Dormon & Metcalf | 6,07E-10 | 4,762 | 2,63E-04 | |
| Shell (Claessen et all) | 1,05E-07 | 4,0000 | 1,98E-04 | Adotado: |
| The Asphalt Institute (Santucci) | 1,34E-09 | 4,484 | 1,88E-04 | Dormon & Metcalf — **εv limite = 2,63E-04** |

Deslocamento Vertical Recuperável - no topo do revestimento

| Equação | k | n | $d_0$ | log Dadm = k − n× log N |
|---|---|---|---|---|
| DNER-PRO 011/79 | 3,01 | 0,174 | 44,41 | Adotado: |
| DNER-PRO 269/94 | 3,148 | 0,188 | 47,41 | DNER-PRO 011/79 — **$d_0$ limite = 44,41** |

*Cálculo das Deformações Específicas*

Análise e Conclusões:
***O dimensionamento não atende a todos os Parâmetros***

| Deflexões Máximas Recuperáveis | | Deformações específicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| do | Atende? | εt | Atende? | εv | Atende? |
| 52,5 | **Não Atende** | 1,11E-04 | Atende | 9,60E-05 | Atende |

| Tensões atuante na base (SC) | | Tensões atuante na base (BGTC) | |
|---|---|---|---|
| σatuante | Atende? | σatuante | Atende? |
| - | - | 0,79 | **Não Atende** |

| VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO | ITERAÇÃO 04 |
|---|---|

RODOVIA: GO- 210
TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE / TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)
EXTENSÃO:6,5 km

*Modelo Estrutural*

Módulos em Mpa

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Revestimento - CBUQ - Faixa C** | εt | E1 = | 6.000 | μ1 = | 0,30 | Hr1 = | **4,5** |
| **Binder** | εt | E2 = | 6.000 | μ2 = | 0,30 | Hr2 = | **8** |
| Base - BGTC | εt | E3 = | 7.000 | μ3 = | 0,20 | H3 = | **20** |
| Sub-Base - Macadame Hidráulico | | E4 = | 450 | μ4= | 0,20 | H3 = | **40** |
| Sub-Base Reciclada - Estabilizada Granulométicamente | | E5 = | 200 | μ5= | 0,35 | H4 = | **20** |
| Restante do Pavimento existente | εv | E6= | 150 | μ6 = | 0,35 | H5 = | **10** |
| Subleito NG | ISC = 5 % | 43 | E7= | 43 | μ7 = | 0,40 | ∞ |

| Número N (USACE) = | **6,77E+07** | Número N (AASHTO) = | **1,50E+07** |
|---|---|---|---|

*Deformações Limites*

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base Solo-cimento

| **Equação** | **A** | **B** | **SR** | **σt Ruptura** | **σ limite** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-Areias não lateríticas (NA) | 125,63 | -14,92 | 8,80 | 0,21 | **0,02** |
| 2-Areias Lateríticas (LA) | 64,01 | -0,82 | 57,57 | 0,21 | **0,12** |
| 3-Solos Arenosos Lateríticos (LA") | 94,76 | -2,50 | 75,18 | 0,21 | **0,16** |
| 4 Solos Argilosos Lateríticos (LG') | 67,59 | -1,03 | 59,52 | 0,21 | **0,13** |

$$N = 10^{(SR - A/B)}$$

Adotado: Mpa
**σt limite = 0,16**
**Ceratti**

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior da base BGTC

| **Equação** | **A** | **B** | **SR** | **σt Ruptura** | **σ limite** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-Balbo (1993) | 17,14 | -19,61 | 0,47 | 0,96 | **0,46** |

$$N = 10^{(A+B.SR)}$$

| **Equação** | **σt Ruptura (kgf/cm2))** | **σ tlimite (kgf/cm2))** | **σ tlimite (Mpa)** |
|---|---|---|---|
| 2-Heavy Vehicle Simulator- África do Sul. | 9,79 | **6,98** | **0,68** |

$$N = 10^{7,19\times(1-\frac{\sigma_t}{8\times\sigma_r})}$$

Deformação Limite de Tração - na fibra inferior do revestimento

| **Equação** | **k** | **n** | **εt limite** |
|---|---|---|---|
| FHWA 1976 | 1,09E-06 | 3,512 | 1,82E-04 |
| Asphalt Institute | 2,96E-05 | 3,291 | 2,78E-04 |
| Barker, Brabson & Chou | 9,70E-10 | 4,03 | 9,61E-05 |
| Pinto & Preussler | 2,85E-07 | 3,69 | 1,91E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^n$$

Asphalt Institute

Adotado:
**εt limite = 2,78E-04**

Deformação Limite de Compressão - no topo do subleito

| **Equação** | **k** | **n** | **εv limite** |
|---|---|---|---|
| Dormon & Metcalf | 6,07E-10 | 4,762 | 2,63E-04 |
| Shell (Claessen et all) | 1,05E-07 | 4,0000 | 1,98E-04 |
| The Asphalt Institute (Santucci) | 1,34E-09 | 4,484 | 1,88E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon v}\right)^n$$

Dormon & Metcalf

Adotado:
**εv limite = 2,63E-04**

Deslocamento Vertical Recuperável - no topo do revestimento

| **Equação** | **k** | **n** | **$d_0$** |
|---|---|---|---|
| DNER-PRO 011/79 | 3,01 | 0,174 | 44,41 |
| DNER-PRO 269/94 | 3,148 | 0,188 | 47,41 |

log Dadm = k − n× log N

DNER-PRO 011/79

Adotado:
**$d_0$ limite = 47,41**

*Cálculo das Deformações Específicas*

Análise e Conclusões:
***O dimensionamento atende a todos os Parâmetros***

| **Deflexões Máximas Recuperáveis** | | **Deformações específicas** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| do | Atende? | **εt** | Atende? | **εv** | Atende? |
| 45,9 | Atende | 9,10E-05 | Atende | 7,60E-05 | Atende |

| **Tensões atuante na base (SC)** | | **Tensões atuante na base (BGTC)** | |
|---|---|---|---|
| σatuante | Atende? | σatuante | Atende? |
| - | - | 0,68 | Atende |

**VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO RÍGIDO**

RODOVIA: GO- 210
TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE / TREVO GO-174(SENTIDO MONTIVIDIU)
EXTENSÃO:6,5 km

*Modelo Estrutural*

Módulos em Mpa

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CCP | εt | E3 = | 30.000 | μ1 = | 0,15 | H3 = | 20 |
| Sub-Base Reciclada - Estabilizada Granulometicamente | | E2 = | 300 | μ2= | 0,20 | H4 = | 15 |
| Restante do Pavimento existente | εv | E3 = | 150 | μ3 = | 0,35 | H5 = | 15 |
| Subleito | NG | ISC = 5 % | 43 | E4= | 43 | μ4 = | 0,40 | ∞ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Número N (USACE) = | **6,77E+07** | Número N (AASHTO) = | **1,50E+07** |

*Deformações Limites*

Tensão na Fibra Inferior da Placa

| σt atuante (Mpa) | σt Limite (Mpa) |
|---|---|
| 1,20 | 4,50 |

Deformação Limite de Compressão - no topo do subleito

| Equação | k | n | εv limite |
|---|---|---|---|
| Dormon & Metcalf | 6,07E-10 | 4,762 | 2,63E-04 |
| Shell (Claessen et all) | 1,05E-07 | 4,0000 | 1,98E-04 |
| The Asphalt Institute (Santucci) | 1,34E-09 | 4,484 | 1,88E-04 |

$$N = K \times \left(\frac{1}{\varepsilon v}\right)^n$$

Dormon & Metcalf

Adotado:
**εv limite = 2,63E-04**

*Cálculo das Deformações Específicas*

Análise e Conclusões:
***O dimensionamento atende a todos os Parâmetros***

| Tensões atuante na placa (CCP) | | Deformações específicas | |
|---|---|---|---|
| σatuante | Atende? | εv | Atende? |
| 1,2 | Atende | 4,90E-05 | Atende |

## ➢ Estruturas Alternativas Finais

Para a alternativa em pavimento semirrígido, após a verificação mecanicista, obteve-se a seguinte estrutura necessária para o pleno atendimento das especificações da GOINFRA.

| Camada | Material | espessuras |
|---|---|---|
| Capa de rolamento | Concreto Asfáltico Modificado por polímeros Faixa C | 4,5 cm |
| Binder | Concreto Asfáltico Modificado por polímeros Faixa B | 2 camadas compactadas em 4,0 cm |
| Base | Brita Graduada Tratada com cimento | 20 cm |
| Sub-base | Macadame Hidráulico | 40 cm |
| Reforço do subleito | Base Existente reestabilizada | 20 cm |

Para a alternativa em pavimento rígido, após a verificação mecanicista, obteve-se a seguinte estrutura necessária para o pleno atendimento das especificações da **GOINFRA.**

| Camada | Material | espessuras |
|---|---|---|
| Camada de rolamento + Base | CCP | 20 cm |
| Sub-base | Base atual reciclada com adição de 3% de Cimento | 15 cm |

## 11.12. AVALIAÇÃO TÉCNICA-ECONÔMICA DAS ALTERNATIVAS E DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO DO PAVIMENTO

Em atendimento ao disposto à **IP-12 GOINFRA**, que determina:

> "O projetista deverá propor soluções alternativas acompanhadas dos respectivos custos, para serem analisadas pelos setores competentes, objetivando a seleção da alternativa mais equilibrada técnica e economicamente.";

Visto isso, foi apresentado a **GOINFRA** em volume a parte, todos os custos de implantação de cada solução proposta de pavimentação tanto para a implantação de pavimentos novos quanto para a restauração do existente. E a solução escolhida pela **GOINFRA** foi a estrutura de **PAVIMENTO RÍGIDO.**

## 11.13. MEMÓRIA DE CÁLCULO DA SOLUÇÃO ESCOLHIDA

### ➢ PAVIMENTO DE CONCRETO

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten- | Lar- | Área | Área | Esp. | Volume | DISTÂNCIAS DE TRANSP. | | | | Momento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso | | Inicial | | Final | | são | gura | Variável | Total | | | Fixa | Da fonte | No | DMT | Transporte |
| | | Est. | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | | (m2) | (cm) | (m3) | | ao Seg | Seg. | Seg. | (m3 x Km) |
| PAVIMENTO DE CONCRETO COM EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 01 | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 10,30 | | 3.189,60 | 20 | 637,92 | 0,04 | 3,44 | 0,15 | 3,63 | 2.318,73 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 2,43 | 1.532,76 | | 20.648,84 | 20.648,84 | 20 | 4.129,77 | 0,04 | 1,90 | 0,77 | 2,71 | 11.176,73 |
| | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 02 | 92 | 2,43 | 132 | 12,12 | 809,69 | 10,30 | | 8.339,81 | 20 | 1.667,96 | 0,04 | 1,10 | 0,40 | 1,54 | 2.576,74 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Retorno 02 | 132 | 13,08 | 215 | 15,93 | 1.662,85 | | 25.229,86 | 25.229,86 | 20 | 5.045,97 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 2.517,51 |
| | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 03 | 215 | 15,93 | 280 | 8,80 | 1.292,87 | 10,30 | | 13.316,56 | 20 | 2.663,31 | 0,04 | 0,56 | 0,65 | 1,25 | 3.319,64 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Interseção 02 | 280 | 8,80 | 325 | 0,93 | 892,13 | | 11.022,23 | 11.022,23 | 20 | 2.204,45 | 0,04 | 1,86 | 0,45 | 2,35 | 5.171,78 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 01 | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 10,30 | | 3.189,60 | 20 | 637,92 | 0,04 | 3,44 | 0,15 | 3,63 | 2.318,73 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 1,55 | 1.531,88 | | 21.583,91 | 21.583,91 | 20 | 4.316,78 | 0,04 | 1,90 | 0,77 | 2,71 | 11.680,95 |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 02 | 92 | 1,55 | 132 | 12,12 | 810,57 | 10,30 | | 8.348,87 | 20 | 1.669,77 | 0,04 | 1,10 | 0,41 | 1,55 | 2.580,27 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Retorno 02 | 132 | 12,12 | 217 | 15,16 | 1.703,04 | | 23.667,08 | 23.667,08 | 20 | 4.733,42 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 2.375,06 |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 03 | 217 | 15,16 | 280 | 8,80 | 1.253,64 | 10,30 | | 12.912,49 | 20 | 2.582,50 | 0,04 | 0,60 | 0,63 | 1,27 | 3.271,56 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Interseção 02 | 280 | 8,80 | 325 | 0,93 | 892,13 | | 13.507,86 | 13.507,86 | 20 | 2.701,57 | 0,04 | 1,86 | 0,45 | 2,35 | 6.338,06 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Canteiro | 187 | Interseção 01 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 10,30 | 11.369,20 | 11.369,20 | 20 | 2.273,84 | 0,04 | 3,74 | 0,00 | 3,78 | 8.595,12 |
| | | | | | | | | **13.000,90** | | | **176.325,91** | | **35.265,18** | **DMT final =** | | **1,82** | **Km** | **64.240,89** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - PAVIMENTO DE CONCRETO COM EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE**

### ➢ IMPRIMAÇÃO

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten- | Lar- | Área | Área | Nº Aplicações | Densidade | | Peso | DMT (Km) | | | | Momento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso | | Inicial | | Final | | são | gura | Variável | Total | | ou | | | Fixa | Da fonte | No | DMT | Transporte |
| | | Est. | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m2) | (m2) | | Taxa | | (t) | | ao Seg | Seg. | Seg. | (tx Km) |
| IMPRIMAÇÃO (EAI) | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 01 | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 10,30 | | 3.189,60 | 1 | 1,30 | l/m2 | 4,15 | 0,04 | 3,44 | 0,15 | 3,63 | 15,07 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 2,43 | 1.532,76 | | 20.648,84 | 20.648,84 | 1 | 1,30 | l/m2 | 26,84 | 0,04 | 1,90 | 0,77 | 2,71 | 72,65 |
| | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 02 | 92 | 2,43 | 132 | 12,12 | 809,69 | 10,30 | | 8.339,81 | 1 | 1,30 | l/m2 | 10,84 | 0,04 | 1,10 | 0,40 | 1,54 | 16,75 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Retorno 02 | 132 | 13,08 | 215 | 15,93 | 1.662,85 | | 25.229,86 | 25.229,86 | 1 | 1,30 | l/m2 | 32,80 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 16,36 |
| | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 03 | 215 | 15,93 | 280 | 8,80 | 1.292,87 | 10,30 | | 13.316,56 | 1 | 1,30 | l/m2 | 17,31 | 0,04 | 0,56 | 0,65 | 1,25 | 21,58 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Interseção 02 | 280 | 8,80 | 325 | 0,93 | 892,13 | | 11.022,23 | 11.022,23 | 1 | 1,30 | l/m2 | 14,33 | 0,04 | 1,86 | 0,45 | 2,35 | 33,62 |
| | | | | | | | | | | | | | 1,30 | | | | | | | |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 01 | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 10,30 | | 3.189,60 | 1 | 1,30 | l/m2 | 4,15 | 0,04 | 3,44 | 0,15 | 3,63 | 15,07 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 1,55 | 1.531,88 | | 21.583,91 | 21.583,91 | 1 | 1,30 | l/m2 | 28,06 | 0,04 | 1,90 | 0,77 | 2,71 | 75,93 |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 02 | 92 | 1,55 | 132 | 12,12 | 810,57 | 10,30 | | 8.348,87 | 1 | 1,30 | l/m2 | 10,85 | 0,04 | 1,10 | 0,41 | 1,55 | 16,77 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Retorno 02 | 132 | 12,12 | 217 | 15,16 | 1.703,04 | | 23.667,08 | 23.667,08 | 1 | 1,30 | l/m2 | 30,77 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 15,44 |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 03 | 217 | 15,16 | 280 | 8,80 | 1.253,64 | 10,30 | | 12.912,49 | 1 | 1,30 | l/m2 | 16,79 | 0,04 | 0,60 | 0,63 | 1,27 | 21,27 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Interseção 02 | 280 | 8,80 | 325 | 0,93 | 892,13 | | 13.507,86 | 13.507,86 | 1 | 1,30 | l/m2 | 17,56 | 0,04 | 1,86 | 0,45 | 2,35 | 41,20 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Canteiro | 187 | Interseção 01 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 10,30 | 11.369,20 | 11.369,20 | 1 | 1,30 | l/m2 | 14,78 | 0,04 | 3,74 | 0,00 | 3,78 | 55,87 |
| | | | | | | | | **13.000,90** | | | **176.325,91** | | **1,30** | l/m2 | **229,22** | **DMT final =** | | **1,82** | **Km** | **417,57** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES -IMPRIMAÇÃO**

## ➢ SUB-BASE - BGTC

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten- | Lar- | Área | Área | Esp. | Volume | Densidade | Peso | DMT (Km) | | | | Momento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso | | Inicial | | Final | | são | gura | Variável | Total | | | ou | | Fixa | Da fonte | No | DMT | Transporte |
| | | Est. | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m2) | (m2) | (cm) | (m3) | Taxa | (t) | | ao Seg | Seg. | Seg. | (m3 x Km) |
| SUB-BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 01 | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 10,83 | | 3.353,73 | 10 | 335,37 | 2,30 t/m3 | 771,36 | 0,04 | 3,44 | 0,15 | 3,63 | 1.219,02 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 1,55 | 1.531,88 | | 22.694,54 | 22.694,54 | 10 | 2.269,45 | 2,30 t/m3 | 5.219,74 | 0,04 | 1,90 | 0,77 | 2,71 | 6.141,01 |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 02 | 92 | 1,55 | 132 | 12,12 | 810,57 | 10,83 | | 8.778,47 | 10 | 877,85 | 2,30 t/m3 | 2.019,05 | 0,04 | 1,10 | 0,41 | 1,55 | 1.356,52 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Retorno 02 | 132 | 12,12 | 217 | 15,16 | 1.703,04 | | 24.884,90 | 24.884,90 | 10 | 2.488,49 | 2,30 t/m3 | 5.723,53 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 1.248,64 |
| | Canteiro | 187 | Pista Esquerda Segmento 03 | 217 | 15,16 | 280 | 8,80 | 1.253,64 | 10,83 | | 13.576,92 | 10 | 1.357,69 | 2,30 t/m3 | 3.122,69 | 0,04 | 0,60 | 0,63 | 1,27 | 1.719,95 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Esquerda Interseção 02 | 280 | 8,80 | 325 | 0,93 | 892,13 | | 14.202,92 | 14.202,92 | 10 | 1.420,29 | 2,30 t/m3 | 3.266,67 | 0,04 | 1,86 | 0,45 | 2,35 | 3.332,10 |
| | Canteiro | 187 | Interseção 01 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | 11.954,22 | 11.954,22 | 10 | 1.195,42 | 2,30 t/m3 | 2.749,47 | 0,04 | 3,74 | 0,00 | 3,78 | 4.518,70 |
| | Canteiro | 0 | Pista - Direita Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 2,43 | 1.532,76 | | 21.711,35 | 21.711,35 | 10 | 2.171,14 | 2,30 t/m3 | 4.993,61 | 0,04 | 0,30 | 0,77 | 1,11 | 2.402,10 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Retorno 02 | 132 | 13,08 | 215 | 15,93 | 1.662,85 | | 26.528,10 | 26.528,10 | 10 | 2.652,81 | 2,30 t/m3 | 6.101,46 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 1.323,53 |
| | Canteiro | 187 | Pista - Direita Interseção 02 | 280 | 8,80 | 325 | 0,93 | 892,13 | | 11.589,39 | 11.589,39 | 10 | 1.158,94 | 2,30 t/m3 | 2.665,56 | 0,04 | 1,86 | 0,45 | 2,35 | 2.718,95 |
| | | | | | | | | **10.588,67** | | | **159.274,54** | | **15.927,45** | | **36.633,14** | **DMT final =** | | **1,63** | **Km** | **25.980,51** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - SUB-BASE BGTC**

## ➢ RECICLAGEM DE BASE COM ADIÇÃO DE 3% DE CIMENTO

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten- | Lar- | Área | Área | Esp. | Volume | Densidade | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso | | Inicial | | Final | | são | gura | Variável | Total | | | ou | |
| | | Est. | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m2) | (m2) | (cm) | (m3) | Taxa | (t) |
| RECICLAGEM DE BASE COM 3% DE CIMENTO EM PESO | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 01 | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 8,60 | | 2.663,16 | 15 | 399,47 | 2,3 $t/m^3$ | 918,79 |
| | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 02 | 92 | 2,43 | 132 | 13,08 | 810,65 | 8,60 | | 6.971,59 | 15 | 1.045,74 | 2,3 $t/m^3$ | 2.405,20 |
| | Canteiro | 187 | Pista Direita Restauração 03 | 215 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.293,73 | 8,60 | | 11.126,08 | 15 | 1.668,91 | 2,3 $t/m^3$ | 3.838,50 |
| | | | | | | | | **2.414,05** | | | **20.760,83** | | **3.114,12** | | **7.162,49** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - RECICLAGEM DE BASE COM 3% DE CIMENTO EM PESO**

## ➢ REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO

| SERVIÇO | Ocorrência | Destino | Entre Estacas | | | | Exten- | Lar- | Área | Área |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | | Inicial | | Final | | são | gura | Variável | Total |
| | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m2) | (m2) |
| REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO | Bota Espera | Acostamentos Restauração | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,67 | 3,00 | | 929,01 |
| | Bota Espera | Acostamentos Restauração | 92 | 2,43 | 132 | 13,08 | 810,65 | 3,00 | | 2.431,95 |
| | Bota Espera | Acostamentos Restauração | 215 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.293,73 | 3,00 | | 3.881,19 |
| | Caixa 01 | Interseção 01 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | | 13.686,75 | 13.686,75 |
| | Caixa 01 | SEGMENTO 01 - PE | 0 | 0,00 | 15 | 9,67 | 309,66 | 12,40 | | 3.839,78 |
| | Caixa 01 | Retorno 01 | 15 | 9,67 | 92 | 1,55 | 1.531,89 | | 50.841,67 | 50.841,67 |
| | Caixa 01 | SEGMENTO 02 - PE | 92 | 1,55 | 132 | 12,12 | 810,57 | 12,40 | | 10.051,07 |
| | Caixa 01 | Retorno 02 | 132 | 12,12 | 217 | 15,15 | 1.703,03 | | 58.864,78 | 58.864,78 |
| | Caixa 01 | SEGMENTO 03 - PE | 217 | 15,15 | 280 | 8,80 | 1.253,64 | 12,40 | | 15.545,14 |
| | Caixa 01 | Interseção 02 | 280 | 8,79 | 325 | 0,00 | 891,21 | | 29.530,42 | 29.530,42 |
| | | | | | | | **8.914,05** | | | **189.601,75** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO**

## ➢ REMOÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten-são | Lar-gura | Área Variável | Área Total | Esp. | Volume | DMT (Km) | | | | Momento Transporte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso Est. | | Inicial | | Final | | | | | | | | Fixa | Da fonte ao Seg | No Seg. | DMT Seg. | |
| | | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m2) | (m2) | (cm) | (m3) | | | | | (m3 x Km) |
| REMOÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE | Pista | 187 | Bota Espera/Canteiro | 15 | 9,67 | 92 | 2,43 | 1.532,76 | 8,60 | | 13.181,74 | 30 | 3.954,52 | 0,04 | 1,90 | 0,77 | 2,71 | 10.702,44 |
| | Pista | 187 | Bota Espera/Canteiro | 132 | 13,08 | 215 | 15,93 | 1.662,85 | 8,60 | | 14.300,51 | 30 | 4.290,15 | 0,04 | 0,00 | 0,46 | 0,50 | 2.140,42 |
| | Pista | 187 | Bota Espera/Canteiro | 280 | 9,66 | 325 | 0,93 | 891,27 | 8,60 | | 7.664,88 | 30 | 2.299,46 | 0,04 | 1,90 | 0,45 | 2,95 | 6.773,38 |
| | | | | | | | | **4.086,88** | | | **35.147,13** | | **10.544,14** | **DMT final =** | | **1,86** | **Km** | **19.616,24** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - REMOÇÃO DE PAVIMENTO**

## ➢ SERRAGEM DE JUNTAS

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten-são | Espaçamento | Seção | Comprimento Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso Est. | | Inicial | | Final | | | | | |
| | | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m) | (m) |
| SERRAGEM DE JUNTAS | | | Pista Restauração | 0 | 0,00 | 15 | 10,66 | 310,66 | 5,00 | 10,30 | 639,96 |
| | | | Pista - LD Correção Geométrica | 15 | 10,66 | 92 | 2,46 | 1.531,80 | 5,00 | 10,30 | 3.155,51 |
| | | | Pista Restauração | 92 | 2,46 | 132 | 13,09 | 810,63 | 5,00 | 10,30 | 1.669,90 |
| | | | Pista - LD Correção Geométrica | 132 | 13,09 | 217 | 15,93 | 1.702,84 | 5,00 | 10,30 | 3.507,85 |
| | | | Pista Restauração | 215 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.293,73 | 5,00 | 10,30 | 2.665,08 |
| | | | Pista - LD Correção Geométrica | 280 | 9,66 | 325 | 0,93 | 891,27 | 5,00 | 10,30 | 1.836,01 |
| | | | Pista - LE Duplicação | 0 | 0,00 | 325 | 0,93 | 6.500,93 | 5,00 | 10,30 | 13.391,91 |
| | | | | | | | | **13.041,85** | **35,00** | **72,10** | **26.866,22** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - SERRAGEM DE JUNTAS**

## ➢ BARRAS DE TRANSFERÊNCIAS

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten-são | Espaçamento entre placas | Juntas | Seção | Extensão Juntas | Espaçamento entre barras | Comprimento barras | Comprimento | Densidade ou Taxa | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso Est. | | Inicial | | Final | | | | | | | | | | | |
| | | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | Taxa | (kg) |
| Barras de Transferência CA-25 | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 0 | 0,00 | 15 | 10,66 | 310,66 | 5,00 | 62,13 | 10,30 | 639,96 | 0,30 | 0,46 | 981,27 | 3,853 kg/m | 3.780,84 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 15 | 10,66 | 92 | 2,46 | 1.531,80 | 5,00 | 306,36 | 10,30 | 3.155,51 | 0,30 | 0,46 | 4.838,45 | 3,853 kg/m | 18.642,53 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 92 | 2,46 | 132 | 13,09 | 810,63 | 5,00 | 162,13 | 10,30 | 1.669,90 | 0,30 | 0,46 | 2.560,51 | 3,853 kg/m | 9.865,64 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 132 | 13,09 | 217 | 15,93 | 1.702,84 | 5,00 | 340,57 | 10,30 | 3.507,85 | 0,30 | 0,46 | 5.378,70 | 3,853 kg/m | 20.724,15 |
| diametro = 25 mm | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 217 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.253,73 | 5,00 | 250,75 | 10,30 | 2.582,68 | 0,30 | 0,46 | 3.960,12 | 3,853 kg/m | 15.258,32 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 280 | 9,66 | 325 | 0,93 | 891,27 | 5,00 | 178,25 | 10,30 | 1.836,01 | 0,30 | 0,46 | 2.815,21 | 3,853 kg/m | 10.847,00 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LE Duplicação | 0 | 0,00 | 325 | 0,93 | 6.500,93 | 5,00 | 1300,19 | 10,30 | 13.391,91 | 0,30 | 0,46 | 20.534,26 | 3,853 kg/m | 79.118,48 |
| | | | | | | | | **13.001,85** | **35,00** | **2.600,37** | **72,10** | **26.783,81** | **2,10** | **3,22** | **41.068,51** | | **158.236,97** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - BARRAS DE TRANSFERÊNCIA CA-25**

## ➢ BARRAS DE LIGAÇÃO

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten-são | Espaçamento entre barras | Comprimento da Barra | Comprimento por segmento | Repetição na seção | Comprimento por segmento | Densidade ou Taxa | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso Est. | | Inicial | | Final | | | | | | | | | |
| | | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m) | (m) | (x) | | Taxa | (kg) |
| Barras de Ligação CA-50 | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 0 | 0,00 | 15 | 10,66 | 310,66 | 0,50 | 0,62 | 385,22 | 3 | 1.155,66 | 0,395 kg/m | 456,49 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 15 | 10,66 | 92 | 2,46 | 1.531,80 | 0,50 | 0,62 | 1.899,43 | 3 | 5.698,29 | 0,395 kg/m | 2.250,82 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 92 | 2,46 | 132 | 13,09 | 810,63 | 0,50 | 0,62 | 1.005,18 | 3 | 3.015,54 | 0,395 kg/m | 1.191,14 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 132 | 13,09 | 217 | 15,93 | 1.702,84 | 0,50 | 0,62 | 2.111,52 | 3 | 6.334,56 | 0,395 kg/m | 2.502,15 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 217 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.253,73 | 0,50 | 0,62 | 1.554,63 | 3 | 4.663,89 | 0,395 kg/m | 1.842,24 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 280 | 9,66 | 325 | 0,93 | 891,27 | 0,50 | 0,62 | 1.105,17 | 3 | 3.315,51 | 0,395 kg/m | 1.309,63 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LE Duplicação | 0 | 0,00 | 325 | 0,93 | 6.500,93 | 0,50 | 0,62 | 8.061,15 | 3 | 24.183,45 | 0,395 kg/m | 9.552,46 |
| | | | | | | | | **13.001,85** | **4** | **4** | **16.122** | **21** | **48.366,90** | | **19.104,93** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - BARRAS DE LIGAÇÃO CA-50**

## ➢ TRELIÇA

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten-são | Espaçamento | Seção | Comprimento Total | Repetição na seção | Comprimento Total | Densidade ou | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso Est. | | Inicial | | Final | | | | | | | | | |
| | | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | (m) | (m) | (m) | (x) | (m) | Taxa | (kg) |
| TRELIÇA TR 12645 | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 0 | 0,00 | 15 | 10,66 | 310,66 | 5,00 | 10,30 | 639,960 | 2 | 1.279,92 | 0,886 kg/m | 1.134,01 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 15 | 10,66 | 92 | 2,46 | 1.531,80 | 5,00 | 10,30 | 3.155,510 | 2 | 6.311,02 | 0,886 kg/m | 5.591,56 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 92 | 2,46 | 132 | 13,09 | 810,63 | 5,00 | 10,30 | 1.669,900 | 2 | 3.339,80 | 0,886 kg/m | 2.959,06 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 132 | 13,09 | 217 | 15,93 | 1.702,84 | 5,00 | 10,30 | 3.507,850 | 2 | 7.015,70 | 0,886 kg/m | 6.215,91 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 217 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.253,73 | 5,00 | 10,30 | 2.582,680 | 2 | 5.165,36 | 0,886 kg/m | 4.576,51 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 280 | 9,66 | 325 | 0,93 | 891,27 | 5,00 | 10,30 | 1.836,010 | 2 | 3.672,02 | 0,886 kg/m | 3.253,41 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LE Duplicação | 0 | 0,00 | 325 | 0,93 | 6.500,93 | 5,00 | 10,30 | 13.391,910 | 2 | 26.783,82 | 0,886 kg/m | 23.730,46 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 0 | 0,00 | 15 | 10,66 | 310,66 | | | 310,660 | 6 | 1.863,96 | 0,886 kg/m | 1.651,47 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 15 | 10,66 | 92 | 2,46 | 1.531,80 | | | 1.531,800 | 6 | 9.190,80 | 0,886 kg/m | 8.143,05 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 92 | 2,46 | 132 | 13,09 | 810,63 | | | 810,630 | 6 | 4.863,78 | 0,886 kg/m | 4.309,31 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 132 | 13,09 | 217 | 15,93 | 1.702,84 | | | 1.702,840 | 6 | 10.217,04 | 0,886 kg/m | 9.052,30 |
| | Canteiro | 187 | Pista Restauração | 217 | 15,93 | 280 | 9,66 | 1.253,73 | | | 1.253,730 | 6 | 7.522,38 | 0,886 kg/m | 6.664,83 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LD Correção Geométrica | 280 | 9,66 | 325 | 0,93 | 891,27 | | | 891,265 | 6 | 5.347,59 | 0,886 kg/m | 4.737,96 |
| | Canteiro | 187 | Pista - LE Duplicação | 0 | 0,00 | 325 | 0,93 | 6.500,93 | | | 6.500,925 | 6 | 39.005,55 | 0,886 kg/m | 34.558,92 |
| | | | | | | | | **26.003,70** | **35,00** | **72,10** | **39.785,67** | **56** | **131.578,74** | | **116.578,76** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - TRELIÇA TR12645**

## ➢ TELA ELETROSOLDADA – Q-138

| SERVIÇO | Ocorrência | | Destino | Entre Estacas | | | | Exten-são | Área | Densidade ou | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Origem | Acesso Est. | | Inicial | | Final | | | | | |
| | | | | Int. | Frac. | Int. | Frac. | (m) | m2 | Taxa | (kg) |
| TELA ELETROSOLDADA | Usina U-1 | | Pista | 0 | 0,00 | 325 | 0,93 | 6.500,93 | 10.310,51 | 2,200 kg/m2 | 22.683 |
| TELA SOLDADA Q-138 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 6.500,93 | 10.310,51 | | **22.683,12** |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - TELA ELETROSOLDADA**

## 11.14. QUADRO RESUMO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA**

**Rodovia:** GO-210 — **EXTENSÃO:** 6,50 km

**Trecho:** Perímetro Urbano Rio Verde/ Trevo GO-174 (Sentido Montividiu) — **LOTE:** ÚNICO

**Quadro Resumo de Serviços de Pavimentação**

| TRECHO | Remoção de Pavimento Existente (m³) | Regularização de Subleito (m²) | Sub-base BGTC (m³) | Reciclagem de Base com adição de 3% cimento (m³) | Sub-base de Solo Melhorado com 3% de Cimento (m³) | Imprimação (m²) | | Pavimento de Concreto | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Área (m²) | EAI (t) | Área (m²) | Volume(m³) |
| GO-210 | 10.544 | 189.601,75 | 15.927,45 | 3.965,08 | 850,95 | 176.325,91 | 229,22 | 176.325,91 | 35.265,18 |
| **Total** | **10.544,14** | **189.601,75** | **15.927,45** | **3.965,08** | **850,95** | **176.325,91** | **229,22** | **176.325,91** | **35.265,18** |

## 11.15. QUADRO QUANTIDADE DE TRANSPORTE

### Quadro 28 - QUADRO QUANTIDADE DE TRANSPORTE

| SERVIÇO | TRANSPORTE | Ocorrência | | Destino | Volume | Densidade ou Taxa | Peso | DMT (Km) | Momento Transporte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Origem | Acesso Est. | | (m3) | | (t) | | |
| **CCP** | | | | | | | | | |
| CP-II-32 | Comercial | Fábrica | 0 | Canteiro | | 0,3833 t/m3 | 13.515,53 | 167,78 | 2.267.636,17 t/km |
| Areia | Comercial | Areal | 304 | Canteiro | 21.451,46 | 0,6083 m3/m3 | | 193,00 | 4.140.131,07 m3/km |
| Brita | Comercial | Pedreira | 0 | Canteiro | 24.267,03 | 0,6881 m3/m3 | | 32,38 | 785.766,38 m3/km |
| Concreto Usinado (CCP) | Local | Canteiro | 187 | Pista | 35.265,18 | | | 1,82 | 64.240,89 m3/km |
| **SUB-BASE DE SOLO MELHORADO COM 3% DE CIMENTO** | | | | | | | **1.957,19** | | |
| CP-II-32 | Comercial | Fábrica | 0 | Canteiro | | 3,00 % | 58,72 | 167,78 | 9.851,33 t/km |
| CP-II-32 | Local | Canteiro | 187 | Pista | | 3,00 % | 58,72 | 1,82 | 106,96 t/km |
| **RECICLAGEM DE BASE COM 3% DE CIMENTO EM PESO** | | | | | | | **7.162,49** | | |
| CP-II-32 | Comercial | Fábrica | 0 | Canteiro | | 3,00 % | 214,87 | 167,78 | 36.051,66 t/km |
| CP-II-32 | Local | Canteiro | 187 | Pista | | 3,00 % | 214,87 | 1,82 | 391,43 t/km |
| **BGTC** | | | | | | | | | |
| CP-II-32 | Comercial | Fábrica | 0 | Canteiro | | 0,088 t/m3 | 1.401,62 | 167,78 | 235.163,13 t/km |
| Brita | Comercial | Pedreira | 0 | Canteiro | 22.425,86 | 1,408 m3/m3 | | 32,38 | 726.149,19 m3/km |
| BGTC | Local | Canteiro | 187 | Pista | 15.927,45 | | | 1,63 | 25.980,51 m3/km |
| **TRANSPORTE MATERIAIS BÁSICOS (AÇO)** | | | | | | | | | |
| AÇO (CA-25/50/60) | Comercial | Fábrica | 0 | Canteiro | | | 293,92 | 230,78 | 67.831,01 t/km |
| AÇO (CA-25/50/60) | Local | Canteiro | 187 | Pista | | | 293,92 | 1,82 | 535,42 t/km |

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES - TRANSPORTES**

## 11.16. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

O Engº Felipe Franco e Fidalgo de CPF nº 025.211.491-44 responsável pelo PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 12. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

# 12. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

## 12.1. 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.

Neste projeto de duplicação e restauração das pistas existente a sinalização será totalmente refeita.

**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito / CONTRAN/DENATRAN
- Para Sinalização Horizontal – CONTRAN 2022;
- Para Sinalização Vertical – CONTRAN 2022;
- Para Dispositivos Auxiliares – CONTRAN 2022;
- 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;
- Instrução Normativa/DNIT nº 17, de 15 de agosto de 2022, BR-legal 2;
- DNIT 100/2018-ES- Sinalização Horizontal;
- DNIT 101/2009-ES- Sinalização Vertical.

## 12.2. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

### 12.2.1. 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.

### 12.2.2. 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.
- Preta – utilizada para proporcionar contraste entre a marca viária, inscrições e o pavimento, principalmente de concreto, não constituindo propriamente uma cor de sinalização.

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

**Tabela 60 - Tonalidades das cores para sinalização horizontal**

| COR | TONALIDADE |
|---|---|
| Amarela | 10 YR 7,5/14 |
| Branca | N 9,5 |
| Preta | N 0,5 |

### 12.2.3. 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 2022 - CONTRAN:

**Tabela 61 - Largura das linhas longitudinais em função da velocidade**

| VELOCIDADE – v (km/h) | LARGURA DA LINHA – ℓ (m) |
|---|---|
| v < 80 | 0,10* |
| v ≥ 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-3 – Linha dupla contínua: com largura de 0,10m e distância entre linhas de 0,10m nas ocorrências dentro da área urbana na Interseção 01, e largura e distância entre as linhas de 0,15m nos demais casos ao longo do trecho, utilizada nos trechos onde há proibição de ultrapassagem nos dois sentidos de circulação.

- **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. Quando seccionada, a cadência utilizada foi de 1:3, sendo traço de 3 metros e espaçamento de 9 metros. Em algumas situações, foram utilizadas cadências diferentes, como sinal de alerta de mudança de movimentos, conforme explicitadas abaixo:

- cadência de 1:2 (traço 3m e espaçamento 6m): utilizadas nas saídas dos retornos, delimitando a 3ª faixa.
- cadência de 1:2 (traço 2m e espaçamento 4m): na área urbana, da Interseção 01, onde a velocidade é reduzida.

- **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 1 metros e espaçamento de 1 metros neste projeto.

### 12.2.4. 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 o tipo de marca transversal utilizada neste projeto:

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

### 12.2.5. 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.

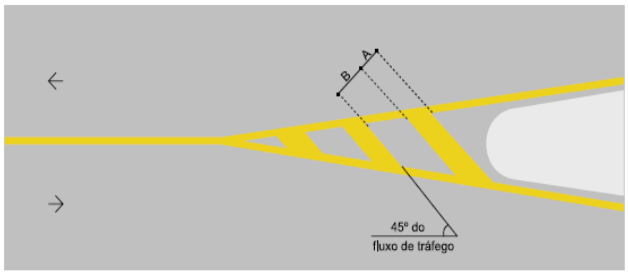
- **Linha de Canalização – LCA**

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 51 - Dimensões ZPA**




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

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

### 12.2.6. 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.

### 12.2.7. PINTURA DE CONTRASTE NO PAVIMENTO DE CONCRETO

Com o intuito de melhorar a segurança do usuário, para que a visibilidade, principalmente, diurna seja eficiente e eficaz, nas faixas de cor branca em pavimento de concreto, é necessário utilizar tinta preta para o contraste adequado da sinalização.

Conforme detalhamentos apresentados no Volume 2 - Projetos Executivos, para todas as marcas (longitudinais, transversais e inscrições) foi considerada uma largura adicional para a tinta preta de 7,5cm, para cada lado.

### 12.2.8. 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 zebradas. 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 a seguir, conforme Art.30 do BR-legal 2.

- Nas linhas seccionadas, a cadência das tachas deverá seguir a cadência das marcas e dispostas no meio de todos os intervalos entre segmentos de pintura simples ou dupla.
- Nas linhas duplas contínuas, a tacha deve ser implantada no eixo da linha dupla seguindo os critérios de espaçamento d abaixo, em função da velocidade:

**Tabela 62 - Cadência de utilização de tachas em linhas duplas contínuas**

| Velocidade Regulamentada (km/h) | d (m) | |
|---|---|---|
| | (A) Situação normal | (B) Situação especial |
| V < 80 | 8 | 6 |
| 80 ≤ V ≤ 90 | 12 | 9 |
| V > 90 | 16 | 12 |

- Em linhas contínuas simples de divisão de fluxos, a tacha será implantada sobre a linha contínua, obedecendo os mesmos critérios de espaçamentos das linhas duplas, citados na tabela acima.
- Nas linhas de bordo, as tachas deverão ser implantadas junto a marca deslocadas para o lado externo no máximo 0,05 m, de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação, com o mesmo espaçamento da linha de eixo.

Considera-se como situação especial, trechos em curvas e trechos que antecedem obstáculos ou OAE. Nestes casos, as tachas serão dispostas no espaçamento citado, numa extensão de 150 metros antes das situações, nos dois sentidos.

### 12.2.9. 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 13** do Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária BR-LEGAL 2.

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

| Níveis | Classificação | Tipo de solução |
|---|---|---|
| Nível 0 | Marcas Longitudinais | Plástico a frio tipo I - espessura de 0,6 mm - aspersão |
| | Demais marcas* | Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm |
| Nível 1 | Marcas Longitudinais | Termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm |
| | Demais marcas* | Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm |
| Nível 2 | Marcas Longitudinais | Tinta base acrílica emulsionada em água - espessura de 0,5 mm |
| | Demais marcas* | Termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm |
| (*) Marcas Transversais, marcas de Canalização, marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento e as inscrições no pavimento. | | |

*Fonte: Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária BR-LEGAL 2

Neste projeto, as pinturas das marcas longitudinais deverão ser executadas com Tinta Acrílica emulsionada em água, conforme NBR 13699:2021 da ABNT, espessura de 0,5 mm e garantia de 24 meses. Estas tintas deverão ser retrorefletorizadas com Microesferas de vidro do Tipo I-B (“premix”), incorporadas à tinta antes da aplicação, as quais fornecem retrorrefletorização após o desgaste da película aplicada.

Para as demais marcas, o material adotado será Termoplástico por extrusão – espessura de 3,0mm. A solução segue a Tabela 13 do BR-Legal 2, onde de acordo com o VMDa apresentado no Estudo de Tráfego, o trecho se esquadra no Nível 2 - VMDa≤7.500. Quando aplicada sobre o pavimento de concreto, deve ser precedida de pintura de ligação. É obrigatória a execução da pintura de contraste preta, a pintura de ligação deve ser feita sobre a tinta preta, após a sua secagem.

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 120 $mcd.lx^{-1}.m^{-2}$ para cor branca e de 100 $mcd.lx^{-1}.m^{-2}$ 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.

A pintura em pavimento de concreto só deve ser efetuada após a sua cura. Os compostos utilizados na secagem do pavimento não são compatíveis com as tintas para demarcação.

Para cumprir a legislação vigente e atender o preceito de segurança do usuário, deve-se efetuar uma pintura com tinta provisória (ABNT NBR 12935/93) com espessura úmida de 0,4 mm.

A sinalização definitiva deverá ser efetuada após 90 dias, no mínimo da conclusão do pavimento, prazo considerado satisfatório para que os resíduos da secagem tenham sido definitivamente removidos. É fundamental efetuar pintura de contraste na cor preta que servirá de base para a tinta branca, que deve ter as mesmas características da utilizada na demarcação.

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

## 12.3. SINALIZAÇÃO VERTICAL

### 12.3.1. 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.

### 12.3.2. 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 2022 – CONTRAN.

No presente projeto as placas de regulamentação circulares foram adotadas com diâmetro de 1,00m, e as octogonais com lado de 0,35m.

### 12.3.3. 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 2022 – 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.

### 12.3.4. 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.

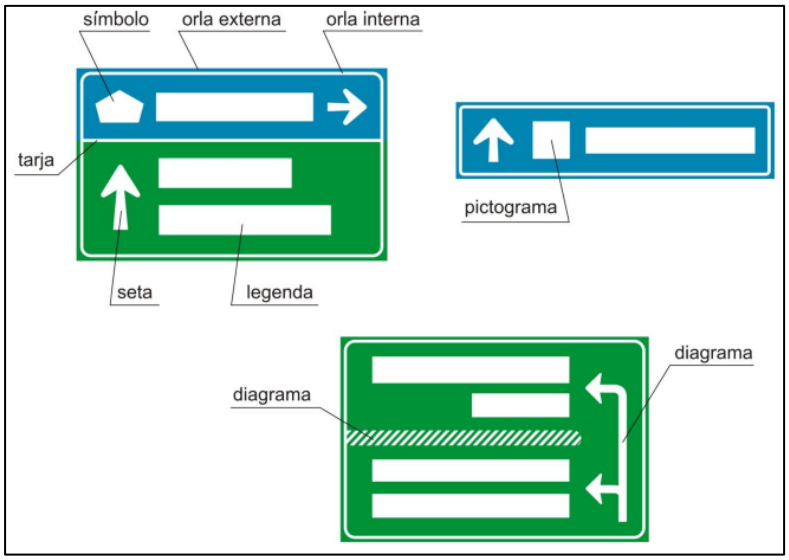
As letras e números adotados nos projetos de sinalização obedecem aos padrões Série D e Série E do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings – FHWA e Arial Rounded MT Bold.

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 2022 – CONTRAN.

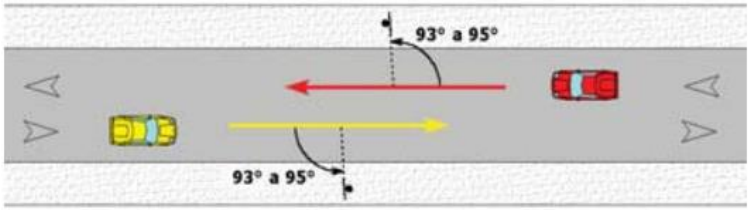
**Figura 52 - Diagramação das Placas**



### 12.3.5. POSICIONAMENTO DAS PLACAS

As placas de sinalização devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93º a 95º 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 53 - 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 ± 3º.

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

### 12.3.6. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

- **Chapas**

As placas de sinalização lateral de regulamentação, advertência e indicativa, com área inferior ou igual a 1,0m² deverão ser confeccionadas em chapas de aço planas, zincadas n°16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904:2015. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor presta de secagem a 140°C.

Já as placas com área superior a 1,0m², serão confeccionadas com chapa de alumínio composto formada por duas lâminas de alumínio e um núcleo de polietileno conforme ABNT 16179:2013. Os versos das chapas deverão ser preto fosco.

- **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 0,2º e 0,5º e ângulo de entrada de -4º e +30º. 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 abaixo, quando submetida às condições de chuva ou umidade sobre a superfície.

**Tabela 63 - Películas Tipo III A**

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

- **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 se 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.

## 12.4. 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;
- Regulamentar a circulação, a velocidade e outras condições para a segurança local;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, reduzir os riscos de acidentes e minimizar os congestionamentos;
- Transmitir informações claras e padronizadas aos usuários da via;
- Delimitar o contorno da obra de forma visível, protegendo não só os condutores de veículos e os pedestres, mas também os trabalhadores das obras.

- **Elementos do Projeto**

Dependendo da natureza dos trabalhos que afetarão o trânsito, em especial a duração e a mobilidade dos serviços, o projeto de sinalização deve constar de:

- Sinalização vertical, contendo as placas de regulamentação, de advertência e indicativas;
- Sinalização horizontal, incluindo as linhas, marcas de canalização, setas, legendas e tachas;
- Dispositivos auxiliares, incluindo as barreiras, balizas, balizadores, marcadores de perigo, mar- cações 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.

### 12.4.1. 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:

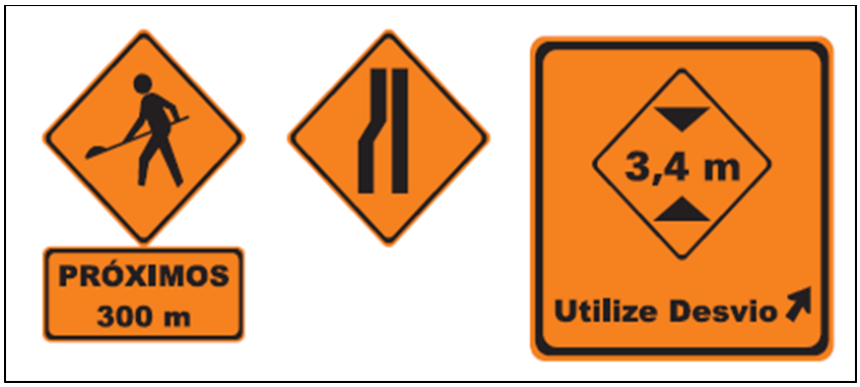
- Para sinais de advertência:
- Velocidade de segurança:100 km/h, 80 Km/h e 60 Km/h - 150 m
- Velocidade de segurança: 40 Km/h - 100 m

- 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 54 - Exemplo de sinalização vertical de obras**




### 12.4.2. 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.

### 12.4.3. 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.

### 12.4.4. 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.

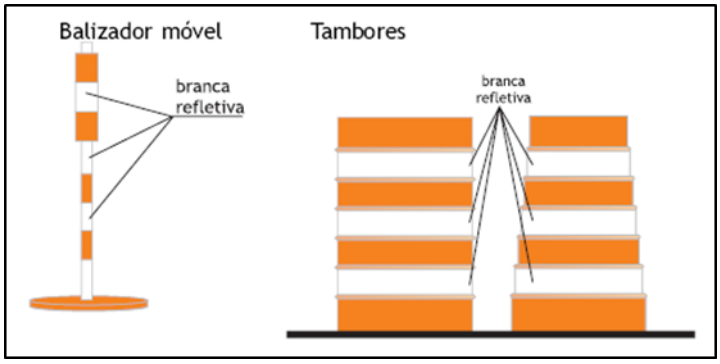
➢ **Dentre estes se destacam**:

**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 (Ø =0,40m), tendo uma das faces o fundo verde e a palavra SIGA, em branco, na outra face, fundo vermelho, com a palavra PARE, em branco.

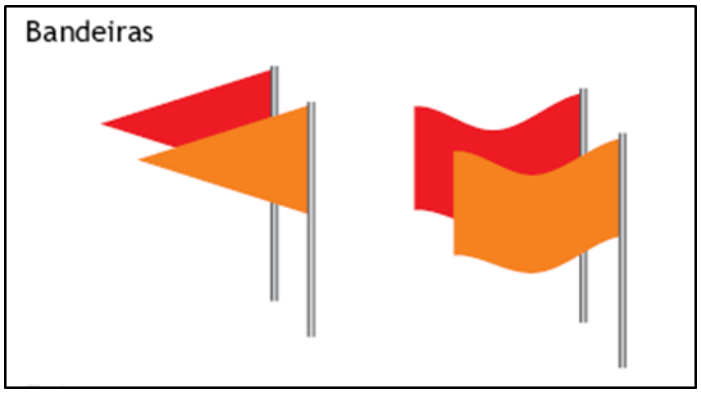
**Tambores e Balizadores** - Empregados para delimitar o local das obras. Serão pintados nas cores preta e amarela, sendo a segunda com tinta refletorizada. A largura das faixas será de 0,1m. No caso dos balizadores, serão inclinados, formando um ângulo de 45º com a horizontal e, no caso dos tambores, 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 55 - Ilustração de balizador e tambores**



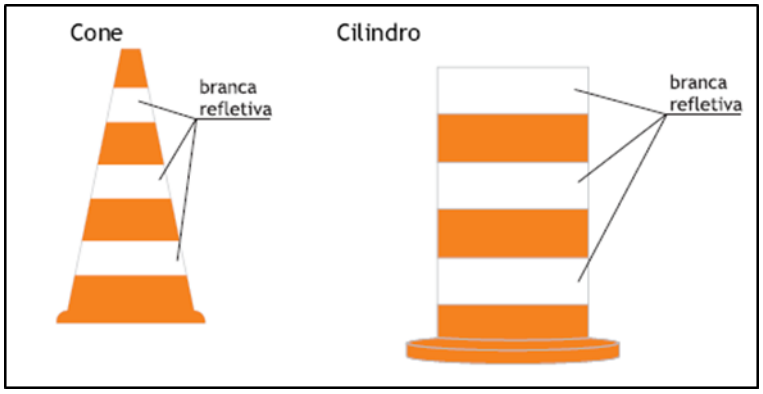

**Bandeira –** É utilizado como um elemento de controle complementar de controle do fluxo em situação de volume de tráfego muito alto, altas velocidades, necessidade de interrupção do fluxo e obras móveis durante o dia. O sinalizador deve portar uma bandeira ou um dispositivo luminoso, caso a obra seja realizada durante a noite, período no qual se faz necessário o uso nos locais onde há pouca visibilidade.

**Figura 56 - 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 57 - 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, confecciona-dos em madeira de lei. Serão pintados, com tinta refletiva, faixas brancas e laranja, alternadas com 0,1m de largura, formando um ângulo de 45º com a horizontal.

**Figura 58 - Ilustração de fita zebrada**

**Figura 59 - Ilustração de cavaletes**

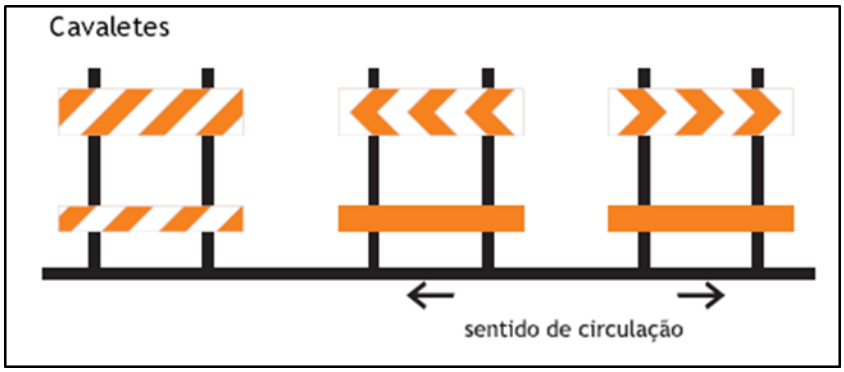



**Figura 60 - Ilustração de barreiras**

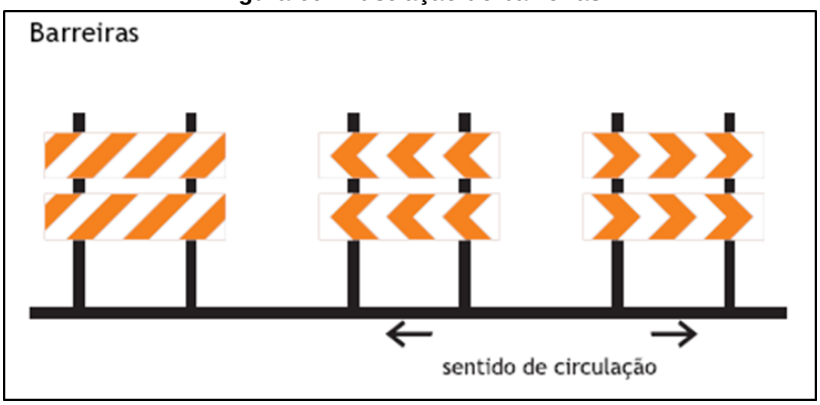
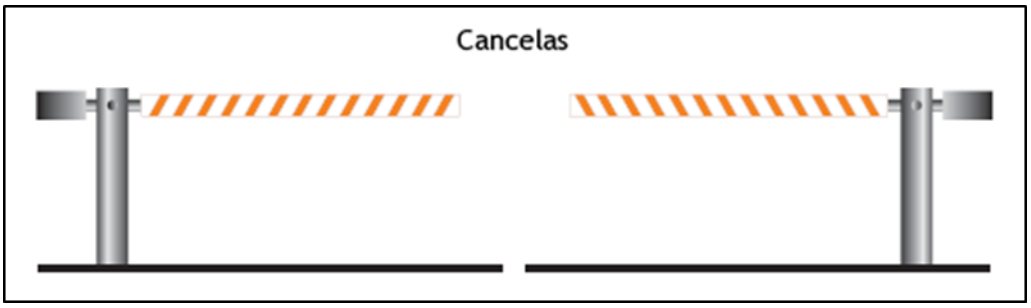



**Figura 61 - Ilustração de cancelas**




**Barreira em módulos plásticos** - As barreiras plásticas devem ser utilizadas para canalizar o fluxo de veículos para faixas de tráfego diferentes daquelas em que estão circulando. É composta por

módulos ocos, que podem ser acoplados lateralmente e que possuem orifícios que permitem o preenchimento com água ou areia, para aumentar a estabilidade e a resistência a choques leves.

Para melhor operação da rodovia e com o intuito de preservar a segurança dos usuários da via e daqueles que trabalham na obra deverão ser projetados e executados desvios provisórios de tráfego. Nestes casos, o pavimento da pista nova deverá estar, preferencialmente na penúltima camada de revestimento, uma vez que não são admitidas aplicações posteriores de pinturas para cobrir a sinalização horizontal provisória.

- **Materiais e Especificações**:

A sinalização para construção não será objeto de medição. As características dos materiais a serem empregados e as técnicas de execução deverão seguir as especificações:

**Documentos de referência**

- DNIT IPR 738 Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias – 2010
- DNIT ES 100/2009 Obras Complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal
- DNIT ES 101/2009 Obras Complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical - Especificação de serviço

## 12.5. 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 me- nos onerosas.

Nos últimos anos tem-se verificado um progresso significativo na segurança quanto ao melhoramento no traçado geométrico, em demarcação e no equipamento de sinalização. Entretanto a segurança depende da qualidade da superfície da pista que é o único elemento que tem contato direto e permanente com o tráfego. Ainda hoje se tem dado mais importância às propriedades relacionadas com a resistência e durabilidade em detrimento à segurança do usuário.

Há alguns aspectos que influenciam na segurança do trânsito:

- Camada do Pavimento;
- Sinalização da Rodovia;
- Condições dos Veículos;
- Educação do Usuário.

### 12.5.1. FATORES DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

Quando a segurança é considerada desde o início, ainda nas fases de planeamento 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 29 - Fatores de Segurança Rodoviária**

| FATORES DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA | | | |
|---|---|---|---|
| Fator / Situação | Pré-impacto | No Impacto | Pós-impacto |
| Humano | ✓ Treinamento.<br>✓ Conhecimento.<br>✓ Habilidade.<br>✓ Motivações e Atitudes. | ✓ Dispositivos de Proteção (Capacete, Cinto e Air bag). | ✓ Serviços de Primeiro Socorros. |
| Veículo | ✓ Projeto do Sistema de Controle.<br>✓ Projeto dos Sistemas de Conforto.<br>✓ Projeto do Sistema de | ✓ Sistema de Proteção ao Ocupante.<br>✓ Projeto do Sistema de | |
| Meio Ambiente | ✓ Geometria.<br>✓ Policiamento.<br>✓ Sistema de Controle.<br>✓ Clima e Luminosidade. Condições da Superfície.<br>✓ Apelo Informativo | ✓ Geometria e dispositivos de absorção de energia. | ✓ Geometria para facilitar o acesso de emergência.<br>✓ Limpeza dos estilhaços e partes dos veículos acidentados.<br>✓ 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.

### 12.5.2. 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.

### 12.5.3. 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.

### 12.5.4. 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.

### 12.5.5. 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.

#### 12.5.6. 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.

#### 12.5.7. 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 um micro rugosidade e uma macro rugosidade bem equilibradas. Deve ter cor clara e regular, e uma superfície com um bom número de arestas agudas. Se forem tomadas providências neste sentido tem-se uma superfície bem segura.

### 12.6. 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.

### 12.7. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

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

## 12.8. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

A Engª Luísa de Franco Fidalgo de CPF nº 025.211.511.-22, responsável pelo PROJETO DE SINALIZAÇÃO, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 13. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

# 13. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

## 13.1. INTRODUÇÃO

Os Projetos de Obras Complementares são compostos basicamente dos projetos de:

- Remanejamento de Cercas;
- Remanejamento de Postes.

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-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;
- Instrução Normativa/DNIT nº 17, de 15 de agosto de 2022, BR-legal 2.

## 13.2. CERCAS E MOURÕES

As cercas, utilizadas na vedação da faixa de domínio, objetivam:

- Evitar o acesso de animais, cujo porte ameace 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 existentes serão removidas e relocadas.

Este serviço consistirá também da limpeza da faixa de implantação da cerca.

- **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.

- **RECOLOCAÇÃO DA CERCA**

Nos locais onde existem cercas dentro da faixa de domínio foi indicado a sua relocação, conforme pode ser visto no projeto geométrico (Volume 2) e nota de serviço em anexo.

- Os mourões deverão ser bem alinhados e aprumados e o reaterro de suas fundações compactadas de modo a não sofrerem nenhum deslocamento;
- Durante o estiramento dos fios, os mourões esticadores deverão ser escorados;
- 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;
- No Volume 2 – Projetos Executivos (Projeto de Obras Complementares), encontra-se detalhado o projeto da cerca.

**Tabela 64 - Remanejamento de Cercas**

| REMANEJAMENTO DE CERCAS | | | |
|---|---|---|---|
| ESTACA | | LADO | EXTENSÃO (m) |
| INÍCIO | FIM | | |
| PISTA DIREITA | | | |
| 58+07,54 | 76+13,07 | RETORNO 01 | 365,53 |
| 92+02,43 | 132+13,09 | ALARG. DE PISTA SEG-02 | 810,66 |
| 0+00,00 | 44+08,59 | RETORNO 02 | 888,59 |
| 51+13,34 | 64+07,51 | RETORNO 02 | 254,17 |
| 81+13,82 | 85+04,43 | RETORNO 02 | 70,61 |
| 215+15,93 | 226+08,00 | ALARG. DE PISTA SEG-03 | 212,07 |
| 263+08,65 | 280+08,80 | ALARG. DE PISTA SEG-03 | 340,15 |
| 0+00,00 | 43+00,00 | INTERSEÇÃO 02 | 860,00 |
| | | | |
| PISTA ESQUERDA | | | |
| 35+11,67 | 38+11,06 | RETORNO 01 | 59,39 |
| 105+12,97 | 132+12,12 | PISTA PROJETADA SEG-01 | 539,15 |
| 0+00,00 | 12+09,15 | RETORNO-01 | 249,15 |
| 8+09,12 | 12+09,15 | RETORNO-01 | 80,03 |
| 46+03,65 | 63+10,08 | RETORNO-01 | 346,43 |
| 69+00,37 | 74+06,03 | RETORNO-02 | 105,66 |
| 217+16,71 | 222+02,02 | PISTA PROJETADA. SEG-02 | 85,31 |
| | | | |
| | | **TOTAL** | **5.266,90** |

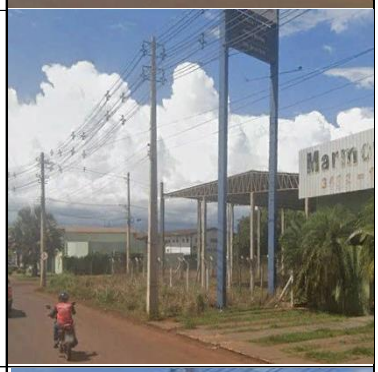
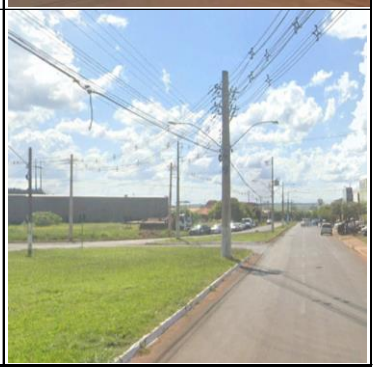
## 13.3. REMANEJAMENTO DE POSTES

Ao longo do da rodovia projetada foram identificadas interferência com a rede de energia pública.

Nas Plantas de Interferência estão sendo indicados o remanejamento de oito (8) postes de energia elétrica, bem como a localização e as coordenadas das mesmas.

Segue o cadastro dos postes e a localização dos mesmos:

## NOTA DE SERVIÇO DE REMANEJAMENTO DE POSTES

| INTERFERÊNCIAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ESTACA | COORDENADA | | LOCALIZAÇÃO | FOTO |
| | X | Y | | |
| 01+13,70 | 507.876 | 8.035.881 | IN 01 (AV. CINCO DE AGOSTO) | |
| 03+00,70 | 507.870 | 8.035.907 | IN 01 (AV. CINCO DE AGOSTO) |  |
| 04+07,00 | 507.864 | 8.035.932 | IN 01 (AV. CINCO DE AGOSTO) | |
| 05+12,00 | 507.848 | 8.035.960 | IN 01 (ROTATÓRIA) |  |

## NOTA DE SERVIÇO DE REMANEJAMENTO DE POSTES

| INTERFERÊNCIAS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ESTACA | COORDENADA | | LOCALIZAÇÃO | FOTO |
| | X | Y | | |
| 05+08,20 | 504.850 | 8.038.156 | ALÇA 01 (ENTRADA P/ GO-333) | |
| 47+06,55 | 506.693 | 8.036.730 | PISTA ESQ. RETORNO 01 (ENTRADA P/ AV. SIDOR IVANOFF) | |
| 49+02,80 | 506.662 | 8.036.749 | PISTA ESQ. RETORNO 01 (ENTRADA P/ AV. SIDOR IVANOFF) | |
| 67+08,77 | 504.490,9500 | 8.038.367,8390 | RETORNO 02 (PISTA PROJ. ESQ.) | |

**Notas:**
1 - Total Remanejamento de Postes (un): **08**

### 13.4. RESULTADOS OBTIDOS

Serão apresentados no **Volume 2 – Projetos Executivos**, todos os desenhos, listagens e detalhes que vierem a elucidar o projeto.

## 13.5. DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE POR PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

**Ref.:** Projeto Executivo de Engenharia para duplicação, incluindo reabilitação da pista existente, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/Trevo GO-174 (Sentido Montividiu), Rodovia: GO-210, Extensão 6,5 km.

A Engª Luísa de Franco Fidalgo de CPF nº 025.211.511.-22, responsável pelo PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES, e a empresa Rudra Engenharia Ltda de CNPJ nº 37.593.779/0001-06, aqui representada pelo seu responsável técnico, a Engª Margareth Franco Fidalgo, CREA Nº 4330/D, declaramos que desenvolvemos o referido projeto obedecendo rigorosamente às normas técnicas e instruções de projetos (IP) em vigor e consideramos a viabilidade e economicidade das soluções técnicas apresentadas assumindo total responsabilidade quanto à veracidade dos resultados apresentados.

RUDRA ENGENHARIA LTDA
RT MARGARETH FRANCO FIDALGO
CPF nº 348402301-53

# 14. PROJETO DE PAISAGISMO

# 14. PROJETO DE PAISAGISMO

## 14.1. 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 - 210, Trecho: Perímetro Urbano Rio Verde/ Trevo GO-174(Sentido Montividiu), 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.

## 14.2. ESTUDOS AMBIENTAIS

➢ **Caracterização do Empreendimento**

A rodovia GO - 210 no traçado proposto pela Rudra foi aprovado pela GOINFRA.

A duplicação da rodovia tem influência econômica, política e social sobre a região por ela atravessada. A cidade de Rio Verde localiza a cerca de 235 km da capital, Goiânia.

Rio Verde é a quarta cidade mais populosa do Estado de Goiás e a maior produtora de soja do estado, também é uma importante produtora de milho, algodão, sorgo, feijão e girassol.

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 duplicação da Rodovia GO - 210, principalmente nos primeiros 6,5 km de Rio Verde à Montividiu-GO, é uma demanda antiga e necessária devido ao tráfego intenso de veículos pesados e da grande quantidade de indústrias nesse perímetro urbano. Este trecho viário do município é muito importante para escoamento de produtos, além de ser uma das portas de entrada da cidade.

A duplicação da rodovia vai melhorar as condições de tráfego, segurança e conforto dos usuários.

- **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 e restaurada são:

- Largura da pista de rolamento: 7,2 m (2 faixas de tráfego com 3,60m cada);
- Largura do acostamento: 2,50m;
- Largura dos dispositivos de drenagem : 1,00 m;
- Largura total da plataforma de terraplenagem: 11,9m;
- Inclinação transversal: -3,00% (chapada) ;
- Velocidade diretriz: 100,0 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.

**Quadro 30 - Proposição de Medidas Mitigadoras**

| MEIO | IMPACTOS | MEDIDAS MITIGADORAS |
|---|---|---|
| BIÓTICO | Pressão sobre os recursos floristicos e faunisticos | • Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético das espécies vegetais que ocorrem ao longo da Rodovia;<br>• Reduzir ao mínimo a retirada de vegetação na faixa marginal da Rodovia;<br>• Efetuar a revegetação das áreas afetadas;<br>• Executar o programa de Educação ambiental para os funcionários da obra e moradores da AID;<br>• Proibir a extração de madeira de interesse ecológico ou comercial ao longo da Rodovia<br>• Promover ações de fiscalização periódica com o s órgãos ambientais competentes ;<br>• Proibir ações de queimadas da vegetação;<br>• Executar o programa de treinamento e capacitação de engenheiros e encarregados da empresa executora da obra;<br>• Manter áreas intactas para a preservação da biodiversidade e manutenção dos processos ambientais; |
| FÍSICO | Geração de poeira e ruídos | • Controle da umidade do material e do solo, nas áreas das obras e canteiro;<br>• Controle da velocidade média e níveis de emissão de ruídos dos veículos e equipamentos;<br>•Manutenção periódica de máquinas e equipamentos, sobretudo motores e geradores; |
| | 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;<br>• Após o término da obra todas instalações e equipamentos serão devidamente desmobilizados, recuperando-se em seguida toda área envolvida;<br>• 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;<br>• Implantar sistemas de drenagem conforme a necessidade nas áreas de apoio (caixas de empréstimo, jazidas, áreas de bota-fora);<br>• Evitar queimadas quando da instalação do canteiro de obras; |
| | Poluição causada por combustíveis e materiais lubrificantes | • Instalar os tanques de combustíveis conforme as determinações previstas na legislação específica;<br>• Instalação de caixas separadoras de óleo e graxa<br>• Manutenção adequada dos equipamentos utilizados na obra<br>• 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<br>• Recuperação das áreas de bota-fora<br>• 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);<br>• Ensacar todo lixo gerado no canteiro de obras;<br>• Reduzir ao mínimo a retirada de vegetação na faixa marginal da Rodovia;<br>• Efetuar a revegetação das áreas afetadas;<br>• Executar o programa de Educação ambiental para os funcionários da obra e moradores da AID;<br>• Proibir a extração de madeira de interesse ecológico ou comercial ao longo da Rodovia<br>• Promover ações de fiscalização periódica com os órgãos ambientais competentes .<br>• Proibir ações de queimadas da vegetação;<br>• Executar o programa de treinamento e capacitação de engenheiros e encarregados da empresa executora da obra;<br>• Manter áreas intactas para a preservação da biodiversidade e manutenção dos processos ambientais; |
| SÓCIO ECONÔMICO | Alterações no cotidiano das populações | • Comunicação constante com a população local, informando principalmente sobre as alterações nas vias de tráfego;<br>• Planejamento da sinalização das áreas em obras utilizando-se legislação pertinente;<br>• Transferência de informações às populações das AID's,dando maior ênfase aos locais onde existem maiores concentrações de pessoas como condominios, escolas, hospitais, centro sociais, etc;<br>• Elaboração de planos específicos para atendimento de emergência em caso de acidentes nas áreas em obras;<br>• 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. |

- **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;
- 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**

Como o referido projeto se trata de uma restauração e duplicação não será necessário efetuar desapropriação, visto que as áreas já foram desapropriadas na execução da rodovia existente e não haverá alterações geométricas fora da faixa de domínio, portanto, não haverá impactos decorrentes da ação de desapropriação de terras.

- **Contratação de Mão de Obra**

A contratação de mão-de-obra tende a se restrita ao pessoal não especializado, tendo em vista que as empreiteiras contratadas para a execução da obra em geral contam com um quadro técnico formado. A mão de obra local não especializada poderá ser mobilizada com impactos positivos, ainda que de pequena magnitude, sobre o emprego e a renda.

- **Instalação de Canteiros e Desmobilização**

A instalação dos canteiros e o conjunto de atividades relacionadas à construção podem gerar impactos sobre o solo (uso do espaço físico e contaminação com óleos e graxas, com cimento, com resíduos domésticos e outros), sobre a água (óleos e graxas, despejos sanitários) e sobre o ar a emissão de poeiras, fumaça e gases de exaustão, (ruídos e vibrações). Todos são impactos próprios de atividades de construção, quando inevitáveis são temporários e de mitigação fácil e não muito custosa.

Esses impactos afetam em maior ou menor grau, a flora e a fauna.

- **Desmatamento e Limpeza do Terreno**

Os desmatamentos e a limpeza dos terrenos são etapas de construção que requerem atenção devido aos impactos ambientais. Os desmatamentos devem ser amplos o suficiente para garantir à construção da obra e restrito a área de licenciamento de supressão vegetal, garantindo ao mesmo tempo, às necessidades mínimas exigidas para as operações de construção e de visibilidade dos motoristas (segurança do tráfego). Dessa forma, os desmatamentos devem ser conduzidos de forma criteriosa para não provocar maiores impactos como:

- A exposição dos solos e dos taludes naturais à erosão, que podem evoluir facilmente para a formação de processos erosivos profundos e extensos, afetando a rodovia e as propriedades vizinhas;
- Maior ocorrência de assoreamento e sobrecarga nos sistemas de drenagem, causando obstruções nas entradas de água e erosões nas saídas, frequentemente ameaçando de colapso o corpo estradal.

As soluções para estes impactos, como já observados no item anterior, residem na execução criteriosa dos projetos de engenharia.

- **Abertura de Caminhos de Serviço**

Os caminhos de serviços, abertos para uso provisório durante a execução das obras para permitir a operação mais eficiente das máquinas e equipamentos de construção ou para garantir o acesso a áreas de exploração de materiais e insumos (água, areia, pedra, etc.). São, pelo próprio caráter de provisoriedade, implantados com o menor custo possível, economizando-se na abertura de vegetação, no movimento de terra, na transposição de talvegues, e dessa forma devem continuar sendo feitos.

Contudo, o simples abandono dos caminhos de serviço, a partir do momento em que se tornam desnecessários, pode acarretar problemas graves capazes de ameaçarem até mesmo a rodovia

existente. Estes caminhos de serviço, cujos impactos ambientais são negativos, diretos e locais, são, contudo, reversíveis, bastando para isso, que se proceda a recuperação total das condições originais de toda e qualquer parte do terreno afetado pela sua construção, permitindo que as águas superficiais percorram seus trajetos naturais, sem impedimentos ou captações que fiquem fora do controle dos responsáveis pela conservação da rodovia.

- **Terraplenagem, Empréstimos e Bota-foras**

As obras de terraplenagem exigem, em geral, o movimento de grandes volumes, gerando tráfego intenso de veículos pesados, onde a produtividade é associada à velocidade, modo comum de medir a recompensa pelo trabalho de operadores de máquinas e motoristas de caçambas (carreteiros).

As nuvens de poeira e a lama, nos trechos rurais, e a interferência com o público nas áreas mais povoadas (apesar de quase inexistentes no trecho em questão) preenchem o quadro necessário e suficiente para a ocorrência de acidentes.

Esta atividade deverá ser realizada de modo a não impactar os fundos de vale e drenagens, com disposição de materiais de bota-foras em locais apropriados.

- **Drenagem e Obras de Arte Correntes**

Os sistemas de drenagem deficiente têm sido sempre os maiores causadores de problemas para a conservação das rodovias, afetando as propriedades lindeiras e gerando problemas sanitários para a população, as quais a rodovia deveria servir. Como já assinalado, o controle dos impactos negativos derivados, dependerá da elaboração e fiscalização da execução do projeto e o atendimento às recomendações.

- **Impactos sobre a Flora e a Fauna**

Deverão ser implantadas medidas de proteção durante a construção e visando a operação da rodovia como: construção de passagens de animais, implantação de bloqueio nos trechos em que a rodovia corta os remanescentes florestais; adaptação do sistema de drenagem para incorporar características que permitam o fluxo de animais e recomposição da vegetação na faixa de domínio onde necessário de acordo com as normas de segurança rodoviária com espécies nativas.

- **Exploração de Materiais de Construção**

A exploração de materiais de construção tem causado perdas ambientais consideráveis, pela falta permanente de recuperação da área das escavações. Estas atividades costumam exigir o desmatamento e a remoção do solo orgânico de extensas áreas, tornando-as inaptas a qualquer uso quando não se tomam medidas visando sua recuperação e conformação topográfica.

**b) Fase de Operação e Conservação da Rodovia**

A avaliação dos impactos ambientais decorrentes da fase de conservação diz respeito apenas à manutenção da rodovia, em perfeito estado de utilização operacional pelos seus usuários.

As atividades impactantes evidenciam-se pelo aumento do volume de tráfego de veículos, pela instalação e operação de postos de serviços e pela conservação.

Tais atividades podem induzir:

- Um moderado aumento de poluentes atmosféricos;
- Materiais particulados e gases;
- Erosão e instabilidade estrutural do solo;
- Desmatamento em pequena escala.

Deve-se considerar a poluição dos mananciais que poderá se causadas por operações de conservação ou por acidentes envolvendo cargas perigosas.

A operação da rodovia poderá desencadear, ainda, o surgimento de uma nova expectativa de crescimento econômico para a região pelo incremento ás atividades turísticas, com a melhoria do nível de vida da população, fomento da estrutura produtiva e de serviço, geração de impostos e tributos, em função da melhoria das condições de acessibilidade à região.

## 14.3. LEVANTAMENTOS AMBIENTAIS

- **Levantamento do Passivo Ambiental**

O levantamento do passivo ambiental consiste na localização e caracterização efetuadas em vistoria e medições em campo, abrangendo os elementos a seguir discriminados:

a) Ocupações irregulares da faixa de domínio ou margem de rio por terceiros (lavouras, indústrias, loteamentos, etc.): que interfiram ou que tenham possibilidade de interferir com a implantação ou operação do empreendimento;

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

c) Áreas de Valor Histórico, cultural, sítios arqueológicos, patrimônio natural e paisagístico;

d) Áreas de Preservação Permanente;

e) Remanescentes de Vegetação Nativa.

Não foi encontrado nenhum passivo ambiental no segmento.

## 14.4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O diagnóstico ambiental mostra que a área de influência é uma região de fronteira econômica e como tal requer cuidado especial.

Dos impactos analisados quanto aos aspectos socioeconômicos, apresentam características positivas e referem-se principalmente a possibilidade de aquecimento na economia local, pelo aumento de postos de trabalho, diretos e indiretos e melhoria da circulação de pessoas.

## 14.5. LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS E AÇÕES MITIGADORAS

No presente projeto foi previsto medidas para redução do impacto das obras sobre o meio ambiente. O aspecto mais importante destas medidas é o de evitar que as valas abertas para retirada de material para confecção do corpo estradal sejam causadoras de pontas de erosão ou geração de focos de enfermidade, e a eliminação dos efeitos causados na paisagem regional pelos terrenos desmatados para exploração de caixas de empréstimo, jazidas, execução de bota-fora, canteiros de obra, etc. Através da regeneração da natureza nestes locais.

Com o intuito de minimizar estes aspectos, são propostas algumas medidas para recompor os danos causados pela ação do homem. Tais medidas necessárias ao controle do impacto ambiental se relacionam com:

- Prevenção de danos ambientais;
- Proteção de áreas de taludes;
- Recuperação de danos físicos;
- Regeneração da natureza.

### ➢ Proteção das Áreas de Taludes

Para as áreas a serem desmatadas ao longo do trecho, para a implantação de cortes e de aterros, foram previstos revestimentos vegetais, conforme quantitativos apresentados no projeto.

Para o revestimento vegetal foi escolhida grama comum compatível com a vegetação da região que apresenta compatibilidade com o tipo do solo local e possui boa capacidade de retenção no solo. Aliados ao revestimento, foram projetados dispositivos de drenagem superficial como dissipadores de energia hidráulica nos deságues, para redução da possibilidade de erosões.

- **Recuperação dos Danos Físicos**

Apesar dos cuidados tomados nos projetos não é possível executar-se a obra sem haver danos físicos à natureza. Isto ocorre principalmente nas caixas de empréstimo, nas jazidas de solos e no canteiro de obras, onde a ação do homem pode provocar erosão, geração de focos de enfermidades ou assoreamento/poluição de mananciais.

Para mitigar os danos físicos nestes locais, foram previstos os serviços de estocagem de camada vegetal, conformação, drenagem e reposição de camada vegetal nas jazidas, além das medidas listadas a seguir.

Cuidados a serem tomados na exploração de jazidas 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.

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.

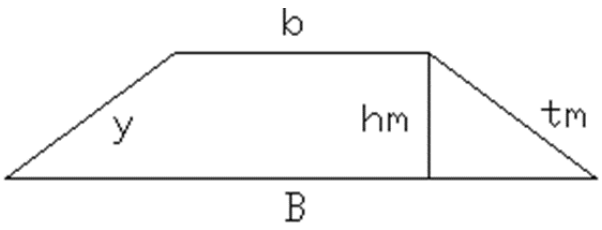
- **Taludes de Cortes e Aterro**

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. Como o acesso destas áreas será facilitado pela própria rodovia, não haverá problemas quanto ao acesso do maquinário de execução da semeadura a estas ocorrências. Apresentamos a tabela com o cálculo das Áreas no Volume 2 – Projetos Executivos.

Portanto, 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 62 - 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 65 - Áreas de Taludes de Corte e Aterro**

| LOCALIZAÇÃO | | LADO | ÁREA | | | ÁREA TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | COMPRIM. | Coef. Incl | Hm | ( m²) |
| **SEMEADURA DE TALUDE - ATERRO** | | | | | | |
| **SEGMENTO 01 - PISTA ESQUERDA PROJETADA** | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 4 + 0,00 | E | 80,00 | 1,80 | 0,29 | 42,00 |
| **SEGMENTO 02 - PISTA ESQUERDA PROJETADA** | | | | | | |
| 117 + 0,00 | 121 + 0,00 | E | 80,00 | 1,80 | 0,08 | 12,00 |
| 128 + 0,00 | 132 + 12,14 | E | 92,14 | 1,80 | 0,33 | 55,00 |
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA PROJETADA** | | | | | | |
| 218 + 0,00 | 265 + 0,00 | E | 940,00 | 1,80 | 0,74 | 1.244,00 |
| 268 + 0,00 | 269 + 0,00 | E | 20,00 | 2,80 | 0,04 | 2,00 |
| 270 + 0,00 | 275 + 0,00 | E | 100,00 | 3,80 | 0,07 | 27,00 |
| 276 + 0,00 | 280 + 8,83 | E | 88,83 | 4,80 | 0,19 | 83,00 |
| **SEGMENTO 01 - ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE** | | | | | | |
| 1 + 0,00 | 3 + 0,00 | D | 40,00 | 1,80 | 0,32 | 23,00 |
| 11 + 0,00 | 15 + 10,66 | D | 90,66 | 1,80 | 0,45 | 74,00 |
| **SEGMENTO 02 - ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE** | | | | | | |
| 92 + 1,55 | 132 + 13,09 | D | 811,54 | 1,80 | 4,43 | 6.469,00 |
| **SEGMENTO 03 - ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE** | | | | | | |
| 219 + 0,00 | 220 + 0,00 | D | 20,00 | 1,80 | 0,08 | 3,00 |
| 222 + 0,00 | 280 + 9,66 | D | 1.169,66 | 1,80 | 0,73 | 1.531,00 |
| | | | | | **SUB-TOTAL TALUDE ATERRO:** | **9.565,00** |

| LOCALIZAÇÃO | | LADO | ÁREA | | | ÁREA TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | COMPRIM. | Coef. Incl | Hm | ( m²) |
| **SEMEADURA DE TALUDE - CORTE** | | | | | | |
| **SEGMENTO 01 - PISTA ESQUERDA PROJETADA** | | | | | | |
| 4 + 0,00 | 15 + 9,67 | E | 229,67 | 1,41 | 0,2439 | 79,00 |
| **SEGMENTO 02 - PISTA ESQUERDA PROJETADA** | | | | | | |
| 92 + 1,59 | 117 + 0,00 | E | 498,41 | 1,41 | 1,3732 | 965,00 |
| 121 + 0,00 | 128 + 0,00 | E | 140,00 | 1,41 | 0,3040 | 60,00 |
| **SEGMENTO 03 - PISTA ESQUERDA PROJETADA** | | | | | | |
| 218 + 0,00 | 265 + 0,00 | E | 940,00 | 1,41 | 0,0015 | 2,00 |
| 265 + 0,00 | 268 + 0,00 | E | 60,00 | 1,41 | 0,1655 | 14,00 |
| 269 + 0,00 | 270 + 0,00 | E | 20,00 | 1,41 | 0,3546 | 10,00 |
| 275 + 0,00 | 276 + 0,00 | E | 20,00 | 1,41 | 0,0355 | 1,00 |
| **SEGMENTO 01 - ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE** | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 1 + 0,00 | D | 20,00 | 1,41 | 0,1773 | 5,00 |
| 3 + 0,00 | 11 + 0,00 | D | 160,00 | 1,41 | 0,0443 | 10,00 |
| **SEGMENTO 03 - ALARGAMENTO PISTA EXISTENTE** | | | | | | |
| 220 + 0,00 | 222 + 0,00 | D | 40,00 | 1,41 | 0,0709 | 4,00 |
| | | | | | **SUB-TOTAL TALUDE CORTE:** | **1.150,00** |

| LOCALIZAÇÃO | | LADO | ÁREA | | | ÁREA TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | COMPRIM. | Coef. Incl | Hm | ( m²) |
| **SEMEADURA DE TALUDE - ATERRO** | | | | | | |
| RETORNO 01- PISTA DIREITA | | | | | | |
| 2 + 0,00 | 20 + 0,00 | D | 360,00 | 1,80 | 1,62 | 1.050,00 |
| 27 + 0,00 | 73 + 0,00 | D | 920,00 | 1,80 | 1,38 | 2.287,00 |
| 74 + 0,00 | 76 + 14,05 | D | 54,05 | 1,80 | 0,12 | 12,00 |
| RETORNO 01- PISTA ESQUERDA | | | | | | |
| 6 + 0,00 | 9 + 0,00 | E | 60,00 | 1,80 | 0,18 | 19,00 |
| 10 + 3,17 | 18 + 0,00 | E | 156,83 | 1,80 | 0,81 | 229,00 |
| 20 + 0,00 | 23 + 0,00 | E | 60,00 | 1,80 | 0,06 | 6,00 |
| 25 + 0,00 | 55 + 0,00 | E | 600,00 | 1,80 | 0,88 | 945,00 |
| RETORNO 02- PISTA DIREITA | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 42 + 12,72 | D | 852,72 | 1,80 | 1,50 | 2.295,00 |
| 45 + 0,57 | 51 + 0,00 | D | 119,43 | 1,80 | 0,40 | 87,00 |
| 52 + 2,85 | 70 + 0,00 | D | 357,15 | 1,80 | 0,57 | 369,00 |
| 73 + 0,00 | 79 + 0,00 | D | 120,00 | 1,80 | 0,38 | 83,00 |
| RETORNO 02- RAMO 01 | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 10 + 0,00 | D | 200,00 | 1,80 | 0,56 | 203,00 |
| RETORNO 02- RAMO 02 | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 4 + 0,00 | E | 80,00 | 1,80 | 0,76 | 109,00 |
| RETORNO 02- PISTA ESQUERDA | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 8 + 0,00 | E | 160,00 | 1,80 | 0,85 | 245,00 |
| 14 + 0,00 | 15 + 0,00 | E | 20,00 | 1,80 | 0,22 | 8,00 |
| 19 + 0,00 | 37 + 0,00 | E | 360,00 | 1,80 | 0,38 | 243,00 |
| 41 + 0,00 | 42 + 0,00 | E | 20,00 | 1,80 | 0,08 | 3,00 |
| 45 + 0,00 | 47 + 0,00 | E | 40,00 | 1,80 | 0,03 | 2,00 |
| 48 + 0,00 | 65 + 0,00 | E | 340,00 | 1,80 | 0,46 | 282,00 |
| 77 + 0,00 | 78 + 0,00 | E | 20,00 | 1,80 | 0,06 | 2,00 |
| 80 + 0,00 | 85 + 4,73 | E | 104,73 | 1,80 | 0,13 | 25,00 |
| | | | | | SUB-TOTAL TALUDE ATERRO: | 8.504,00 |

| LOCALIZAÇÃO | | LADO | ÁREA | | | ÁREA TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | COMPRIM. | Coef. Incl | Hm | ( m²) |
| **SEMEADURA DE TALUDE - ATERRO** | | | | | | |
| INTERSEÇÃO 02- PISTA DIREITA | | | | | | |
| 0 + 10,00 | 22 + 0,00 | D | 430,00 | 1,80 | 1,81 | 1.400,00 |
| 25 + 0,00 | 41 + 0,00 | D | 320,00 | 1,80 | 1,49 | 859,00 |
| INTERSEÇÃO 02- PISTA ESQUERDA | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 20 + 16,42 | E | 416,42 | 1,80 | 0,90 | 671,00 |
| 24 + 0,00 | 26 + 7,13 | E | 47,13 | 1,80 | 0,91 | 77,00 |
| 27 + 14,88 | 32 + 0,00 | E | 85,12 | 1,80 | 0,45 | 69,00 |
| 34 + 0,00 | 44 + 13,40 | E | 213,40 | 1,80 | 0,74 | 284,00 |
| INTERSEÇÃO 02- RAMO 01 | | | | | | |
| 4 + 0,00 | 5 + 16,82 | D | 36,82 | 1,80 | 0,45 | 30,00 |
| | | | | | SUB-TOTAL TALUDE ATERRO: | 3.390,00 |

| LOCALIZAÇÃO | | LADO | ÁREA | | | ÁREA TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | COMPRIM. | Coef. Incl | Hm | ( m²) |
| **SEMEADURA DE TALUDE - CORTE** | | | | | | |
| RETORNO 01- PISTA DIREITA | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 2 + 0,00 | D | 40,00 | 1,41 | 0,20 | 11,00 |
| 20 + 0,00 | 27 + 0,00 | D | 140,00 | 1,41 | 0,20 | 39,00 |
| RETORNO 01- PISTA ESQUERDA | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 6 + 0,00 | E | 120,00 | 1,41 | 0,25 | 43,00 |
| 9 + 0,00 | 10 + 3,17 | E | 23,17 | 1,41 | 0,09 | 3,00 |
| 18 + 0,00 | 20 + 0,00 | E | 40,00 | 1,41 | 0,09 | 5,00 |
| 23 + 0,00 | 25 + 0,00 | E | 40,00 | 1,41 | 0,14 | 8,00 |
| 55 + 0,00 | 76 + 14,05 | E | 434,05 | 1,41 | 1,01 | 620,00 |
| RETORNO 02- PISTA DIREITA | | | | | | |
| 70 + 0,00 | 73 + 0,00 | D | 60,00 | 1,41 | 0,24 | 20,00 |
| 79 + 0,00 | 84 + 17,55 | D | 117,55 | 1,41 | 0,31 | 52,00 |
| RETORNO 02- PISTA ESQUERDA | | | | | | |
| 8 + 0,00 | 14 + 0,00 | E | 120,00 | 1,41 | 1,06 | 179,00 |
| 15 + 0,00 | 19 + 0,00 | E | 80,00 | 1,41 | 1,30 | 147,00 |
| 37 + 0,00 | 41 + 0,00 | E | 80,00 | 1,41 | 0,14 | 16,00 |
| 42 + 0,00 | 45 + 0,00 | E | 60,00 | 1,41 | 0,11 | 9,00 |
| 65 + 0,00 | 77 + 0,00 | E | 240,00 | 1,41 | 0,64 | 217,00 |
| 78 + 0,00 | 80 + 0,00 | E | 40,00 | 1,41 | 0,12 | 7,00 |
| RETORNO 02- RAMO 01 | | | | | | |
| 10 + 0,00 | 11 + 8,84 | D | 28,84 | 1,41 | 0,07 | 3,00 |
| RETORNO 02- RAMO 02 | | | | | | |
| 4 + 0,00 | 5 + 8,51 | E | 28,51 | 1,41 | 0,12 | 5,00 |
| 0 + 0,00 | 5 + 8,51 | D | 108,51 | 1,41 | 4,68 | 716,00 |
| | | | | | SUB-TOTAL TALUDE CORTE: | 2.100,00 |

| LOCALIZAÇÃO | | LADO | ÁREA | | | ÁREA TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL | FINAL | | COMPRIM. | Coef. Incl | Hm | ( m²) |
| **SEMEADURA DE TALUDE - CORTE** | | | | | | |
| INTERSEÇÃO 02- PISTA DIREITA | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 0 + 10,00 | D | 10,00 | 1,41 | 0,92 | 13,00 |
| 22 + 0,00 | 25 + 0,00 | D | 60,00 | 1,41 | 0,07 | 6,00 |
| 41 + 0,00 | 44 + 12,06 | D | 72,06 | 1,41 | 0,16 | 16,00 |
| INTERSEÇÃO 02- ESQUERDA | | | | | | |
| 20 + 16,42 | 24 + 0,00 | E | 63,58 | 1,41 | 0,12 | 11,00 |
| 32 + 0,00 | 34 + 0,00 | E | 40,00 | 1,41 | 0,14 | 8,00 |
| INTERSEÇÃO 02- RAMO 01 | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 5 + 16,82 | E | 116,82 | 1,41 | 2,75 | 453,00 |
| 0 + 0,00 | 4 + 0,00 | D | 80,00 | 1,41 | 0,44 | 50,00 |
| INTERSEÇÃO 02- RAMO 02 | | | | | | |
| 0 + 0,00 | 1 + 0,00 | E | 20,00 | 1,41 | 0,43 | 12,00 |
| 0 + 0,00 | 3 + 19,58 | D | 79,58 | 1,41 | 2,57 | 288,00 |
| | | | | | SUB-TOTAL TALUDE CORTE: | 857,00 |

- **Caixa de Empréstimo**

O empréstimo terá garantido o fácil acesso ao seu ponto 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 da Caixa de Empréstimo 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 (45º), 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 66 - Área Semeadura da caixa de empréstimo**

| ESTACA | | LOCALIZAÇÃO | | FUNDO | | | TALUDES | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EIXO | | NÚMERO | LADO | COMP.(m) | LARG.(m) | ÁREA(m²) | INCLI. | ÁREA(m²) | ÁREA(m²) |
| 172 + 00,00 | A 4,5 km | EC01 | E | 400 | 200 | 80000 | 1 / 1 | 2.829,33 | 82.829,33 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | TOTAL - CAIXA DE EMPRÉSTIMO= | 82.829,33 |

- **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 a caixa de empréstimo, na qual já foi indicado o processo de semeadura.

- **Área destinada ao Canteiro de Obras**

Para a recuperação da área a ser utilizada como canteiro de obras e depósito de materiais de construção, optamos também pelo revestimento vegetal por semeadura.

**Tabela 67 - Áreas de Semeadura (Canteiro de Obras)**

| SEMEADURA: CANTEIRO DE OBRAS | | | |
|---|---|---|---|
| LOCALIZAÇÃO | ESTACA | LADO | ÁREA TOTAL ( m² ) |
| CANTEIRO DE OBRA | 187 A 40 m | D | 12.600,00 |
| | | | |

- **Interseções**

Para estas áreas especificamente, optou-se pela adoção do método de enleivamento para o revestimento vegetal. Uma vez que os acessos exigem maior atenção dos usuários, a eficiência do revestimento faz com que rapidamente os acessos estejam revestidos e sabemos que a vegetação tem a função também de informar aos usuários à ocorrência de situações que exigem maior atenção

**Tabela 68 - Áreas de Enleivamento (Interseções Retornos e Canteiro central)**

**NOTA DE SERVIÇO PARA ENLEIVAMENTO**

| LOCALIZAÇÃO | ÁREA ( m² ) |
|---|---|
| **INTERSEÇÃO 01** | |
| ILHA 01 | 5.079,30 |
| ILHA 02 | 603,40 |
| | |
| **CANTEIRO SEGMENTOS** | |
| SEGMENTO 01 | 1.538,05 |
| SEGMENTO 02 | 4.790,50 |
| SEGMENTO 03 | 6.257,87 |
| | |
| **RETORNO 01** | |
| ILHA 01 | 3.019,77 |
| ILHA 02 | 10.179,27 |
| ILHA 03 | 2.934,30 |
| | |
| **RETORNO 02** | |
| ILHA 01 | 2.945,31 |
| ILHA 02 | 15.443,20 |
| ILHA 03 | 2.945,28 |
| ILHA 04 ALÇA GO-333 | 2.470,81 |
| | |
| **INTERSEÇÃO 02** | |
| ILHA 01 | 3.258,46 |
| ILHA 02 | 9.557,29 |
| ILHA 03 | 2.965,80 |
| ILHA 04 (ACESSO A COMIGO) | 1.034,44 |
| | |
| **TOTAL (ENLEIVAMENTO):** | **53.734,16** |

- **Caminhos de Serviço**

Não haverá caminhos de serviço, pois as estradas para as ocorrências como caixas de empréstimo, bota fora e canteiro de obra já estão abertas e em uso pelos moradores locais.

- **Areal e Pedreira**

O areal e Pedreira indicados são comerciais.

## 14.6. QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES

**Quadro 31 - Resumo de quantidades**

| DISCRIMINAÇÃO | QUANTIDADE | UNIDADE |
|---|---|---|
| Semeadura | **120.995** | **$m^2$** |
| Enleivamento | **53.734,16** | **$m^2$** |

## 14.7. 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.

## 14.8. 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 processara por sementes ou mudas a lanço.

**B- 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.

### 14.9. 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 grama em leivas, bem como o de semeadura estão no Volume 2 – Projetos Executivos.

# 15. PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DO ACAMPAMENTO

# 15. PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS E DO ACAMPAMENTO

## 15.1. 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.

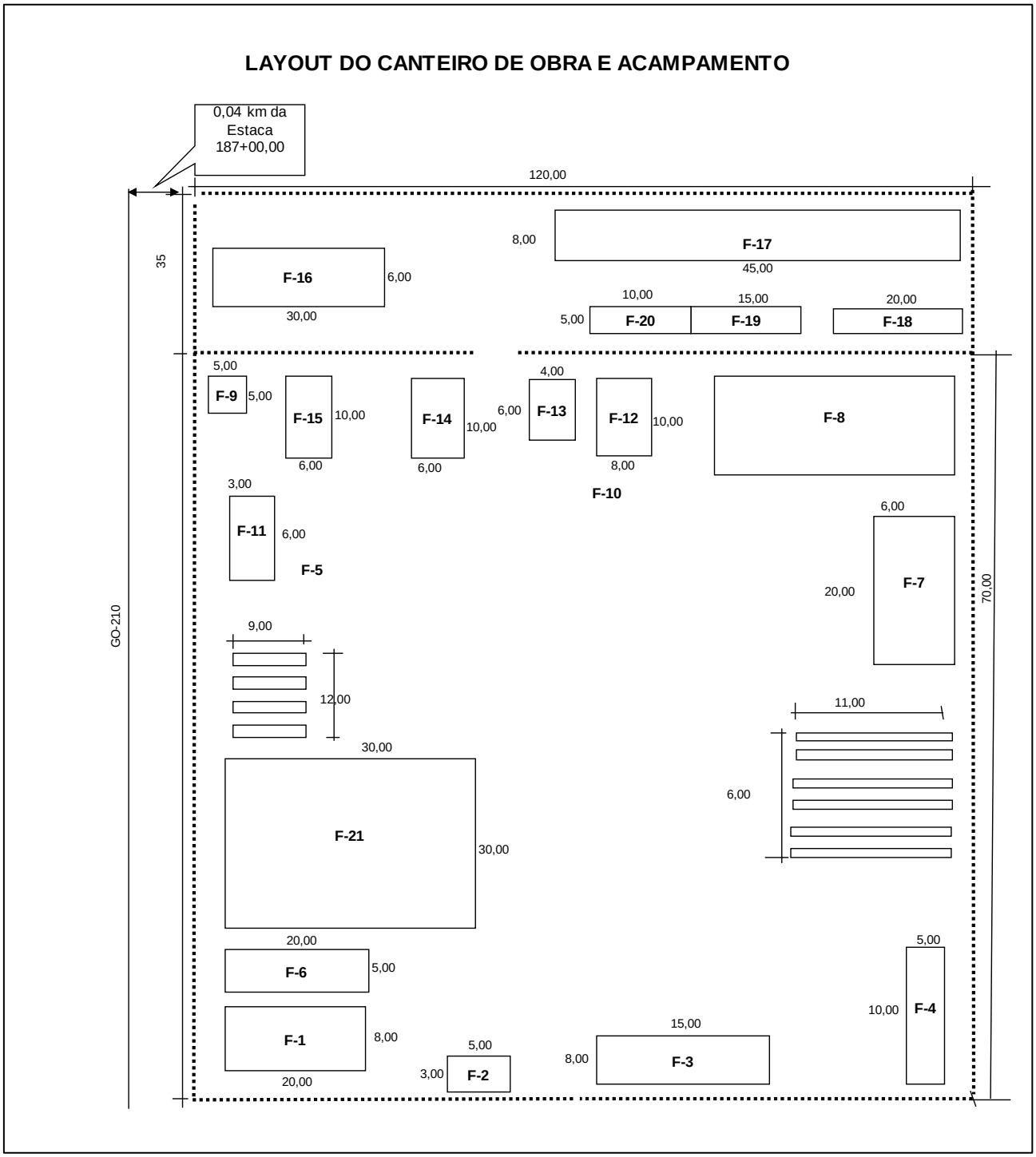
Deverão ser adotados quatro tipos básicos de construção, conforme sua utilização:

- 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 40,00 m da Estaca 187+0,00.

**Figura 63 - Layout do canteiro de obra e acampamento**



CONVENÇÃO

F-01 Escritório
F-02 Guarita
F-03 Laboratório
F-04 Almoxarifado
F-05 Lavador
F-06 Estacionamento de veículos leves
F-07 Oficina Mecânica
F-08 Estacionamento de máquinas
F-09 Gerador
F-10 Tanque de combustível e estocagem
F-11 Posto de combustível e Lubrificantes
F-12 Pátio de Pré-moldados
F-13 Central de Concreto
F-14 Central de Armação
F-15 Central de Carpintaria
F-16 Refeitório e Cozinha
F-17 Dormitório
F-18 Sanitários
F-19 Dormitório de Pessoal Qualificado
F-20 Ambulatório
F-21 Área de Estacionamento e Pátio

## 15.2. 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**

O alojamento será de madeira do tipo pré-fabricado com uma área construída de 25,00 m² (5x5m).

**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.

# 16.QUADRO DE QUANTIDADE DOS SERVIÇOS

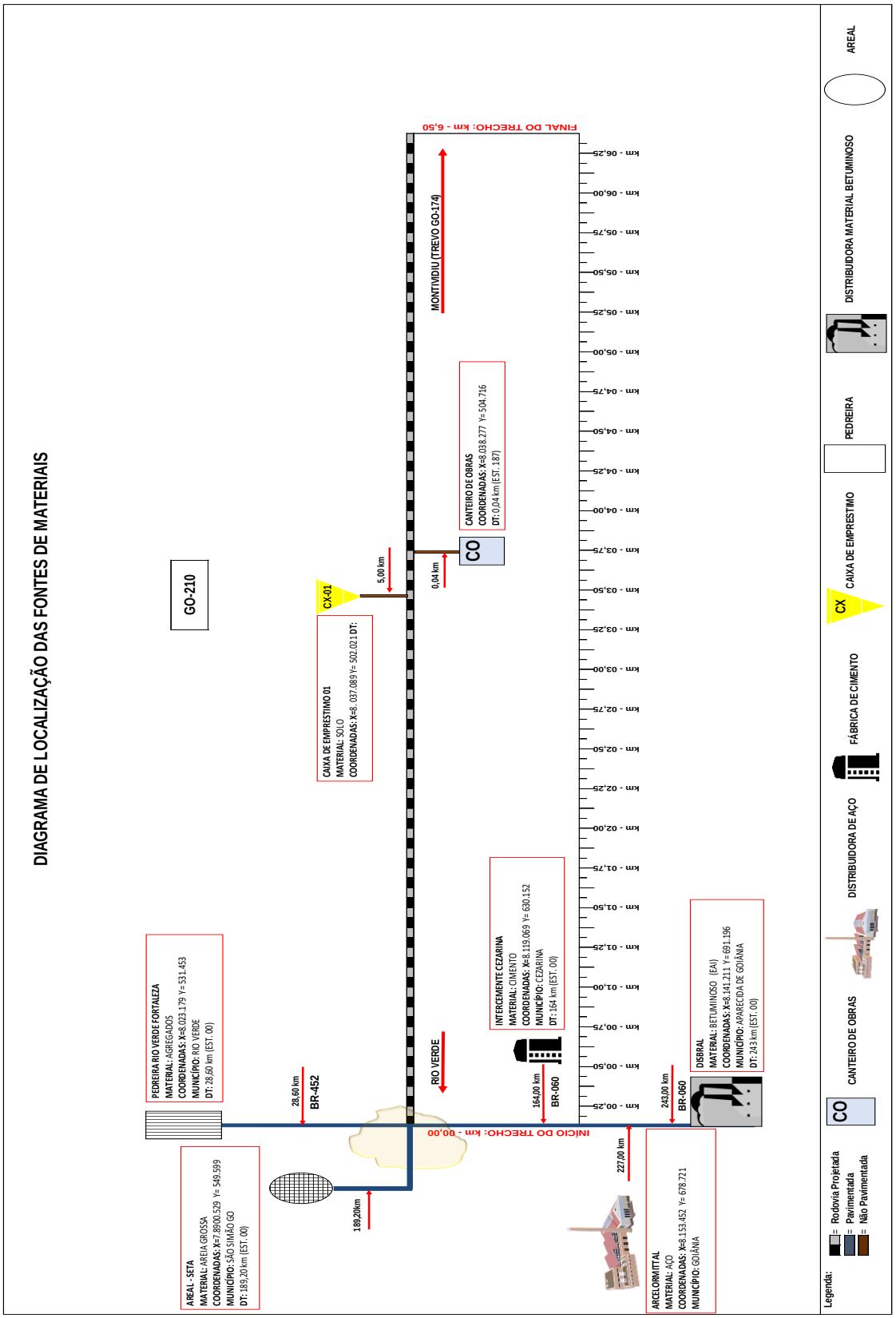
# 16. QUADRO DE QUANTIDADE DOS SERVIÇOS

| ITEM | CÓDIGO | REF. | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ADMINISTRAÇÃO, CANTEIRO E MOBILIZAÇÃO (GOINFRA) | | | | |
| 1.1 | 42140 | GOINFRA RODOV | ADMINISTRAÇÃO LOCAL - TIPO C1 | un | 1,00 |
| 1.2 | 42240 | GOINFRA RODOV | CANTEIRO DE OBRA - TIPO C1 | un | 1,00 |
| 1.3 | 42301 | GOINFRA RODOV | MOBILIZAÇÃO / DESMOBILIZAÇÃO - CONFORME DEMONSTRATIVO | un | 1,00 |
| 2 | TERRAPLENAGEM | | | | |
| 2.1 | 40001 | GOINFRA RODOV | DESMATAMENTO E LIMPEZA - INCLUSO DESTOCAMENTO DE ÁRVORES COM DIÂMETROS MENORES DE 15 cm | m2 | 284.543,78 |
| 2.2 | 40005 | GOINFRA RODOV | CARGA DE ENTULHOS | m3 | 40.908,76 |
| 2.3 | 40006 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE DE ENTULHOS | m3km | 244.921,77 |
| 2.4 | 40010 | GOINFRA RODOV | ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA ATÉ 50M | m3 | 17.152,00 |
| 2.5 | 40015 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 51 A 200M) | m3 | 1.003,00 |
| 2.6 | 40016 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 201 A 400M) | m3 | 598,00 |
| 2.7 | 40017 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 401 A 600M) | m3 | 2.384,00 |
| 2.8 | 40018 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 601 A 800M) | m3 | 1.701,00 |
| 2.9 | 40019 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 801 A 1. 000M) | m3 | 1.843,00 |
| 2.10 | 40021 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.201 A 1 .400M) | m3 | 19,00 |
| 2.11 | 40023 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.601 A 1 .800M) | m3 | 10,00 |
| 2.12 | 40024 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 1.801 A 2 .000M) | m3 | 766,00 |
| 2.13 | 40026 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 3.001 A 5 .000M) | m3 | 71.683,00 |
| 2.14 | 40027 | GOINFRA RODOV | ESCAV., CARGA E TRANSPORTE DE MAT. 1ª CATEG. - C/ ESCAVADEIRA - (DT: 5.001 A 10.000M) | m3 | 142.475,00 |
| 2.15 | 40100 | GOINFRA RODOV | COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL | m3 | 36.437,74 |
| 2.16 | 40100 | GOINFRA RODOV | COMPACTAÇÃO A 95% DO PROCTOR NORMAL - BOTA FORA | m3 | 44.467,74 |
| 2.17 | 40101 | GOINFRA RODOV | COMPACTAÇÃO A 100% DO PROCTOR NORMAL | m3 | 103.484,17 |
| 2.18 | 40145 | GOINFRA RODOV | ESPALHAMENTO DE MATERIAL EM BOTA-FORA | m3 | 55.140,00 |
| 2.19 | 41012 | GOINFRA CIVIL | INDENIZAÇÃO DE JAZIDA | m3 | 140.423,00 |
| 3 | PAVIMENTAÇÃO | | | | |
| 3.1 | 4011520 | SICRO NOVO | Pavimento de concreto com equipamento de pequeno porte - areia e brita comerciais | m³ | 35.265,18 |
| 3.2 | 40436 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE CONCRETO | m3km | 64.240,89 |
| 3.3 | 4011536 | SICRO NOVO | Membrana plástica isolante e impermeabilizante com espessura de 0,2 mm - fornecimento e instalação | m² | 176.325,91 |
| 3.4 | 4011536 | SICRO NOVO | Membrana plástica isolante e impermeabilizante com espessura de 0,2 mm - fornecimento e instalação | m² | 176.325,90 |
| 3.5 | 511110 | DER-PR | Forma metálica para pavimento | m2 | 26.738,06 |
| 3.6 | 45575 | GOINFRA RODOV | GEOTEXTIL - BIDIM RT-16 OU EQUIVALENTE | m2 | 176.325,90 |
| 3.7 | 40380 | GOINFRA RODOV | IMPRIMAÇÃO | m2 | 176.325,61 |
| 3.8 | 40435 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BETUMINOSO | TKM | 417,57 |
| 3.9 | 40617 | GOINFRA RODOV | ESTABILIZAÇÃO BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) - USINA | m3 | 15.927,45 |
| 3.10 | 40325 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE DA MISTURA | m3km | 25.980,51 |
| 3.11 | 40625 | GOINFRA RODOV | RECICLAGEM DE BASE COM 3% DE CIMENTO EM PESO | m3 | 3.114,12 |
| 3.12 | 40375 | GOINFRA RODOV | ESTABILIZAÇÃO SOLO-CIMENTO 3% PESO - PISTA | m3 | 850,95 |
| 3.13 | 40425 | GOINFRA RODOV | REMOÇÃO E CARGA DE PAV. ASFÁLTICA ( EXCETO TRANSPORTE) | m3 | 10.544,14 |
| 3.14 | 40430 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE DE PAVIMENTO REMOVIDO | m3km | 19.616,24 |
| 3.15 | 40310 | GOINFRA RODOV | REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO | m2 | 189.601,75 |
| 3.16 | 40455 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS | m3km | 2.013.450,62 |
| 3.17 | 40450 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO / CAL / FILLER | TKM | 2.548.702,28 |
| 3.18 | 40449 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE CIMENTO / CAL / FILLER | tkm | 498,39 |
| 3.19 | 40485 | GOINFRA RODOV | FORNECIMENTO DE EMULSÃO ASFÁLTICA PARA IMPRIMAÇÃO - EAI - BDI = 11,87 | t | 229,22 |
| 3.20 | 40530 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BETUMINOSO - BDI = 11,87 | tkm | 56.566,91 |
| 3.21 | 40451 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO | tkm | 67.831,01 |
| 3.22 | 47050 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BÁSICO | tkm | 535,42 |
| 3.23 | 4011537 | SICRO NOVO | Serragem de juntas em pavimento de concreto, limpeza e enchimento com selante a frio | m | 26.866,22 |
| 3.24 | 2747 | GOINFRA CIVIL | TELA SOLDADA Q138 | m2 | 10.310,51 |
| 3.25 | 507225 | DER-PR | Fornecimento e colocação de aço CA-25 para barra de transferência ø= 25mm | kg | 158.236,97 |
| 3.26 | 507210 | DER-PR | Fornecimento e colocação de aço CA 50 para barras de ligação | kg | 19.104,93 |
| 3.27 | M1377 | SICRO NOVO | Treliça nervurada eletrossoldada em aço CA 60 | kg | 116.578,76 |
| 4 | DRENAGEM | | | | |
| 4.1 | 41341 | GOINFRA RODOV | VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPAC 120-30 | m | 2.804,90 |
| 4.2 | 41309 | GOINFRA RODOV | DRENO PROFUNDO, CORTE EM SOLO PEAD - DPS13 (ANTIGO DPS07) (EXCETO ESCAVAÇÃO) (BC) | m | 783,07 |
| 4.3 | 41455 | GOINFRA RODOV | BOCA P/ DRENO PROFUNDO - BSD 02 (AC/BC) | un | 1,00 |
| 4.4 | 41211 | GOINFRA RODOV | SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC 73-15 | m | 783,03 |
| 4.5 | 41328 | GOINFRA RODOV | SARJETA DE CANTEIRO CENTRAL DE CONCRETO - SZCC 100-25 | m | 5.964,69 |
| 4.6 | 41332 | GOINFRA RODOV | MEIO FIO COM SARJETA - MFC03 | m | 1.763,61 |
| 4.7 | 41334 | GOINFRA RODOV | MEIO FIO SEM SARJETA - MFC05 | m | 6.615,82 |
| 4.8 | 41414 | GOINFRA RODOV | DESCIDA D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DAR 02 (AC/BC) | m | 175,74 |
| 4.9 | 41385 | GOINFRA RODOV | ENTRADA D'ÁGUA - EDA 01 (AC/BC) | un | 39,00 |
| 4.10 | 2003366 | SICRO NOVO | Transposição de segmentos de sarjeta - TSS 06 - areia extraída e brita produzida | m | 65,00 |
| 4.11 | 2003481 | SICRO NOVO | Caixa coletora de sarjeta - CCS 03 - com grelha de concreto - TCC 01 - areia e brita comerciais | un | 2,00 |
| 4.12 | 2003489 | SICRO NOVO | Caixa coletora de sarjeta - CCS 07 - com grelha de concreto - TCC 01 - areia e brita comerciais | un | 2,00 |
| 4.13 | 41386 | GOINFRA RODOV | ENTRADA D'ÁGUA - EDA 02 (AC/BC) | un | 2,00 |
| 4.14 | 41367 | GOINFRA RODOV | DISSIPADOR DE ENERGIA - DES 01 (AC/BC) | un | 1,00 |
| 4.15 | 41371 | GOINFRA RODOV | DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 01 (AC/BC) | un | 41,00 |
| 4.16 | 41375 | GOINFRA RODOV | DISSIPADOR DE ENERGIA - DEB 05 (AC/BC) | un | 4,00 |
| 4.17 | 2003471 | SICRO NOVO | Dissipador de energia - DEB 12 - areia, brita e pedra de mão comerciais | un | 1,00 |
| 4.18 | 2003473 | SICRO NOVO | Dissipador de energia - DEB 13 - areia, brita e pedra de mão comerciais | un | 1,00 |
| 4.19 | 40436 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE CONCRETO | m3km | 3.216,22 |
| 4.20 | 40455 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - AREIA | m3km | 299.453,45 |
| 4.21 | 40455 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE AGREGADOS - BRITA | m3km | 60.291,51 |
| 4.22 | 40450 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE CIMENTO | TKM | 81.075,49 |
| 4.23 | 40451 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE MATERIAL BÁSICO | tkm | 11,15 |
| 4.24 | 47050 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE MATERIAL BÁSICO | tkm | 0,09 |
| 4.25 | 42820 | GOINFRA RODOV | DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES | m3 | 176,98 |
| 4.26 | 40005 | GOINFRA RODOV | CARGA DE ENTULHOS | m3 | 176,98 |
| 4.27 | 40006 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE DE ENTULHOS | m3km | 884,89 |

| ITEM | CÓDIGO | REF. | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT. |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | DRENAGEM URBANA | | | | |
| 5.1 | 45410 | GOINFRA RODOV | ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM TERRA | m3 | 281,60 |
| 5.2 | 45435 | GOINFRA RODOV | REATERRO DE VALAS C/ COMPACTAÇÃO VIBRATÓRIA | m3 | 218,77 |
| 5.3 | 45455 | GOINFRA RODOV | FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBO D=1,00 M | m | 80,00 |
| 5.4 | 101617 | SINAPI | PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M . AF_08/2020 | M2 | 144,00 |
| 5.5 | 45500 | GOINFRA RODOV | POÇO DE VISITA PARA REDE D=1,00 M, PARTE FIXA C/ 1,00 M DE ALTURA (AC/BC) | un | 2,00 |
| 5.6 | 44204 | GOINFRA RODOV | CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - CBUQ (PAV. URB.) | m3 | 10,40 |
| 5.7 | 44301 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE LOCAL DE MASSA ASFÁLTICA (PAV.URB.) | TKM | 124,80 |
| 5.8 | 40454 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE TUBOS | tkm | 18.702,41 |
| 6 | OBRA DE ARTE CORRENTE | | | | |
| 6.1 | 41816 | GOINFRA RODOV | CORPO DE BSTC D=1,00M (EXCETO ESCAVAÇÃO) | m | 278,00 |
| 6.2 | 0804301 | SICRO NOVO | Corpo de BTTC D = 1,20 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais | m | 37,00 |
| 6.3 | 0804309 | SICRO NOVO | Corpo de BTTC D = 1,50 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais | m | 31,00 |
| 6.4 | 41856 | GOINFRA RODOV | BOCA DE BSTC D=1,00M (AC/BC) | un | 21,00 |
| 6.5 | 0804337 | SICRO NOVO | Boca de BTTC D = 1,20 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas retas | un | 2,00 |
| 6.6 | 0804357 | SICRO NOVO | Boca de BTTC D = 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas retas | un | 2,00 |
| 6.7 | 47027 | GOINFRA RODOV | ESCAVAÇÃO MANUAL | m3 | 1.118,38 |
| 6.8 | 45410 | GOINFRA RODOV | ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM TERRA | m3 | 4.473,55 |
| 6.9 | 45435 | GOINFRA RODOV | REATERRO DE VALAS C/ COMPACTAÇÃO VIBRATÓRIA | m3 | 192,31 |
| 6.10 | 41800 | GOINFRA RODOV | REMOÇÃO DE BUEIROS TUBULARES | M | 533,00 |
| 6.11 | 42820 | GOINFRA RODOV | DEMOLIÇÃO DE CONCRETO SIMPLES | m3 | 24,97 |
| 6.12 | 40454 | GOINFRA RODOV | TRANSPORTE COMERCIAL DE TUBOS | tkm | 143.178,22 |
| 6.13 | 41811 | GOINFRA RODOV | CORPO DE BSTC D=0,80M (EXCETO ESCAVAÇÃO) | m | 84,00 |
| 6.14 | 41851 | GOINFRA RODOV | BOCA DE BSTC D=0,80M (AC/BC) | un | 8,00 |
| 7 | MEIO AMBIENTE | | | | |
| 7.1 | 40895 | GOINFRA RODOV | SEMEADURA MANUAL | m2 | 120.995,33 |
| 7.2 | 40870 | GOINFRA RODOV | REVESTIMENTO VEGETAL EM MUDAS | m2 | 53.734,16 |
| 8 | SINALIZAÇÃO | | | | |
| 8.1 | 40815 | GOINFRA RODOV | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM RESINA ACRÍLICA (0,6 mm) | m2 | 19.146,21 |
| 8.2 | 40820 | GOINFRA RODOV | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TERMOPLÁSTICO POR ASPERSÃO - HOT SPRAY (1,5 mm) | m2 | 2.294,26 |
| 8.3 | 40830 | GOINFRA RODOV | TACHA REFLETIVA MONODIRECIONAL | Un | 4.449,00 |
| 8.4 | 40835 | GOINFRA RODOV | TACHA REFLETIVA BIDIRECIONAL | Un | 2.995,00 |
| 8.5 | 40855 | GOINFRA RODOV | SINALIZAÇÃO VERTICAL TOTALMENTE REFLETIVA | m2 | 71,01 |
| 9 | OBRAS COMPLEMENTARES | | | | |
| 9.1 | | GOINFRA RODOV | REMANEJAMENTO DE POSTES | und | 8,00 |
| 9.2 | 40805 | GOINFRA RODOV | REMOÇÃO E RECOLOCAÇÃO DE CERCA | M | 5.266,90 |

# 17.DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS

## 17. DIAGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS (CO)



# 19.ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

## 18. ESPECIFICAÇÕES

São as seguintes as especificações a serem empregadas nas obras:

**a) Terraplenagem**

GOINFRA-ES-T 001/2019 - Serviços Preliminares

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

DNIT 047/2004-ES - Pavimento Rígido

**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

# 19. ART'S

## 19. ART'S

12/05/22, 16:35 Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1025/2009

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei n° 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-GO**

**ART Obra ou serviço**
1020220111657

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

1. Responsável Técnico

**FELIPE FRANCO E FIDALGO**
Título profissional: **Engenheiro Civil**
Empresa contratada: **RUDRA ENGENHARIA LTDA - Registro CREA-GO: 4436**
RNP: **1010627902**
Registro: **20736/D-GO**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SPE HABITAT RIO VERDE IV EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA**
CPF/CNPJ: **38.824.326/0001-06**
Avenida T 4, Nº 619
Bairro: Setor Bueno
CEP: 74230-035
Quadra: s/n Lote: s/n
Complemento: SALA 1603
Cidade: Goiania-GO
E-Mail:
Fone: (62)981507777
Contrato: SN
Celebrado em: 09/05/2022
Valor Obra/Serviço R$: 450.000,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-174, Nº s/n
Bairro: Setor Municipal de Pequenas Empresas
CEP: 75910-592
Quadra: s/n Lote: s/n
Complemento:
Cidade: Rio Verde-GO
Data de Início: 09/05/2022
Previsão término: 09/09/2022
Coordenadas Geográficas: -16.3607786,-48.955353
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário: **Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA**
CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail:
Fone: (62) 32654000
Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

| | Quantidade | Unidade |
|---|---|---|
| **ATUACAO** | | |
| PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO | 7,00 | QUILOMETROS |

*O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.*
*Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART*

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de ____
Local Data

FELIPE FRANCO E FIDALGO - CPF: 025.211.491-44

SPE HABITAT RIO VERDE IV EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA - CPF/CNPJ: 38.824.326/0001-06

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

| Valor da ART: | Registrada em | Valor Pago | Nosso Numero | Situação | | Não possui Livro de Ordem | Não Possui CAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 233,94 | 11/05/2022 | R$ 233,94 | 28320690122110528 | Registrada/OK | | | |

https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form_impressao.php?NUMERO_DA_ART=1020220111657 1/1

08/07/2022 09:31 Anotação de Responsabilidade Técnica ART - Lei 6.496/1977, Res. 1025/2009

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei n° 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-GO**

**ART Obra ou serviço**
1020220113631

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Corresponsável à 1020220111657

1. Responsável Técnico

**LUISA DE FRANCO FIDALGO**
Título profissional: **Engenheira Civil**
Empresa contratada: **RUDRA ENGENHARIA LTDA - Registro CREA-GO: 4436**
RNP: **1014756405**
Registro: **1014756405D-GO**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SPE HABITAT RIO VERDE IV EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA**
CPF/CNPJ: **38.824.326/0001-06**
Avenida T 4, Nº 619
Bairro: Setor Bueno
CEP: 74230-035
Quadra: s/n Lote: s/n
Complemento: SALA 1603
Cidade: Goiania-GO
E-Mail:
Fone: (62)981507777
Contrato: SN
Celebrado em: 09/05/2022
Valor Obra/Serviço R$: 450.000,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-174, Nº s/n
Bairro: Setor Municipal de Pequenas Empresas
CEP: 75910-592
Quadra: s/n Lote: s/n
Complemento:
Cidade: Rio Verde-GO
Data de Início: 09/05/2022
Previsão término: 09/09/2022
Coordenadas Geográficas: -16.3607786,-48.955353
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário: **Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA**
CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail:
Fone: (62) 32654000
Tipo do proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

| | Quantidade | Unidade |
|---|---|---|
| **ATUACAO** | | |
| PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO | 7,00 | QUILOMETROS |

*O registro de A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.*
*Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART*

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de ____
Local Data

LUISA DE FRANCO FIDALGO - CPF: 025.211.311-22

SPE HABITAT RIO VERDE IV EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA - CPF/CNPJ: 38.824.326/0001-06

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

| Valor da ART: | Registrada em | Valor Pago | Nosso Numero | Situação | | Não possui Livro de Ordem | Não Possui CAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 88,78 | 12/05/2022 | R$ 88,78 | 28320689012211251 3 | Registrada/OK | | | |

https://www3.crea-go.org.br/art1025/funcoes/form_impressao.php?NUMERO_DA_ART=1020220113631 1/1

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

**CREA-GO**

**ART Obra ou serviço**
1020220113627

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

Corresponsável à 1020220111657

1. Responsável Técnico

**MARGARETH FRANCO FIDALGO** — RNP: **1001718097**
Título profissional: **Engenheira Civil** — Registro: **4330/D-GO**
Empresa contratada: **RUDRA ENGENHARIA LTDA - Registro CREA-GO: 4436**

2. Dados do Contrato

Contratante: **SPE HABITAT RIO VERDE IV EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA** — CPF/CNPJ: **38.824.326/0001-06**
Avenida T 4, Nº 619 — Bairro: Setor Bueno — CEP: 74230-035
Quadra: s/n Lote: s/n — Complemento: SALA 1603 — Cidade: Goiania-GO
E-Mail: — Fone: (62)981507777
Contrato: SN — Celebrado em: 09/05/2022 — Valor Obra/Serviço R$: 450.000,00
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Rodovia GO-174, Nº s/n — Bairro: Setor Municipal de Pequenas Empresas — CEP: 75910-592
Quadra: s/n Lote: s/n — Complemento: — Cidade: Rio Verde-GO
Data de Inicio: 09/05/2022 — Previsão término: 09/09/2022 — Coordenadas Geográficas: -16.3607786,-48.955353
Finalidade: **Infra-estrutura**
Proprietário: **Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA** — CPF/CNPJ: **03.520.933/0001-06**
E-Mail: — Fone: (62) 32654000 — Tipo de proprietário: Pessoa Jurídica de Direito Público

4. Atividade Técnica

| ATUACAO | Quantidade | Unidade |
|---|---|---|
| PROJETO RODOVIA COM PAVIMENTAÇÃO | 7,00 | QUILOMETROS |

*O registro da A.R.T. não obriga ao CREA-GO a emitir a Certidão de Acervo Técnico (C.A.T.), a confecção e emissão do documento apenas ocorrerá se as atividades declaradas na A.R.T. forem condizentes com as atribuições do Profissional. As informações constantes desta ART são de responsabilidade do(a) profissional. Este documento poderá, a qualquer tempo, ter seus dados, preenchimento e atribuições profissionais conferidos pelo CREA-GO.*
*Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART*

6. Declarações

Acessibilidade: Não: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação especifica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de _____
Local — Data

MARGARETH FRANCO FIDALGO - CPF: 348.402.301-53

SPE HABITAT RIO VERDE IV EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA - CPF/CNPJ: 38.824.326/0001-06

9. Informações

- A ART é válida somente após a conferência e o CREA-GO receber a informação do PAGAMENTO PELO BANCO.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creago.org.br.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Não é mais necessário enviar o documento original para o CREA-GO. O CREA-GO não mais afixará carimbo na nova ART.

www.creago.org.br atendimento@creago.org.br
Tel: (62) 3221-6200

CREA-GO

| Valor da ART: | Registrada em | Valor Pago | Nosso Numero | Situação | | Não possui Livro de Ordem | Não Possui CAT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 88,78 | 12/05/2022 | R$ 88,78 | 28320690122112508 | Registrada/OK | | | |

# 20. TERMO DE ENCERRAMENTO

## 20. TERMO DE ENCERRAMENTO

Este volume encerra-se nesta página e contém 422 folhas, enumeradas de 01 até 422.