# GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA**

**DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER**

# PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280

## km 0+000 ao km 5+940 E

## km 70+800 ao km 254+920

| | |
|---|---|
| RODOVIA: | PR-280 |
| TRECHO (A): | DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) |
| TRECHO (B): | ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) |
| FASE: | EXECUTIVO |
| EXTENSÃO: | 190,06 km |

## VOLUME 1

## RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA CONCORRÊNCIA

FAPEU

LabTrans
Laboratório de Transportes e Logística

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

DER PARANÁ

**OUTUBRO / 2020**

# GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA**

**DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DER**

# PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280

## km 0+000 ao km 5+940 E

## km 70+800 ao km 254+920

| | |
|---|---|
| RODOVIA: | PR-280 |
| TRECHO (A): | DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) |
| TRECHO (B): | ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) |
| FASE: | EXECUTIVO |
| EXTENSÃO: | 190,06 km |

## VOLUME 1

## RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA CONCORRÊNCIA

| Revisão | Data | Descrição |
|---|---|---|
| A | 20/09/2020 | Emissão inicial |
| B | 14/10/2020 | Análise RAP |
| | | |
| | | |

# ÍNDICE


1. APRESENTAÇÃO ..... 3
2. MAPA DE SITUAÇÃO ..... 6
3. RESUMO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS ..... 8
3.1 IMPLANTAÇÃO DE TERCEIRAS FAIXAS COM AUMENTO DE CAPACIDADE ..... 9
3.2 IMPLANTAÇÃO DE SINALIZAÇÃO E ELEMENTOS DE SEGURANÇA VIÁRIA CONFORME BR-LEGAL E IRAP ..... 11
3.3 IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM ..... 12
4. ESTUDOS REALIZADOS ..... 13
4.1 INTRODUÇÃO ..... 14
4.2 COLETA DE DADOS ..... 15
4.3 ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E SEGURANÇA ..... 47
4.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS ..... 116
4.5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS ..... 129
5. PROJETOS ELABORADOS ..... 166
5.1 PROJETO GEOMÉTRICO ..... 167
5.2 PROJETO DE DRENAGEM ..... 174
5.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ..... 180
5.4 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA ..... 263
6. QUANTITATIVOS DE MATERIAIS E SERVIÇOS ..... 295
6.1 QUADRO DE QUANTIDADES ..... 296
6.2 MÉMORIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES ..... 306
7. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA ..... 307
7.1 INTRODUÇÃO ..... 308
7.2 FATORES CONDICIONANTES ..... 308
7.3 ORGANIZAÇÃO E PRAZOS ..... 315
7.4 PLANO DE ATAQUE DOS SERVIÇOS ..... 325
8. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS ..... 336
9. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS ..... 340
10. ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES ..... 343
11. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES ..... 352
11.1 RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS ..... 353
11.2 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE ..... 354

11.3 CÓPIA DA ART PRINCIPAL E COMPROVANTE DE PAGAMENTO .....357
11.4 CÓPIA DA ART DE COORDENAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E COMPROVANTES DE PAGAMENTO .....360
11.5 CÓPIA DAS ART'S DOS PROFISSIONAIS E COMPROVANTES DE PAGAMENTO.....363
12. TERMO DE ENCERRAMENTO.....368

# 1. APRESENTAÇÃO

# 1. APRESENTAÇÃO

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária ‑FAPEU por meio do seu corpo técnico do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) da Universidade Federal de Santa Catarina apresenta o Volume 1 – Relatório do Projeto e documentos para concorrência, referente a elaboração do Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 0+000 ao km 5+940 e km 70+800 ao km 254+920 totalizando a extensão de 190,06 km.

Os segmentos objeto do projeto pertencem a Superintendência Regional Leste sob a qual está vinculado o Escritório Regional Médio-Iguaçu e a Superintendência Regional Oeste sob a qual estão vinculados o Escritório Regional Centro-Sudoeste e o Escritório Regional Vale do Chopim.

Os principais elementos e datas do contrato são os seguintes:

- Número do Contrato: 065/2020
- Data de Assinatura: 10/07/2020
- Data da Ordem de Serviço: 20/07/2020
- Prazo Contratual: 300 (trezentos) dias corridos

Cabe mencionar que o projeto em tela faz parte da 1ª fase do Programa de Revitalização da Segurança (PRSV) que tem como cerne o uso de soluções de engenharia de baixo custo, sendo representados pelos seguintes objetivos principais:

- Objeto 1 - Desenvolvimento de estudos e pesquisas para identificação e avaliação das condições de segurança viária nas rodovias integrantes da 1ª Fase do PRSV;
- Objeto 2 - Identificação das contramedidas de segurança viária e análise dos pontos críticos para implantação do projeto piloto do PRSV;
- Objeto 3 - Elaboração das ações de melhoria da segurança viária e tratamento de pontos críticos do projeto piloto do PRSV;
- Objeto 4 - Desenvolvimento de estudos para determinação de soluções de engenharia de baixo custo para melhoria da segurança viária e tratamento de pontos críticos no PRSV.

O DER/PR participa do empreendimento como responsável pelo acompanhamento técnico e pela aceitação e certificação dos trabalhos executados.

Os volumes que compõem este Projeto de Engenharia são:

- **Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Concorrência**
- Volume 2 – Projeto de Execução
- Volume 3 – Memória Justificativa
- Volume 3E – Memória de Cálculo de Quantidades
- Volume 4 – Orçamento da Obra

Florianópolis, Santa Catarina, 14 de outubro de 2020.

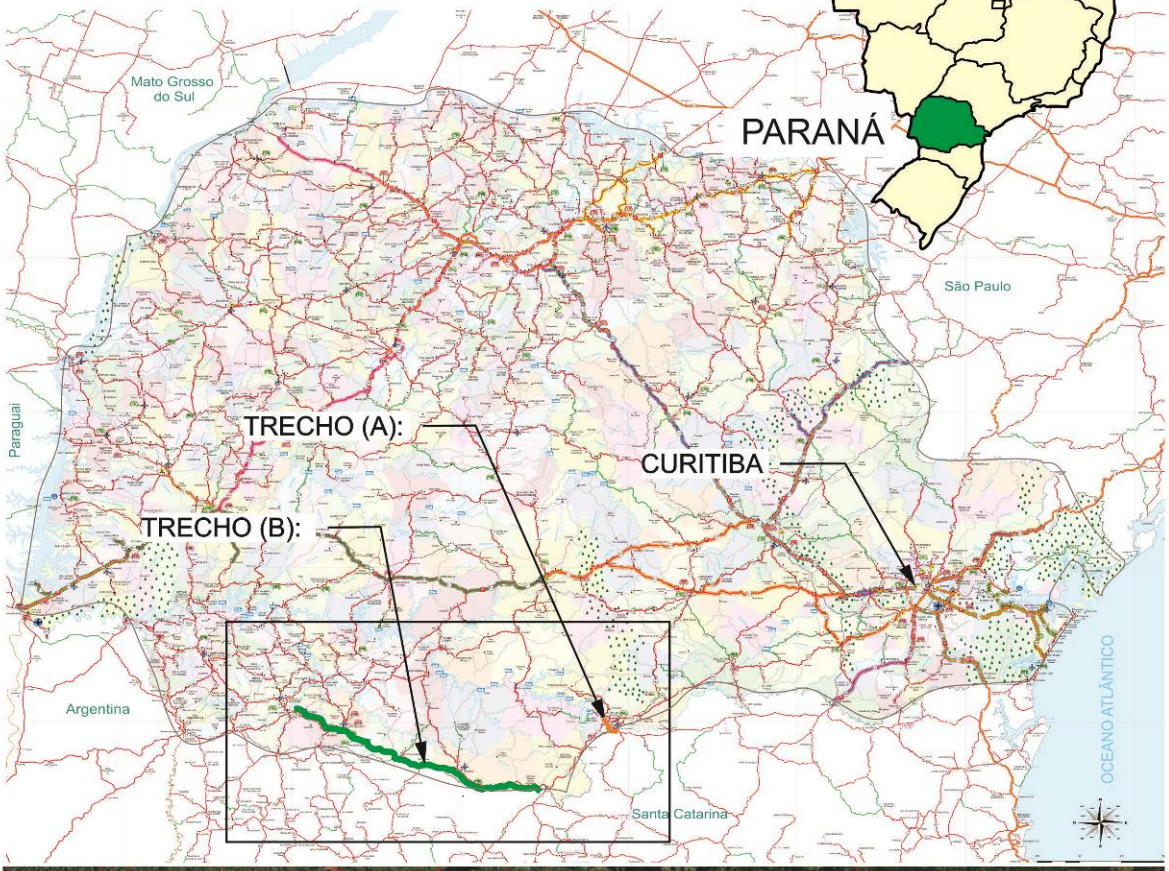
Gustavo Garcia Otto
Responsável Técnico

Diegles Simões de Toledo Pereira
Coordenador do Projeto

# 2. MAPA DE SITUAÇÃO

## 2. MAPA DE SITUAÇÃO

RODOVIA: PR-280
TRECHO (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A)
TRECHO (B): ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO)
EXTENSÃO: 190,06 km



# 3. RESUMO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

## 3.1 IMPLANTAÇÃO DE TERCEIRAS FAIXAS COM AUMENTO DE CAPACIDADE

As soluções do projeto de pavimentação para implantação de terceiras faixas foram conduzidas inicialmente pela priorização de segmentos nos quais observou-se rampas acentuadas e redução de velocidade de operação. Estes trechos foram definidos a partir de critérios de avaliação de inclinação, extensão de rampas e níveis de serviço. Com isso, foram definidos 27 segmentos para implantação de terceiras faixas.

Contudo, em função de determinação expressa no Ofício nº 05/2020 de 24 de setembro de 2020 foram excluídos 7 segmentos das definições de projeto, haja visto, a sobreposição com o planejamento de ações do DER-PR para restauração da pista em pavimento rígido (*whitetoping*) entre o Entr. com a BR-153 (B) e o Acesso Leste a Palmas.

O próximo passo para definição da solução de projeto foi a avaliação de métodos de execução para implantação da faixa adicional de ultrapassagem. Duas hipóteses foram consideradas: 1 – implantação de terceira faixa sobre acostamentos com redistribuição das larguras das faixas de tráfego, sem intervenção no acostamento do lado oposto e 2 – deslocamento de eixo com aproveitamento da plataforma de pavimento para adaptação das faixas de tráfego mantendo-se largura mínima de 3,25m (recomendação metodologia iRAP).

A decisão do tipo de solução do método de execução levou em consideração alguns aspectos fundamentais. No método 1, amplamente observado ao longo da PR-280, verifica-se larguras restritas de faixa de tráfego e incidência de defeitos generalizados, principalmente afundamento de trilha de rodas. Estes defeitos estão associados a capacidade limitada das camadas de base existente, bem como da compactação inadequada de camadas complementares de asfalto e fluência da mesma.

Analisando a possibilidade de implantação do método 2 percebemos, primeiramente, que o deslocamento de eixo permitiria a adequação de largura das faixas de tráfego e uma faixa de trabalho maior para as camadas de reforço ou reconstrução. Sem dúvidas esta solução se tornou mais adequada para o projeto já que resolveria também os problemas estruturais do pavimento existente.

Sendo assim, indicou-se a reciclagem do pavimento que considera a incorporação do revestimento asfáltico à base com espuma asfáltica e cimento com adição de brita. Esta metodologia visa a implantação das terceiras faixas com deslocamento do eixo, adequação da geometria e definição de estrutura do pavimento adequada a previsão do tráfego. Esta solução foi implantada para todo o trecho B referente ao Entroncamento BR-153 a Marmeleiro.

Como exceção ao método proposto foi indicada para o trecho A referente a União da Vitória a implantação da terceira faixa no bordo da pista já que o segmento contém largura suficiente para implantação da mesma. A largura da faixa de tráfego existente é da ordem de 3,30 m e o acostamento do lado oposto é não pavimentado. As sondagens das áreas de acostamento apontaram para camadas de baixa capacidade de suporte, sendo necessária a substituição de material por camadas de base e sub-base compatíveis com a previsão de tráfego. Para este segmento optou-se também pela implantação do acostamento no lado oposto sendo possível a correção da largura da faixa de tráfego principal para 3,50 m. A solução da estrutura adotada foi em pavimento semi-rigido.

Cumpre destacar que o pavimento flexível do segmento de implantação de terceira faixa do trecho A não possui defeitos significativos, o que colaborou para a escolha do método de execução proposto. Com a nova plataforma, concebida pela implantação da terceira faixa e acostamento, foi indicado o rejuvenescimento da camada de asfalto existente por meio da aplicação de camada de microrevestimento.

Tanto na solução de reciclagem do pavimento quanto na solução de pavimento semi-rígido temos camadas de base cimentadas, porém para o primeiro caso temos teor de cimento de apenas 2,0% devido ao uso de espuma asfáltica, o que diminui consideravelmente a reflexão de trincas. Já na solução de pavimento semi-rígido, na qual a base apresenta 4,0% de cimento, foi indicada camada de bloqueio com tratamento superficial duplo.

Para prevenir os defeitos de afundamento de trilha de rodas nas faixas de tráfego lento, provenientes da possibilidade de fluência do revestimento asfáltico, foi indicada a aplicação de reforço com geogrelha.

A definição dos ligantes betuminosos a serem utilizados no concreto betuminoso, no microrevestimento e no tratamento superficial duplo levaram em consideração as boas técnicas de uso de modificador polimérico que contribuem para a garantia de adequada vida útil frente a elevada previsão de tráfego observada. Podemos citar, por exemplo, que o uso de polímero CAPFLEX SBS 60/85 eleva o módulo de resiliência do concreto asfáltico, eleva o ponto de amolecimento e garante maior viscosidade e maior recuperação elástica quando comparado ao CAP 50/70.

Na transição entre os pavimentos existentes e a nova estrutura projetada foram indicados traspasses com fresagem e recomposição de camada asfáltica associada a aplicação de geogrelha.

## 3.2 IMPLANTAÇÃO DE SINALIZAÇÃO E ELEMENTOS DE SEGURANÇA VIÁRIA CONFORME BR-LEGAL E IRAP

Tendo em vista a avaliação de segurança da rodovia e as análises de segmentos críticos para aumento da capacidade e segurança, foram definidas soluções de projeto de implantação de terceira faixa com a adoção de contramedidas de segurança viária, quais sejam: Implantação de terceira faixa (faixa de ultrapassagem) no sentido ascendente da rampa, alargamento de faixa, implantação de estrutura do pavimento com largura mínima de faixa de tráfego de 3,25 m, reabilitação do pavimento com de soluções de reciclagem e pavimentação asfáltica, implantação de pavimentação asfáltica em segmentos com acostamento não pavimentado (somente onde a plataforma útil permitir). Sendo estas contramedidas contemplados no item 3.1.

E contramedidas de implantação e adequação da sinalização vertical, implantação e adequação da sinalização horizontal (pinturas de faixa e marcações na pista), implantação de dispositivos auxiliares de segurança (tachas, tachões, e outros), implantação de pinturas de faixa em alto relevo (em segmentos notáveis), implantação de defensas e atenuadores de impacto, remoção de perigos à margem da via com possibilidade de colisão com veículos, melhorias de delineamento de curvas e sinalização de alerta em segmentos críticos de manobras (entrelaçamento de tapers em sentidos opostos).

## 3.3 IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem foi concebido visando proteger o corpo estradal das águas, que de algum modo, possam prejudicá-lo ou com ele interferirem.

Pela vistoria de campo observou-se que a drenagem superficial implantada ao longo da PR-280 é constituída basicamente de sarjetas de corte, não sendo observadas nos segmentos objeto de implantação de terceiras faixas a existência de sarjetas de aterro.

Ao longo dos segmentos a drenagem existente encontra-se danificada ou, na maioria dos casos, em cotas inferiores ao pavimento existente. Desta forma, tendo em vista a segurança dos usuários e a garantia de eficiência da drenagem, optou-se pela demolição dos dispositivos existentes e a implantação de novos dispositivos. Ressalta-se ainda que durante os serviços de reciclagem da estrutura do pavimento há a possibilidade de avaria das sarjetas existentes.

Com este escopo definido, foram adotadas as sarjetas de corte tipo 1, 2 e 4 constantes no álbum de projetos tipo do DER-PR. Para dar prosseguimento ao escoamento longitudinal, quando da ocorrência de acessos secundários, foram previstas transposições de segmentos de sarjeta compatíveis com os dispositivos adotados.

Após a análise dos dados das deflexões do pavimento do segmento 17 foram observados valores acima daqueles observados nos demais segmentos. Pela análise da topografia local percebeu-se a possibilidade de presença de água nas camadas inferiores do pavimento. Para evitar danos a nova estrutura do pavimento foram projetados drenos longitudinais profundos e drenos sub-superficiais, que juntos serão capazes de rebaixar o nível d'água, a fim de evitar que as águas subterrâneas sejam capazes de danificar as camadas nobres do pavimento.

# 4. ESTUDOS REALIZADOS

# 4. ESTUDOS REALIZADOS

## 4.1 INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento dos estudos relativos ao Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 0+000 ao km 5+940 e km 70+800 ao km 254+920 totalizando a extensão de 190,06 km foram adotadas as diretrizes gerais de apresentação de relatórios definidas pelo DER-PR, bem como aquelas definidas no manual IPR-726/DNIT e IPR-727/DNIT.

Inicialmente, foram realizadas coletas de dados relevantes sobre a rodovia PR-280 na Sede do DER-PR e nos escritórios regionais Médio-Iguaçú em União da Vitória, Vale do Chopim em Pato Branco e Centro-Sudoeste em Francisco Beltrão.

A rodovia em questão faz parte do Corredor Sudoeste, compreendido por trechos das rodovias PRC-280, PR-182, PR-483 e PR-180. Tendo em vista sua importância como infraestrutura de transportes para o estado, o segmento da rodovia PR-280 está sendo avaliado dentro de um Programa de Parcerias Público-Privada iniciado pela Empresa de Planejamento e Logística – EPL. Dessa forma, parte dos dados coletados para desenvolvimento dos projetos foram obtidos juntamente a EPL ou dos escritórios regionais.

Outros dados relativos à região de interesse foram obtidos por meio de vistorias de campo, de vídeo registro, de avaliação de perfil de velocidade, de contagens obtidas junto ao DNIT, de informações sobre a evolução da safra e PIB (Produto Interno Bruto) no estado obtidos no IBGE e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.

Os estudos desenvolvidos estão descritos abaixo:

- Coleta de dados;
- Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança;
- Estudos Topográficos e Cadastrais e
- Estudos Geotécnicos.

## 4.2 COLETA DE DADOS

Nesta fase do projeto foram realizadas coletas de dados de interesse para o projeto de ampliação da capacidade e segurança da rodovia, conforme descrição a seguir.

### 4.2.1 Contratos de Conservação e Manutenção de Pavimento

Um dos elementos influenciadores nos critérios de segurança viária diz respeito às condições dos pavimentos, sendo objetivo desse projeto a definição e indicações das soluções técnicas a serem adotadas nos pavimentos, observando as diretrizes dos contratos de conservação e manutenção existentes.

A partir da obtenção dos dados destes contratos e de uma avaliação das condições existentes é possível promover uma análise comparativa entre as intervenções que estão sendo empregadas atualmente e aquelas soluções que melhor respondam técnica e economicamente a implantação de melhorias para ampliação da capacidade e segurança da rodovia.

Desta maneira, pesquisou-se os serviços que englobam os contratos existentes para que seja possível definir as soluções técnicas para cada situação encontrada nos trechos em análise.

#### 4.2.1.1 Serviços para conservação e manutenção dos pavimentos

O Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER/PR) da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, possui o Sistema de Administração da Manutenção Rodoviária (SAM) que embasam os planejamentos da conservação dos pavimentos estaduais, visando preservar o patrimônio público.

Nas especificações dos Projetos Básicos de Engenharia para os contratos de Conservação e Recuperação descontínua com Melhoria do Estado do Pavimento (CREMEP) e os contratos de Conservação de Pavimento (COP) do DER/PR são listados os serviços de pavimentação que podem ser utilizados para análises dos critérios de segurança viária.

##### 4.2.1.1.1 CREMEP

Nos contratos de Conservação e Recuperação descontínua com Melhoria do Estado do Pavimento (CREMEP) são listados serviços para a melhoria nas condições

dos pavimentos, como a fresagem; pintura de ligação; microrevestimento; reperfilagem; CAUQ; demolição; brita graduada; solo cimento; imprimação; selagem de trinca com areia; dreno transversal e longitudinal; sinalização (horizontal, tachas, tachões).

A execução dos serviços para a conservação do pavimento deve seguir às Especificações de Serviços do DER/PR e Especificações Particulares de Serviços. A seguir, são listados na Tabela 4.2.1 os serviços de conservação e recuperação rotineira de pavimento utilizada atualmente pelos contratos CREMEP do DER/PR.

**Tabela 4.2.1 – Serviços de conservação e recuperação de pavimento (CREMEP).**

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 505000 | Fresagem contínua a frio | m³ | DER/PR ES-P 31/05 |
| 505100 | Fresagem descontínua a frio | m³ | DER/PR ES-P 31/05 |
| 512000 | Demolição manual de pavimento | m³ | DER/PR ES-P 27/05 |
| 512050 | Demolição mecânica de pavimento | m³ | DER/PR ES-P 27/05 |
| 531020 | Brita graduada 100% PI (manual) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 05/05 |
| 531030 | Brita graduada 100% PI (mecânica) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 05/05 |
| 531330 | Macadame seco britado preenchido c/brita graduada (mecânico) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 03/05 |
| 546120 | Solo cimento (6%) mistura na pista 100% PN para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 13/05 |
| 550800 | Selagem de trinca com areia, excl. fornec. da emulsão | l | Especificação Particular de Serviço |
| 550810 | Selagem de trinca com pó de pedra, excl. fornec. da emulsão | l | Especificação Particular de Serviço |
| 560150 | Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão | m² | DER/PR ES-P 17/05 |
| 561120 | Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão | m² | DER/PR ES-P 17/05 |
| 562560 | Microrevest.asf.a frio e= 8mm(sem fibras), excl. fornec.emulsão | m² | DER/PR ES-P 30/05 |
| 562620 | Microrevest.asf.a frio e=16mm(sem fibras), excl. fornec.emulsão | m² | DER/PR ES-P 30/05 |
| 562690 | Microrevest.asf.a frio e=12mm(sem fibras), excl.fornec.emulsão | m² | DER/PR ES-P 30/05 |
| 570140 | C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (manual), excl. fornec. do CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570170 | C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (mecânico), excl. fornec. do CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570370 | C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto | t | DER/PR ES-P 15/05 |
| 570400 | C.B.U.Q. excl. fornec. do CAP (acima de 10.000 t) | t | DER/PR ES-P 21/05 |

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 570500 | Reperf.c/C.B.U.Q.(massa fina)excl.fornec.CAP (até 10.000 t) | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570530 | Reperf. descontínua c/C.B.U.Q.(massa fina), excl. fornec. CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 589000 | Fornecimento de CAP-50/70 | t | ANP – Regulamento técnico nº 3/2005 e atualizações |
| 589030 | Fornecimento de CAP-50/70 com polímero elastomérico (55/75) | t | ANP – Regulamento técnico nº 4/2010 e atualizações |
| 589180 | Fornecimento de emulsão asfáltica RC-1C-E com polímero | t | DNIT 128/2010-EM |
| 589190 | Fornecimento de emulsão asfáltica EAI p/ imprimação | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589420 | Fornecimento de emulsão asfáltica RR-1C | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589530 | Fornecimento de emulsão asfáltica RR-2C-E com polímero | t | DNIT 128/2010-EM |
| 601500 | Desconfinamento lateral de bordo do pavimento c/ motoniveladora - terreno natural | m | Especificação Particular de Serviço |
| 641330 | Dreno transversal de pavimento 13x30cm, inclusive escavação, brita, geotextil (GNT) e selo CBUQ ( 10cm), excl. fornec. CAP | m | Especificação Particular de Serviço |
| 641560 | Dreno longitudinal de pavimento 15x60cm, inclusive escavação, geocomposto drenante, tubo PEAD d=100mm e selo CBUQ (10cm), excl. fornec. CAP | m | Especificação Particular de Serviço |
| 822100 | Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água | m² | DER/PR ES-OC 02/05 |
| 822200 | Faixa de sinalização horizontal provisória | m² | DER/PR ES-OC 01/05 |
| 871000 | Tacha refletiva bidirecional | ud | DER/PR ES-OC 06/05 |
| 873000 | Tachão refletivo bidirecional | ud | DER/PR ES-OC 06/05 |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de DER/PR (2016).

Vale ressaltar que nos serviços de pintura de ligação, microrevestimento, imprimação com emulsão e serviços com Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), o fornecimento desses materiais está considerado a parte no orçamento do contrato CREMEP. Se houver serviços que demandem esses materiais, devem ser pontualmente analisados. Para o estudo do presente projeto serão desconsideradas obras de grande porte e custos adicionais, visto que futuramente as rodovias serão concessionadas. Porém, dependendo do estado avançado das deteriorações ou tipo de estrutura do pavimento identificada, será realizada análise técnica criteriosa.

#### 4.2.1.1.2 COP

Um dos trechos em estudo da rodovia PR-280 possui o contrato nos moldes da Conservação de Pavimento (COP), que se difere um pouco dos contratos CREMEP, visto que não englobam a restauração descontinuada do pavimento. Os serviços para a conservação dos pavimentos consideram atividades como a fresagem; remendos; lama asfáltica; microrrevestimento asfáltico; massa fina de CAUQ; selagem de trincas; drenos e sinalizações (horizontal e tachões).

A execução dos serviços para a conservação do pavimento deve seguir as Especificações de Serviços do DER/PR e Especificações Particulares de Serviços. A seguir, são listados na Tabela 4.2.2 os serviços de conservação rotineira de pavimento utilizados atualmente pelos contratos COP do DER/PR.

**Tabela 4.2.2 – Serviços de conservação rotineira de pavimento (COP).**

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 505100 | Fresagem descontínua a frio | m³ | DER/PR ES-P 31/05 |
| 512000 | Demolição manual de pavimento | m³ | DER/PR ES-P 27/05 |
| 512050 | Demolição mecânica de pavimento | m³ | DER/PR ES-P 27/05 |
| 531020 | Brita graduada 100% PI (manual) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 13/05 |
| 531030 | Brita graduada 100% PI (mecânica) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 13/05 |
| 531330 | Macadame seco britado preenchido c/brita graduada (mecânico) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 03/05 |
| 546120 | Solo cimento (6%) mistura na pista 100% PN para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 13/05 |
| 550800 | Selagem de trinca com areia, excl. fornec. da emulsão | l | Especificação Particular de Serviço |
| 550810 | Selagem de trinca com pó de pedra, excl. fornec. da emulsão | l | Especificação Particular de Serviço |
| 560150 | Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão | m² | DER/PR ES-P 17/05 |
| 561120 | Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão | m² | DER/PR ES-P 17/05 |
| 562100 | Lama asfáltica faixa "1" e "2" excl. fornec. Emulsão | m² | DER/PR ES-P 24/05 |
| 562200 | Lama asfáltica faixa "3" e "4" excl. fornec. Emulsão | m² | DER/PR ES-P 24/05 |
| 562650 | Microrevest.asf.a frio e= 8mm(sem fibras), descontínuo, excl.fornec.emulsão | m² | DER/PR ES-P 30/05 |
| 570140 | C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (manual), excl. fornec. do CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570170 | C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (mecânico), excl. fornec. do CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 570530 | Reperf. descontínua c/C.B.U.Q.(massa fina), excl. fornec. CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570540 | Reperf. descontínua c/C.B.U.Q.(faixa D), excl. fornec. CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 589000 | Fornecimento de CAP-50/70 | t | ANP - Regulamento Técnico nº 3/2005 |
| 589170 | Fornecimento de emulsão asfáltica RL-1C | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589180 | Fornecimento de emulsão RC1C-E com polímero | t | DNIT 128/2010-EM |
| 589190 | Fornecimento de asfalto diluído EAI | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589220 | Fornecimento de emulsão asfáltica RM-1C | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589420 | Fornecimento de emulsão RR-1C | t | DNIT 165/2013-EM |
| 601500 | Desconfinamento lateral de bordo do pavimento c/motoniveladora - terreno natural | m | Especificação Particular de Serviço |
| 641330 | Dreno transversal de pavimento 13x30cm, inclusive escavação, brita, geotextil (GNT) e selo CBUQ (10cm), excl. fornec. CAP | m | Especificação Particular de Serviço |
| 641560 | Dreno longitudinal de pavimento 15x60cm, inclusive escavação, geocomposto drenante, tubo PEAD d=100mm e selo CBUQ (10cm), excl. fornec. CAP | m | Especificação Particular de Serviço |
| 822100 | Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água | m² | DER/PR ES-OC 02/05 |
| 873000 | Tachão refletivo bidirecional | ud | DER/PR ES-OC 06/05 |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de DER/PR (2016).

Vale ressaltar que, assim como nos contratos CREMEP, os serviços com emulsão (pinturas de ligação e microrrevestimento); com lama asfáltica; e com Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) como no Cimento Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), o fornecimento desses materiais está considerado a parte no orçamento do contrato COP.

#### 4.2.1.1.3 Serviços em comum CREMEP e COP

Os serviços direcionados para cada tipo de contrato diferem-se de acordo com o propósito na qual foram contratados. No item 4.2.1.1.1 encontram-se todas os serviços do CREMEP e no item 4.2.1.1.2 todos os serviços do contrato COP.

A seguir, apresentam-se os serviços que existem somente no CREMEP (Tabela 4.2.3), no COP (Tabela 4.2.4) e em ambos os contratos (Tabela 4.2.5).

**Tabela 4.2.3 – Serviços somente constantes no CREMEP.**

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 505000 | Fresagem contínua a frio | m³ | DER/PR ES-P 31/05 |
| 562560 | Microrevest.asf.a frio e= 8mm(sem fibras), excl. fornec.emulsão | m³ | DER/PR ES-P 30/05 |
| 562620 | Microrevest.asf.a frio e=16mm(sem fibras), excl. fornec.emulsão | m³ | DER/PR ES-P 30/05 |
| 562690 | Microrevest.asf.a frio e=12mm(sem fibras), excl.fornec.emulsão | m³ | DER/PR ES-P 30/05 |
| 570370 | C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto | t | DER/PR ES-P 15/05 |
| 570400 | C.B.U.Q. excl. fornec. do CAP (acima de 10.000 t) | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570500 | Reperf.c/C.B.U.Q.(massa fina)excl.fornec.CAP (até 10.000 t) | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 589530 | Fornecimento de emulsão asfáltica RR-2C-E com polímero | t | DNIT 128/2010-EM |
| 599030 | Fornecimento de CAP-50/70 com polímero elastomérico (55/75) | t | ANP – Regulamento técnico nº 4/2010 e atualizações |
| 822200 | Faixa de sinalização horizontal provisória | m³ | DER/PR ES-OC 01/05 |
| 871000 | Tacha refletiva bidirecional | ud | DER/PR ES-OC 06/05 |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de DER/PR (2016).

**Tabela 4.2.4 – Serviços somente constantes no COP.**

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 562100 | Lama asfáltica faixa "1" e "2" excl. fornec. Emulsão | m² | DER/PR ES-P 24/05 |
| 562200 | Lama asfáltica faixa "3" e "4" excl. fornec. Emulsão | m² | DER/PR ES-P 24/05 |
| 562650 | Microrevest.asf.a frio e= 8mm(sem fibras), descontínuo, excl.fornec.emulsão | m³ | DER/PR ES-P 30/05 |
| 570540 | Reperf. descontínua c/C.B.U.Q.(faixa D), excl. fornec. CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 589170 | Fornecimento de emulsão asfáltica RL-1C | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589220 | Fornecimento de emulsão asfáltica RM-1C | t | DNIT 165/2013-EM |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de DER/PR (2016).

**Tabela 4.2.5 – Serviços constantes tanto no CREMEP quanto no COP.**

| Código | Serviços | Unidade | Especificação de Serviço |
|---|---|---|---|
| 505100 | Fresagem descontínua a frio | m³ | DER/PR ES-P 31/05 |
| 512000 | Demolição manual de pavimento | m³ | DER/PR ES-P 27/05 |
| 512050 | Demolição mecânica de pavimento | m³ | DER/PR ES-P 27/05 |
| 531020 | Brita graduada 100% PI (manual) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 05/05 |
| 531030 | Brita graduada 100% PI (mecânica) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 05/05 |
| 531330 | Macadame seco britado preenchido c/brita graduada (mecânico) para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 03/05 |
| 546120 | Solo cimento (6%) mistura na pista 100% PN para remendo profundo | m³ | DER/PR ES-P 13/05 |
| 550800 | Selagem de trinca com areia, excl. fornec. da emulsão | l | Especificação Particular de Serviço |
| 550810 | Selagem de trinca com pó de pedra, excl. fornec. da emulsão | l | Especificação Particular de Serviço |
| 560150 | Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão | m³ | DER/PR ES-P 17/05 |
| 561120 | Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão | m³ | DER/PR ES-P 17/05 |
| 570140 | C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (manual), excl. fornec. do CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570170 | C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (mecânico), excl. fornec. do CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 570530 | Reperf. descontínua c/C.B.U.Q.(massa fina), excl. fornec. CAP | t | DER/PR ES-P 21/05 |
| 589000 | Fornecimento de CAP-50/70 | t | ANP – Regulamento técnico nº 3/2005 e atualizações |
| 589180 | Fornecimento de emulsão asfáltica RC-1C-E com polímero | t | DNIT 128/2010-EM |
| 589190 | Fornecimento de emulsão asfáltica EAI p/ imprimação | t | DNIT 165/2013-EM |
| 589420 | Fornecimento de emulsão asfáltica RR-1C | t | DNIT 165/2013-EM |
| 601500 | Desconfinamento lateral de bordo do pavimento c/ motoniveladora - terreno natural | m | Especificação Particular de Serviço |
| 641330 | Dreno transversal de pavimento 13x30cm, inclusive escavação, brita, geotextil (GNT) e selo CBUQ ( 10cm), excl. fornec. CAP | m | Especificação Particular de Serviço |
| 641560 | Dreno longitudinal de pavimento 15x60cm, inclusive escavação, geocomposto drenante, tubo PEAD d=100mm e selo CBUQ (10cm), excl. fornec. CAP | m | Especificação Particular de Serviço |
| 822100 | Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água | m³ | DER/PR ES-OC 02/05 |
| 873000 | Tachão refletivo bidirecional | ud | DER/PR ES-OC 06/05 |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de DER/PR (2016).

Os trechos em estudo compreendem diversos lotes de conservação e manutenção, conforme descrito a seguir na Tabela 4.2.6.

**Tabela 4.2.6 – Dados dos contratos de conservação e manutenção da PR-280.**

| Rodovia | Programa | Lote | Superintendência Regional | Contrato | Data Abertura | Empresa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PR-280 | COP II | 2 | Leste | CO082/2018DOP | 27/04/2017 | Compasa |
| | CREMEP II | 2 | Leste | CO080/2018DT | 09/08/2017 | Compasa |
| | CREMEP II | 15 | Oeste | CO042/2018DT | 09/08/2017 | Dalba |
| | CREMEP II | 14 | Oeste | CO078/2018DT | 08/08/2017 | Dalba |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de DER/PR (2016).

Observa-se que somente o Lote 2 da PR-280 possui o contrato de conservação nos moldes do contrato COP II, ou seja, não foram consideradas restaurações descontinuadas nesse trecho, mas somente serviços de conservação.

### 4.2.2 Vistoria de Campo

Esta fase de coleta de dados prevista no Plano de Trabalho do Programa de Revitalização da Segurança Viária (PRSV) teve por objetivo obter informações in loco a respeito das condições estruturais e funcionais da rodovia PR-280, de demandas de terceira faixa, de contratos de conservação e manutenção vigentes e outras informações relevantes.

As vistorias foram realizadas por meio de visitas técnicas aos escritórios regionais e inspeções de campo ao longo dos dois trechos definidos para o projeto. Informações complementares foram obtidas diretamente na sede do DER-PR por intermédio da Coordenação de Pesquisa e Desenvolvimento.

#### 4.2.2.1 Visitas técnicas

A rodovia PR-280, segmento da Divisa PR/SC (União da Vitória/Porto União) ao Entr. BR-280 (Marmeleiro) possui 190,63 km de extensão, estando sob a jurisdição de duas Superintendências, a Regional Leste e a Regional Oeste e de seus Escritórios Regionais (Médio-Iguaçú, Vale do Chopim e Centro-Sudoeste).

Localizado na cidade de União da Vitória, o Escritório Regional Médio Iguaçu, vinculado a Superintendência Regional Leste é o responsável por dois trechos da PR-280, o primeiro vai da Divisa PR/SC (União da Vitória/Porto União) ao Entr. BR-153 (A) PR-446 com 5,94 km de extensão e o segundo do Entr. BR-153 (B) ao Acesso Leste a Palmas, com 59,55 km de extensão. Foram realizadas duas visitas a este Escritório Regional, na primeira foi realizada reunião com Engenheiro Fernando Hélio Martins, gerente responsável pelo escritório, e na segunda visita a equipe foi recebida pelo Eng. Jonathan, ao qual foram apresentados os equipamentos de vídeo registro e os demais levantamentos necessários para a elaboração do projeto em pauta.

O Escritório Regional Vale do Chopim, é o responsável pelo trecho compreendido entre o Acesso Leste a Palmas e Início Pista Dupla (Renascença), com 118,77 km de extensão. Localizado na Cidade de Pato Branco, este Escritório Regional está vinculado a Superintendência Regional Oeste e é dirigido pelo Engenheiro Marcus Vinicius Talamini. Na visita técnica foi realizada reunião com a Engenheira Elis Regina e com o Engenheiro Paulo Melani, que pertence ao escritório de Centro-Sudoeste. A eles foram apresentados os equipamentos e a equipe responsável pelos levantamentos.

Na visita ao Escritório Regional Centro-Sudeste, localizado na cidade de Francisco Beltrão, a equipe de campo foi recebida pelo engenheiro Roberto Machado dos Santos sendo o mesmo apresentado aos equipamentos que foram utilizados para os levantamentos ao longo do trecho sob a sua jurisdição.

Durante as visitas aos escritórios regionais foram obtidas informações relevantes sobre os segmentos objeto do projeto, quais sejam: contratos de manutenção vigentes e suas particularidades, dados sobre frotas e mercadorias transportadas de onde ser confirmou a presença significativa do transporte de grãos (soja e milho, principalmente), dados sobre a implantação das rodovias e contratos de restauração, dentre outros.

#### 4.2.2.2 Inspeções de campo

Esta fase da vistoria, de extrema relevância para o desenvolvimento do projeto, foi realizada por equipe técnica multidisciplinar composta pelos engenheiros Diegles Simões de Toledo Pereira e Carlos Felipe Fernandes Figueiredo.

Toda extensão da rodovia foi percorrida pela equipe, sendo levantadas as principais características da via, realização de medições das larguras das faixas de rolamento e acostamentos em segmentos de rampa com e sem terceira faixa, desníveis entre as faixas e os acostamentos, verificação do estado de conservação dos dispositivos de drenagem superficial, avaliação visual das estruturas dos pavimentos existentes, avaliação da geologia regional, bem como os solos dos taludes.

Um dos objetivos das inspeções foi avaliar os tipos de solução de implantação de terceira faixa observados ao longo da PR-280. Notam-se basicamente duas soluções:

1 – Camada adicional de terceira faixa sobre um dos acostamentos. Características relevantes: a) manutenção do eixo da pista; b) estreitamento acentuado na largura das faixas; c) manutenção do acostamento em um dos lados e d) ausência de faixa de segurança no lado da terceira faixa.

2 – Modificação da estrutura da pista com redistribuição de eixo. Características relevantes: a) alteração do eixo da pista; b) estreitamento moderado na largura das faixas; c) faixas de segurança em ambos os lados.

Verifica-se que as características da solução 2 conduzem a uma seção geométrica mais segura visto que a largura das faixas sofre menor redução, além da possibilidade de faixas de segurança em ambos os lados da rodovia.

Um dos aspectos observados em relação aos acostamentos é que em boa parte da rodovia estes não estão pavimentados ou o desnível apresentado entre a faixa de rolamento e o acostamento é bem superior ao máximo recomendado de 5,0 cm.

Notam-se casos em que o desnível atinge cerca de 17 cm comprometendo a segurança viária e observa-se que o acostamento já não está protegido por revestimento asfáltico estando aparente a camada granular de base, principalmente no segmento de União da Vitória e no segmento da BR-153 até as proximidades do entroncamento com Palmas no km 132.

Os registros fotográficos e as informações relevantes obtidas das inspeções de campo estão agrupados no cadastro apresentado no item 3.2.2 do Volume 3 – Memória Justificativa. Os registros contêm a localização geográfica e quilométrica, características geométricas, sentido (crescente – vante e decrescente – ré) e observações.

### 4.2.3 Vídeo Registro

#### 4.2.3.1 Introdução

Para complementar e otimizar o resultado das inspeções de campo foi efetuado vídeo registro ao longo das vias objeto deste estudo. A captura das imagens ocorreu de forma contínua, por segmento das rodovias em estudo. O veículo apresentado na Figura 4.2.1 trafegou, preferencialmente, na velocidade do fluxo da via até o limite de 80 km/h nas faixas de execução dos serviços, sem interferir no tráfego das mesmas.

Os dados obtidos do vídeo registro complementam as informações colhidas nas visitas técnicas e também fornece material para análises e classificação das condições de segurança, conforme a metodologia iRAP.

**Figura 4.2.1 – Veículo de filmagem utilizado.**

### 4.2.3.2 Equipamentos utilizados

O equipamento de filmagem utilizado consiste de três câmeras GoPRO, da linha HERO7 BLACK, modelo CHDHX-701, conforme apresentado na Figura 4.2.2.

O equipamento apresenta as seguintes características técnicas:

- Resolução máxima de vídeo 4K UHD;
- Sensor de imagem tipo CMOS;
- Modelo de Lente tipo Angular;
- Resolução máxima fotográfica 12Mpx;
- Zoom ótico de 2x (não utilizado);
- Peso de 0,455 kg;
- Sinal de vídeo em Formato NTSC/PAL;
- Gravação em vídeo no formato MP4;
- Memória de Armazenamento em chip MicroSD;
- Conexões Wi-Fi, HDMI e USB;
- Estabilização digital avançada e hypersmooth;
- Imagem e vídeo estabilizados;
- GPS avançado;
- Baterias com duração máxima de 90 minutos (autônoma).

**Figura 4.2.2 – Câmeras de filmagem utilizadas.**

O conjunto de câmeras foi montado sobre um veículo Renault Duster OROCH, devidamente identificado para serviço do DER-PR.

As câmeras utilizadas foram acopladas ao veículo na parte externa, sobre o teto, a uma altura de 1,71 m do solo. Duas câmeras foram montadas na dianteira do veículo e orientadas no sentido de deslocamento e uma no sentido inverso, montada na parte traseira do veículo, conforme apresentado na Figura 4.2.3.

A filmagem foi realizada com resolução de 1080p, com taxa de 60 frames por segundo.

**Figura 4.2.3 – Posicionamento das câmeras no veículo.**

Os metadados dos vídeos, que acompanham as coordenadas a cada milissegundo de imagem, permite acesso ao hodômetro, velocímetro e acelerômetro. Entre outras opções, há uma metodologia de extração desses metadados por software,

chamado DashWare, que extrai do equipamento um arquivo CSV com todas essas informações.

#### 4.2.3.3 Aplicação

O material produzido permitirá a análise do trecho, e na sequencia deste procedimento a equipe de laboratório extrai dos vídeos imagens a cada 20 metros da rodovia, as quais serão analisadas conforme a metodologia do iRAP. Posteriormente, as imagens são analisadas em trechos de 100 metros de extensão. Os dados do vídeo registro também são utilizados para restituição da geometria, da sinalização e de demais dispositivos afetos a segurança viária.

Em cada um destes trechos serão avaliados mais de 50 atributos da rodovia. Alguns exemplos de atributos são:

- Tipo de canteiro central;
- Largura do acostamento;
- Presença de usuários vulneráveis;
- Velocidade regulamentada;
- Largura de faixa;
- Número de faixas;
- Tipo de interseção;
- Presença de curvas;
- Condição da via;
- Dentre outros.

Em rodovias de pista simples serão avaliados os atributos em ambos os sentidos da rodovia, enquanto que em rodovias de pista dupla, as análises dos atributos serão realizadas em cada um dos sentidos da rodovia, devendo ser codificados de forma independente.

Com todo o trecho em estudo codificado a cada 100 metros, a etapa seguinte será realizar a identificação da classificação por estrelas da própria metodologia iRAP. Tal classificação está vinculada à inclusão de dados operacionais das rodovias, incluindo o volume diário médio anual (VMDA), percentual de motocicletas, fluxo de pedestres atravessando e ao longo da via na hora pico, fluxo de ciclistas, além de velocidade média e velocidade operacional (percentil 85) dos trechos em estudo.

Para a primeira etapa da 1ª fase do Programa de Revitalização da Segurança viária relativa ao Projeto de ampliação da capacidade e segurança viária da rodovia PR-280 foram analisadas as contramedidas de segurança indicadas pela metodologia iRAP em pontos críticos (segmentos com restrições de tráfego) e da classificação por estrelas da rodovia definidos no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança. Na segunda etapa do programa PRSV serão definidas as contramedidas, de âmbito geral, a partir das quais serão indicadas as soluções complementares de segurança nos segmentos remanescentes do projeto da rodovia PR-280, nos moldes do Programa BR-Legal.

### 4.2.4 Dados da Empresa de Planejamento e Logística

#### 4.2.4.1 Introdução

Conforme estabelecido no Plano de Trabalho do Programa de Revitalização da Segurança Viária foram disponibilizados dados das condições estruturais e funcionais da rodovia PR-280, bem como cadastros de sinalização e de dispositivos de segurança. Estes dados foram obtidos da Empresa de Planejamento e Logística – EPL que está avaliando a possibilidade de inserção do Corredor Sudoeste, compreendido por trechos das rodovias PRC-280, PR-182, PR-483 e PR-180, em um Programa de Parcerias Público-Privada.

Os dados referentes as condições estruturais foram compilados e analisados, sendo apresentados no item 4.5 – Estudos Geotécnicos. Já os dados de cadastro de sinalização e dispositivos de segurança foram utilizados como base, sendo realizada a validação do cadastro por meio da restituição de dados do vídeo registro, sendo apresentados no item 4.4 – Estudos Topográficos e Cadastrais.

#### 4.2.4.2 Dados disponibilizados

Com relação aos dados de condições estruturais e funcionais do pavimento foram fornecidos os dados descritos a seguir:

- Levantamento de deflexões do pavimento;
- Medidas de Irregularidade Longitudinal do Pavimento;
- Inventário do Estado de Superfície do Pavimento;
- Medidas de Afundamento de trilhas de roda.

Com relação aos dados cadastrais da sinalização e dos dispositivos de segurança foram fornecidos os dados descritos a seguir:

- Sinalização horizontal de bordo;
- Sinalização horizontal de eixo;
- Sinalização vertical;
- Dispositivos de segurança (defensas metálicas, barreiras simples e guarda corpo de concreto).

### 4.2.5 Dados de sondagens amostrais da estrutura do pavimento

#### 4.2.5.1 Introdução

Conforme estabelecido no Plano de Trabalho do Programa de Revitalização da Segurança Viária foram disponibilizados dados da estrutura do pavimento existente da rodovia PR-280 por meio dos escritórios regionais do DER-PR.

#### 4.2.5.2 Dados disponibilizados

Os estudos fornecidos contém a avaliação da estrutura do pavimento dos acostamentos (com e sem revestimento asfáltico) contendo os seguintes ensaios:

- Boletim de sondagem com descrição das camadas existentes.
- Caracterização - granulometria por peneiramento, Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP).
- Compactação.
- Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR).
- Expansão.
- Densidade in situ.

Os dados citados acima foram compilados e analisados, sendo apresentados no item 4.5 – Estudos Geotécnicos.

### 4.2.6 Dados de Contagem de Tráfego e taxas de crescimento

#### 4.2.6.1 Introdução

Nos direcionamentos do Plano de Trabalho do Programa de Revitalização da Segurança Viária foi estabelecido que seriam disponibilizados dados de contagem de tráfego da Empresa de Planejamento e Logística S.A, porém estes não foram fornecidos.

Dessa forma, foram realizadas consultas as bases de contagem de tráfego do DNIT do Plano Nacional de Contagem de Tráfego ‑ PNCT onde foram identificados dados consistentes para uso nas projeções do tráfego da PR-280. Não foram previstas contagens de tráfego complementares considerando o período de análise para elaboração do projeto e a situação de pandemia que se instalou no país desde 13 de março de 2020, quando o Ministério da Saúde regulamentou critérios de isolamento e

quarentena. Considera-se que a obtenção de qualquer amostra de tráfego realizada no período compreendido da 2ª quinzena de março até a elaboração deste projeto, não representaria a uniformidade do comportamento viário em quase todas as regiões brasileiras, o que certamente traria um grau de incerteza considerável, passível de contaminação da base de dados históricas, como as utilizadas no estudo.

Ainda assim, ratifica-se que os dados de tráfego utilizados foram avaliados quanto sua coerência e magnitude, sendo considerados satisfatórios para avaliação do tráfego local.

Com relação as projeções de tráfego foram realizadas consultas ao DER-PR sobre a existência de estudos a respeito de taxas de crescimento do tráfego que pudessem ser utilizadas no projeto, inclusive no Programa Estratégico de Infraestrutura e Logística de Transportes do Paraná.

Como não estão disponíveis avaliações desse parâmetro no órgão para a rodovia PR-280 foi proposta uma metodologia de cálculo a partir de índices com impacto sobre o transporte rodoviário de cargas, conforme apresentado a seguir.

#### 4.2.6.2 Dados de tráfego

Como mencionado anteriormente os dados de tráfego foram obtidos do Plano Nacional de Contagem de Tráfego - PNCT do DNIT, da seguinte forma:

- 4 estimativas de Volume Médio Diário (VMD), obtidas das simulações de tráfego realizadas no âmbito do PNCT (Modelagem para o ano de 2018):
  - Posto: 4012 – PR-280 (A);
  - Posto: 4018 – PR-280 (B.1);
  - Posto: 2245 – PR-280 (B.2) – Trecho coincidente com a BR-158;
  - Posto 4021 – PR-280 (B.3);
- 1 posto de contagem volumétrica classificatória permanente (praça de pedágio) de onde foram obtidas as contagens totais mensais (anos 2015 a 2019)
  - P3-4 (Rodovia das Cataratas) – BR-277 km 464+550 – Município de Laranjeiras do Sul;

- 2 postos de contagem volumétrica classificatória com abrangência de 24 horas durante 7 dias:
    - Posto 119 - BR-153 - 02/07/2016 a 08/07/2016;
    - Posto 276 - BR-158 - 01/07/2017 a 07/07/2017.

Os cálculos do volume médio diário anual das zonas de tráfego definidas para a rodovia PR-280 são apresentados em maiores detalhes no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança. Os postos de contagem volumétrica classificatória foram utilizados para obtenção da correlação entre as contagens disponíveis no PNCT (categoria) e as contagens em função da classificação de veículos do DNIT (Quadro de Fabricantes de Veículos).

#### 4.2.6.3 Dados para definição da taxa média de crescimento anual

Para se obter uma forma alternativa para a determinação das projeções de tráfego foram definidas três variáveis de extrema relevância para o crescimento médio do tráfego, quais sejam: 1 – Taxas médias de crescimento do Produto Interno Bruto Per Capita do estado do Paraná obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; 2 – Taxas médias de crescimento da produção de milho e soja obtidas do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES e 3 – Taxas médias de crescimento de praça de pedágio com características similares de deslocamento de cargas obtidas na praça de pedágio P3-4 (BR-277 km 464+550 – Município de Laranjeira do Sul) da Concessionária Rodovia das Cataratas.

A seguir são apresentados os resumos dos dados obtidos e a metodologia utilizada para obtenção das taxas médias do crescimento do tráfego para a PR-280.

Para a avaliação dos dados de produtos internos brutos per capita do estado do Paraná avaliou-se, incialmente, a série histórica do ano de 2002 ao ano de 2018 onde se detectou um crescimento anual atípico entre os anos de 2009 a 2014 da ordem de 10,4 % a 17,2%.

Como a pretensão do Programa de Revitalização da Segurança Viária é de se adotar períodos de projeção de 5 anos optou-se pelo cálculo da taxa média de crescimento anual a partir dos dados do ano de 2014 a 2018, conforme Tabela 4.2.7

apresentada a seguir. Nota-se que o estado do Paraná atinge taxas médias de crescimento anual da ordem de 5,33%, enquanto o Brasil atinge a taxa de 3,53%.

**Tabela 4.2.7 – Dados do Produto Interno Bruto Per Capita (2014 a 2018).**

| ANOS | Paraná | | | Brasil | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Paraná | Variação | Média | Brasil | Variação | Média |
| 2014 | R$ 31.411 | - | 5,33% | R$ 28.500 | - | 3,53% |
| 2015 | R$ 33.769 | 0,075 | | R$ 29.326 | 0,029 | |
| 2016 | R$ 35.740 | 0,058 | | R$ 30.411 | 0,037 | |
| 2017 | R$ 37.221 | 0,041 | | R$ 31.702 | 0,042 | |
| 2018 | R$ 38.643 | 0,038 | | R$ 32.747 | 0,033 | |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de IBGE/IPARDES - Contas Regionais do Brasil.

Para avaliação dos dados de produção de milho e soja do estado do Paraná avaliou-se o período entre o ano de 2011 ao ano de 2018. Observou-se tanto na produção do milho quanto da soja oscilações positivas e negativas ano a ano, sendo observado também que nos anos de crescimento da soja houve, em geral, decréscimo na produção de milho. Isto pode ser justificado pela competitividade entre as áreas de plantio e as estratégias de negócio dos produtores rurais.

Dessa forma, os cálculos da taxa média de crescimento anual levaram em consideração todo o período analisado, sendo calculada a variação média para a produção de milho e soja individualmente e então procedida a avaliação da taxa de ocupação do produto no modal rodoviário pela aplicação do Fator k. Este fator busca traduzir a maior participação do transporte de soja na rodovia PR-280 frente ao transporte de milho. Com isso, atingiu-se a taxa média de crescimento anual de 4,43%, conforme apresentado na Tabela 4.2.8.

**Tabela 4.2.8 – Dados da produção de milho e soja (2011 a 2018).**

| ANOS | Milho | | | | Soja | | | | Taxa média de crescimento ponderada |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Produção (t) | Variação | Média | Fator k | Produção (t) | Variação | Média | Fator k | |
| 2011 | 12441626 | - | 0,023 | 0,32 | 15457911 | - | 0,054 | 0,68 | **4,43%** |
| 2012 | 16516036 | 0,327 | | | 10924321 | -0,293 | | | |
| 2013 | 17353450 | 0,051 | | | 15924318 | 0,458 | | | |
| 2014 | 15807349 | -0,089 | | | 14783712 | -0,072 | | | |
| 2015 | 16223473 | 0,026 | | | 17262381 | 0,168 | | | |
| 2016 | 13489032 | -0,169 | | | 16852229 | -0,024 | | | |
| 2017 | 18225121 | 0,351 | | | 19829990 | 0,177 | | | |
| 2018 | 12065388 | -0,338 | | | 19184455 | -0,033 | | | |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado de IPARDES.

Para a terceira variável da metodologia de cálculo da taxa média de crescimento anual avaliou-se as variações anuais do tráfego de veículos pesados na praça de pedágio considerando-se apenas o sentido leste (rota preferencial do tráfego comercial pesado) para o período entre o ano de 2015 e 2019, conforme Tabela 4.2.9 apresentada a seguir. A taxa média de crescimento anual atingiu o valor de 0,32%.

**Tabela 4.2.9 – Dados de contagem contínua anual - VMDa (2015 a 2019).**

| ANOS | Veículos Leves | Variação | Média | Veículos Pesado | Variação | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2015 | 3.464 | 0,22% | 1,84% | 1.860 | -5,32% | 0,32% |
| 2016 | 3.472 | 6,54% | | 1.761 | 5,49% | |
| 2017 | 3.699 | -2,74% | | 1.857 | -1,57% | |
| 2018 | 3.598 | 3,33% | | 1.828 | 2,70% | |
| 2019 | 3.717 | 0,22% | | 1.878 | -5,32% | |

Fonte: LabTrans (2020) adaptado da Praça de Pedágio P3-4 (Concessionária Rodovia das Cataratas).

Para a definição da taxa média de crescimento anual foi calculada pela média entre as três variáveis identificadas, sendo os cálculos de projeção de tráfego apresentados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança.

## 4.2.7 Dados de Acidentes

### 4.2.7.1 Introdução

Inicialmente, os dados de acidentes foram obtidos diretamente do site do DER-PR no link http://www.der.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=46, onde foram obtidos dados estatísticos globais das rodovias estaduais do Paraná. Porém, para a aplicação da metodologia iRAP e também para interpretação dos dados de acidentes específicos da rodovia PR-280, foi necessário acessar os dados de acidentes disponibilizados pela Engenharia de Tráfego e Segurança Rodoviária do DER. Foram fornecidos dados de acidentes do ano de 2016 até o ano de 2019.

Para a aplicação da metodologia iRAP, os dados de acidente são utilizados para determinar o número de vítimas fatais registrado na rodovia em estudo. Os dados de acidente também são importantes para identificar a porcentagem de acidentes ocorridos por grupo de usuários e tipo de acidente. No caso da metodologia iRAP, os usuários são agrupados em quatro grupos: Ocupantes de Veículos, Motociclistas, Pedestres ou Ciclistas.

Além disso, os acidentes precisam ser identificados de acordo com o tipo, a saber: atropelamento de pedestre ou ciclista, capotamento, choque (barranco ou veículo parado), colisão frontal, colisão longitudinal, colisão transversal, colisão traseira, dentre outros). E, ainda, precisam ser identificados quanto ao tipo de usuário, a saber: ocupantes de veículos, motociclistas, pedestres e ciclistas. A partir dos tipos de acidentes e tipos de usuários a metodologia iRAP é capaz de sugerir contramedidas coerentes, com intuito de promover a redução do número de mortes e feridos graves.

As contramedidas são definidas pela metodologia como soluções de engenharia com vistas ao aumento da segurança viária com efeito de reduzir, atenuar ou anular os efeitos de um determinado tipo de acidente.

Sendo assim, para melhor visualização do padrão de acidentes ocorridos na rodovia PR-280 objeto desse estudo foram apresentadas as informações de acidentes de dois trechos distintos, conforme a seguir.

#### 4.2.7.2 Dados estatísticos de acidentes da rodovia PR-280

Os acidentes ocorridos na rodovia PR-280 são apresentados em Rodovia PR-280 (A) representando o trecho entre a Divisa SC/PR no km 0 e o Entroncamento BR-153 (A) no km 5,94 e Rodovia PR-280 (B) representando o trecho entre Entroncamento BR-153 (B) no km 70,8 e Entroncamento BR-280 (Marmeleiro) no km 254,92.

##### 4.2.7.2.1 Rodovia PR-280 (A)

Este segmento da rodovia PR-280 encontra-se situado na região de União da Vitória com extensão de 5,94 km. Nesse segmento, entre os anos de 2016 e 2019, foram registrados 57 acidentes, que totalizaram 31 vítimas feridas e nenhuma vítima fatal, conforme apresentado na Figura 4.2.4.

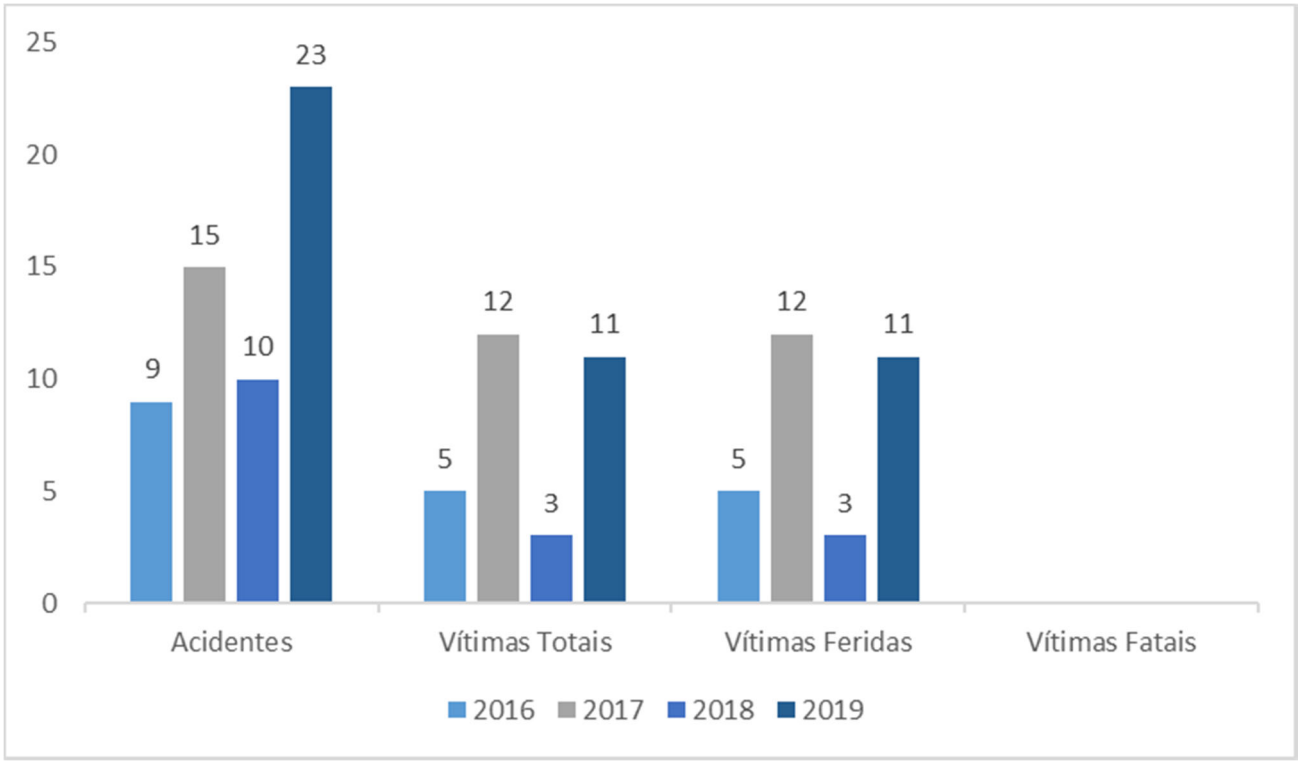



**Figura 4.2.4 – Quantidade de acidentes e vítimas ocorridos na rodovia PR-280 (A) entre os anos de 2016 e 2019.**

Ainda mais, os acidentes ocorridos entre esses anos se distribuem por tipo de acidente conforme ilustra a Figura 4.2.5, apresentando uma variação entre os tipos de acidente ocorridos e a distribuição dos mesmos ao longo dos anos.

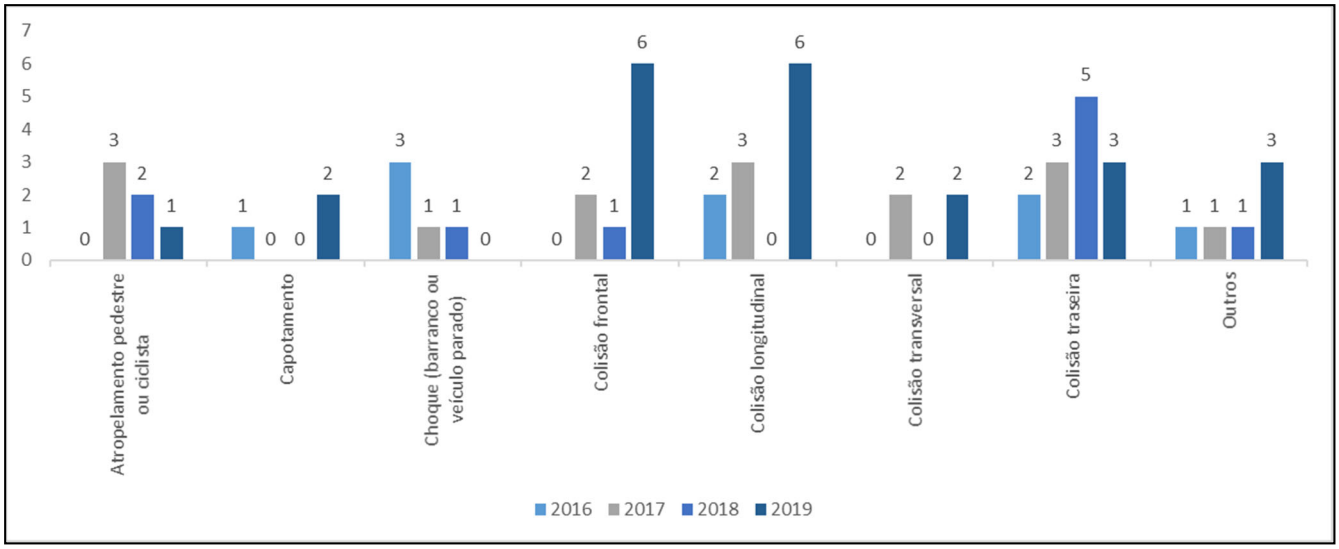



**Figura 4.2.5 – Distribuição por tipo de acidente ocorrido na rodovia PR-280 (A) entre os anos de 2016 e 2019.**

Além disso, os acidentes ocorridos na rodovia PR-280 entre a divisa de SC/PR ao entroncamento da BR-153, nesse período, são apresentados na Figura 4.2.6 de acordo com os tipos de usuários envolvidos.

Nota-se uma predominância de ocupantes de veículos envolvidos nos acidentes, sendo em menor grau para os ciclistas, motociclistas e pedestres, sucessivamente.

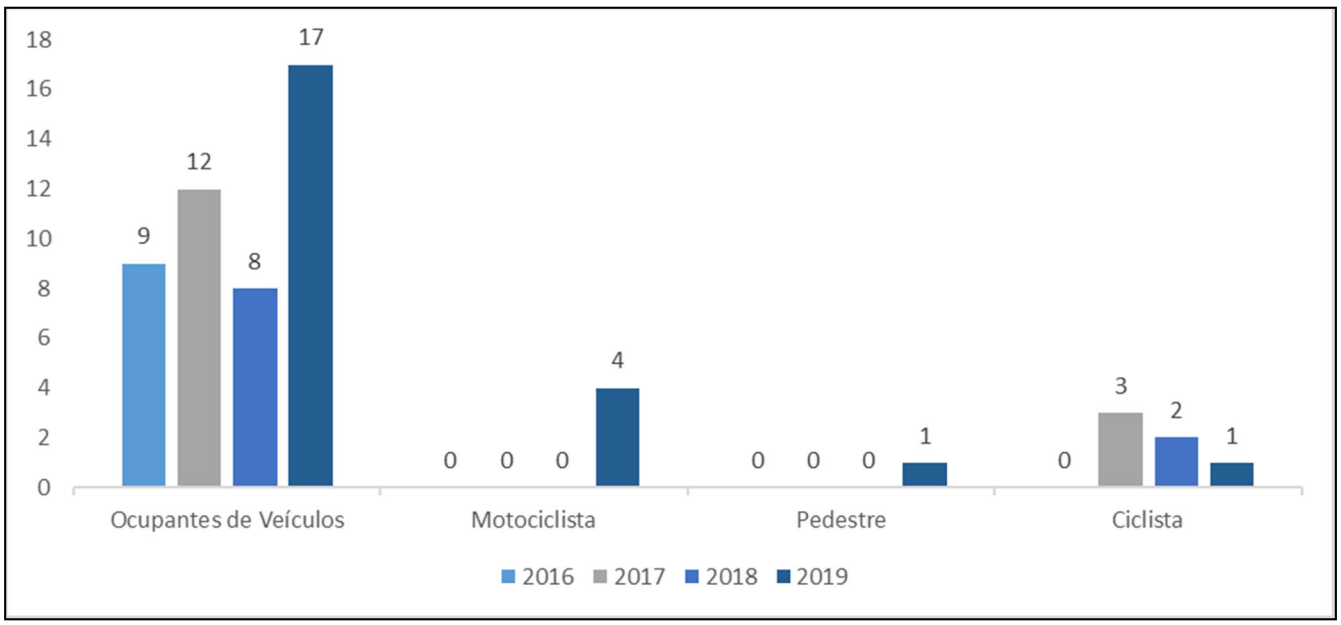



**Figura 4.2.6 – Distribuição por tipo de usuário dos acidentes ocorrido na rodovia PR-280 (A) entre os anos de 2016 e 2019.**

#### 4.2.7.2.2 Rodovia PR-280 (B)

O segmento que engloba a PR-280 do entroncamento da BR-153 até o entroncamento da BR-280 em Marmeleiro inclui os km 70,8 ao 254,92, totalizando uma extensão de 184,12 km. Nesse segmento, entre os anos de 2016 e 2019, foram registrados 980 acidentes, que totalizaram 567 vítimas feridas e 61 vítimas fatais, conforme apresentado na Figura 4.2.7.

É possível observar um aumento no número de acidentes e de vítimas no decorrer dos anos. Dessa forma, torna-se imperativo a adoção de contramedidas de segurança que possam de maneira eficaz promover a redução de acidentes fatais.

Na primeira etapa da 1ª fase do Programa de Revitalização da Segurança Viária correspondente ao Projeto de Ampliação da Capacidade e Segurança serão implementadas contramedidas com objetivo de aumentar o fluxo de veículos em pontos críticos, por meio da implantação de terceiras faixas aumentando os segmentos com permissão de ultrapassagem segura, além da eliminação dos degraus acentuados (desnível maior que 5 cm), reforço da sinalização horizontal e vertical, implantação de dispositivos de segurança e adequação do estado de conservação do pavimento.

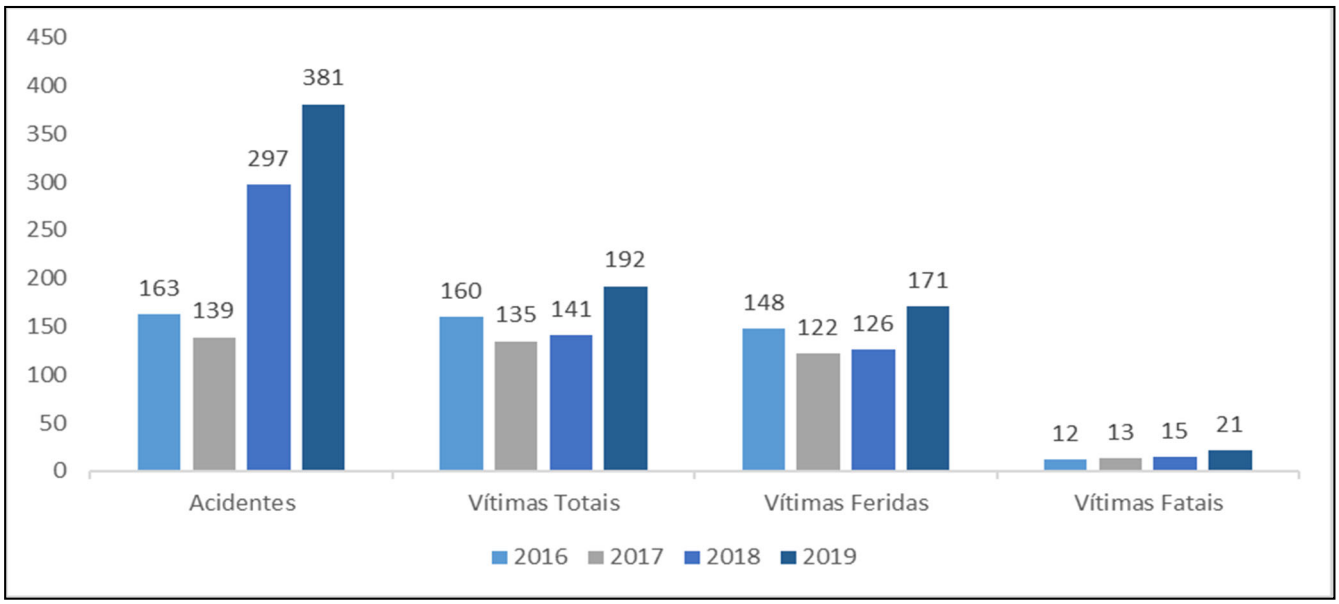



**Figura 4.2.7 – Quantidade de acidentes e vítimas ocorridos na rodovia PR-280 (B) entre os anos de 2016 e 2019.**

Outro aspecto relevante é que os acidentes ocorridos entre esses anos se distribuem por tipo de acidente conforme ilustra a Figura 4.2.8, apresentando uma variação entre os tipos de acidente ocorridos e a distribuição dos mesmos ao longo dos anos.

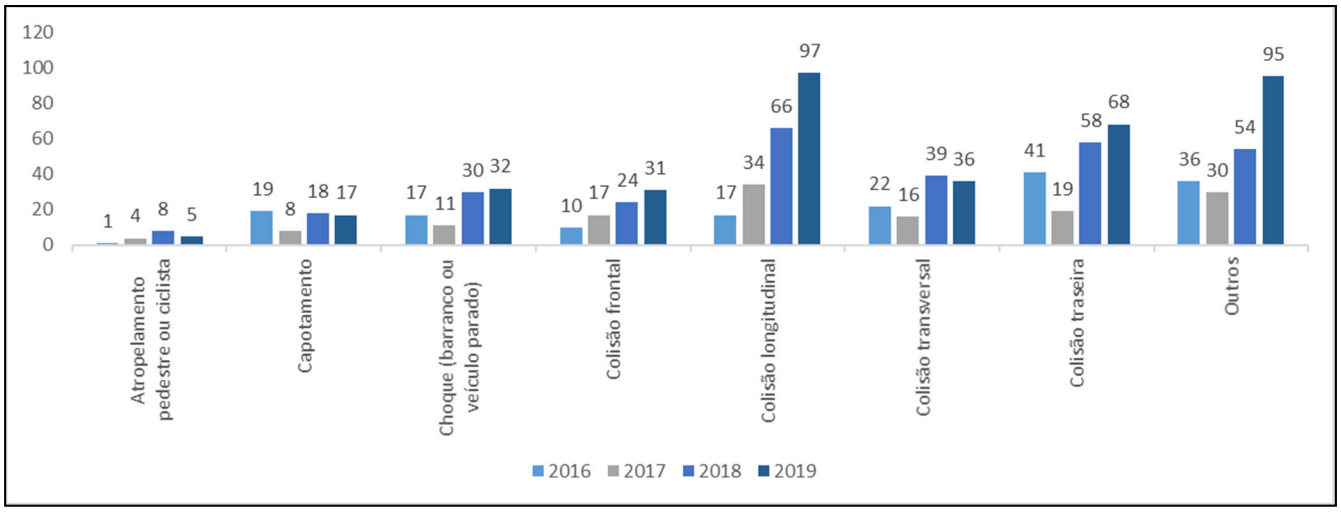



**Figura 4.2.8 – Distribuição por tipo de acidente ocorrido na rodovia PR-280 (B) entre os anos de 2016 e 2019.**

Além disso, os acidentes ocorridos na rodovia PR-280 entre os entroncamentos da BR-153 e BR-280, nesse período, são apresentados na Figura 4.2.9 de acordo com os tipos de usuários envolvidos.

Nota-se uma predominância de ocupantes de veículos envolvidos nos acidentes, sendo bastante reduzido nos casos de motociclistas e pedestres e nulos para os ciclistas.

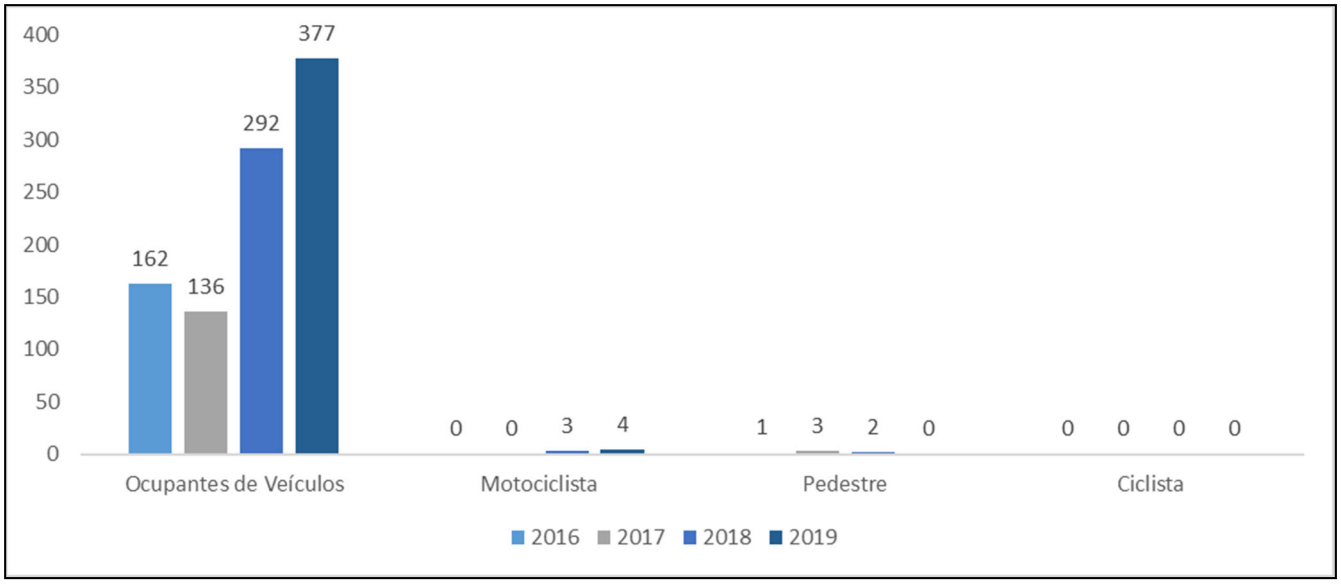



**Figura 4.2.9 – Distribuição por tipo de usuário dos acidentes ocorrido na rodovia PR-280 (B) entre os anos de 2016 e 2019.**

Observa-se tanto no trecho A quanto no trecho B da rodovia PR-280 um número ínfimo de acidentes com pedestres relevando que os dois trechos possuem características predominantemente rurais embora no trecho há exista proximidade com o núcleo urbano.

Outro fato relevante é que no trecho A a indicação do número de acidentes com ciclistas revela que este padrão de deslocamento pela rodovia deve ser cuidadosamente observado. Já para o trecho B este aspecto mostra-se pouco significativo.

## 4.2.8 Perfil de velocidade

### 4.2.8.1 Introdução

O item de coleta de dados de velocidade denominado Perfil de velocidade tem como objetivos principais a determinação da velocidade média e velocidade operacional dos trechos em estudo para inserção na metodologia iRAP e, ainda, servem como indicativo das reduções de velocidade nos trechos com rampas acentuadas. Estes parâmetros de velocidade também são utilizados para a avaliação do Nível de Serviço de segmentos críticos.

Os perfis de velocidade são capazes de revelar as reduções de velocidade, especialmente de veículos pesados, e estão diretamente associadas à declividade e a extensão de rampas ascendentes.

Para obtenção dos perfis de velocidade foram utilizados dados de posicionamento dinâmico de veículos por GPS para registro de coordenadas, elevação e velocidade de deslocamento de forma amostral. A análise destes dados vai permitir associar a geometria, horizontal e vertical, com as condições de deslocamento dos veículos e acidentes.

### 4.2.8.2 Metodologia e equipamentos utilizados

A metodologia consiste em registrar o perfil de velocidade de deslocamento de veículos leves e pesados (carregados), em ambos os sentidos, ao longo de toda rodovia PR-280. Para tanto, o veículo de registro percorre o percurso seguindo os veículos até que se obtenham pelo menos duas amostras consistentes do perfil de velocidade de cada tipo de veículo.

Durante as coletas de dados segmentos de PARE e SIGA, saída de veículos seguidos ou outros aspectos que influenciem o perfil de velocidade tornam o registro anulado, sendo realizada nova amostragem.

Foi utilizado receptor modelo Garmin GPSMap 76CSx, conforme Figura 4.2.10, para registrar as coordenadas e velocidade de deslocamento do veículo de registro.

**Figura 4.2.10 – Receptor GPS utilizado.**

Após a coleta de dados em campo, os dados do rastreio são transferidos para o computador através do software Mapsource, Versão 6.16.3, conforme representado nas

Figuras 4.2.11 e 4.2.12. A informações transferidas incluem o recurso de “registro de pistas, com registro de data/horário, elevação, dados do trecho percorrido (extensão, tempo de percurso, velocidade), sentido e coordenadas (Figuras 4.2.13). Em seguida as informações foram exportadas para planilhas de cálculo que permitiram associar os dados de georreferenciamento com a quilometragem da rodovia (Figuras 4.2.14).

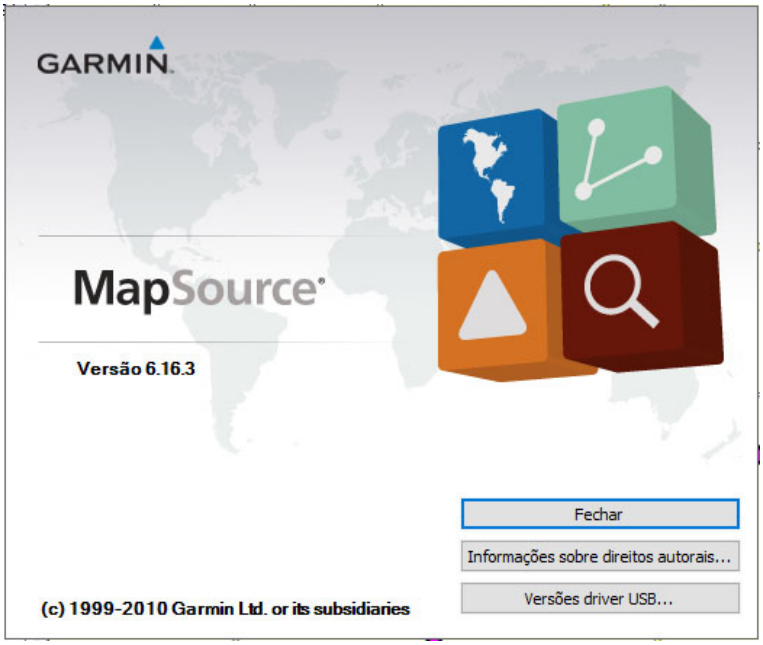



**Figura 4.2.11 – Identificação do software MapSource.**

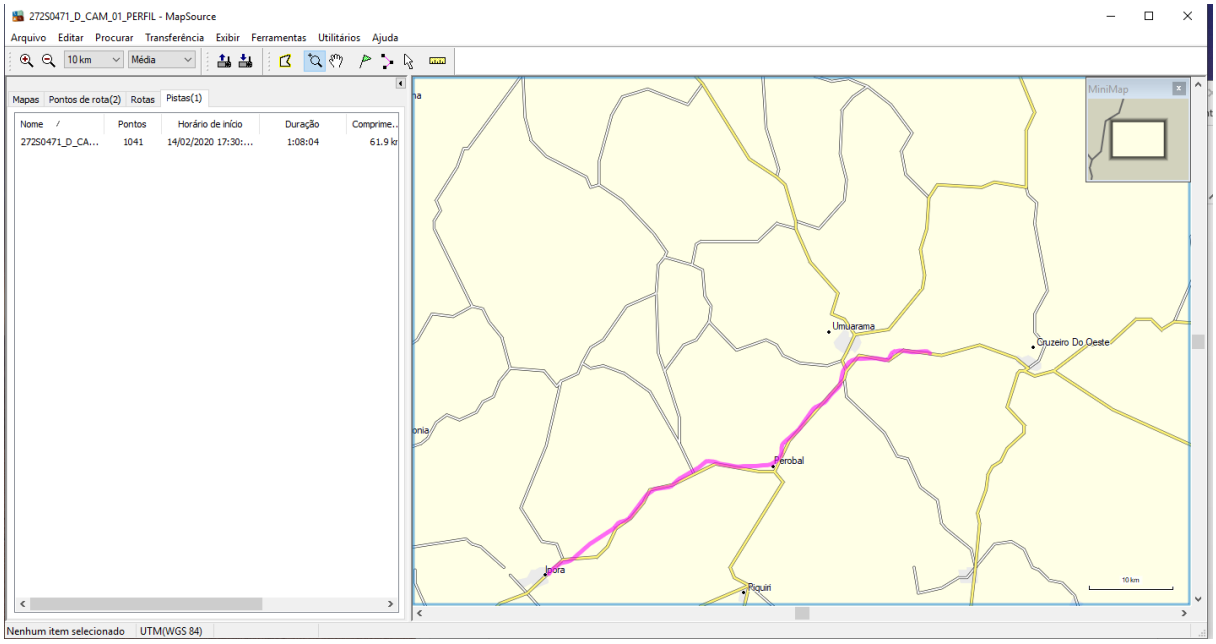



**Figura 4.2.12 – Exemplo da Representação do rastreio no software MapSource.**

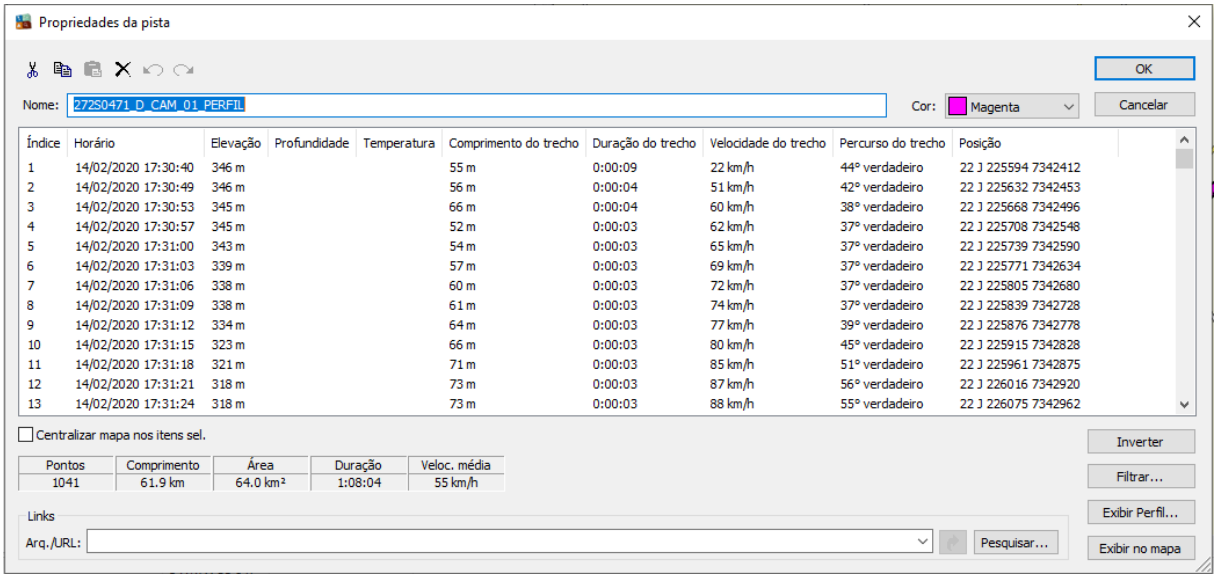



**Figura 4.2.13 – Exemplo de Dados da rota registrada.**

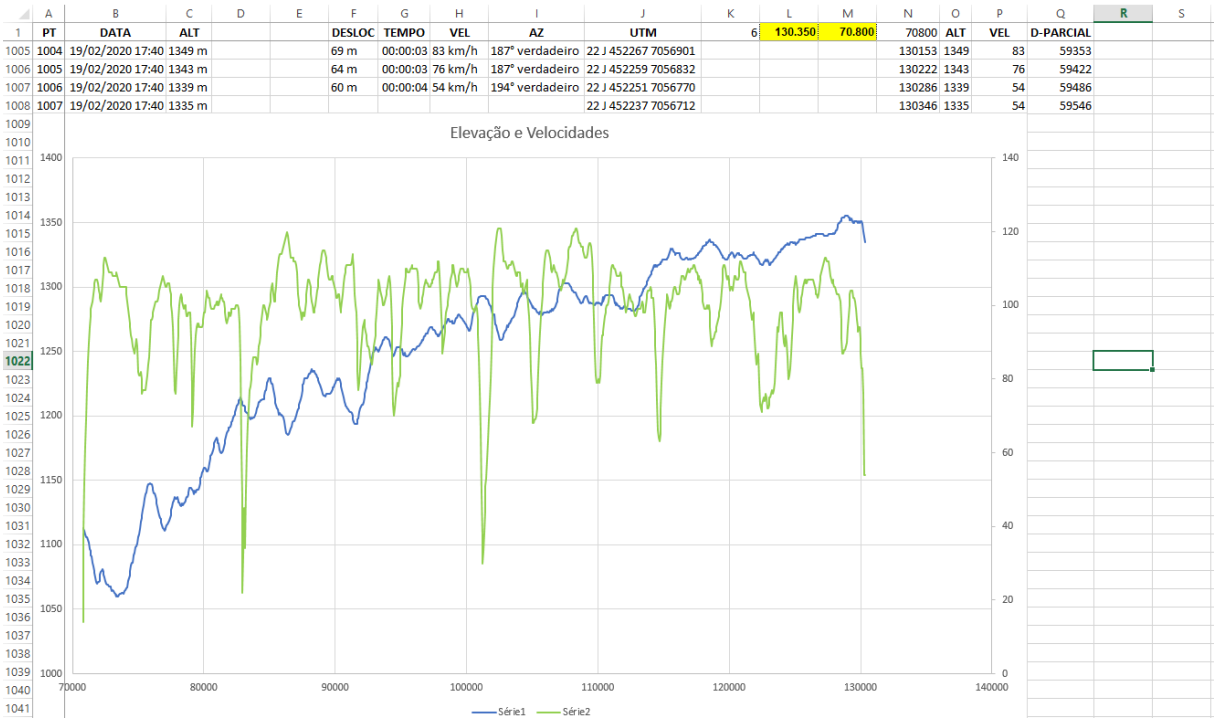



**Figura 4.2.14 – Exemplo da Representação de elevação da via e velocidade de deslocamento ao longo do percurso amostrado.**

### 4.2.8.3 Resultados obtidos

Para obtenção final dos perfis de velocidade foram efetuadas análises de consistência dos dados de rastreio, considerando a continuidade do levantamento, eliminando segmentos redundantes e pontos de leitura discrepantes.

Nos perfis é possível verificar, de forma visual, a correlação predominante entre rampas e velocidades, e elaborar conceitos adicionais para a análise que será desenvolvida no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança.

A análise seguinte deste conjunto de dados deve permitir fornecer informações para a modelagem de simulação de tráfego, bem como informações adicionais para seleção de locais ideais para implantação de 3ª faixa (pontos críticos de congestionamento do tráfego).

A seguir são apresentados os diversos perfis de velocidade obtidos, representando os dados coletados, separados por segmento parcial e veiculo representado, conforme a seguir. A denominação dos perfis X_YWZ_N representa em ordem X = (sentido, C – crescente e D – decrescente), YWZ = (tipo de veículo, CAM – veículos pesados e CAR – veículos leves) e N = (número da amostra, 01 ou 02).

O trecho da rodovia PR-280 (A) foi apresentado de forma contínua, considerando a extensão do levantamento, da seguinte forma:

- Entre km 0,0 e km 5,9

Os dados foram agrupados, conforme a descrição a seguir.

- C_CAM_01 – Caminhão carregado 01, no sentido crescente da rodovia PR-280 (A)
- C_CAM_02 – Caminhão carregado 02, no sentido crescente da rodovia PR-280 (A)
- D_CAM_01 – Caminhão carregado 01, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (A)
- D_CAM_02 – Caminhão carregado 02, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (A)
- C_CAR_01 – Carro de passeio 01, no sentido crescente da rodovia PR-280 (A)
- C_CAR_02 – Carro de passeio 02, no sentido crescente da rodovia PR-280 (A)
- D_CAR_01 – Carro de passeio 01, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (A)

- D_CAR_02 – Carro de passeio 02, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (A)

Os trechos da rodovia PR-280 (B) foram divididos, por condicionantes de operacionais do levantamento, em 3 subsegmentos, da seguinte forma:

- Entre km 70,8 e km 130,4
- Entre km 130,4 e km 194,4
- Entre km 194,4 e km 254,9

Os dados foram agrupados, conforme a descrição a seguir.

- C_CAM_01 – Caminhão carregado 01, no sentido crescente da rodovia PR-280 (B)
- C_CAM_02 – Caminhão carregado 02, no sentido crescente da rodovia PR-280 (B)
- D_CAM_01 – Caminhão carregado 01, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (B)
- D_CAM_02 – Caminhão carregado 02, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (B)
- C_CAR_01 – Carro de passeio 01, no sentido crescente da rodovia PR-280 (B)
- C_CAR_02 – Carro de passeio 02, no sentido crescente da rodovia PR-280 (B)
- D_CAR_01 – Carro de passeio 01, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (B)
- D_CAR_02 – Carro de passeio 02, no sentido decrescente da rodovia PR-280 (B)

Os perfis de velocidades obtidos estão apresentados no item 3.2.8 do Volume 3 – Memória Justificativa.

## 4.3 ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E SEGURANÇA

### 4.3.1 Introdução

Para o desenvolvimento dos Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança foram utilizados os dados obtidos no item 4.2.2 – Vistoria de Campo, no item 4.2.6 – Dados de contagens de tráfego e taxa de crescimento, no item 4.2.7 – Dados de acidentes e no item 4.2.8 – Perfil de velocidade.

A princípio os dados de contagem seriam disponibilizados pela Empresa de Planejamento e Logística S.A – EPL. No entanto, nos dados disponibilizados não foram contemplados os dados de contagem do segmento rodoviário em estudo. Sendo assim, foram utilizados os dados disponibilizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, através do Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT.

O desenvolvimento do Plano Nacional de Contagem de Tráfego procurou e procura cobrir os trechos mais representativos da malha rodoviária de cada estado e, sem dúvida, de fundamental importância, pois seus resultados são subsídios básicos para os estudos de planejamento em geral, estudos econômicos e projetos rodoviários, essenciais ao estabelecimento de critérios para o cumprimento das seguintes finalidades:

- Planejar o sistema rodoviário;
- Programar necessidades e prioridades de melhorias no sistema rodoviário;
- Medir a demanda atual de serviços por via rodoviária;
- Estabelecer as tendências de tráfego no futuro;
- Determinar os volumes de viagens de forma a proporcionar justificativa econômica aos investimentos programados;
- Avaliar o fluxo existente de tráfego em relação ao sistema rodoviário atual;
- Estimar os benefícios dos usuários nas rodovias;
- Estabelecer uma classificação do sistema rodoviário;
- Justificar e planejar o policiamento;
- Estabelecer o veículo de projeto para fins de projeto geométrico;
- Projetar pavimento, obras de arte, seção transversal e outros elementos de rodovia;

- Estudos de localização de postos de pesagem, socorro médico emergencial e etc.;
- Analisar a capacidade e estabelecer o Nível de Serviço;
- Realizar análise estatística de acidentes;
- Localizar e projetar instalações para a operação rodoviária.

Os estudos realizados no ano de 2012 por meio da parceria do Instituto de Pesquisas Rodoviárias com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) identificaram 320 pontos que receberam a instalação de coletas permanentes durante um período de 3 anos. Estas contagens estão baseadas na instalação de equipamentos de contagem de tráfego em que o volume de veículos que passa em determinado ponto da rodovia é contabilizado e classificado, também são obtidos o Peso Bruto Total – PBT, o Peso por Eixo, a Distância entre eixos e a Velocidade Instantânea do veículo.

A modelagem utilizada para a obtenção da estimativa de tráfego para o ano de 2018 foi desenvolvida pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/COPPE). O processo considerou uma matriz da Pesquisa de Origem e Destino, resultado das 4 fases da Pesquisa Nacional de Tráfego (PNT), dos anos de 2016 e 2017; rede viária fundamentada nas bases do Sistema Nacional de Viação - SNV; custos generalizados da rede; Pontos de Contagem de Tráfego (PNT, PNCT, Coleta de Cobertura e postos de pedágio de concessões rodoviárias sob responsabilidade da ANTT, ARTESP e EGR) e modelos de alocação de tráfego multi class (veículos leves e pesados).

Conforme já mencionado, os dados de tráfego para o presente estudo, foram obtidos dos postos de contagem do DNIT (PNT) e da praça de Pedágio da concessionária Rodovia das Cataratas e dados de simulação de tráfego do DNIT (PNCT), conforme a seguir.

- 2 postos de contagem volumétrica classificatória – 7 dias, 24 horas
  - Posto 119 – BR-153 – 02/07/2016 a 08/07/2016;
  - Posto 276 – BR-158 – 01/07/2017 a 07/07/2017.

Estas contagens foram utilizadas para obtenção da correlação entre as contagens disponíveis no PNCT (categoria) e as contagens em função da classificação de veículos do DNIT (Quadro de Fabricantes de Veículos).

Os postos escolhidos foram definidos pelo seu posicionamento geográfico e similaridade do tráfego em relação aos trechos definidos para o projeto, sendo utilizado para o trecho A de União da Vitória, o Posto 119, e para o trecho B do corredor sudoeste, o Posto 276.

- 1 postos de contagem volumétrica classificatória permanentes (praças de pedágio) de onde foram obtidas as contagens totais mensais (anos 2015 a 2019)
    - P3-4 (Rodovia das Cataratas) - BR-277 km 464+550 - Município de Laranjeiras do Sul.

Esta contagem foi utilizada para obtenção das taxas médias de crescimento do fluxo de veículos. A escolha desta praça de pedágio foi definida pela similaridade de padrão de deslocamento oeste para leste (rodovias transversais) e pela disponibilidade de praças de pedágio dentro dos programas de concessão do estado do Paraná.

- 4 estimativas de Volume Médio Diário (VMD), obtidas das simulações de tráfego realizadas no âmbito do PNCT (Modelagem para o ano de 2018)
    - Posto: 4012 – PR-280 (A);
    - Posto: 4018 – PR-280 (B.1);
    - Posto: 2245 – PR-280 (B.2) – Trecho coincidente com a BR-158;
    - Posto 4021 – PR-280 (B.3).

Estas simulações de tráfego foram utilizadas como base para obtenção do VMD das diversas zonas de tráfego observadas ao longo da rodovia PR-280. Estes postos foram escolhidos em função do seu posicionamento na rodovia PR-280 e as zonas de tráfego estabelecidas, buscando a melhor representatividade do tráfego local.

### 4.3.2 Contagens volumétricas classificatórias

Apresentam-se a seguir as Tabelas 4.3.1 a 4.3.2 com as contagens volumétricas e classificatórias dos dois postos de contagem indicados anteriormente.

## Tabela 4.3.1 – Contagem de Tráfego Volumétrica Classificatória - Posto 119.

**RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (PNT 2016 - DNIT)**

Rodovia: BR-153 | Posto: 119 | SNV: 153BPR1480 | Sentido: | AB: Entr BR-280(a)/PR-446 ao Entr PR-170 | BA: Entr PR-170 ao Entr BR-280(a)/PR-446

| Tipos de Veículo | Cod | Dias de Pesquisa | | | | | | | | | | | | | | | | Média | | | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 02/07/2016 | | | 03/07/2016 | | | 04/07/2016 | | | 05/07/2016 | | | 06/07/2016 | | | 07/07/2016 | | | 08/07/2016 | | | | |
| | | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | | |
| | P1 | 1.159 | 930 | 2.089 | 1.017 | 1.136 | 2.153 | 1.069 | 1.100 | 2.169 | 1.101 | 963 | 2.064 | 1.022 | 901 | 1.923 | 1.126 | 1.119 | 2.245 | 1.549 | 1.259 | 2.808 | 1.149 | 1.058 | 2.207 | 33,88 |
| | P2 | 36 | 47 | 83 | 36 | 19 | 55 | 27 | 33 | 60 | 31 | 52 | 83 | 48 | 38 | 86 | 40 | 39 | 79 | 43 | 43 | 86 | 37 | 39 | 76 | 1,17 |
| | P3 | 247 | 237 | 484 | 211 | 194 | 405 | 308 | 266 | 574 | 241 | 272 | 513 | 239 | 297 | 536 | 321 | 302 | 623 | 388 | 345 | 733 | 279 | 273 | 553 | 8,48 |
| | O1 | 17 | 22 | 39 | 18 | 12 | 30 | 37 | 37 | 74 | 24 | 26 | 50 | 19 | 28 | 47 | 31 | 51 | 82 | 35 | 41 | 76 | 26 | 31 | 57 | 0,87 |
| | O2 | 33 | 28 | 61 | 18 | 25 | 43 | 24 | 22 | 46 | 26 | 34 | 60 | 16 | 23 | 39 | 28 | 28 | 54 | 23 | 33 | 56 | 24 | 28 | 51 | 0,79 |
| | O3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 6 | 5 | 2 | 7 | 1 | 1 | 2 | 6 | 9 | 15 | 3 | 19 | 22 | 1 | 4 | 5 | 2 | 6 | 8 | 0,13 |
| | C1 | 99 | 85 | 184 | 58 | 79 | 137 | 125 | 149 | 274 | 191 | 160 | 351 | 182 | 178 | 360 | 197 | 176 | 373 | 173 | 138 | 311 | 146 | 138 | 284 | 4,36 |
| | C2 | 239 | 184 | 423 | 143 | 259 | 402 | 266 | 322 | 588 | 390 | 428 | 818 | 361 | 331 | 692 | 483 | 276 | 759 | 385 | 271 | 656 | 324 | 296 | 619 | 9,51 |
| | C3 | 10 | 5 | 15 | 61 | 3 | 64 | 7 | 10 | 17 | 6 | 3 | 9 | 85 | 22 | 107 | 10 | 4 | 14 | 1 | 3 | 4 | 26 | 7 | 33 | 0,5 |
| | C4 | 69 | 62 | 131 | 64 | 58 | 122 | 55 | 54 | 109 | 74 | 83 | 157 | 80 | 56 | 136 | 75 | 99 | 174 | 108 | 53 | 161 | 75 | 66 | 141 | 2,17 |
| | C5 | 3 | 6 | 9 | 2 | 0 | 2 | 19 | 6 | 25 | 3 | 8 | 11 | 12 | 13 | 25 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 5 | 6 | 5 | 12 | 0,18 |
| | R1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | R2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0,03 |
| | R3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 8 | 0 | 8 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0,03 |
| | R4 | 6 | 3 | 9 | 3 | 0 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 5 | 18 | 2 | 18 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 6 | 0,1 |
| | R5 | 2 | 3 | 5 | 3 | 0 | 3 | 5 | 4 | 9 | 4 | 4 | 8 | 5 | 12 | 17 | 1 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 7 | 0,11 |
| | R6 | 1 | 2 | 3 | 21 | 0 | 21 | 2 | 6 | 8 | 26 | 2 | 28 | 3 | 1 | 4 | 13 | 4 | 17 | 0 | 2 | 2 | 9 | 2 | 12 | 0,18 |
| | S1 | 1 | 4 | 5 | 4 | 0 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 8 | 0 | 1 | 1 | 2 | 14 | 16 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 6 | 0,09 |
| | S2 | 39 | 19 | 58 | 38 | 25 | 63 | 18 | 12 | 30 | 54 | 28 | 82 | 41 | 30 | 71 | 35 | 86 | 121 | 17 | 21 | 38 | 35 | 32 | 66 | 1,02 |
| | S3 | 152 | 125 | 277 | 98 | 114 | 212 | 76 | 82 | 158 | 129 | 111 | 240 | 122 | 128 | 250 | 191 | 153 | 344 | 153 | 75 | 228 | 132 | 113 | 244 | 3,75 |
| | S4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 2 | 4 | 13 | 17 | 7 | 0 | 7 | 2 | 8 | 10 | 3 | 4 | 6 | 0,1 |
| | S5 | 43 | 58 | 101 | 23 | 13 | 36 | 17 | 3 | 20 | 26 | 9 | 35 | 49 | 46 | 95 | 35 | 103 | 138 | 35 | 9 | 44 | 33 | 34 | 67 | 1,03 |
| | S6 | 696 | 632 | 1.328 | 446 | 631 | 1.077 | 436 | 718 | 1.154 | 726 | 836 | 1.562 | 830 | 927 | 1.757 | 954 | 793 | 1747 | 942 | 553 | 1.495 | 719 | 727 | 1.446 | 22,19 |
| | SE1 | 216 | 144 | 360 | 116 | 121 | 237 | 137 | 232 | 369 | 183 | 247 | 430 | 221 | 236 | 457 | 281 | 281 | 562 | 218 | 208 | 426 | 196 | 210 | 406 | 6,23 |
| | SE2 | 44 | 24 | 68 | 11 | 14 | 25 | 8 | 25 | 33 | 12 | 15 | 27 | 28 | 23 | 51 | 24 | 44 | 68 | 24 | 18 | 42 | 22 | 23 | 45 | 0,69 |
| | SE3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 4 | 10 | 2 | 0 | 2 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0,05 |
| | SE4 | 3 | 7 | 10 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | 3 | 5 | 5 | 10 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 5 | 0,08 |
| | SE5 | 42 | 42 | 84 | 29 | 24 | 53 | 24 | 37 | 61 | 39 | 60 | 99 | 48 | 46 | 94 | 38 | 104 | 140 | 28 | 59 | 87 | 35 | 53 | 88 | 1,35 |
| | MOTO | 28 | 31 | 59 | 41 | 25 | 66 | 31 | 41 | 72 | 29 | 34 | 63 | 25 | 27 | 52 | 28 | 24 | 52 | 39 | 29 | 68 | 32 | 30 | 62 | 0,95 |
| TOTAL | | 3.185 | 2.702 | 5.887 | 2.469 | 2.760 | 5.229 | 2.707 | 3.180 | 5.887 | 3.327 | 3.382 | 6.709 | 3.453 | 3.404 | 6.857 | 3.948 | 3.737 | 7.685 | 4.170 | 3.186 | 7.356 | 3.323 | 3.193 | 6.516 | 100 |
| ( % ) | | 54,1 | 45,9 | 100 | 47,2 | 52,8 | 100 | 46 | 54 | 100 | 49,6 | 50,4 | 100 | 50,4 | 49,6 | 100 | 51,4 | 48,6 | 100 | 56,7 | 43,3 | 100 | 51 | 49 | 100 | |

## Tabela 4.3.2 – Contagem de Tráfego Volumétrica Classificatória - Posto 276.

**RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (PNCT 2017 - DNIT)**

Rodovia: BR-158 Posto: SNV: 158BPR1010 Sentido: AB: Entr BR-280(a) ao Entr BR-280(b) (Vitorino) BA: Entr BR-280(b) (Vitorino) ao Entr BR-280(a)

| Tipos de Veículo | Cod | Dias de Pesquisa | | | | | | | | | | | | | | | | Média | | | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 01/07/2017 | | | 02/07/2017 | | | 03/07/2017 | | | 04/07/2017 | | | 05/07/2017 | | | 06/07/2017 | | | 07/07/2017 | | | | | |
| | | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | A-B | B-A | TOT | |
| | P1 | 2.724 | 2.514 | 5.238 | 2.516 | 2.794 | 5.310 | 2.780 | 2.851 | 5.631 | 2.725 | 2.788 | 5.513 | 2.632 | 2.762 | 5.394 | 3.129 | 2.979 | 6.108 | 3.380 | 3.153 | 6.513 | 2.838 | 2.834 | 5.672 | 57,3 |
| | P2 | 59 | 35 | 94 | 26 | 24 | 50 | 109 | 119 | 228 | 106 | 98 | 204 | 112 | 120 | 232 | 124 | 117 | 241 | 128 | 102 | 230 | 95 | 88 | 183 | 1,85 |
| | P3 | 395 | 417 | 812 | 336 | 298 | 634 | 563 | 568 | 1.131 | 706 | 632 | 1.338 | 720 | 578 | 1.298 | 543 | 509 | 1.052 | 672 | 670 | 1.342 | 562 | 525 | 1.087 | 10,98 |
| | O1 | 32 | 36 | 68 | 14 | 21 | 35 | 52 | 61 | 113 | 65 | 73 | 138 | 54 | 64 | 118 | 59 | 55 | 114 | 68 | 80 | 148 | 49 | 56 | 105 | 1,06 |
| | O2 | 44 | 49 | 93 | 39 | 37 | 76 | 55 | 39 | 94 | 49 | 43 | 92 | 36 | 41 | 77 | 44 | 37 | 81 | 36 | 35 | 71 | 43 | 40 | 83 | 0,84 |
| | O3 | 4 | 6 | 10 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 5 | 6 | 1 | 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 6 | 2 | 8 | 10 | 2 | 4 | 6 | 0,06 |
| | C1 | 137 | 138 | 275 | 58 | 88 | 146 | 310 | 328 | 638 | 321 | 324 | 645 | 368 | 334 | 702 | 326 | 339 | 665 | 369 | 348 | 717 | 270 | 271 | 541 | 5,47 |
| | C2 | 145 | 140 | 285 | 121 | 121 | 242 | 319 | 294 | 613 | 323 | 339 | 662 | 333 | 350 | 683 | 373 | 367 | 740 | 268 | 339 | 607 | 269 | 279 | 547 | 5,53 |
| | C3 | 7 | 4 | 11 | 1 | 9 | 10 | 7 | 8 | 15 | 1 | 18 | 19 | 0 | 30 | 30 | 20 | 2 | 22 | 4 | 6 | 10 | 6 | 11 | 17 | 0,17 |
| | C4 | 37 | 22 | 59 | 22 | 21 | 43 | 49 | 57 | 106 | 68 | 61 | 129 | 68 | 60 | 128 | 71 | 60 | 131 | 49 | 55 | 104 | 52 | 48 | 100 | 1,01 |
| | C5 | 8 | 20 | 28 | 1 | 12 | 13 | 12 | 12 | 24 | 10 | 19 | 29 | 11 | 24 | 35 | 23 | 22 | 45 | 15 | 7 | 22 | 11 | 17 | 28 | 0,28 |
| | R1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | R2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,01 |
| | R3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0,01 |
| | R4 | 1 | 6 | 7 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 6 | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 9 | 2 | 3 | 5 | 0,05 |
| | R5 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0,02 |
| | R6 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0,01 |
| | S1 | 7 | 7 | 14 | 0 | 0 | 0 | 6 | 8 | 14 | 9 | 2 | 11 | 1 | 12 | 13 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | 6 | 4 | 4 | 9 | 0,09 |
| | S2 | 15 | 20 | 35 | 3 | 5 | 8 | 19 | 8 | 27 | 5 | 14 | 19 | 10 | 15 | 25 | 11 | 14 | 25 | 9 | 13 | 22 | 10 | 13 | 23 | 0,23 |
| | S3 | 57 | 13 | 70 | 14 | 13 | 27 | 29 | 18 | 47 | 34 | 24 | 58 | 35 | 31 | 66 | 31 | 39 | 70 | 35 | 22 | 57 | 34 | 23 | 56 | 0,57 |
| | S4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0,02 |
| | S5 | 9 | 7 | 16 | 4 | 3 | 7 | 10 | 12 | 22 | 13 | 10 | 23 | 4 | 16 | 20 | 2 | 3 | 5 | 8 | 6 | 14 | 7 | 8 | 15 | 0,15 |
| | S6 | 227 | 217 | 444 | 150 | 289 | 439 | 268 | 351 | 619 | 305 | 376 | 681 | 389 | 372 | 761 | 371 | 341 | 712 | 318 | 379 | 697 | 290 | 332 | 622 | 6,28 |
| | SE1 | 128 | 168 | 296 | 102 | 213 | 315 | 270 | 268 | 538 | 232 | 239 | 471 | 208 | 310 | 518 | 257 | 330 | 587 | 259 | 339 | 598 | 208 | 287 | 475 | 4,8 |
| | SE2 | 5 | 21 | 26 | 4 | 12 | 16 | 10 | 14 | 24 | 7 | 4 | 11 | 10 | 16 | 26 | 13 | 9 | 22 | 6 | 74 | 80 | 8 | 21 | 29 | 0,3 |
| | SE3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 9 | 1 | 1 | 2 | 0,02 |
| | SE4 | 1 | 5 | 6 | 2 | 3 | 5 | 0 | 2 | 2 | 2 | 6 | 8 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 3 | 4 | 0,04 |
| | SE5 | 16 | 12 | 28 | 9 | 11 | 20 | 25 | 21 | 46 | 16 | 20 | 36 | 22 | 9 | 31 | 17 | 15 | 32 | 21 | 32 | 53 | 18 | 17 | 35 | 0,36 |
| | MOTO | 122 | 105 | 227 | 95 | 108 | 203 | 119 | 127 | 246 | 108 | 109 | 217 | 121 | 132 | 253 | 134 | 139 | 273 | 166 | 153 | 319 | 124 | 125 | 248 | 2,51 |
| TOTAL | | 4.182 | 3.969 | 8.151 | 3.523 | 4.086 | 7.609 | 5.020 | 5.173 | 10.193 | 5.118 | 5.205 | 10.323 | 5.139 | 5.285 | 10.424 | 5.552 | 5.387 | 10.939 | 5.810 | 5.844 | 11.654 | 4.906 | 4.983 | 9.889 | 100 |
| (%) | | 51,3 | 48,7 | 100 | 46,3 | 53,7 | 100 | 48,2 | 50,8 | 100 | 49,8 | 50,4 | 100 | 49,3 | 50,7 | 100 | 50,8 | 49,2 | 100 | 49,9 | 50,1 | 100 | 49,6 | 50,4 | 100 | |

### 4.3.3 Processamento dos dados e determinação dos parâmetros do tráfego

#### 4.3.3.1 Introdução

Os dados obtidos através das simulações de tráfego realizadas no âmbito do PNCT foram processados de forma a obter a determinação dos seguintes parâmetros:

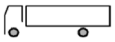
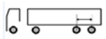
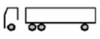
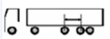
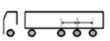
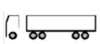
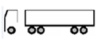
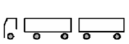
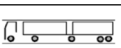
- Volume médio diário anual – VMDa;
- Composição da frota;
- Projeções do tráfego;
- Número “N”.

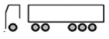
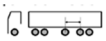
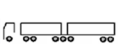
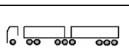
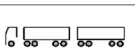
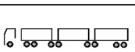
#### 4.3.3.2 Volume médio diário anual - VMDa

A estimativa do volume de tráfego VMDa dos trechos rodoviários em questão é composta pelo volume de tráfego obtido nas simulações do PNCT e atualizados pela correlação das contagens volumétricas classificatórias do PNT.

As categorias (A a J), apresentadas nas planilhas a seguir seguem o estabelecido pela classificação veicular do edital n° 811/2012, conforme pode ser observado na Tabela 4.3.3 a seguir.

## Tabela 4.3.3 – Classificação Veicular (PNCT).

| Classe | Tipo Veículo | Classe | Silhueta | Quantidade de Eixos |
|---|---|---|---|---|
| A | Ônibus | 2CB | | 2 |
| | Caminhão simples | 2C |  | 2 |
| B | Ônibus truncado | 3BC | | 3 |
| | Caminhão truncado | 3C | | 3 |
| | Caminhão + semireboque | 2S1 | | 3 |
| C | Caminhão duplo direcional truncado | 4CD | | 4 |
| | Caminhão + semireboque | 2S2 | | 4 |
| | | 2I2 |  | 4 |
| | | 3S1 |  | 4 |
| | Caminhão + reboque | 2C2 | | 4 |
| | Caminhão + 2 semireboques | 2DL2 | | 4 |
| D | Caminhão + semireboque | 2S3 | | 5 |
| | | 2I1 |  | 5 |
| | | 2I3 |  | 5 |
| | Caminhão truncado + semireboque | 3S2 |  | 5 |
| | | 3I2 |  | 5 |
| | Caminhão + reboque | 2C3 | | 5 |
| | Caminhão truncado + reboque | 3C2 | | 5 |
| | Caminhão + semireboque + reboque | 2N3 |  | 5 |
| | Caminhão + 2 semireboques | 3DL | | 5 |
| | | 2LD | | 5 |
| | | 2JD |  | 5 |

| Classe | Tipo Veículo | Classe | Silhueta | Quantidade de Eixos |
|---|---|---|---|---|
| E | Caminhão truncado + semireboque | 3S3 |  | 6 |
| | | 3I1 |  | 6 |
| | | 3I3 | | 6 |
| | Caminhão truncado + reboque | 4R2 | | 6 |
| | Caminhão + reboque | 2R4 | | 6 |
| | Caminhão Romeu e Julieta - Caminhão truncado + reboque | 3C3 | | 6 |
| | Caminhão truncado + semireboque + reboque | 3N3 | | 6 |
| | Caminhão + semireboque + reboque | 2N4 | | 6 |
| | | 2L4 | | 6 |
| | | 2J4 | | 6 |
| | Caminhão truncado + 2 semireboques | 3JD | | 6 |
| | | 3LD | | 6 |
| | | 2D4 | | 6 |
| F | Caminhão + semireboque + reboque | 4R3 | | 7 |
| | Caminhão Romeu e Julieta - Caminhão truncado + reboque | 3D4 | | 7 |
| | Bi trem articulado - Caminhão truncado + 2 semireboque | 3T4 | | 7 |
| | Caminhão + semireboque + reboque | 3N4 | | 7 |
| | Treminhão - Caminhão truncado + 2 reboques | 3Q4 | | 7 |
| G | Caminhão truncado + 2 semireboques | 3V5 |  | 8 |
| | | 3P5 | | 8 |
| | Caminhão + semireboque + reboque | 3J5 | | 8 |
| | Caminhão + 2 reboques | 3M5 | | 8 |
| H | Caminhão truncado + 2 semireboques | 3M6 |  | 9 |
| | Rodotrem - Caminhão truncado + semireboque + reboque com dolly | 3T6 |  | 9 |
| | Tri Trem - Caminhão truncado + 3 semireboques | 3R6 |  | 9 |
| I | Veículos de passeio e Utilitários | TP | | 2 |
| J | Motocicletas | TP | | 2 |

### 4.3.3.3 PR-280 (A) – segmento: Divisa SC/PR – Entroncamento BR-153 (A)

A estimativa do volume de tráfego VMDa do trecho rodoviário em questão é composta pelo volume de tráfego obtido das simulações de tráfego para o ano de 2018, conforme a Tabela 4.3.4 a seguir:

- PR-280 (A - Zona 1) Divisa SC/PR ao Entroncamento BR-153 (A).

Esta Zona de tráfego, número 1, equivale ao trecho definido pelo SRE do DER-PR com a seguinte descrição: DIVISA PR/SC (UNIÃO DA VITÓRIA/PORTO UNIÃO) no km 0,0 ao ENTR. BR-153 (A) PR-446 no km 5,94.

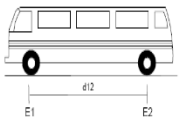
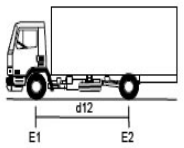
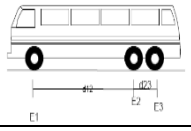
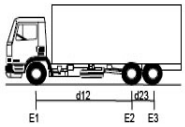
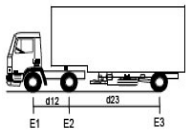
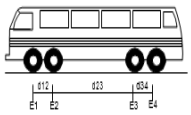
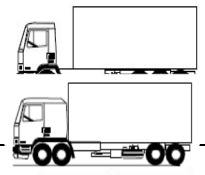
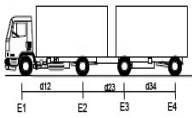
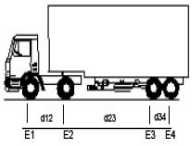
**Tabela 4.3.4 – Classificação Veicular (PNCT).**

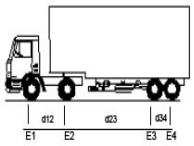
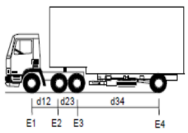
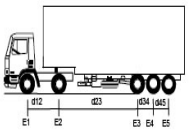
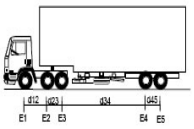
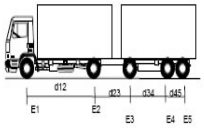
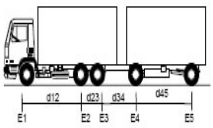
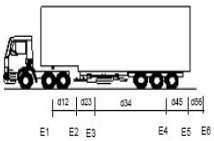
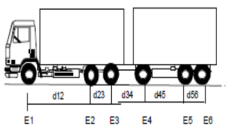
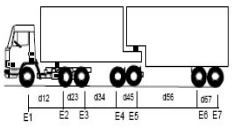
| RESUMO DA SIMULAÇÂO DE TRÁFEGO (PNCT) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | Posto: | 4012 | | | Sentido: | | AB: | DIV SC/PR (PORTO UNIÃO/UNIÃO DA VITÓRIA) - ENTR BR-153(A)/PR-446 | | |
| PNV: | 280BPR0170 | | | Ano: | 2018 | | | | | BA: | ENTR BR-153(A)/PR-446 - DIV SC/PR (PORTO UNIÃO/UNIÃO DA VITÓRIA) | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | |
| AB (DIV SC/PR - ENTR BR-153(A)) | 141 | 192 | 160 | 81 | 240 | 79 | 0 | 16 | 1277 | 36 | 2.222 | 1.314 | 908 |
| BA (ENTR BR-153(A) - DIV SC/PR) | 130 | 176 | 146 | 91 | 271 | 89 | 1 | 18 | 1309 | 37 | 2.266 | 1.347 | 920 |
| **VMDa** | **271** | **368** | **306** | **171** | **511** | **168** | **1** | **33** | **2587** | **73** | **4.488** | **2.660** | **1.828** |

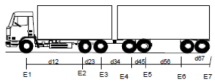
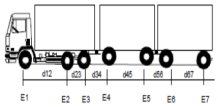
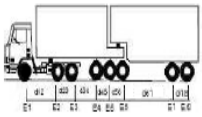
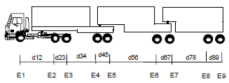
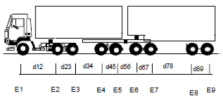
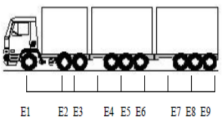
#### 4.3.3.3.1 Composição do tráfego

Para definição da composição do tráfego foi necessário a utilização do Posto de Contagem 119 do PNT 2016 do DNIT a partir do qual se definiu a correlação entre a simulação do PNCT e a classificação do Quadro de Fabricantes de Veículos adotada pelo DNIT. A Tabela 4.3.5 apresentada a seguir mostra as correlações obtidas.

**Tabela 4.3.5 – Quadro de correlação de contagens (Concessões x PNT 2016/DNIT x Classificação DNIT)**

| Classe (PNT 2016/DNIT) | Categoria (Concessões) | Qtde. Eixos | Composições | Silhuetas | Classes (nomenclatura DNIT) | % veíc. do Eixo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O1 | 2 | 2 | **Ônibus** |  | 2C | 16,72 |
| C1 | 2 | 2 | **Caminhão** |  | 2C | 83,28 |
| | | | | | | |
| O2 | 3 | 3 | **Ônibus** |  | 3CB | 7,41 |
| C2 / C5 | 3 | 3 | **Caminhão Trucado** |  | 3C | 91,72 |
| S1 | 3 | 3 | **Caminhão Trator + Semi-Reboque** |  | 2S1 | 0,87 |
| | | | | | | |
| O3 | 4 | 4 | **Ônibus** |  | 4CB | 3,13 |
| C3 | 4 | 4 | **Caminhão Simples** |  | 4C | 12,89 |
| C4 | 4 | 4 | **Caminhão Duplo Direcional** |  | 4CD | 55,08 |
| R2 | 4 | 4 | **Caminhão + Reboque** |  | 2C2 | 0,78 |

| Classe (PNT 2016/DNIT) | Categoria (Concessões) | Qtde. Eixos | Composições | Silhuetas | Classes (nomenclatura DNIT) | % veíc. do Eixo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S2 | 4 | 4 | **Caminhão Trator + Semi-Reboque** |  | 2S2 | 25,78 |
| S4 | 4 | 4 | **Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque** |  | 3S1 | 2,34 |
| | | | | | | |
| S3 | 5 | 5 | **Caminhão Trator + Semi-Reboque** |  | 2S3 | 76,49 |
| S5 | 5 | 5 | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque** |  | 3S2 | 21,00 |
| R3 | 5 | 5 | **Caminhão + Reboque** |  | 2C3 | 0,63 |
| R4 | 5 | 5 | **Caminhão Trucado + Reboque** |  | 3C2 | 1,88 |
| | | | | | | |
| S6 | 6 | 6 | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque** |  | 3S3 | 99,52 |
| R5 | 6 | 6 | **Caminhão Trucado +Reboque** |  | 3C3 | 0,48 |
| | | | | | | |
| SE1 | 7 | 7 | **Bitrem Articulado (Caminhão Trator Trucado + Dois Semi-Reboques)** |  | 3T4 | 97,13 |

| Classe (PNT 2016/DNIT) | Categoria (Concessões) | Qtde. Eixos | Composições | Silhuetas | Classes (nomenclatura DNIT) | % veíc. do Eixo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R6 | 7 | 7 | **Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)** |  | 3D4 | 2,87 |
| R1 | 7 | 7 | **Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)** |  | 3Q4 | 0,00 |
| | | | | | | |
| SE4 | 8 | 8 | **Caminhão Trator Trucado + dois Semi-Reboques** |  | 3V5 | 100,00 |
| | | | | | | |
| SE3 | 9 | 9 | **Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques)** |  | 3T6 | 33,09 |
| SE2 | 9 | 9 | **Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)** |  | 3T6 | 2,21 |
| SE5 | 9 | 9 | **Treminhão de 9 eixos (caminhão trucado + dois reboques)** |  | 3Q6 | 64,71 |

A partir dos percentuais de veículos definidos para cada quantidade de eixos descritos na Tabela 4.3.5 elaborou-se a Tabela 4.3.6 que apresenta o Volume médio diário anual – VMDa 2018 de acordo com a classificação adotada pelo DNIT. Esta correlação permite maior acurácia na apuração do Fator de Veículo médio da frota, conforme apresentado a seguir.

## Tabela 4.3.6 – Volume médio diário anual – VMDa 2018.

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | SNV: | SENTIDO | | | AB | BA | **VMDa** |
| PR-280 | 280BPR0170 | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | Moto | | 36 | 37 | **73** |
| | | | Auto | | 1277 | 1309 | **2587** |
| | | | Ônibus | 2C | 24 | 22 | **46** |
| | | | | 3CB | 14 | 13 | **27** |
| | | | | 4CB | 5 | 5 | **10** |
| Posto: | Ano: | | Caminhões | 2C | 118 | 108 | **226** |
| | | | | 3C | 174 | 160 | **334** |
| | | | | 4C | 21 | 19 | **40** |
| 4012 | 2018 | | | 4CD | 88 | 80 | **168** |
| | | | Semi-Reboque | 2S1 | 2 | 2 | **4** |
| | | | | 2S2 | 41 | 38 | **79** |
| Sentido: | | | | 2S3 | 62 | 69 | **131** |
| | | | | 3S1 | 4 | 3 | **7** |
| | | | | 3S2 | 17 | 19 | **36** |
| AB: | BA: | | | 3S3 | 239 | 269 | **508** |
| | | | | 3T4 | 77 | 86 | **163** |
| DIV SC/PR (PORTO UNIÃO/UNIÃO DA VITÓRIA) - ENTR BR-153(A)/PR-446 | ENTR BR-153(A)/PR-446 - DIV SC/PR (PORTO UNIÃO/UNIÃO DA VITÓRIA) | | | 3V5 | 0 | 1 | **1** |
| | | | | 3T6 | 5 | 6 | **11** |
| | | | Reboque | 2C2 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | 2C3 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | 3C2 | 2 | 2 | **4** |
| | | | | 3C3 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | 3D4 | 2 | 3 | **5** |
| | | | | 3Q4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | 3Q6 | 10 | 11 | **21** |
| | | TOTAL | | | 2.222 | 2.266 | **4.487** |

A composição do tráfego a partir das definições da tabela apresentada anteriormente é expressa na Figura 4.3.1, a seguir.

**Figura 4.3.1 – Composição do tráfego da PR-280.**

#### 4.3.3.3.2 Projeções do tráfego

Para a projeção do tráfego normal obtido nas simulações de tráfego, primeiramente, foram analisadas as taxas de crescimento do tráfego da praça de pedágio P3-4 da BR-277 (Concessionária Rodovia das Cataratas) ao longo dos anos de 2015 a 2019, e obtidas as taxas médias de crescimento anual para veículos pesados e leves.

Na Tabela 4.3.7 apresentada a seguir temos o VMDa para os anos de 2015 a 2019 e, posteriormente, é apresentada a Figura 4.3.2 onde pode ser identificada a taxa de crescimento média anual de 0,32% para veículos pesados. Nota-se que há variações significativas na taxa de crescimento ano a ano do tráfego não se observando uma tendência significativa do crescimento do tráfego.

Para a projeção do tráfego optou-se então pela utilização da média obtida com a utilização de três variáveis: a média do crescimento anual da produção de soja e de milho (2011 a 2018) – 4,43%; a média do crescimento anual do PIB do estado do Paraná

(2014 a 2018) – 5,33% e da taxa média de crescimento anual de veículos, já mencionada (2015 a 2019) – 0,32%. Desta forma, chegou-se a um percentual adotado de crescimento de 3,36%. Maiores informações sobre os dados de PIB e produção agrícola foram apresentados no item 4.2.5 – Dados de contagem de tráfego e taxas de crescimento.

**Tabela 4.3.7 – Volume médio diário anual no período de 2015 a 2019 na Praça P3-4.**

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2015 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3364 | 283 | 56 | 13 | 264 | 73 | 2 | 171 | 23 | 146 | 462 | 325 | 2 | 0 | 55 | 85 | 5324 | 3.464 | 1.860 |
| BA (OESTE) | 3364 | 283 | 56 | 13 | 264 | 73 | 2 | 171 | 23 | 146 | 462 | 325 | 2 | 0 | 55 | 85 | 5324 | 3.464 | 1.860 |
| **VMDa** | **3364** | **283** | **56** | **13** | **264** | **73** | **2** | **171** | **23** | **146** | **462** | **325** | **2** | **0** | **55** | **85** | **5324** | **3.464** | **1.860** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2016 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3373 | 249 | 50 | 16 | 279 | 72 | 3 | 110 | 25 | 124 | 510 | 287 | 1 | 0 | 54 | 81 | 5233 | 3.472 | 1.761 |
| BA (OESTE) | 3373 | 249 | 50 | 16 | 279 | 72 | 3 | 110 | 25 | 124 | 510 | 287 | 1 | 0 | 54 | 81 | 5233 | 3.472 | 1.761 |
| **VMDa** | **3373** | **249** | **50** | **16** | **279** | **72** | **3** | **110** | **25** | **124** | **510** | **287** | **1** | **0** | **54** | **81** | **5233** | **3.472** | **1.761** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2017 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3591 | 263 | 57 | 18 | 280 | 68 | 3 | 104 | 35 | 114 | 560 | 315 | 0 | 0 | 62 | 88 | 5557 | 3.699 | 1.857 |
| BA (OESTE) | 3591 | 263 | 57 | 18 | 280 | 68 | 3 | 104 | 35 | 114 | 560 | 315 | 0 | 0 | 62 | 88 | 5557 | 3.699 | 1.857 |
| **VMDa** | **3591** | **263** | **57** | **18** | **280** | **68** | **3** | **104** | **35** | **114** | **560** | **315** | **0** | **0** | **62** | **88** | **5557** | **3.699** | **1.857** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2018 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3493 | 260 | 58 | 17 | 268 | 58 | 3 | 105 | 48 | 123 | 533 | 295 | 15 | 40 | 25 | 85 | 5426 | 3.598 | 1.828 |
| BA (OESTE) | 3493 | 260 | 58 | 17 | 268 | 58 | 3 | 105 | 48 | 123 | 533 | 295 | 15 | 40 | 25 | 85 | 5426 | 3.598 | 1.828 |
| **VMDa** | **3493** | **260** | **58** | **17** | **268** | **58** | **3** | **105** | **48** | **123** | **533** | **295** | **15** | **40** | **25** | **85** | **5426** | **3.598** | **1.828** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2019 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3605 | 284 | 55 | 19 | 287 | 57 | 5 | 112 | 48 | 139 | 517 | 308 | 4 | 66 | 1 | 89 | 5595 | 3.717 | 1.878 |
| BA (OESTE) | 3605 | 284 | 55 | 19 | 287 | 57 | 5 | 112 | 48 | 139 | 517 | 308 | 4 | 66 | 1 | 89 | 5595 | 3.717 | 1.878 |
| **VMDa** | **3605** | **284** | **55** | **19** | **287** | **57** | **5** | **112** | **48** | **139** | **517** | **308** | **4** | **66** | **1** | **89** | **5595** | **3.717** | **1.878** |

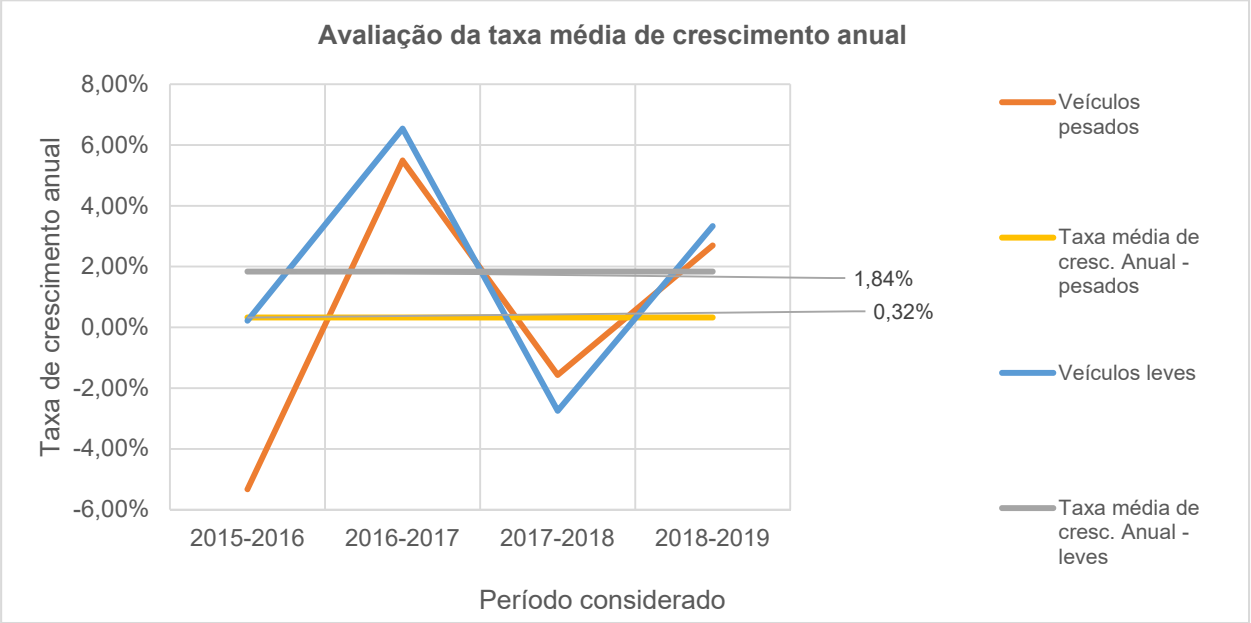



**Figura 4.3.2 – Avaliação da taxa média de crescimento anual na Praça P3-4.**

A Tabela 4.3.8 apresentada a seguir mostra a projeção do trafego atual até o ano horizonte de 2025 do projeto utilizando-se a taxa de crescimento de 3,36% proposta.

**Tabela 4.3.8 – Tráfego atual projetado para a PR-280 (A) - ZONA 1.**

| PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | | | Posto: | | | 4012 | | | | SNV: | | | 280BPR0170 | | | Ano: | | | | 2018 a 2025 | | |
| VMDa (Ano) | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
| | Moto | Auto | Ônibus | | | Caminhões | | | | Semi-Reboque | | | | | | | | | Reboque | | | | | | | |
| | | | 2C | 3CB | 4CB | 2C | 3C | 4C | 4CD | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | 3S3 | 3T4 | 3V5 | 3T6 | 2C2 | 2C3 | 3C2 | 3C3 | 3D4 | 3Q4 | 3Q6 | |
| **2018** | 73 | 2587 | 46 | 27 | 10 | 226 | 334 | 40 | 168 | 4 | 79 | 131 | 7 | 36 | 508 | 163 | 1 | 11 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 0 | 21 | 4.487 |
| **2019** | 76 | 2674 | 48 | 28 | 10 | 234 | 345 | 41 | 174 | 4 | 82 | 135 | 7 | 37 | 525 | 168 | 1 | 11 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 0 | 22 | 4.638 |
| **2020** | 78 | 2764 | 49 | 29 | 11 | 241 | 357 | 43 | 179 | 4 | 84 | 140 | 7 | 38 | 543 | 174 | 1 | 12 | 2 | 2 | 4 | 2 | 5 | 0 | 22 | 4.794 |
| **2021** | 81 | 2857 | 51 | 30 | 11 | 250 | 369 | 44 | 186 | 4 | 87 | 145 | 8 | 40 | 561 | 180 | 1 | 12 | 2 | 2 | 4 | 2 | 6 | 0 | 23 | 4.955 |
| **2022** | 84 | 2952 | 53 | 31 | 11 | 258 | 381 | 46 | 192 | 5 | 90 | 150 | 8 | 41 | 580 | 186 | 1 | 13 | 2 | 2 | 5 | 2 | 6 | 0 | 24 | 5.121 |
| **2023** | 87 | 3052 | 54 | 32 | 12 | 267 | 394 | 47 | 198 | 5 | 93 | 155 | 8 | 42 | 599 | 192 | 1 | 13 | 2 | 2 | 5 | 2 | 6 | 0 | 25 | 5.293 |
| **2024** | 89 | 3154 | 56 | 33 | 12 | 276 | 407 | 49 | 205 | 5 | 96 | 160 | 9 | 44 | 619 | 199 | 1 | 13 | 2 | 2 | 5 | 2 | 6 | 0 | 26 | 5.471 |
| **2025** | 92 | 3260 | 58 | 34 | 13 | 285 | 421 | 50 | 212 | 5 | 100 | 165 | 9 | 45 | 640 | 205 | 1 | 14 | 3 | 3 | 5 | 3 | 6 | 0 | 26 | 5.655 |

### 4.3.3.3.3 Número “N”

O número “N”, necessário ao dimensionamento estrutural das soluções em pavimento flexível do projeto em questão, consiste no número equivalente de repetições de um eixo-padrão de 8,2 tf (18.000 lb ou 80 kN), durante o período de vida útil do projeto, obtido através da seguinte expressão:

$$N = 365 \times \sum VMDAc \times FV \times D$$

**Onde:**

N = número de operações do eixo padrão;

VMDAc = volumes médios diários de veículos comerciais, acumulados até o ano considerado;

FV = fator de veículo médio para a frota considerada;

D = fator de distribuição direcional do tráfego.

#### 4.3.3.3.3.1 Período de projeto

O primeiro passo para o cálculo do número “N” é a definição do período de vida útil do projeto. O ciclo do projeto foi definido a partir do ano de 2021 (ano de abertura do projeto) até o ano de 2025 contabilizando 5 anos para as estruturas de pavimento flexível.

#### 4.3.3.3.3.2 Cálculo do Fator de Veículo (FV)

Para obtenção dos fatores de veículo individuais deve-se estabelecer o somatório dos Fatores de Equivalência de Carga (FC) por tipo e número de eixos de cada veículo correspondente que irá operar na rodovia. A determinação dos fatores de equivalência de carga foi definida a partir da seguinte hipótese de ocupação de carga de veículo: 70% da frota com 100% da carga máxima e 30% da frota com 80% da carga máxima.

Ressalta-se que foram adotados os limites de peso com acréscimo da tolerância máxima estabelecida na Lei n° 13.103/2015, de 02/03/2015, denominada Lei dos Caminhoneiros, que alterou a tolerância para 10% (dez por cento) sobre os limites de peso bruto transmitido por eixo de veículos à superfície das vias públicas e manteve a tolerância de 5% (cinco por cento) sobre os limites de peso bruto total.

Embora a tolerância sobre os limites de peso bruto total tenha se mantido em 5%, a distribuição da carga sobre os eixos de maior capacidade de carga dentro da tolerância de 10% por eixo, aliviando os eixos intermediários e dianteiros, de menor capacidade de carga, de maneira a respeitar a tolerância de 5% sobre o peso bruto total, resulta na elevação dos fatores de veículo individualizados.

Em conformidade com as normas e diretrizes para desenvolvimento de estudos de tráfego para rodovias, os fatores de veículo individualizados (FVi) foram calculados aplicando-se as equações estabelecidas pelas metodologias preconizadas pela AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) e pelo USACE (United States Army Corp of Engineers) considerando-se as hipóteses de

carregamento definidas anteriormente. Estes valores serão os considerados para o cálculo do Fator de Veículo médio da frota que passa no trecho.

A Tabela 4.3.9 apresentada a seguir mostra a classificação dos veículos adotadas pelo DNIT, bem como suas cargas máximas admissíveis totais e as cargas nominais por tipo de eixo.

**Fatores de equivalência de carga da AASHTO**

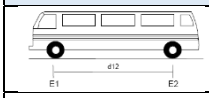
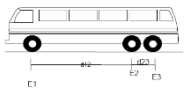
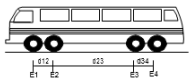
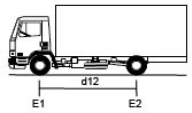
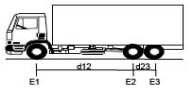
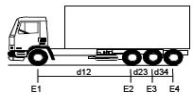
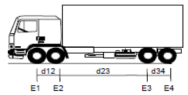
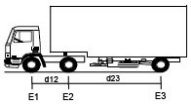
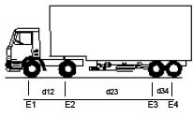
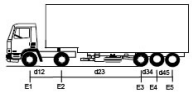
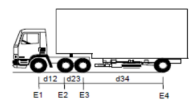
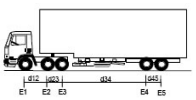
| Tipos de eixo | Equações (P em tf) |
|---|---|
| Simples de rodagem simples | $FC = (P / 7,77)^{4,32}$ |
| Simples de rodagem dupla | $FC = (P / 8,17)^{4,32}$ |
| Tandem duplo (rodagem dupla) | $FC = (P / 15,08)^{4,14}$ |
| Tandem triplo (rodagem dupla) | $FC = (P /22,95)^{4,22}$ |

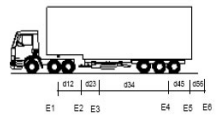
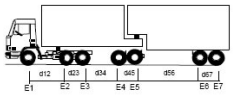
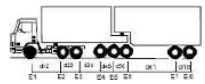
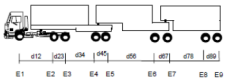
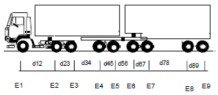
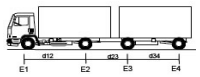
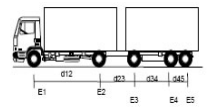
**Fatores de equivalência de carga do USACE**

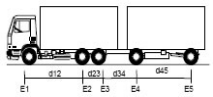
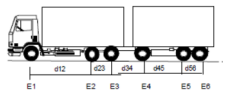
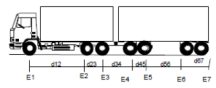
| Tipos de eixo | Faixas de Cargas (t) | Equações (P em tf) |
|---|---|---|
| Dianteiro simples e traseiro simples | 0 – 8 | $FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$ |
| Dianteiro simples e traseiro simples | ≥ 8 | $FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,242}$ |
| Tandem duplo | 0 – 11 | $FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$ |
| Tandem duplo | ≥ 11 | $FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$ |
| Tandem triplo | 0 – 18 | $FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$ |
| Tandem triplo | ≥ 18 | $FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$ |

Obs: P = Peso bruto total sobre o eixo

**Tabela 4.3.9 – Quadro de Fabricantes de veículos (Classificação DNIT).**

| SILHUETA | Nº EIXOS | PBT / CMT MAX. (t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 2 | 16 (16,8) | **Ônibus**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2C |
|  | 3 | 19,5 (20,5) | **Ônibus**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 13,5 ton. | 3CB |
|  | 4 | 25,5 (26,8) | **Ônibus**<br>E1E2 = conjunto de eixos direcionais; carga máxima 12,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 13,5 ton. | 4CB |
|  | 2 | 16 (16,8) | **Caminhão**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2C |
|  | 3 | 23 (24,2) | **Caminhão Trucado**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3C |
|  | 4 | 31,50 (33,10) | **Caminhão Simples**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. | 4C |
|  | 4 | 29 (30,5) | **Caminhão Duplo Direcional**<br>E1E2 = conjunto de eixos direcionais; carga máxima 12 ton.<br>E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 4CD |
|  | 4 | 26 (27,3) | **Caminhão Trator + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2S1 |
|  | 4 | 33 (34,7) | **Caminhão Trator + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 2S2 |
|  | 5 | **41,5** (43,6) | **Caminhão Trator + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3E4E5 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. | 2S3 |
|  | 4 | **33** (34,7) | **Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 3S1 |
|  | 5 | **40** (42) | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3S2 |

| SILHUETA | Nº EIXOS | PBT / CMT MAX. (t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 6 | **48,5** (50,93) Res. Contran 184/2005 desde que atenda o critério do comprimento | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5E6 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. | 3S3 |
|  | 7 | **57** (59,9) Res. Contran 184/2005 desde que atenda o critério do comprimento | **Bitrem Articulado (Caminhão Trator Trucado + Dois Semi-Reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3T4 |
|  | 8 | **65,5** (68,775) Compriment o entre 25m e 30m) | **Caminhão Trator Trucado + dois Semi-Reboques**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5E6 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton.<br>E7E8 = conjunto de eixos em tandem duplo carga máxima 17 ton. | 3V5 |
|  | 9 | **74** (77,7) | **Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E8E9 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3T6 |
|  | 9 | **74** (77,7) | **Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E8E9 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3T6 |
|  | 5 | **36** (37,80) | **Caminhão + Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2C2 |
|  | 5 | **43** (45,2) | **Caminhão + Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.<br>E3 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 2C3 |

| SILHUETA | Nº EIXOS | PBT / CMT MAX. (t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 5 | **43** (45,2) | **Caminhão Trucado + Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.<br>E5 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton. | 3C2 |
|  | 6 | **50** (52,5) | **Caminhão Trucado +Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E5E6 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3C3 |
|  | 7 | **57** (59,9) | **Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3D4 |
| | 7 | **63** (66,2) | **Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E5 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E6 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E7 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 3Q4 |
| | 9 | **74** (77,7) | **Treminhão de 9 eixos (caminhão trucado + dois reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5E6 = eixo triplo; carga máxima 25,5 ton.<br>E7E8E9 = eixo triplo; carga máxima 25,5 ton. | 3Q6 |

As tabelas referentes aos cálculos dos fatores de veículo individualizados pela metodologia AASHTO e USACE são apresentadas no item 3.3 do Volume 3 – Memória Justificativa.

Para determinação do número “N” foi realizado, primeiramente, o cálculo do fator de veículo médio da frota que opera no segmento em estudo, considerando-se os valores de FVi para cada tipo de veículo, distribuindo-se proporcionalmente pelas quantidades de Volume Médio Diário Anual de veículos comerciais (VMDAc), conforme Tabela 4.3.10 apresentada a seguir.

**Tabela 4.3.10 – Cálculo do fator de veículo médio ponderado da frota.**

| Composição Frota Comercial 2018 | | | VMDac | %VMDac | AASHTO (Distribuição 70%/30%) | | | USACE (Distribuição 70%/30%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo Veículo | Classe | Nº eixos | | | $Fvi_{100\%\ carreg.}$ | $Fvi\ 80_{\%\ carreg.}$ | $FV_{ponderado}$ | $Fvi_{100\%\ carreg.}$ | $Fvi\ 80_{\%\ carreg.}$ | $FV_{ponderado}$ |
| Onibus | 2C | 2 | 46 | 2,52 | 3,897 | 1,486 | 0,080 | 6,213 | 1,578 | 0,121 |
| Onibus | 3CB | 3 | 27 | 1,48 | 1,191 | 0,469 | 0,014 | 4,291 | 1,287 | 0,050 |
| Onibus | 4CB | 4 | 10 | 0,55 | 6,189 | 2,375 | 0,028 | 14,286 | 3,724 | 0,061 |
| Caminhão | 2C | 2 | 226 | 12,37 | 3,897 | 1,486 | 0,393 | 6,213 | 1,578 | 0,597 |
| Caminhão | 3C | 3 | 334 | 18,28 | 2,662 | 1,053 | 0,398 | 14,614 | 4,321 | 2,107 |
| Caminhão | 4C | 4 | 40 | 2,19 | 2,485 | 0,968 | 0,044 | 15,964 | 4,614 | 0,275 |
| Caminhão | 4CD | 4 | 168 | 9,20 | 7,332 | 2,834 | 0,550 | 23,680 | 6,535 | 1,704 |
| Semi-Reboque | 2S1 | 3 | 4 | 0,22 | 6,574 | 2,507 | 0,012 | 9,991 | 2,522 | 0,017 |
| Semi-Reboque | 2S2 | 4 | 79 | 4,32 | 5,147 | 2,001 | 0,182 | 17,976 | 5,165 | 0,611 |
| Semi-Reboque | 2S3 | 5 | 131 | 7,17 | 4,957 | 1,910 | 0,290 | 19,317 | 5,454 | 1,087 |
| Semi-Reboque | 3S1 | 4 | 7 | 0,38 | 6,194 | 2,400 | 0,019 | 20,517 | 5,772 | 0,062 |
| Semi-Reboque | 3S2 | 5 | 36 | 1,97 | 4,978 | 1,975 | 0,080 | 28,931 | 8,521 | 0,449 |
| Semi-Reboque | 3S3 | 6 | 508 | 27,81 | 4,275 | 1,676 | 0,972 | 24,632 | 7,177 | 5,393 |
| Semi-Reboque | 3T4 | 7 | 163 | 8,92 | 6,505 | 2,577 | 0,475 | 34,768 | 10,262 | 2,446 |
| Semi-Reboque | 3V5 | 8 | 1 | 0,05 | 6,256 | 2,462 | 0,003 | 35,388 | 10,507 | 0,015 |
| Semi-Reboque | 3T6 | 9 | 11 | 0,60 | 8,563 | 3,393 | 0,042 | 46,272 | 13,649 | 0,220 |
| Reboque | 2C2 | 4 | 2 | 0,11 | 9,906 | 3,778 | 0,009 | 15,473 | 3,871 | 0,013 |
| Reboque | 2C3 | 5 | 2 | 0,11 | 8,662 | 3,341 | 0,008 | 23,867 | 6,611 | 0,020 |
| Reboque | 3C2 | 5 | 4 | 0,22 | 7,956 | 3,072 | 0,014 | 22,059 | 6,181 | 0,038 |
| Reboque | 3C3 | 6 | 2 | 0,11 | 7,309 | 2,853 | 0,007 | 28,242 | 8,158 | 0,024 |
| Reboque | 3D4 | 7 | 5 | 0,27 | 6,505 | 2,577 | 0,015 | 34,768 | 10,262 | 0,075 |
| Reboque | 3Q4 | 7 | 0 | 0,00 | 14,063 | 5,401 | 0,000 | 31,577 | 8,535 | 0,000 |
| Reboque | 3Q6 | 9 | 21 | 1,15 | 6,181 | 2,419 | 0,058 | 36,548 | 6,053 | 0,315 |
| Total | | | **1827** | **100,00** | | $\sum FV_{frota(AASHTO)}$ | **3,691** | | $\sum FV_{frota(USACE)}$ | **15,700** |

A Tabela 4.3.11 apresentada a seguir mostra os cálculos para a determinação do Número “N” para o período de projeto de 5 anos com a metodologia AASHTO e USACE.

**Tabela 4.3.11 – Cálculo do número "N" – ZONA 1.**

| Ano | $VMD_{com}$ | AASHTO | | USACE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Número "N" | | Número "N" | |
| | | Anual | Acumulado | Anual | Acumulado |
| 2018 | 914 | | | | |
| 2019 | 944 | | | | |
| 2020 | 976 | | | | |
| 2021 (*) | 1.009 | 1.359.095 | 1,36E+06 | 5.780.409 | 5,78E+06 |
| 2022 | 1.043 | 1.404.761 | 2,76E+06 | 5.974.630 | 1,18E+07 |
| 2023 | 1.078 | 1.451.961 | 4,22E+06 | 6.175.378 | 1,79E+07 |
| 2024 | 1.114 | 1.500.747 | 5,72E+06 | 6.382.871 | 2,43E+07 |
| **2025 (**)** | **1.151** | 1.551.172 | **7,27E+06** | 6.597.335 | **3,09E+07** |

(*) = Ano de abertura do Projeto
(**) = Ciclo de vida do Projeto

### 4.3.3.4 PR-280 (B) – segmento: Entr. BR-153 (B) – Entr. BR-280 (Marmeleiro)

Para a elaboração dos estudos de tráfego do trecho em questão, foram identificadas três zonas de tráfego distintas ao longo da rodovia, desta forma, o trecho foi dividido em três segmentos:

- PR-280 (B.1 – ZONA 2) Entroncamento BR-153(B) ao Entroncamento BR-280 (A);

Esta Zona de tráfego equivale ao trecho definido pelo SRE do DER-PR com a seguinte descrição: ENTR. BR-153 (B) no km 70,8 ao ENTR. BR-158 PRC-158 (A) no km 216,1, conforme a Tabela 4.3.12 a seguir.

- PR-280 (B.2 – ZONA 3) Entroncamento BR-280 (A) ao Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino);

Esta Zona de tráfego equivale ao trecho definido pelo SRE do DER-PR com a seguinte descrição: ENTR. BR-158 PRC-158 (A) no km 216,1 ao ENTR. PRC-158 (B) (P/ S. LOURENÇO DO OESTE) no km 224,45, conforme a Tabela 4.3.13 a seguir.

- PR-280 (B.3 – ZONA 4) Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) ao Entroncamento BR-373(A)/PR-180 (Marmeleiro).

Esta Zona de tráfego equivale ao trecho definido pelo SRE do DER-PR com a seguinte descrição: ENTR. PRC-158 (B) (P/ S. LOURENÇO DO OESTE) no km 224,45 ao ENTR. BR-280 (MARMELEIRO)no km 254,92, conforme a Tabela 4.3.14 a seguir.

A estimativa do volume de tráfego VMDa destes segmentos rodoviários em questão é composta pelo volume de tráfego obtido das simulações de tráfego para o ano de 2018.

**Tabela 4.3.12 – Volume médio diário anual (Ano 2018) para o segmento: Entroncamento BR-153 (B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.**

| RESUMO DA SIMULAÇÂO DE TRÁFEGO (PNCT) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | Posto: | 4018 | | | Sentido: | | AB: | ENTR PR-449 | | |
| PNV: | 280BPR0230 | | | Ano: | 2018 | | | | | BA: | ENTR PR-459 (P/CLEVELÂNDIA) | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | |
| AB (ENTR PR-449) | 284 | 192 | 85 | 12 | 27 | 10 | 3 | 2 | 1516 | 32 | 2.162 | 1.548 | 614 |
| BA (ENTR PR-459 (P/CLEVELÂNDIA)) | 262 | 177 | 78 | 16 | 38 | 14 | 4 | 3 | 1424 | 30 | 2.046 | 1.454 | 592 |
| **VMDa** | **545** | **368** | **163** | **27** | **65** | **24** | **7** | **6** | **2941** | **62** | **4.208** | **3.003** | **1.206** |

**Tabela 4.3.13 – Volume médio diário anual (Ano 2018) para o segmento: Entroncamento BR-280 (A) ao Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) – ZONA 3.**

| RESUMO DA SIMULAÇÂO DE TRÁFEGO (PNCT) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | Posto: | 2245 | | | Sentido: | | AB: | ENTR BR-280(A) | | |
| PNV: | 158BPR1010 | | | Ano: | 2018 | | | | | BA: | ENTR BR-280(B) (VITORINO) | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | |
| AB (ENTR BR-280(A)) | 295 | 307 | 65 | 28 | 224 | 171 | 1 | 24 | 3676 | 131 | 4.922 | 3.808 | 1.114 |
| BA (ENTR BR-280(B) (VITORINO)) | 308 | 321 | 68 | 33 | 266 | 203 | 2 | 28 | 3627 | 130 | 4.986 | 3.757 | 1.229 |
| **VMDa** | **603** | **628** | **133** | **61** | **490** | **374** | **3** | **52** | **7303** | **261** | **9.908** | **7.565** | **2.343** |

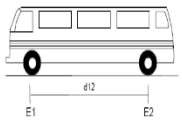
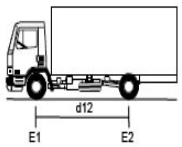
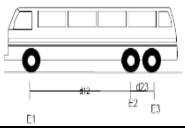
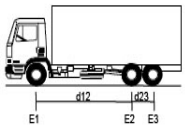
**Tabela 4.3.14 – Volume médio diário anual (Ano 2018) para o segmento: Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) ao Entroncamento BR-373(A)/PR-180 (Marmeleiro) – ZONA 4.**

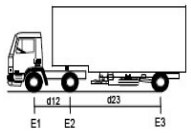
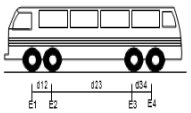
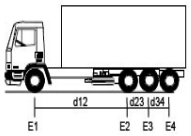
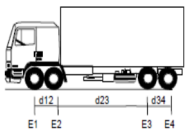
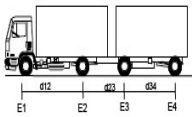
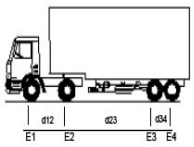
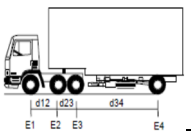
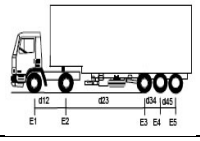
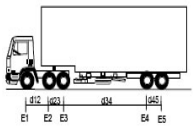
| RESUMO DA SIMULAÇÂO DE TRÁFEGO (PNCT) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | Posto: | 4021 | | | Sentido: | | AB: | ENTR BR-158(B)/480(B) (VITORINO) | | |
| PNV: | 280BPR0300 | | | Ano: | 2018 | | | | | BA: | ENTR BR-373(A)/PR-180 (MARMELEIRO) | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | |
| AB (ENTR BR-158(B) /480(B) (VITORINO)) | 125 | 348 | 228 | 69 | 164 | 58 | 22 | 156 | 1954 | 169 | 3.292 | 2.123 | 1.169 |
| BA (ENTR BR-373(A)/ PR-180 (MARMELEIRO)) | 147 | 408 | 267 | 41 | 96 | 34 | 13 | 92 | 2029 | 175 | 3.301 | 2.204 | 1.097 |
| **VMDa** | **271** | **756** | **495** | **110** | **260** | **92** | **34** | **247** | **3983** | **344** | **6.593** | **4.327** | **2.266** |

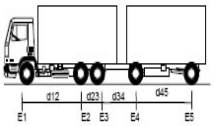
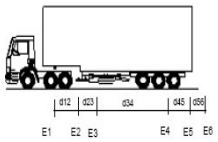
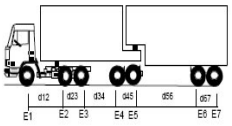
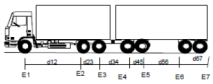
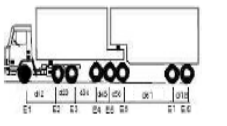
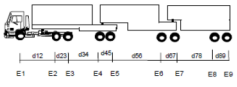
### 4.3.3.4.1 Composição do tráfego

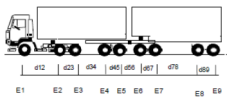
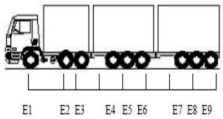
Para definição da composição do tráfego foi necessário a utilização de Posto de Contagem 276 do PNT 2017 do DNIT a partir do qual se definiu a correlação entre a simulação do PNCT e a Classificação do Quadro de Fabricantes de Veículos adotada pelo DNIT. A Tabela 4.3.15 apresentada a seguir mostra as correlações obtidas.

**Tabela 4.3.15 – Quadro de correlação de contagens (Concessões x PNT 2017/DNIT x Classificação DNIT).**

| **Classe** (PNT 2017/DNIT) | **Categoria** (Concessões) | **Qtde. Eixos** | **Composições** | **Silhuetas** | **Classes** (nomenclatura DNIT) | **% veíc. do Eixo** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| O1 | 2 | 2 | **Ônibus** |  | 2C | 16,25 |
| C1 | 2 | 2 | **Caminhão** |  | 2C | 83,75 |
| | | | | | | |
| O2 | 3 | 3 | **Ônibus** |  | 3CB | 12,44 |
| C2 / C5 | 3 | 3 | **Caminhão Trucado** |  | 3C | 86,21 |

| Classe (PNT 2017/DNIT) | Categoria (Concessões) | Qtde. Eixos | Composições | Silhuetas | Classes (nomenclatura DNIT) | % veíc. do Eixo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 3 | 3 | **Caminhão Trator + Semi-Reboque** |  | 2S1 | 1,35 |
| | | | | | | |
| O3 | 4 | 4 | **Ônibus** |  | 4CB | 4,03 |
| C3 | 4 | 4 | **Caminhão Simples** |  | 4C | 11,41 |
| C4 | 4 | 4 | **Caminhão Duplo Direcional** |  | 4CD | 67,11 |
| R2 | 4 | 4 | **Caminhão + Reboque** |  | 2C2 | 0,67 |
| S2 | 4 | 4 | **Caminhão Trator + Semi-Reboque** |  | 2S2 | 15,44 |
| S4 | 4 | 4 | **Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque** |  | 3S1 | 1,34 |
| | | | | | | |
| S3 | 5 | 5 | **Caminhão Trator + Semi-Reboque** |  | 2S3 | 72,73 |
| S5 | 5 | 5 | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque** |  | 3S2 | 19,48 |

| Classe (PNT 2017/DNIT) | Categoria (Concessões) | Qtde. Eixos | Composições | Silhuetas | Classes (nomenclatura DNIT) | % veíc. do Eixo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3 | 5 | 5 | **Caminhão + Reboque** | | 2C3 | 1,30 |
| R4 | 5 | 5 | **Caminhão Trucado + Reboque** |  | 3C2 | 6,49 |
| | | | | | | |
| S6 | 6 | 6 | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque** |  | 3S3 | 99,68 |
| R5 | 6 | 6 | **Caminhão Trucado +Reboque** | | 3C3 | 0,32 |
| | | | | | | |
| SE1 | 7 | 7 | **Bitrem Articulado (Caminhão Trator Trucado + Dois Semi-Reboques)** |  | 3T4 | 99,79 |
| R6 | 7 | 7 | **Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)** |  | 3D4 | 0,21 |
| R1 | 7 | 7 | **Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)** | | 3Q4 | 0,00 |
| | | | | | | |
| SE4 | 8 | 8 | **Caminhão Trator Trucado + dois Semi-Reboques** |  | 3V5 | 100,00 |
| | | | | | | |
| SE3 | 9 | 9 | **Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques)** |  | 3T6 | 3,03 |

| Classe (PNT 2017/DNIT) | Categoria (Concessões) | Qtde. Eixos | Composições | Silhuetas | Classes (nomenclatura DNIT) | % veíc. do Eixo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SE2 | 9 | 9 | **Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)** |  | 3T6 | 43,94 |
| SE5 | 9 | 9 | **Treminhão de 9 eixos (caminhão trucado + dois reboques)** |  | 3Q6 | 53,03 |

A partir dos percentuais de veículos definidos para cada quantidade de eixos descritos na Tabela 4.3.15 elaborou-se as Tabelas 4.3.16 a 4.3.18 que apresentam o Volume médio diário anual – VMDa 2018 de acordo com a classificação adotada pelo DNIT em função de cada zona de tráfego identificada. Esta correlação permite maior acurácia na apuração do Fator de Veículo médio da frota, conforme apresentado a seguir.

**Tabela 4.3.16 – Volume médio diário anual – VMDa 2018 para o segmento: Entroncamento BR-153 (B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.**

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | Rodovia: | SNV: | SENTIDO | | AB | BA | VMDa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PR-280 | 280BPR0230 | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | Moto | 32 | 30 | **62** |
| | | | | Auto | 1516 | 1424 | **2941** |
| | | | | Ônibus 2C | 46 | 43 | **89** |
| | | | | Ônibus 3CB | 24 | 22 | **46** |
| | | | | Ônibus 4CB | 3 | 3 | **6** |
| | Posto: | Ano: | | Caminhões 2C | 238 | 219 | **457** |
| | | | | Caminhões 3C | 165 | 154 | **319** |
| | | | | Caminhões 4C | 10 | 9 | **19** |
| | 4018 | 2018 | | Caminhões 4CD | 57 | 52 | **109** |
| | Sentido: | | | Semi-Reboque 2S1 | 3 | 2 | **5** |
| | | | | Semi-Reboque 2S2 | 13 | 12 | **25** |
| | | | | Semi-Reboque 2S3 | 8 | 12 | **20** |
| | | | | Semi-Reboque 3S1 | 1 | 1 | **2** |
| | AB: | BA: | | Semi-Reboque 3S2 | 2 | 3 | **5** |
| | | | | Semi-Reboque 3S3 | 27 | 37 | **64** |
| | | | | Semi-Reboque 3T4 | 10 | 14 | **24** |
| | ENTR PR-449 | ENTR PR-459 (P/CLEVELÂNDIA) | | Semi-Reboque 3V5 | 3 | 4 | **7** |
| | | | | Semi-Reboque 3T6 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | Reboque 2C2 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | Reboque 2C3 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | Reboque 3C2 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | Reboque 3C3 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | Reboque 3D4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | Reboque 3Q4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | Reboque 3Q6 | 1 | 2 | **3** |
| | | | TOTAL | | 2.162 | 2.046 | **4.209** |

**Tabela 4.3.17 – Volume médio diário anual – VMDa 2018 para o segmento: Entroncamento BR-280 (A) ao Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) – ZONA 3.**

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rodovia: | SNV: | SENTIDO | | | AB | BA | VMDa |
| | PR-280 | 158BPR1010 | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | Moto | | 131 | 130 | **261** |
| | | | | Auto | | 3676 | 3627 | **7303** |
| | | | | Ônibus | 2C | 48 | 50 | **98** |
| | | | | | 3CB | 38 | 40 | **78** |
| | | | | | 4CB | 3 | 3 | **6** |
| | Posto: | Ano: | | Caminhões | 2C | 247 | 258 | **505** |
| | | | | | 3C | 265 | 276 | **541** |
| | | | | | 4C | 7 | 8 | **15** |
| | 2245 | 2018 | | | 4CD | 44 | 46 | **90** |
| | Sentido: | | | Semi-Reboque | 2S1 | 4 | 4 | **8** |
| | | | | | 2S2 | 10 | 10 | **20** |
| | | | | | 2S3 | 20 | 24 | **44** |
| | | | | | 3S1 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | | 3S2 | 5 | 6 | **11** |
| | AB: | BA: | | | 3S3 | 223 | 266 | **489** |
| | | | | | 3T4 | 170 | 203 | **373** |
| | | | | | 3V5 | 1 | 2 | **3** |
| | | | | | 3T6 | 12 | 14 | **26** |
| | ENTR BR-280(A) | ENTR BR-280(B) (VITORINO) | | Reboque | 2C2 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | 2C3 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | 3C2 | 2 | 2 | **4** |
| | | | | | 3C3 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | | 3D4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | 3Q4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | 3Q6 | 13 | 15 | **28** |
| | | | TOTAL | | | 4.922 | 4.986 | **9.908** |

**Tabela 4.3.18 – Volume médio diário anual – VMDa 2018 para o segmento: Entr. BR-280 (B) (Vitorino) ao Entroncamento BR-373(A)/PR-180 (Marmeleiro) – ZONA 4.**

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | Rodovia: | SNV: | SENTIDO | | AB | BA | VMDa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PR-280 | 280BPR0300 | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | Moto | 169 | 175 | **344** |
| | | | | Auto | 1954 | 2029 | **3983** |
| | | | | Ônibus 2C | 20 | 24 | **44** |
| | | | | Ônibus 3CB | 43 | 51 | **94** |
| | | | | Ônibus 4CB | 9 | 11 | **20** |
| | Posto: | Ano: | | Caminhões 2C | 105 | 122 | **227** |
| | | | | Caminhões 3C | 300 | 350 | **650** |
| | | | | Caminhões 4C | 26 | 30 | **56** |
| | 4021 | 2018 | | Caminhões 4CD | 153 | 179 | **332** |
| | Sentido: | | | Semi-Reboque 2S1 | 5 | 6 | **11** |
| | | | | Semi-Reboque 2S2 | 35 | 41 | **76** |
| | | | | Semi-Reboque 2S3 | 50 | 30 | **80** |
| | | | | Semi-Reboque 3S1 | 3 | 4 | **7** |
| | | | | Semi-Reboque 3S2 | 13 | 8 | **21** |
| | AB: | BA: | | Semi-Reboque 3S3 | 163 | 96 | **259** |
| | | | | Semi-Reboque 3T4 | 58 | 34 | **92** |
| | | | | Semi-Reboque 3V5 | 22 | 13 | **35** |
| | ENTR BR-158(B)/480(B) (VITORINO) | ENTR BR-373(A)/PR-180 (MARMELEIRO) | | Semi-Reboque 3T6 | 73 | 43 | **116** |
| | | | | Reboque 2C2 | 2 | 2 | **4** |
| | | | | Reboque 2C3 | 1 | 1 | **2** |
| | | | | Reboque 3C2 | 4 | 3 | **7** |
| | | | | Reboque 3C3 | 1 | 0 | **1** |
| | | | | Reboque 3D4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | Reboque 3Q4 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | Reboque 3Q6 | 83 | 49 | **132** |
| | | | TOTAL | | 3.292 | 3.301 | **6.593** |

As composições do tráfego a partir das definições das tabelas apresentadas anteriormente são expressas nas Figuras 4.3.3 a 4.3.5, a seguir.

Nota-se que a composição do tráfego de veículos de carga para a Zona 4 é a maior atingindo o percentual de 31,97% ao mesmo tempo em que também atinge o maior percentual de motos de 5,22%. Já para a Zona 3 observa-se o menor percentual de veículo de carga com 21,81% e maior percentual de veículos leves com 73,72%, o que pode ser justificado pelo maior deslocamento intermunicipal de carros entre Pato Branco e Vitorino. Pode-se considerar que o município de Vitorino funciona como cidade dormitório.

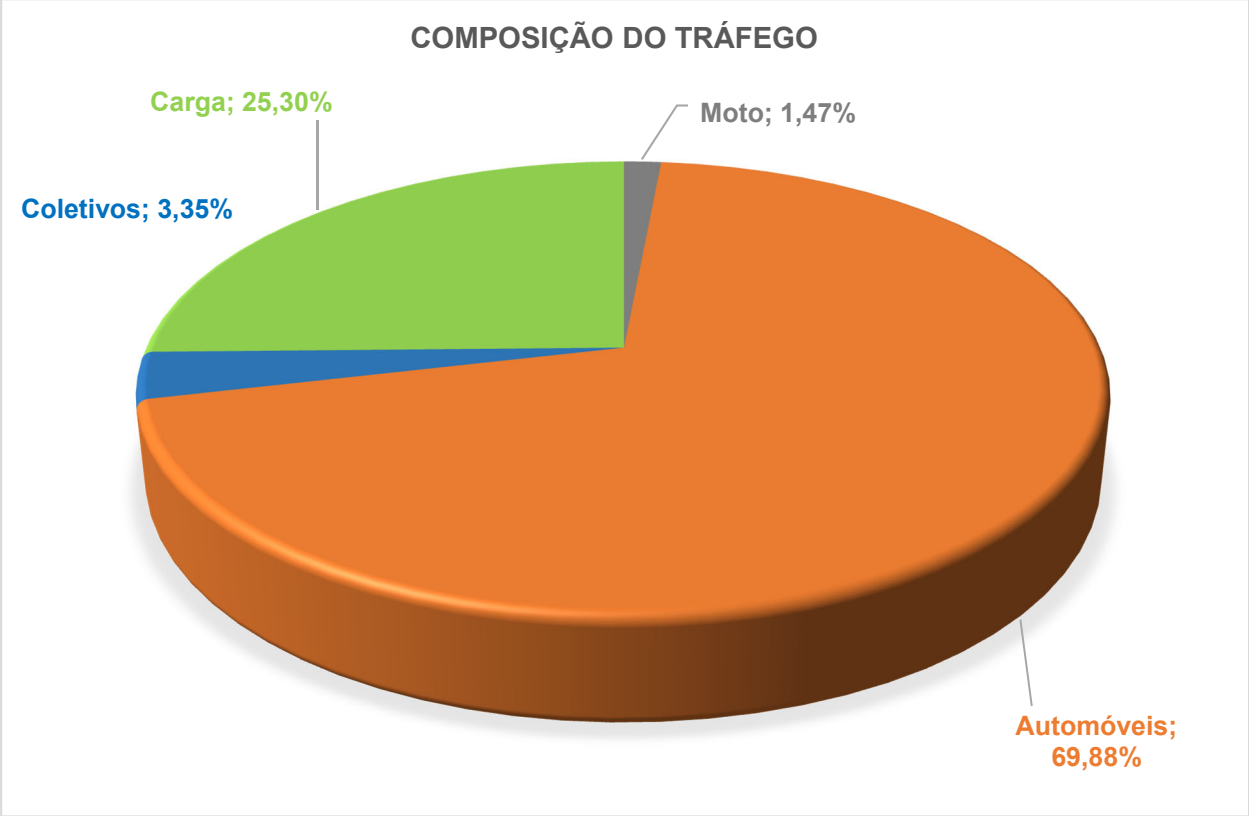



**Figura 4.3.3 – Composição do tráfego do segmento: Entroncamento BR-153(B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.**

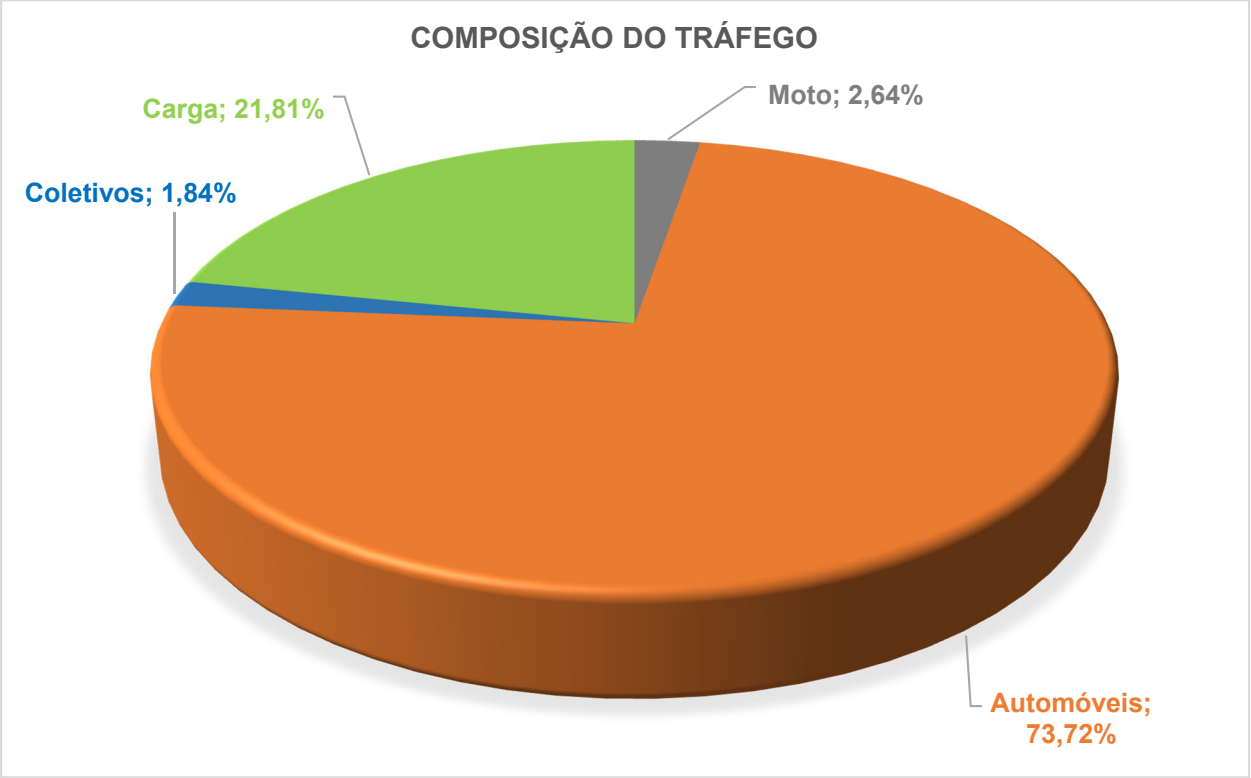



**Figura 4.3.4 – Composição do tráfego do segmento: Entroncamento BR-280 (A) ao Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) – ZONA 3.**

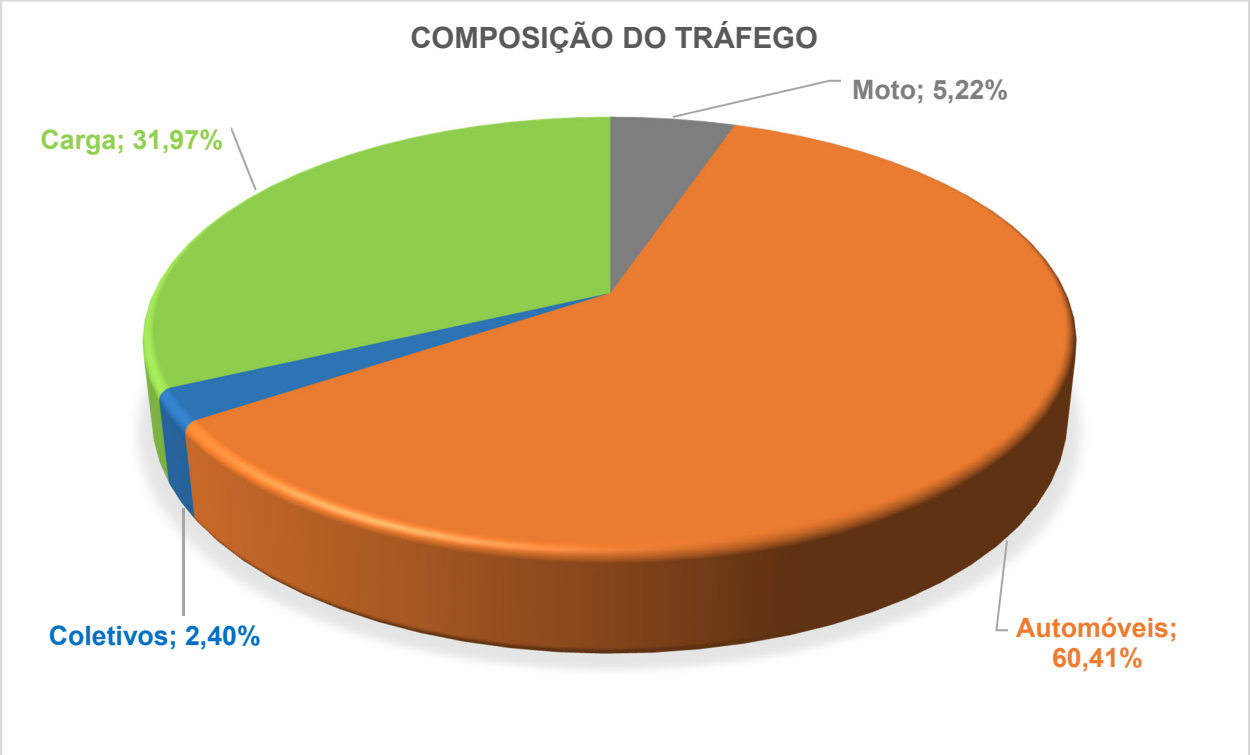



**Figura 4.3.5 – Composição do tráfego do segmento: Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) ao Entroncamento BR-373(A)/PR-180 (Marmeleiro) – ZONA 4.**

#### 4.3.3.4.2 Projeções do tráfego

Para a projeção do tráfego normal obtido nas simulações de tráfego, primeiramente, foram analisadas as taxas de crescimento do tráfego da praça de pedágio P3-4 da BR-277 (Concessionária Rodovia das Cataratas) ao longo dos anos de 2015 a 2019, e obtidas as taxas médias de crescimento anual para veículos pesados e leves.

Na Tabela 4.3.19 apresentada a seguir temos o VMDa para os anos de 2015 a 2019 e, posteriormente, é apresentada a Figura 4.3.6 onde pode ser identificada a taxa de crescimento média anual de 0,32% para veículos pesados. Nota-se que há variações significativas na taxa de crescimento ano a ano do tráfego não se observando uma tendência significativa do crescimento do tráfego.

Para a projeção do tráfego optou-se então pela utilização da média obtida com a utilização de três variáveis: a média do crescimento anual da produção de soja e de milho (2011 a 2018) – 4,43%; a média do crescimento anual do PIB do estado do Paraná (2014 a 2018) – 5,33% e da taxa média de crescimento anual de veículos já mencionada (2015 a 2019) – 0,32%. Desta forma, chegou-se a um percentual adotado de crescimento de 3,36%.

## Tabela 4.3.19 – Volume médio diário anual no período de 2015 a 2019 na Praça P3-4.

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2015 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3364 | 283 | 56 | 13 | 264 | 73 | 2 | 171 | 23 | 146 | 462 | 325 | 2 | 0 | 55 | 85 | 5324 | 3.464 | 1.860 |
| BA (OESTE) | 3364 | 283 | 56 | 13 | 264 | 73 | 2 | 171 | 23 | 146 | 462 | 325 | 2 | 0 | 55 | 85 | 5324 | 3.464 | 1.860 |
| **VMDa** | **3364** | **283** | **56** | **13** | **264** | **73** | **2** | **171** | **23** | **146** | **462** | **325** | **2** | **0** | **55** | **85** | **5324** | **3.464** | **1.860** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2016 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3373 | 249 | 50 | 16 | 279 | 72 | 3 | 110 | 25 | 124 | 510 | 287 | 1 | 0 | 54 | 81 | 5233 | 3.472 | 1.761 |
| BA (OESTE) | 3373 | 249 | 50 | 16 | 279 | 72 | 3 | 110 | 25 | 124 | 510 | 287 | 1 | 0 | 54 | 81 | 5233 | 3.472 | 1.761 |
| **VMDa** | **3373** | **249** | **50** | **16** | **279** | **72** | **3** | **110** | **25** | **124** | **510** | **287** | **1** | **0** | **54** | **81** | **5233** | **3.472** | **1.761** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2017 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3591 | 263 | 57 | 18 | 280 | 68 | 3 | 104 | 35 | 114 | 560 | 315 | 0 | 0 | 62 | 88 | 5557 | 3.699 | 1.857 |
| BA (OESTE) | 3591 | 263 | 57 | 18 | 280 | 68 | 3 | 104 | 35 | 114 | 560 | 315 | 0 | 0 | 62 | 88 | 5557 | 3.699 | 1.857 |
| **VMDa** | **3591** | **263** | **57** | **18** | **280** | **68** | **3** | **104** | **35** | **114** | **560** | **315** | **0** | **0** | **62** | **88** | **5557** | **3.699** | **1.857** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2018 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3493 | 260 | 58 | 17 | 268 | 58 | 3 | 105 | 48 | 123 | 533 | 295 | 15 | 40 | 25 | 85 | 5426 | 3.598 | 1.828 |
| BA (OESTE) | 3493 | 260 | 58 | 17 | 268 | 58 | 3 | 105 | 48 | 123 | 533 | 295 | 15 | 40 | 25 | 85 | 5426 | 3.598 | 1.828 |
| **VMDa** | **3493** | **260** | **58** | **17** | **268** | **58** | **3** | **105** | **48** | **123** | **533** | **295** | **15** | **40** | **25** | **85** | **5426** | **3.598** | **1.828** |

| RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIA RODOVIA DAS CATARATAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: BR:277 | | | | | Posto: | | | P3-4 | | | | Município: | | | Laranjeiras do Sul | | | | |
| KM 464+550 | | | | | Ano: | | | 2019 | | | | | | | | | | | |
| SENTIDO | CATEGORIA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL | VEÍCULO LEVE | VEÍCULO PESADO |
| | 1 | 2 | 2a | 3 | 4 | 4a | 5 | 6 | 6a | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | Esp. | 9 | | | |
| AB (LESTE) | 3605 | 284 | 55 | 19 | 287 | 57 | 5 | 112 | 48 | 139 | 517 | 308 | 4 | 66 | 1 | 89 | 5595 | 3.717 | 1.878 |
| BA (OESTE) | 3605 | 284 | 55 | 19 | 287 | 57 | 5 | 112 | 48 | 139 | 517 | 308 | 4 | 66 | 1 | 89 | 5595 | 3.717 | 1.878 |
| **VMDa** | **3605** | **284** | **55** | **19** | **287** | **57** | **5** | **112** | **48** | **139** | **517** | **308** | **4** | **66** | **1** | **89** | **5595** | **3.717** | **1.878** |

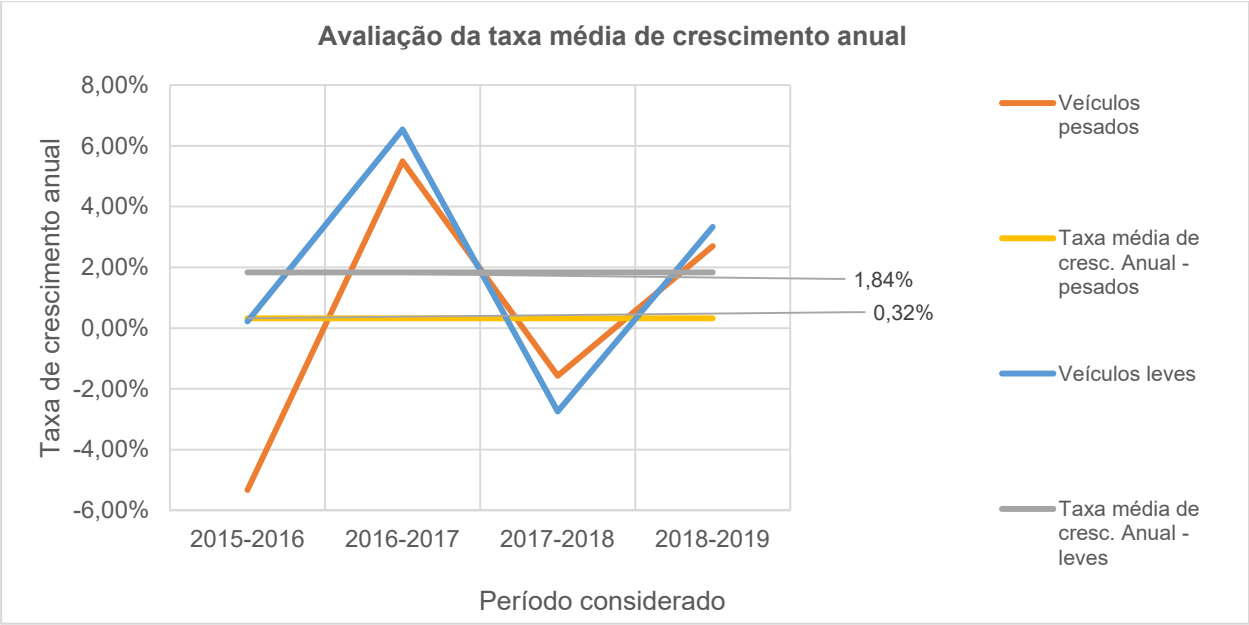



**Figura 4.3.6 – Avaliação da taxa média de crescimento anual na Praça P3-4.**

As Tabelas 4.3.20 a 4.3.22 apresentadas a seguir mostram a projeção do trafego atual até o ano horizonte de 2025 do projeto utilizando-se a taxa de crescimento de 3,36% proposta.

**Tabela 4.3.20 – Volume médio diário anual no período de 2015 a 2019 na Praça P3-4.**

| PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | | | Posto: | | | 4018 | | | | SNV: | | | | 280BPR0230 | | Ano: | | | | | 2018 a 2025 | | |
| VMDa (Ano) | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
| | Moto | Auto | Ônibus | | | Caminhões | | | | Semi-Reboque | | | | | | | | | Reboque | | | | | | | |
| | | | 2C | 3CB | 4CB | 2C | 3C | 4C | 4CD | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | 3S3 | 3T4 | 3V5 | 3T6 | 2C2 | 2C3 | 3C2 | 3C3 | 3D4 | 3Q4 | 3Q6 | |
| **2018** | 62 | 2941 | 89 | 46 | 6 | 457 | 319 | 19 | 109 | 5 | 25 | 20 | 2 | 5 | 64 | 24 | 7 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4.209 |
| **2019** | 64 | 3040 | 92 | 48 | 6 | 472 | 330 | 20 | 113 | 5 | 26 | 21 | 2 | 5 | 66 | 25 | 7 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4.350 |
| **2020** | 66 | 3142 | 95 | 49 | 6 | 488 | 341 | 20 | 116 | 5 | 27 | 21 | 2 | 5 | 68 | 26 | 7 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4.496 |
| **2021** | 68 | 3247 | 98 | 51 | 7 | 505 | 352 | 21 | 120 | 6 | 28 | 22 | 2 | 6 | 71 | 27 | 8 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4.647 |
| **2022** | 71 | 3357 | 102 | 53 | 7 | 522 | 364 | 22 | 124 | 6 | 29 | 23 | 2 | 6 | 73 | 27 | 8 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4.804 |
| **2023** | 73 | 3469 | 105 | 54 | 7 | 539 | 376 | 22 | 129 | 6 | 29 | 24 | 2 | 6 | 75 | 28 | 8 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4.965 |
| **2024** | 75 | 3586 | 109 | 56 | 7 | 557 | 389 | 23 | 133 | 6 | 30 | 24 | 2 | 6 | 78 | 29 | 9 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5.132 |
| **2025** | 78 | 3706 | 112 | 58 | 8 | 576 | 402 | 24 | 137 | 6 | 32 | 25 | 3 | 6 | 81 | 30 | 9 | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5.304 |

**Tabela 4.3.21 – Volume médio diário anual no período de 2015 a 2019 na Praça P3-4.**

| PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | PR-280 | | | | | Posto: | | | 2245 | | | | SNV: | | | | 158BPR1010 | | Ano: | | | | | 2018 a 2025 | | |
| VMDa (Ano) | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
| | Moto | Auto | Ônibus | | | Caminhões | | | | Semi-Reboque | | | | | | | | | Reboque | | | | | | | |
| | | | 2C | 3CB | 4CB | 2C | 3C | 4C | 4CD | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | 3S3 | 3T4 | 3V5 | 3T6 | 2C2 | 2C3 | 3C2 | 3C3 | 3D4 | 3Q4 | 3Q6 | |
| **2018** | 261 | 7303 | 98 | 78 | 6 | 505 | 541 | 15 | 90 | 8 | 20 | 44 | 2 | 11 | 489 | 373 | 3 | 26 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 28 | 9.908 |
| **2019** | 270 | 7549 | 101 | 81 | 6 | 522 | 559 | 16 | 93 | 8 | 21 | 45 | 2 | 11 | 505 | 386 | 3 | 27 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 29 | 10.241 |
| **2020** | 279 | 7803 | 105 | 83 | 6 | 540 | 578 | 16 | 96 | 9 | 21 | 47 | 2 | 12 | 522 | 398 | 3 | 28 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 30 | 10.585 |
| **2021** | 288 | 8065 | 108 | 86 | 7 | 558 | 597 | 17 | 99 | 9 | 22 | 49 | 2 | 12 | 540 | 412 | 3 | 29 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 31 | 10.940 |
| **2022** | 298 | 8336 | 112 | 89 | 7 | 576 | 617 | 17 | 103 | 9 | 23 | 50 | 2 | 13 | 558 | 426 | 3 | 30 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 32 | 11.308 |
| **2023** | 308 | 8616 | 116 | 92 | 7 | 596 | 638 | 18 | 106 | 9 | 24 | 52 | 2 | 13 | 577 | 440 | 4 | 31 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 33 | 11.688 |
| **2024** | 318 | 8905 | 119 | 95 | 7 | 616 | 660 | 18 | 110 | 10 | 24 | 54 | 2 | 13 | 596 | 455 | 4 | 32 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 34 | 12.081 |
| **2025** | 329 | 9204 | 124 | 98 | 8 | 636 | 682 | 19 | 113 | 10 | 25 | 55 | 3 | 14 | 616 | 470 | 4 | 33 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 35 | 12.486 |

**Tabela 4.3.22 – Volume médio diário anual no período de 2015 a 2019 na Praça P3-4.**

| PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodovia: | | | | | | Posto: | | | | | | | SNV: | | | | | | Ano: | | | | | 2018 a 2025 | | |
| VMDa (Ano) | CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
| | Moto | Auto | Ônibus | | | Caminhões | | | | Semi-Reboque | | | | | | | | | Reboque | | | | | | | |
| | | | 2C | 3CB | 4CB | 2C | 3C | 4C | 4CD | 2S1 | 2S2 | 2S3 | 3S1 | 3S2 | 3S3 | 3T4 | 3V5 | 3T6 | 2C2 | 2C3 | 3C2 | 3C3 | 3D4 | 3Q4 | 3Q6 | |
| **2018** | 344 | 3983 | 44 | 94 | 20 | 227 | 650 | 56 | 332 | 11 | 76 | 80 | 7 | 21 | 259 | 92 | 35 | 116 | 4 | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 132 | 6.593 |
| **2019** | 356 | 4117 | 45 | 97 | 21 | 235 | 672 | 58 | 343 | 11 | 79 | 83 | 7 | 22 | 268 | 95 | 36 | 120 | 4 | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 136 | 6.815 |
| **2020** | 368 | 4255 | 47 | 100 | 21 | 243 | 694 | 60 | 355 | 12 | 81 | 85 | 7 | 22 | 277 | 98 | 37 | 124 | 4 | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 141 | 7.044 |
| **2021** | 380 | 4398 | 49 | 104 | 22 | 251 | 718 | 62 | 367 | 12 | 84 | 88 | 8 | 23 | 286 | 102 | 39 | 128 | 4 | 2 | 8 | 1 | 0 | 0 | 146 | 7.280 |
| **2022** | 393 | 4546 | 50 | 107 | 23 | 259 | 742 | 64 | 379 | 13 | 87 | 91 | 8 | 24 | 296 | 105 | 40 | 132 | 5 | 2 | 8 | 1 | 0 | 0 | 151 | 7.525 |
| **2023** | 406 | 4699 | 52 | 111 | 24 | 268 | 767 | 66 | 392 | 13 | 90 | 94 | 8 | 25 | 306 | 109 | 41 | 137 | 5 | 2 | 8 | 1 | 0 | 0 | 156 | 7.778 |
| **2024** | 420 | 4856 | 54 | 115 | 24 | 277 | 793 | 68 | 405 | 13 | 93 | 98 | 9 | 26 | 316 | 112 | 43 | 141 | 5 | 2 | 9 | 1 | 0 | 0 | 161 | 8.039 |
| **2025** | 434 | 5020 | 55 | 118 | 25 | 286 | 819 | 71 | 418 | 14 | 96 | 101 | 9 | 26 | 326 | 116 | 44 | 146 | 5 | 3 | 9 | 1 | 0 | 0 | 166 | 8.309 |

#### 4.3.3.4.3 Número “N”

O número “N”, necessário ao dimensionamento estrutural das soluções em pavimento flexível do projeto em questão, consiste no número equivalente de repetições de um eixo-padrão de 8,2 tf (18.000 lb ou 80 kN), durante o período de vida útil do projeto, obtido através da seguinte expressão:

$$N = 365 \times \sum VMDAc \times FV \times D$$

**Onde:**

N = número de operações do eixo padrão;

VMDAc = volumes médios diários de veículos comerciais, acumulados até o ano considerado;

FV = fator de veículo médio para a frota considerada;

D = fator de distribuição direcional do tráfego.

#### 4.3.3.4.3.1 Período de projeto

O primeiro passo para o cálculo do número “N” é a definição do período de vida útil do projeto. O ciclo do projeto foi definido a partir do ano de 2021 (ano de abertura do projeto) até o ano de 2025 contabilizando 5 anos para as estruturas de pavimento flexível.

#### 4.3.3.4.3.2 Cálculo do Fator de Veículo (FV)

Para obtenção dos fatores de veículo individuais deve-se estabelecer o somatório dos Fatores de Equivalência de Carga (FC) por tipo e número de eixos de cada veículo correspondente que irá operar na rodovia. A determinação dos fatores de equivalência de carga foi definida a partir da seguinte hipótese de ocupação de carga de veículo: 70% da frota com 100% da carga máxima e 30% da frota com 80% da carga máxima.

Ressalta-se que foram adotados os limites de peso com acréscimo da tolerância máxima estabelecida na Lei n° 13.103/2015, de 02/03/2015, denominada Lei dos Caminhoneiros, que alterou a tolerância para 10% (dez por cento) sobre os limites de peso bruto transmitido por eixo de veículos à superfície das vias públicas e manteve a tolerância de 5% (cinco por cento) sobre os limites de peso bruto total.

Embora a tolerância sobre os limites de peso bruto total tenha se mantido em 5%, a distribuição da carga sobre os eixos de maior capacidade de carga dentro da tolerância de 10% por eixo, aliviando os eixos intermediários e dianteiros, de menor capacidade de carga, de maneira a respeitar a tolerância de 5% sobre o peso bruto total, resulta na elevação dos fatores de veículo individualizados.

Em conformidade com as normas e diretrizes para desenvolvimento de estudos de tráfego para rodovias, os fatores de veículo individualizados (FVi) foram calculados aplicando-se as equações estabelecidas pelas metodologias preconizadas pela

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) e pelo USACE (United States Army Corp of Engineers) considerando-se as hipóteses de carregamento definidas anteriormente. Estes valores serão os considerados para o cálculo do Fator de Veículo médio da frota que passa no trecho.

A Tabela 4.3.23 apresentada a seguir mostra a classificação dos veículos adotadas pelo DNIT, bem como suas cargas máximas admissíveis totais e as cargas nominais por tipo de eixo.

**Fatores de equivalência de carga da AASHTO**

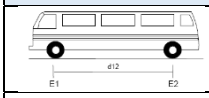
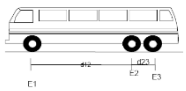
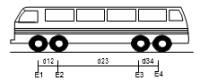
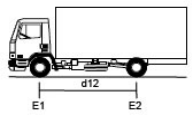
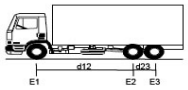
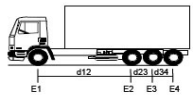
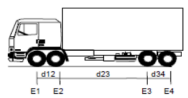
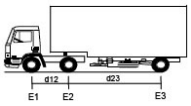
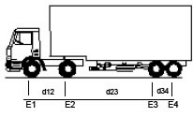
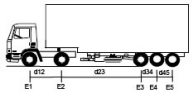
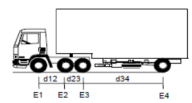
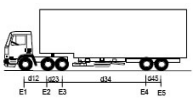
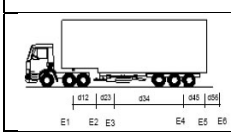
| Tipos de eixo | Equações (P em tf) |
|---|---|
| Simples de rodagem simples | $FC = (P / 7,77)^{4,32}$ |
| Simples de rodagem dupla | $FC = (P / 8,17)^{4,32}$ |
| Tandem duplo (rodagem dupla) | $FC = (P / 15,08)^{4,14}$ |
| Tandem triplo (rodagem dupla) | $FC = (P /22,95)^{4,22}$ |

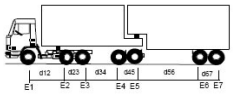
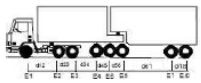
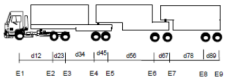
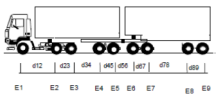
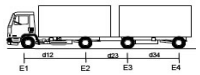
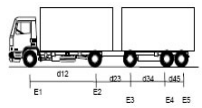
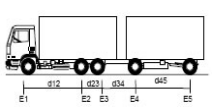
**Fatores de equivalência de carga do USACE**

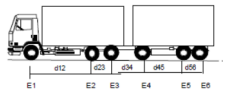
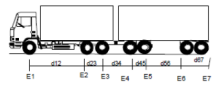
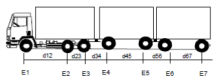
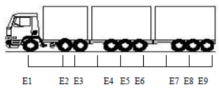
| Tipos de eixo | Faixas de Cargas (t) | Equações (P em tf) |
|---|---|---|
| Dianteiro simples e traseiro simples | 0 – 8 | $FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$ |
| Dianteiro simples e traseiro simples | ≥ 8 | $FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,242}$ |
| Tandem duplo | 0 – 11 | $FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$ |
| Tandem duplo | ≥ 11 | $FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$ |
| Tandem triplo | 0 – 18 | $FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$ |
| Tandem triplo | ≥ 18 | $FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$ |

Obs: P = Peso bruto total sobre o eixo

**Tabela 4.3.23 – Quadro de Fabricantes de veículos (Classificação DNIT).**

| SILHUETA | Nº EIXOS | PBT / CMT MAX. (t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 2 | 16 (16,8) | **Ônibus**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2C |
|  | 3 | 19,5 (20,5) | **Ônibus**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 13,5 ton. | 3CB |
|  | 4 | 25,5 (26,8) | **Ônibus**<br>E1E2 = conjunto de eixos direcionais; carga máxima 12,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 13,5 ton. | 4CB |
|  | 2 | 16 (16,8) | **Caminhão**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2C |
|  | 3 | 23 (24,2) | **Caminhão Trucado**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3C |
|  | 4 | 31,50 (33,10) | **Caminhão Simples**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. | 4C |
|  | 4 | 29 (30,5) | **Caminhão Duplo Direcional**<br>E1E2 = conjunto de eixos direcionais; carga máxima 12 ton.<br>E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 4CD |
|  | 4 | 26 (27,3) | **Caminhão Trator + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2S1 |
|  | 4 | 33 (34,7) | **Caminhão Trator + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 2S2 |
|  | 5 | **41,5** (43,6) | **Caminhão Trator + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3E4E5 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. | 2S3 |
|  | 4 | **33** (34,7) | **Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 3S1 |
|  | 5 | **40** (42) | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3S2 |
|  | 6 | **48,5** (50,93) Res. Contran 184/2005 | **Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3S3 |

| SILHUETA | Nº EIXOS | PBT / CMT MAX. (t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
| | | desde que atenda o critério do comprimento | E4E5E6 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. | |
|  | 7 | **57** (59,9) Res. Contran 184/2005 desde que atenda o critério do comprimento | **Bitrem Articulado (Caminhão Trator Trucado + Dois Semi-Reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3T4 |
|  | 8 | **65,5** (68,775) Compriment o entre 25m e 30m) | **Caminhão Trator Trucado + dois Semi-Reboques**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5E6 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton.<br>E7E8 = conjunto de eixos em tandem duplo carga máxima 17 ton. | 3V5 |
|  | 9 | **74** (77,7) | **Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E8E9 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3T6 |
|  | 9 | **74** (77,7) | **Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E8E9 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3T6 |
|  | 5 | **36** (37,80) | **Caminhão + Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E3 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 2C2 |
|  | 5 | **43** (45,2) | **Caminhão + Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.<br>E3 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 2C3 |
|  | 5 | **43** (45,2) | **Caminhão Trucado + Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.<br>E5 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton. | 3C2 |

| SILHUETA | Nº EIXOS | PBT / CMT MAX. (t) | CARACTERIZAÇÃO | CLASSE |
|---|---|---|---|---|
|  | 6 | **50** (52,5) | **Caminhão Trucado +Reboque**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E5E6 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3C3 |
|  | 7 | **57** (59,9) | **Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. | 3D4 |
|  | 7 | **63** (66,2) | **Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E5 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E6 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.<br>E7 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. | 3Q4 |
|  | 9 | **74** (77,7) | **Treminhão de 9 eixos (caminhão trucado + dois reboques)**<br>E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton.<br>E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.<br>E4E5E6 = eixo triplo; carga máxima 25,5 ton.<br>E7E8E9 = eixo triplo; carga máxima 25,5 ton. | 3Q6 |

As tabelas referentes aos cálculos dos fatores de veículo individualizados pela metodologia AASHTO e USACE são apresentadas no item 3.3 do Volume 3 – Memória Justificativa.

Para determinação do número “N” foi realizado, primeiramente, o cálculo do fator de veículo médio da frota que operam no segmentos em estudo, considerando-se os valores de FVi para cada tipo de veículo, distribuindo-se proporcionalmente pelas quantidades de Volume Médio Diário Anual de veículos comerciais (VMDAc), conforme apresentado nas Tabelas 4.3.24 a 4.3.26 apresentadas a seguir.

## Tabela 4.3.24 – Cálculo do fator de veículo médio ponderado da frota para o segmento: Entroncamento BR-153(B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.

| Composição Frota Comercial 2018 | | | VMDac | %VMDac | AASHTO (Distribuição 70%/30%) | | | USACE (Distribuição 70%/30%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo Veículo | Classe | Nº eixos | | | Fvi $_{100\% \text{ carreg.}}$ | Fvi $80_{\% \text{ carreg.}}$ | FV $_{\text{ponderado}}$ | Fvi $_{100\% \text{ carreg.}}$ | Fvi $80_{\% \text{ carreg.}}$ | FV $_{\text{ponderado}}$ |
| Onibus | 2C | 2 | 89 | 7,38 | 3,897 | 1,486 | 0,234 | 6,213 | 1,578 | 0,356 |
| Onibus | 3CB | 3 | 46 | 3,81 | 1,191 | 0,469 | 0,037 | 4,291 | 1,287 | 0,129 |
| Onibus | 4CB | 4 | 6 | 0,50 | 6,189 | 2,375 | 0,025 | 14,286 | 3,724 | 0,055 |
| Caminhão | 2C | 2 | 457 | 37,89 | 3,897 | 1,486 | 1,203 | 6,213 | 1,578 | 1,827 |
| Caminhão | 3C | 3 | 319 | 26,45 | 2,662 | 1,053 | 0,576 | 14,614 | 4,321 | 3,049 |
| Caminhão | 4C | 4 | 19 | 1,58 | 2,485 | 0,968 | 0,032 | 15,964 | 4,614 | 0,198 |
| Caminhão | 4CD | 4 | 109 | 9,04 | 7,332 | 2,834 | 0,541 | 23,680 | 6,535 | 1,675 |
| Semi-Reboque | 2S1 | 3 | 5 | 0,41 | 6,574 | 2,507 | 0,022 | 9,991 | 2,522 | 0,032 |
| Semi-Reboque | 2S2 | 4 | 25 | 2,07 | 5,147 | 2,001 | 0,087 | 17,976 | 5,165 | 0,293 |
| Semi-Reboque | 2S3 | 5 | 20 | 1,66 | 4,957 | 1,910 | 0,067 | 19,317 | 5,454 | 0,251 |
| Semi-Reboque | 3S1 | 4 | 2 | 0,17 | 6,194 | 2,400 | 0,008 | 20,517 | 5,772 | 0,027 |
| Semi-Reboque | 3S2 | 5 | 5 | 0,41 | 4,978 | 1,975 | 0,017 | 28,931 | 8,521 | 0,095 |
| Semi-Reboque | 3S3 | 6 | 64 | 5,31 | 4,275 | 1,676 | 0,185 | 24,632 | 7,177 | 1,029 |
| Semi-Reboque | 3T4 | 7 | 24 | 1,99 | 6,505 | 2,577 | 0,106 | 34,768 | 10,262 | 0,546 |
| Semi-Reboque | 3V5 | 8 | 7 | 0,58 | 6,256 | 2,462 | 0,030 | 35,388 | 10,507 | 0,162 |
| Semi-Reboque | 3T6 | 9 | 2 | 0,17 | 8,563 | 3,393 | 0,012 | 46,272 | 13,649 | 0,061 |
| Reboque | 2C2 | 4 | 2 | 0,17 | 9,906 | 3,778 | 0,013 | 15,473 | 3,871 | 0,020 |
| Reboque | 2C3 | 5 | 0 | 0,00 | 8,662 | 3,341 | 0,000 | 23,867 | 6,611 | 0,000 |
| Reboque | 3C2 | 5 | 2 | 0,17 | 7,956 | 3,072 | 0,011 | 22,059 | 6,181 | 0,029 |
| Reboque | 3C3 | 6 | 0 | 0,00 | 7,309 | 2,853 | 0,000 | 28,242 | 8,158 | 0,000 |
| Reboque | 3D4 | 7 | 0 | 0,00 | 6,505 | 2,577 | 0,000 | 34,768 | 10,262 | 0,000 |
| Reboque | 3Q4 | 7 | 0 | 0,00 | 14,063 | 5,401 | 0,000 | 31,577 | 8,535 | 0,000 |
| Reboque | 3Q6 | 9 | 3 | 0,25 | 6,181 | 2,419 | 0,013 | 36,548 | 6,053 | 0,068 |
| Total | | | **1206** | **100,00** | | $\sum FV_{frota(AASHTO)}$ | **3,218** | | $\sum FV_{frota(USACE)}$ | **9,901** |

## Tabela 4.3.25 – Cálculo do fator de veículo médio ponderado da frota para o segmento: Entroncamento BR-280 (A) ao Entroncamento BR-280 (B) (Vitorino) – ZONA 3.

| Composição Frota Comercial 2018 | | | VMDac | %VMDac | AASHTO (Distribuição 70%/30%) | | | USACE (Distribuição 70%/30%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo Veículo | Classe | Nº eixos | | | Fvi $_{100\% carreg.}$ | Fvi 80$_{\% carreg.}$ | FV $_{ponderado}$ | Fvi $_{100\% carreg.}$ | Fvi 80$_{\% carreg.}$ | FV $_{ponderado}$ |
| Onibus | 2C | 2 | 98 | 4,18 | 3,897 | 1,486 | 0,133 | 6,213 | 1,578 | 0,202 |
| Onibus | 3CB | 3 | 78 | 3,33 | 1,191 | 0,469 | 0,032 | 4,291 | 1,287 | 0,113 |
| Onibus | 4CB | 4 | 6 | 0,26 | 6,189 | 2,375 | 0,013 | 14,286 | 3,724 | 0,028 |
| Caminhão | 2C | 2 | 505 | 21,55 | 3,897 | 1,486 | 0,684 | 6,213 | 1,578 | 1,039 |
| Caminhão | 3C | 3 | 541 | 23,09 | 2,662 | 1,053 | 0,503 | 14,614 | 4,321 | 2,661 |
| Caminhão | 4C | 4 | 15 | 0,64 | 2,485 | 0,968 | 0,013 | 15,964 | 4,614 | 0,080 |
| Caminhão | 4CD | 4 | 90 | 3,84 | 7,332 | 2,834 | 0,230 | 23,680 | 6,535 | 0,712 |
| Semi-Reboque | 2S1 | 3 | 8 | 0,34 | 6,574 | 2,507 | 0,018 | 9,991 | 2,522 | 0,026 |
| Semi-Reboque | 2S2 | 4 | 20 | 0,85 | 5,147 | 2,001 | 0,036 | 17,976 | 5,165 | 0,121 |
| Semi-Reboque | 2S3 | 5 | 44 | 1,88 | 4,957 | 1,910 | 0,076 | 19,317 | 5,454 | 0,285 |
| Semi-Reboque | 3S1 | 4 | 2 | 0,09 | 6,194 | 2,400 | 0,004 | 20,517 | 5,772 | 0,014 |
| Semi-Reboque | 3S2 | 5 | 11 | 0,47 | 4,978 | 1,975 | 0,019 | 28,931 | 8,521 | 0,107 |
| Semi-Reboque | 3S3 | 6 | 489 | 20,87 | 4,275 | 1,676 | 0,729 | 24,632 | 7,177 | 4,048 |
| Semi-Reboque | 3T4 | 7 | 373 | 15,92 | 6,505 | 2,577 | 0,848 | 34,768 | 10,262 | 4,365 |
| Semi-Reboque | 3V5 | 8 | 3 | 0,13 | 6,256 | 2,462 | 0,007 | 35,388 | 10,507 | 0,036 |
| Semi-Reboque | 3T6 | 9 | 26 | 1,11 | 8,563 | 3,393 | 0,078 | 46,272 | 13,649 | 0,405 |
| Reboque | 2C2 | 4 | 0 | 0,00 | 9,906 | 3,778 | 0,000 | 15,473 | 3,871 | 0,000 |
| Reboque | 2C3 | 5 | 0 | 0,00 | 8,662 | 3,341 | 0,000 | 23,867 | 6,611 | 0,000 |
| Reboque | 3C2 | 5 | 4 | 0,17 | 7,956 | 3,072 | 0,011 | 22,059 | 6,181 | 0,030 |
| Reboque | 3C3 | 6 | 2 | 0,09 | 7,309 | 2,853 | 0,005 | 28,242 | 8,158 | 0,019 |
| Reboque | 3D4 | 7 | 0 | 0,00 | 6,505 | 2,577 | 0,000 | 34,768 | 10,262 | 0,000 |
| Reboque | 3Q4 | 7 | 0 | 0,00 | 14,063 | 5,401 | 0,000 | 31,577 | 8,535 | 0,000 |
| Reboque | 3Q6 | 9 | 28 | 1,20 | 6,181 | 2,419 | 0,060 | 36,548 | 6,053 | 0,327 |
| Total | | | **2343** | **100,00** | | $\sum FV_{frota(AASHTO)}$ | **3,499** | | $\sum FV_{frota(USACE)}$ | **14,617** |

**Tabela 4.3.26 – Cálculo do fator de veículo médio ponderado da frota para o segmento: Entr. BR-280 (B) (Vitorino) ao Entroncamento BR-373(A)/PR-180 (Marmeleiro) – ZONA 4.**

| Composição Frota Comercial 2018 | | | VMDac | %VMDac | AASHTO (Distribuição 70%/30%) | | | USACE (Distribuição 70%/30%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo Veículo | Classe | Nº eixos | | | Fvi $_{100\%\ carreg.}$ | Fvi $80_{\%\ carreg.}$ | FV $_{ponderado}$ | Fvi $_{100\%\ carreg.}$ | Fvi $80_{\%\ carreg.}$ | FV $_{ponderado}$ |
| Onibus | 2C | 2 | 44 | 1,94 | 3,897 | 1,486 | 0,062 | 6,213 | 1,578 | 0,094 |
| Onibus | 3CB | 3 | 94 | 4,15 | 1,191 | 0,469 | 0,040 | 4,291 | 1,287 | 0,141 |
| Onibus | 4CB | 4 | 20 | 0,88 | 6,189 | 2,375 | 0,045 | 14,286 | 3,724 | 0,098 |
| Caminhão | 2C | 2 | 227 | 10,02 | 3,897 | 1,486 | 0,318 | 6,213 | 1,578 | 0,483 |
| Caminhão | 3C | 3 | 650 | 28,68 | 2,662 | 1,053 | 0,625 | 14,614 | 4,321 | 3,306 |
| Caminhão | 4C | 4 | 56 | 2,47 | 2,485 | 0,968 | 0,050 | 15,964 | 4,614 | 0,310 |
| Caminhão | 4CD | 4 | 332 | 14,65 | 7,332 | 2,834 | 0,877 | 23,680 | 6,535 | 2,716 |
| Semi-Reboque | 2S1 | 3 | 11 | 0,49 | 6,574 | 2,507 | 0,026 | 9,991 | 2,522 | 0,038 |
| Semi-Reboque | 2S2 | 4 | 76 | 3,35 | 5,147 | 2,001 | 0,141 | 17,976 | 5,165 | 0,474 |
| Semi-Reboque | 2S3 | 5 | 80 | 3,53 | 4,957 | 1,910 | 0,143 | 19,317 | 5,454 | 0,535 |
| Semi-Reboque | 3S1 | 4 | 7 | 0,31 | 6,194 | 2,400 | 0,016 | 20,517 | 5,772 | 0,050 |
| Semi-Reboque | 3S2 | 5 | 21 | 0,93 | 4,978 | 1,975 | 0,038 | 28,931 | 8,521 | 0,211 |
| Semi-Reboque | 3S3 | 6 | 259 | 11,43 | 4,275 | 1,676 | 0,399 | 24,632 | 7,177 | 2,217 |
| Semi-Reboque | 3T4 | 7 | 92 | 4,06 | 6,505 | 2,577 | 0,216 | 34,768 | 10,262 | 1,113 |
| Semi-Reboque | 3V5 | 8 | 35 | 1,54 | 6,256 | 2,462 | 0,079 | 35,388 | 10,507 | 0,431 |
| Semi-Reboque | 3T6 | 9 | 116 | 5,12 | 8,563 | 3,393 | 0,359 | 46,272 | 13,649 | 1,868 |
| Reboque | 2C2 | 4 | 4 | 0,18 | 9,906 | 3,778 | 0,014 | 15,473 | 3,871 | 0,021 |
| Reboque | 2C3 | 5 | 2 | 0,09 | 8,662 | 3,341 | 0,006 | 23,867 | 6,611 | 0,016 |
| Reboque | 3C2 | 5 | 7 | 0,31 | 7,956 | 3,072 | 0,020 | 22,059 | 6,181 | 0,053 |
| Reboque | 3C3 | 6 | 1 | 0,04 | 7,309 | 2,853 | 0,003 | 28,242 | 8,158 | 0,010 |
| Reboque | 3D4 | 7 | 0 | 0,00 | 6,505 | 2,577 | 0,000 | 34,768 | 10,262 | 0,000 |
| Reboque | 3Q4 | 7 | 0 | 0,00 | 14,063 | 5,401 | 0,000 | 31,577 | 8,535 | 0,000 |
| Reboque | 3Q6 | 9 | 132 | 5,83 | 6,181 | 2,419 | 0,294 | 36,548 | 6,053 | 1,596 |
| Total | | | **2266** | **100,00** | | $\sum FV_{frota(AASHTO)}$ | **3,770** | | $\sum FV_{frota(USACE)}$ | **15,781** |

As Tabelas 4.3.27 a 4.3.29 apresentadas a seguir mostram os cálculos para a determinação do Número “N” para o período de projeto de 5 anos com a metodologia AASHTO e USACE das três zonas de tráfego do corredor sudoeste da PR-280.

**Tabela 4.3.27 – Cálculo do número "N" – Segmento: Entroncamento BR-153(B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.**

| Ano | $VMD_{com}$ | AASHTO | | USACE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Número "N" | | Número "N" | |
| | | Anual | Acumulado | Anual | Acumulado |
| 2018 | 603 | | | | |
| 2019 | 623 | | | | |
| 2020 | 644 | | | | |
| 2021 (*) | 666 | 782.181 | 7,82E+05 | 2.406.161 | 2,41E+06 |
| 2022 | 688 | 808.463 | 1,59E+06 | 2.487.008 | 4,89E+06 |
| 2023 | 711 | 835.627 | 2,43E+06 | 2.570.572 | 7,46E+06 |
| 2024 | 735 | 863.704 | 3,29E+06 | 2.656.943 | 1,01E+07 |
| **2025 (**)** | **760** | 892.725 | **4,18E+06** | 2.746.216 | **1,29E+07** |

(*) = Ano de abertura do Projeto
(**) = Ciclo de vida do Projeto

**Tabela 4.3.28 – Cálculo do número "N" – Segmento: Entroncamento BR-153(B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.**

| Ano | $VMD_{com}$ | AASHTO | | USACE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Número "N" | | Número "N" | |
| | | Anual | Acumulado | Anual | Acumulado |
| 2018 | 1.172 | | | | |
| 2019 | 1.211 | | | | |
| 2020 | 1.252 | | | | |
| 2021 (*) | 1.294 | 1.652.053 | 1,65E+06 | 6.901.617 | 6,90E+06 |
| 2022 | 1.337 | 1.707.562 | 3,36E+06 | 7.133.512 | 1,40E+07 |
| 2023 | 1.382 | 1.764.936 | 5,12E+06 | 7.373.198 | 2,14E+07 |
| 2024 | 1.428 | 1.824.238 | 6,95E+06 | 7.620.937 | 2,90E+07 |
| **2025 (**)** | **1.476** | 1.885.533 | **8,83E+06** | 7.877.001 | **3,69E+07** |

(*) = Ano de abertura do Projeto
(**) = Ciclo de vida do Projeto

**Tabela 4.3.29 – Cálculo do número "N" – Segmento: Entroncamento BR-153(B) ao Entroncamento BR-280 (A) – ZONA 2.**

| Ano | $VMD_{com}$ | AASHTO | | USACE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Número "N" | | Número "N" | |
| | | Anual | Acumulado | Anual | Acumulado |
| 2018 | 1.133 | | | | |
| 2019 | 1.171 | | | | |
| 2020 | 1.210 | | | | |
| 2021 (*) | 1.251 | 1.721.375 | 1,72E+06 | 7.206.295 | 7,21E+06 |
| 2022 | 1.293 | 1.779.213 | 3,50E+06 | 7.448.426 | 1,47E+07 |
| 2023 | 1.337 | 1.838.994 | 5,34E+06 | 7.698.693 | 2,24E+07 |
| 2024 | 1.381 | 1.900.785 | 7,24E+06 | 7.957.369 | 3,03E+07 |
| **2025 (**)** | **1.428** | 1.964.651 | **9,21E+06** | 8.224.737 | **3,85E+07** |

(*) = Ano de abertura do Projeto
(**) = Ciclo de vida do Projeto

### 4.3.3.5 Resultados obtidos

A partir das definições do tráfego, quais sejam: definição das zonas de tráfego, estimativas de tráfego, taxas de crescimento, composição da frota e fatores de veículos foram obtidos os volumes médios diários comerciais VMDAc e Número "N", que são apresentados, em resumo, a seguir.

**Tabela 4.3.30 – Planilha resumo dos cálculos do Número "N".**

| Zona | Segmento | VMDAc 2018 | VMDAc 2021 | VMDAc 2025 | Número "N" USACE (2025) | Número "N" USACE (2025) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Divisa SC/PR - Entroncamento BR-153 (A) | 914 | 1009 | 1151 | 7,27E+06 | **3,09e+07** |
| 2 | Entroncamento BR-153(B) - Entroncamento BR-280 (A) | 603 | 666 | 760 | 4,18E+06 | **1,29E+07** |
| 3 | Entr. BR-280 (A) - Entr. BR-280 (B) (Vitorino) | 1172 | 1294 | 1476 | 8,83E+06 | **3,69E+07** |
| 4 | Entr. BR-280 (B) (Vitorino) – Entr. BR-373(A)/PR-180 (Marmeleiro) | 1133 | 1251 | 1428 | 9,21E+06 | **3,85E+07** |

## 4.3.4 Avaliação da capacidade e níveis de serviço

### 4.3.4.1 Introdução

Os Estudos de Capacidade e Níveis de Serviço visam avaliar o grau de suficiência para acomodação dos volumes de tráfego existentes e previstos, permitindo uma análise técnica para proposições de medidas que assegurem o escoamento em níveis aceitáveis.

Para parametrização da utilização da via pelos usuários criou-se o conceito de Níveis de Serviço que possibilitam a avaliação do grau de eficiência do serviço oferecido pela via, conforme preconiza o Highway Capacity Manual – HCM2016. Estes níveis de serviço variam de A refletindo na melhor condição de operação e F que corresponde a condição de congestionamento completo.

Os estudos basearam-se na avaliação preliminar do perfil geométrico das rodovias para priorização dos segmentos críticos em rampa, nos perfis de velocidade de caminhões e carros e na determinação da capacidade e dos níveis de serviços das rodovias por meio do software Highway Capacity Software - HCS 7.

### 4.3.4.2 Priorização de trecho pela avaliação do perfil geométrico da rodovia

Um dos aspectos de maior relevância na avaliação e priorização de segmentos de implantação de terceira faixa em uma rodovia é a verificação da adequação das rampas máximas observadas perante o volume de tráfego atuante.

Trechos com rampas ascendentes acentuadas podem causar reduções significativas na velocidade dos veículos pesados causando congestionamentos, que reduzem sobremaneira os níveis de serviço da rodovia. Essa interpretação pode ser corroborada, pois os veículos trafegando em velocidade reduzida restringem as características operacionais dos demais veículos que poderiam estar trafegando a velocidades superiores e em condições operacionais menos restritas e mais confortáveis para os usuários. Uma das formas mais indicadas para atenuar estas restrições seria a implantação de terceiras faixas gerando oportunidades seguras de ultrapassagem.

O Manual de Implantação Básica de Rodovia - IPR - 742/2010 apresenta de forma geral que rodovias com tráfego acima de 1400 veículos médios diários devem atender ao critério de rampa máxima menor ou igual a 4,5% em função da classificação Classe I B em relevo ondulado, conforme o caso da rodovia PR-280.

Contudo, observam-se diversos segmentos ao longo da rodovia citada com restrição de ultrapassagem e rampas acima do limite indicado. Em alguns casos, já se notam terceiras faixas implantadas onde o perfil de velocidade não sofre reduções significativas já que a terceira faixa permite a ultrapassagem pelo veículo com maior velocidade demonstrando sua funcionalidade.

Dessa forma, foram realizadas duas avaliações de inclinação e extensão colaborativas na definição dos trechos de implantação de terceira faixa. No Critério I apresentado na Tabela 4.3.31, a seguir, estabeleceu-se que seria recomendada a implantação de terceira faixa em rampas maior ou igual a 4,5% (Classe I, região ondulada) e extensão acima de 300 m. No Critério II apresentado na Tabela 4.3.34 estabeleceu-se que seria recomendada a implantação de terceira faixa em rampas maior ou igual a 4,0%, porém com extensão acima de 450 m (extensão superior àquela definida para a rampa de 4,5%).

Na tabela referente ao Critério II são expressos os trechos cuja inclinação da rampa está no intervalo entre maior ou igual a 4,0 % e menor que 4,5% na qual a extensão é maior que 450 m. Os trechos acima de 4,5% cuja rampa supera a extensão de 450 m aparecem na tabela referente ao Critério I.

Em suma, avaliou-se dentro do cenário de rampas existentes aquelas em que a redução de velocidade pudesse afetar os níveis de serviço da rodovia priorizando os trechos a serem objeto de implantação de terceira faixa.

**Tabela 4.3.31 – Avaliação de inclinação e extensão de rampas na PR-280 (Critério I).**

| km INI | km FIM | COTA | Extensão | Desnível | Rampa | Sentido | 3ª Faixa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 93,650 | 94,327 | 1307,000 | 676,646 | -27,189 | -4,02% | Decrescente | Sugerido |
| 100,446 | 100,868 | 1279,691 | 421,139 | -19,078 | -4,53% | Decrescente | Existe |
| 106,674 | 107,179 | 1243,518 | 505,266 | 22,482 | 4,45% | Crescente | Sugerido |
| 108,046 | 108,922 | 1254,227 | 876,283 | -45,740 | -5,22% | Decrescente | Existe |
| 109,193 | 109,524 | 1201,805 | 331,424 | -18,733 | -5,65% | Decrescente | Sugerido |
| 110,292 | 110,795 | 1201,914 | 502,115 | 29,273 | 5,83% | Crescente | Existe |
| 113,469 | 114,070 | 1223,961 | 601,394 | -34,126 | -5,67% | Decrescente | Existe |

| km INI | km FIM | COTA | Extensão | Desnível | Rampa | Sentido | 3ª Faixa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 114,679 | 115,055 | 1174,284 | 376,153 | 20,463 | 5,44% | Crescente | Sugerido |
| 115,415 | 116,024 | 1196,354 | 609,022 | 36,746 | 6,03% | Crescente | Existe |
| 116,024 | 116,435 | 1233,101 | 410,670 | -20,597 | -5,02% | Decrescente | Existe |
| 116,909 | 117,373 | 1207,696 | 463,472 | -21,230 | -4,58% | Decrescente | Existe |
| 119,212 | 119,698 | 1184,852 | 485,275 | -23,852 | -4,92% | Decrescente | Existe |
| 119,698 | 120,101 | 1161,000 | 403,400 | 18,764 | 4,65% | Crescente | Sugerido |
| 120,101 | 120,766 | 1179,764 | 664,938 | -30,568 | -4,60% | Decrescente | Existe |
| 121,063 | 121,611 | 1155,414 | 547,859 | -25,787 | -4,71% | Decrescente | Existe |
| 123,238 | 123,972 | 1132,272 | 734,033 | -39,659 | -5,40% | Decrescente | Existe |
| 123,972 | 125,180 | 1092,613 | 1207,575 | 54,831 | 4,54% | Crescente | Existe |
| 125,180 | 126,064 | 1147,444 | 884,345 | -52,357 | -5,92% | Decrescente | Existe |
| 126,064 | 126,473 | 1095,087 | 409,268 | -17,490 | -4,27% | Decrescente | Existe |
| 126,473 | 126,933 | 1077,597 | 459,860 | -28,032 | -6,10% | Decrescente | Existe |
| 128,433 | 128,780 | 1055,394 | 346,839 | 17,310 | 4,99% | Crescente | Existe |
| 128,780 | 129,113 | 1072,704 | 333,315 | -20,838 | -6,25% | Decrescente | Sugerido |
| 129,113 | 129,580 | 1051,867 | 466,980 | 28,456 | 6,09% | Crescente | Sugerido |
| 129,580 | 129,855 | 1080,323 | 275,012 | 16,493 | 6,00% | Crescente | Existe |
| 130,872 | 131,488 | 1129,731 | 615,817 | -36,881 | -5,99% | Decrescente | Existe |
| 132,028 | 132,462 | 1099,986 | 433,713 | -22,996 | -5,30% | Decrescente | Sugerido |
| 135,046 | 135,516 | 1097,617 | 469,659 | -21,534 | -4,58% | Decrescente | Existe |
| 135,516 | 136,199 | 1076,083 | 683,453 | -40,682 | -5,95% | Decrescente | Existe |
| 137,059 | 137,537 | 1056,989 | 478,244 | 26,679 | 5,58% | Crescente | Existe |
| 137,845 | 138,256 | 1075,178 | 411,070 | 20,382 | 4,96% | Crescente | Sugerido |
| 139,171 | 139,588 | 1063,557 | 417,752 | -25,410 | -6,08% | Decrescente | Existe |
| 139,817 | 140,332 | 1030,322 | 514,564 | 24,627 | 4,79% | Crescente | Existe |
| 141,222 | 142,209 | 1075,570 | 986,647 | -43,649 | -4,42% | Decrescente | Existe |
| 142,209 | 142,943 | 1031,921 | 734,582 | 33,357 | 4,54% | Crescente | Existe |
| 143,417 | 143,908 | 1061,910 | 491,460 | 30,870 | 6,28% | Crescente | Existe |
| 147,012 | 147,919 | 1033,101 | 907,722 | 38,797 | 4,27% | Crescente | Existe |
| 147,919 | 149,097 | 1071,898 | 1177,521 | -67,090 | -5,70% | Decrescente | Existe |
| 150,206 | 150,712 | 1033,819 | 506,029 | -22,716 | -4,49% | Decrescente | Sugerido |
| 151,004 | 151,417 | 1019,037 | 412,557 | -25,348 | -6,14% | Decrescente | Sugerido |
| 155,015 | 155,356 | 1000,651 | 341,306 | 16,940 | 4,96% | Crescente | Sugerido |
| 158,495 | 158,927 | 1030,327 | 432,001 | -24,618 | -5,70% | Decrescente | Sugerido |
| 159,362 | 160,046 | 1011,549 | 684,014 | -36,798 | -5,38% | Decrescente | Sugerido |
| 161,843 | 162,604 | 982,942 | 761,680 | 46,994 | 6,17% | Crescente | Existe |
| 162,604 | 163,459 | 1029,936 | 854,216 | -48,093 | -5,63% | Decrescente | Existe |
| 167,380 | 168,093 | 972,136 | 713,478 | -37,245 | -5,22% | Decrescente | Sugerido |
| 168,809 | 169,234 | 966,292 | 424,846 | -23,929 | -5,63% | Decrescente | Existe |
| 169,723 | 170,153 | 959,414 | 429,352 | -23,818 | -5,55% | Decrescente | Existe |
| 179,305 | 179,925 | 912,675 | 619,953 | -38,103 | -6,15% | Decrescente | Existe |
| 184,424 | 185,228 | 848,467 | 803,715 | 47,492 | 5,91% | Crescente | Existe |
| 185,228 | 186,011 | 895,960 | 783,126 | -48,193 | -6,15% | Decrescente | Existe |
| 191,819 | 192,725 | 886,959 | 906,629 | -55,190 | -6,09% | Decrescente | Existe |

| km INI | km FIM | COTA | Extensão | Desnível | Rampa | Sentido | 3ª Faixa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 192,725 | 193,610 | 831,769 | 884,841 | 50,536 | 5,71% | Crescente | Existe |
| 193,610 | 194,301 | 882,306 | 691,177 | -45,985 | -6,65% | Decrescente | Existe |
| 194,668 | 195,100 | 839,500 | 431,505 | -22,271 | -5,16% | Decrescente | Existe |
| 195,100 | 195,607 | 816,359 | 507,328 | -29,168 | -5,75% | Decrescente | Existe |
| 195,607 | 196,153 | 787,191 | 545,480 | 31,676 | 5,81% | Crescente | Existe |
| 196,945 | 197,702 | 829,146 | 757,815 | -45,131 | -5,96% | Decrescente | Existe |
| 197,702 | 198,856 | 784,015 | 1153,946 | 69,498 | 6,02% | Crescente | Existe |
| 199,692 | 201,360 | 855,817 | 1667,694 | -100,540 | -6,03% | Decrescente | Existe |
| 202,263 | 202,859 | 746,314 | 595,662 | -32,147 | -5,40% | Decrescente | Existe |
| 202,859 | 203,766 | 714,167 | 906,722 | 53,579 | 5,91% | Crescente | Existe |
| 205,009 | 205,533 | 753,603 | 524,061 | -27,307 | -5,21% | Decrescente | Existe |
| 205,533 | 206,034 | 726,296 | 500,284 | 25,507 | 5,10% | Crescente | Existe |
| 206,034 | 206,574 | 751,803 | 540,328 | -25,220 | -4,67% | Decrescente | Existe |
| 207,224 | 207,734 | 731,380 | 510,067 | 29,301 | 5,74% | Crescente | Existe |
| 209,571 | 210,020 | 762,308 | 448,541 | 21,493 | 4,79% | Crescente | Sugerido |
| 211,489 | 212,287 | 812,488 | 797,408 | 47,934 | 6,01% | Crescente | Existe |
| 212,555 | 213,015 | 852,774 | 460,000 | 23,326 | 5,07% | Crescente | Urbano |
| 213,210 | 213,716 | 877,494 | 506,316 | 29,809 | 5,89% | Crescente | Sugerido |
| 213,716 | 214,967 | 907,302 | 1251,059 | -56,803 | -4,54% | Decrescente | Urbano |
| 215,790 | 216,195 | 860,621 | 405,000 | -18,368 | -4,54% | Decrescente | Urbano |
| 535,296 | 535,736 | 849,069 | 439,961 | -25,538 | -5,80% | Decrescente | Existe |
| 536,016 | 536,396 | 818,510 | 379,916 | -22,795 | -6,00% | Decrescente | Existe |
| 536,656 | 537,776 | 795,707 | 1119,975 | -64,920 | -5,80% | Decrescente | Existe |
| 538,116 | 538,516 | 727,028 | 400,000 | -24,107 | -6,03% | Decrescente | Existe |
| 539,777 | 540,276 | 707,865 | 498,980 | 29,819 | 5,98% | Crescente | Sugerido |
| 540,276 | 540,676 | 737,684 | 400,000 | -20,457 | -5,11% | Decrescente | Sugerido |
| 541,956 | 542,316 | 679,611 | 360,000 | 18,375 | 5,10% | Crescente | Sugerido |
| 224,556 | 225,216 | 716,214 | 660,000 | 35,193 | 5,33% | Crescente | Existe |
| 225,736 | 227,136 | 757,354 | 1400,000 | 67,461 | 4,82% | Crescente | Existe |
| 227,136 | 227,616 | 824,815 | 480,000 | -26,108 | -5,44% | Decrescente | Sugerido |
| 228,256 | 228,716 | 794,832 | 460,000 | -27,702 | -6,02% | Decrescente | Sugerido |
| 235,475 | 236,616 | 683,455 | 1141,310 | 59,058 | 5,17% | Crescente | Existe |
| 239,616 | 240,176 | 751,101 | 560,000 | -28,867 | -5,15% | Decrescente | Existe |
| 240,776 | 241,236 | 715,227 | 460,000 | -22,414 | -4,87% | Decrescente | Sugerido |
| 242,516 | 244,118 | 710,733 | 1601,240 | -84,304 | -5,26% | Decrescente | Existe |
| 244,881 | 246,681 | 622,000 | 1800,000 | 90,445 | 5,02% | Crescente | Existe |
| 247,441 | 247,961 | 713,065 | 520,000 | -29,132 | -5,60% | Decrescente | Urbano |
| 248,641 | 249,481 | 683,062 | 840,000 | 38,939 | 4,64% | Crescente | Urbano |
| 250,121 | 250,811 | 704,000 | 689,757 | -41,018 | -5,95% | Decrescente | Sugerido |
| 250,811 | 251,281 | 662,982 | 470,243 | 27,245 | 5,79% | Crescente | Sugerido |

**Tabela 4.3.32 – Avaliação de inclinação e extensão de rampas na PR-280 (Critério II).**

| km INI | Km FIM | COTA | Extensão | Desnível | Rampa | Sentido | 3ª Faixa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 98,497 | 99,731 | 1250,342 | 1233,470 | 55,133 | 4,47% | Crescente | Existe |
| 168,093 | 168,809 | 934,891 | 715,786 | 31,401 | 4,39% | Crescente | Existe |
| 170,153 | 171,214 | 935,596 | 1061,727 | 47,303 | 4,46% | Crescente | Existe |
| 171,214 | 172,173 | 982,899 | 958,715 | -39,034 | -4,07% | Decrescente | Existe |
| 182,820 | 183,307 | 881,050 | 487,050 | -21,314 | -4,38% | Decrescente | Sugerido |
| 222,416 | 223,256 | 713,280 | 840,000 | -33,669 | -4,01% | Decrescente | Urbano |

As Tabelas 4.3.31 e 4.3.32 apresentam os intervalos de avaliação das rampas nas quais são descritos os intervalos de início e fim dos trechos, cota do início da rampa no sentido do tráfego, extensão, desnível, rampa, sentido do tráfego e a coluna “3ª Faixa” onde é apresentada a codificação da avaliação.

Como foram observados segmentos em que a terceira faixa já se encontra implantada foi definida a codificação “Existe” e nos casos em que a pista não tem faixa adicional foi definida a codificação “Sugerido”. Nos casos em que aparece a codificação “Urbano” não foi recomendada a implantação de terceira faixa em função das possíveis interferências com a dinâmica do fluxo urbano.

### 4.3.4.3 Perfis de velocidade

Para avaliação da velocidade básica de fluxo livre da rodovia e velocidade de operação nos trechos em rampa objeto da análise dos estudos de implantação de terceira faixa foram realizados estudos de perfis de velocidade, que são apresentados no item 4.2.8 – Perfil de velocidade. As velocidades foram calculadas conforme os critérios descritos no item 4.3.4.4, a seguir.

### 4.3.4.4 Estudos de capacidade e níveis de serviço

Este item trata dos níveis de serviço calculados através da metodologia proposta na sexta edição do Highway Capacity Manual (HCM) para os segmentos homogêneos definidos na seção 4.3.4.2, referentes ao trecho em análise da PR-280, somando um total de 27 segmentos, os quais são caracterizados por serem de pista simples, denominada two-lane na metodologia do HCM (TRB, 2016), sem a presença de terceira faixa.

Para o cálculo do nível de serviço em rodovias de pista simples são necessários os seguintes dados de entrada para cada segmento homogêneo:

- Classe da rodovia;
- Largura de faixa;
- Largura de acostamento;
- Tipo do terreno (plano, ondulado ou greide específico - indicar a inclinação);
- Porcentagem de zonas de proibição de ultrapassagem;
- Velocidade de fluxo livre;
- Presença e extensão de terceira faixa;
- Demanda de volume horário de veículos (VH);
- Divisão do volume por sentido de tráfego;
- Fator horário de pico (FHP);
- Porcentagem de veículos pesados (%HV).

A Classe da rodovia para o HCM se divide em I, II ou III e está relacionada com o uso do solo e velocidade de tráfego esperada. A Classe I compreende trechos rurais de rodovia, onde se é esperado trafegar com velocidade alta. A Classe II engloba rodovias onde não é possível trafegar em velocidades altas devido às características geométricas, como terreno montanhoso, em geral proporcionando viagens curtas ou acessos para rodovias de Classe I. Já rodovias de Classe III englobam áreas urbanas, onde a velocidade é inferior a áreas rurais.

As características geométricas da rodovia referentes a largura de faixa, acostamento e inclinação do greide específico foram obtidas a partir do levantamento realizado no item 4.2.3 – Vídeo registro utilizando-se técnicas de restituição planialtimétrica apoiada pela vistoria de campo registrada no item 4.2.2 – Vistoria de Campo.

O segmento A, único pertencente à Zona de Tráfego 1, relativo ao trecho que se inicia na divisa entre o estado de Santa Catarina e o Paraná, em União da Vitória e Porto União, até o entroncamento com a BR-153/PR e a PR-446, possui terreno ondulado, já nas demais zonas, todos os segmentos possuem terreno greide específico.

A porcentagem de zonas de proibição de ultrapassagem foi definida através do levantamento da sinalização horizontal e vertical presente na rodovia em questão.

Um passo importante para a análise de rodovia de pista simples é a determinação da velocidade de fluxo livre - free-flow speed (FFS). Este dado pode ser medido em campo, entretanto, deve ser medido para cada sentido da rodovia separadamente, com uma amostra de pelo menos 100 veículos, sendo que o volume total na rodovia não deve ultrapassar 200 veic/h. É possível medir também essa velocidade com maior fluxo de veículos na rodovia e ajustá-la posteriormente, entretanto, este método também exige uma amostra de pelo menos 100 veículos. Existe ainda uma terceira forma de estimar a FFS, a qual considera uma velocidade básica de fluxo livre ‑ base free-flow speed (BFFS).

A BFFS é por conceito a velocidade de tráfego esperada com base na geometria horizontal e vertical da rodovia, sem pontos de acesso no trecho e com larguras padrões de faixa e acostamento de 12 e 6 pés, respetivamente, equivalentes a 3,66 e 1,83 m. Quando a rodovia não se encontra em condições básicas, são aplicados fatores de ajuste para a largura de faixa e acostamento e densidade de pontos de acesso. Logo, seguindo este conceito, a BFFS foi estimada através da média das velocidades levantadas e apresentadas no item 4.2.8 – Perfil de Velocidade, onde foram monitorados os deslocamentos de dois veículos leves para cada um dos sentidos da rodovia.

A metodologia estabelece um limite mínimo de 45 mi/h (72,42 km/h) e máximo de 70 milhas/h (112,65 km/h). Quando a velocidade levantada foi superior ou inferior a esta faixa de valores, foram adotados os valores limites.

Os dados de volume de tráfego para os segmentos foram definidos através dos dados do PNCT de 2018, oriundos da modelagem utilizada para a obtenção da estimativa de tráfego para o ano de 2018 pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/COPPE), conforme descrito no item 4.2.6 – Dados de contagem de tráfego e taxas de crescimento. Para a PR-280 foram utilizadas 7 estimativas de VMDa disponíveis nos respectivos trechos SNV (Sistema Nacional de Viação) analisados, sendo eles:

- 4012: Divisa SC/PR (Porto União/ União da Vitória) ‑ Entr. BR-153/PR-446.
- 4016: Entr. BR-153 ‑ Acesso Palmas.
- 4017: Acesso Palmas - Entr. PR-449.
- 4018: Entr. PR-449 - Entr. PR-459 (Clevelândia).

- 4019: Entr. PR-459 (Clevelândia) - Entr. BR-158(A)/480 (A).
- 2245: Entr. BR-280(A) ‑ Entr. BR-280(B) (Vitorino)
- 4021: Entr. BR-158/480 (Vitorino) ‑ Entr. BR-373/ PR-180 (Marmeleiro).

Dos SNVs indicados, além dos dados de VMDa, foram extraídos dados da distribuição do fluxo por sentido de tráfego e porcentagem de veículos pesados. Os detalhes dos dados de entrada utilizados no cálculo com o HCM com a infraestrutura atual e com as terceiras faixas propostas estão apresentados no item 3.3 do Volume 3 – Memória Justificativa.

Cabe destacar que os segmentos do SNV observados no PNCT foram devidamente compatibilizados àqueles existentes no Sistema Rodoviário Estadual do Paraná. O código 2245 citado acima refere-se a trecho coincidente da rodovia PR-280 e rodovia BR-158.

A entrada para o cálculo do nível de serviço é referente a um volume horário, logo, para calcular o valor de entrada buscou-se como referência um posto de contagem contínua ao longo do período de um ano. O posto completo selecionado foi o PNCT localizado no km 473 da BR-153/PR, com dados disponíveis para o ano de 2018. Um dos dados obtidos a partir do registro ao longo de um ano é o fator K50, que representa a 50ª hora mais carregada durante o ano de 2018 em termos de volume de tráfego. A 50ª hora é utilizada no Brasil como o Volume Horário de Projeto (VHP), conforme consta no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999), logo, por se tratar da análise de trechos para a proposição de terceiras faixas, o volume horário foi determinado a partir da multiplicação de cada dado de VMDa direcional pelo fator K50 direcional do PNCT em questão.

O FHP representa a distribuição do volume de tráfego dentro da hora de análise, calculado pela razão entre o VH e a o volume dos 15 minutos mais carregados dentro desta hora multiplicado por 4. Devido à ausência de dados de volume horário, bem como o volume dos quartis de hora, optou-se por utilizar os valores recomendados no Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006) de 0,92 para áreas urbanas e 0,88 para áreas rurais. Para todos os segmentos foi adotado o valor de 0,88 por se localizarem em áreas rurais da rodovia, exceto o Segmento 1, o qual está próximo ao município de Porto União, sujeito a influências do tráfego urbano local.

A Tabela 4.3.33 apresenta um resumo com as zonas definidas no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança e os segmentos homogêneos priorizados, conforme disposto no item 4.3.4.2 – Priorização de trecho pela avaliação do perfil geométrico da rodovia, com a indicação do quilometro inicial e final, extensão, sentido de tráfego analisado, volume horário direcional obtido para o ano de 2018 e os níveis de serviço (NS) calculados com o volume atualizado para os anos de 2021 a 2025 com a taxa de crescimento de 3,36%, apresentada no item 4.3.3.

Além dos critérios apresentados no item 4.3.4.2, o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999) considera como critério para implantação de terceira faixa em greide o NS E ou F, situação onde a demanda está próxima ou já atingiu a capacidade da rodovia (NS F). O NS E ou F é atingido até o ano de 2025 nos segmentos 6, 9, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26 e 27.

**Tabela 4.3.33 – Níveis de Serviço obtidos para os segmentos homogêneos priorizados.**

| Zona | Segmento Nº | km inicial | km final | Extensão | Sentido | VH 2018 | NS 2021 | NS 2022 | NS 2023 | NS 2024 | NS 2025 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2,3 | 2,6 | 0,30 | C | 225 | C | C | C | C | C |
| 2 | 2 | 93,5 | 94,3 | 0,88 | D | 112 | B | B | B | B | B |
| 2 | 3 | 106,7 | 107,4 | 0,71 | C | 112 | B | B | B | B | B |
| 2 | 4 | 109,0 | 109,5 | 0,53 | D | 112 | B | B | B | B | B |
| 2 | 5 | 114,7 | 115,3 | 0,58 | C | 112 | B | B | B | B | B |
| 2 | 6 | 119,7 | 120,3 | 0,60 | C | 112 | E | E | E | E | E |
| 2 | 7 | 128,6 | 129,1 | 0,53 | D | 112 | B | B | B | B | B |
| 2 | 8 | 129,1 | 129,8 | 0,67 | C | 206 | C | C | C | C | C |
| 2 | 9 | 131,8 | 132,5 | 0,63 | D | 206 | E | E | E | E | E |
| 2 | 10 | 137,8 | 138,5 | 0,61 | C | 219 | C | C | C | C | C |
| 2 | 11 | 150,0 | 150,7 | 0,71 | D | 219 | C | C | C | C | C |
| 2 | 12 | 150,8 | 151,4 | 0,61 | D | 219 | C | C | C | C | D |
| 2 | 13 | 155,0 | 155,6 | 0,54 | C | 219 | C | C | C | C | C |
| 2 | 14 | 158,3 | 158,9 | 0,63 | D | 219 | D | D | D | D | D |
| 2 | 15 | 159,2 | 160,0 | 0,88 | D | 219 | E | E | E | E | E |
| 2 | 16 | 167,2 | 168,1 | 0,91 | D | 213 | E | E | E | E | E |
| 2 | 17 | 182,6 | 183,3 | 0,69 | D | 213 | C | C | C | C | C |
| 2 | 18 | 209,6 | 210,2 | 0,65 | C | 213 | D | D | D | D | D |
| 2 | 19 | 213,2 | 213,9 | 0,71 | C | 213 | E | E | E | E | E |
| 3 | 20 | 539,8 | 540,5 | 0,70 | C | 498 | E | E | E | E | E |
| 3 | 21 | 540,1 | 540,7 | 0,60 | D | 498 | E | E | E | E | E |
| 3 | 22 | 542,0 | 542,5 | 0,56 | C | 498 | E | E | E | E | E |
| 4 | 23 | 226,9 | 227,6 | 0,68 | D | 333 | E | E | E | E | E |

| Zona | Segmento Nº | km inicial | km final | Extensão | Sentido | VH 2018 | NS 2021 | NS 2022 | NS 2023 | NS 2024 | NS 2025 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 24 | 228,1 | 228,7 | 0,66 | D | 333 | D | D | D | D | D |
| 4 | 25 | 240,6 | 241,2 | 0,66 | D | 333 | E | E | E | E | E |
| 4 | 26 | 249,9 | 250,8 | 0,89 | D | 333 | F | F | F | F | F |
| 4 | 27 | 250,8 | 251,5 | 0,67 | C | 333 | E | E | E | E | E |

Para verificar o impacto da implantação das terceiras faixas nos segmentos em questão, o NS foi calculado considerando a presença de terceiras faixas, as quais são denominadas climbing lanes pelo HCM quando há presença de greide específico. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.3.34.

Devido às características de rampas elevadas e alta porcentagem de proibição de ultrapassagem nos segmentos em questão, a implantação de terceiras faixas contribui com a fluidez do tráfego em rampas e com a segurança dos veículos que trafegam na rodovia. A BFFS utilizada como entrada no cálculo do NS foi obtida por meio do levantamento em campo, apresentado no item 4.2.8 – Perfil de Velocidade, sendo a velocidade de operação, para representar a velocidade nos segmentos homogêneos. Com a suposta implantação de terceira faixa foi utilizada a média das velocidades medidas para cada zona, exceto nos segmentos onde a velocidade pontual no segmento é superior à média. Este procedimento permite simular o acréscimo de velocidade que ocorrerá com a implantação de terceira faixa.

**Tabela 4.3.34 – Níveis de Serviço obtidos para os segmentos homogêneos priorizados considerando a implantação de terceira faixa.**

| Zona | Segmento Nº | km inicial | km final | Extensão | Sentido | VH 2018 | NS 2021 | NS 2022 | NS 2023 | NS 2024 | NS 2025 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2,3 | 2,6 | 0,30 | C | 225 | B | B | B | B | B |
| 2 | 2 | 93,5 | 94,3 | 0,88 | D | 112 | A | A | A | A | A |
| 2 | 3 | 106,7 | 107,4 | 0,71 | C | 112 | A | A | A | A | A |
| 2 | 4 | 109,0 | 109,5 | 0,53 | D | 112 | A | A | A | A | A |
| 2 | 5 | 114,7 | 115,3 | 0,58 | C | 112 | A | A | A | A | A |
| 2 | 6 | 119,7 | 120,3 | 0,60 | C | 112 | A | A | A | A | A |
| 2 | 7 | 128,6 | 129,1 | 0,53 | D | 112 | A | B | B | B | B |
| 2 | 8 | 129,1 | 129,8 | 0,67 | C | 206 | A | A | A | A | A |
| 2 | 9 | 131,8 | 132,5 | 0,63 | D | 206 | B | B | B | B | B |
| 2 | 10 | 137,8 | 138,5 | 0,61 | C | 219 | A | A | A | A | A |
| 2 | 11 | 150,0 | 150,7 | 0,71 | D | 219 | A | A | A | A | A |

| Zona | Segmento Nº | km inicial | km final | Extensão | Sentido | VH 2018 | NS 2021 | NS 2022 | NS 2023 | NS 2024 | NS 2025 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 12 | 150,8 | 151,4 | 0,61 | D | 219 | B | B | B | B | B |
| 2 | 13 | 155,0 | 155,6 | 0,54 | C | 219 | A | A | A | A | A |
| 2 | 14 | 158,3 | 158,9 | 0,63 | D | 219 | B | B | B | B | B |
| 2 | 15 | 159,2 | 160,0 | 0,88 | D | 219 | B | B | B | B | B |
| 2 | 16 | 167,2 | 168,1 | 0,91 | D | 213 | C | C | C | C | C |
| 2 | 17 | 182,6 | 183,3 | 0,69 | D | 213 | A | A | A | A | A |
| 2 | 18 | 209,6 | 210,2 | 0,65 | C | 213 | C | C | C | C | C |
| 2 | 19 | 213,2 | 213,9 | 0,71 | C | 213 | D | D | D | D | D |
| 3 | 20 | 539,8 | 540,5 | 0,70 | C | 498 | D | D | D | D | E |
| 3 | 21 | 540,1 | 540,7 | 0,60 | D | 498 | C | C | C | C | C |
| 3 | 22 | 542,0 | 542,5 | 0,56 | C | 498 | C | D | D | D | D |
| 4 | 23 | 226,9 | 227,6 | 0,68 | D | 333 | D | D | D | D | D |
| 4 | 24 | 228,1 | 228,7 | 0,66 | D | 333 | C | C | C | C | C |
| 4 | 25 | 240,6 | 241,2 | 0,66 | D | 333 | D | D | D | D | D |
| 4 | 26 | 249,9 | 250,8 | 0,89 | D | 333 | D | D | D | D | D |
| 4 | 27 | 250,8 | 251,5 | 0,67 | C | 333 | D | D | D | D | D |

Nos resultados expostos na Tabela 4.3.34 é possível verificar que em todos os segmentos houve melhora no NS com a implantação de terceira faixa, com atingimento do NS E apenas no segmento 20, com a projeção do tráfego para o ano de 2025.

Os estudos para implantação de terceira faixa analisaram a rodovia PR-280 em toda extensão prevista no programa PRSV, porém em função da determinação expressa no Ofício n° 05/2020 de 24 de setembro de 2020 foram excluídos os segmentos de número 2 ao 8 das definições deste projeto devido a sobreposição com o planejamento de ações do DER-PR para restauração da pista em pavimento rígido (*whitetoping*). Sugere-se que os estudos realizados sejam incorporados às definições deste projeto.

## 4.3.5 Avaliação da segurança viária

### 4.3.5.1 Introdução

Mortes e ferimentos devido a acidentes de trânsito são o resultado de uma interação complexa entre o modo como as pessoas se comportam nas vias, os tipos de veículos em uso, a velocidade com que trafegam e o projeto das próprias vias. Apesar dessa complexidade, o processo de criação de um sistema de vias verdadeiramente seguro é agora bem compreendido. A experiência na implementação da abordagem

bem estabelecida do "sistema seguro", que reconhece a importância mútua de usuários seguros, de veículos seguros e de vias seguras, mostra como mortes e ferimentos graves podem ser evitados em grande escala.

A abordagem do princípio de Sistema Seguro para a segurança no trânsito foi adotada por vários países e instituições globais. Um Sistema Seguro é aquele em que todos os elementos-chave do sistema de transporte viário (vias, veículos, velocidade) interagem, conforme ilustra a Figura 4.3.7 (Fonte: OECD, 2016), de uma forma que, quando ocorre uma colisão, esta não resulte em morte ou em feridos graves.

No centro do sistema de transporte viário está o usuário da via. Um Sistema Seguro reconhece que os humanos cometem erros e que há um limite para a quantidade de força que o corpo humano pode suportar no caso de uma colisão. Um sistema seguro é aquele em que os motoristas seguros viajam em veículos seguros, em vias seguras e velocidades seguras.

No âmbito de um Sistema Seguro, a responsabilidade pela segurança viária é partilhada entre os usuários da via e aqueles que projetam o sistema de transporte viário. Entre eles estão gerentes e operadores de vias, projetistas, indústria, polícia, operadores de transportes, serviços de saúde, sistema judicial, organizações de segurança viária, políticos e órgãos legislativos. Todos estes têm a responsabilidade conjunta de fornecer um ambiente viário que antecipa possíveis erros e lida com eles de uma maneira que evita sérios danos.

**Figura 4.3.7 – Princípio do Sistema Seguro na segurança viária.**

### 4.3.5.2 Papel da metodologia iRAP no Sistema Seguro

Os seguintes princípios sublinham amplamente a abordagem do sistema seguro e informam o processo do iRAP:

- Erros simples, que abrangem erros de julgamento e decisões inadequadas durante a condução de veículos, são intrínsecos aos seres humanos, por isso o sistema de segurança viária precisa ser projetado e operado considerando esse aspecto.
- Os seres humanos são frágeis. Por isso, desprotegidos, não podem sobreviver aos impactos que ocorrem, mesmo em velocidades moderadas.
- Pessoas que se comportam com descaso criminoso para a segurança de si mesmo e para os outros devem esperar policiamento forte e penas duras.
- A segurança pode ser incorporada no sistema viário de uma forma abrangente e sistemática; não se deve consertar de qualquer jeito apenas as áreas com problemas mais aparentes.
- Os elementos do sistema criados com a engenharia - veículos e vias - podem ser projetados para serem compatíveis com o elemento humano; talvez aprendendo com as provas de corrida de automóveis, em que, apesar da certeza de que acidentes ocorrerão, todo o sistema é projetado para minimizar os danos decorrentes desses eventos.

O papel do iRAP é focar, especificamente, no elemento “vias seguras" da equação de segurança, no contexto de usuários, de veículos e de vias mais seguros. O iRAP baseia-se na experiência dos países desenvolvidos que têm um histórico comprovado em segurança de infraestrutura e, com o apoio de engenheiros e de pesquisadores locais, aplica o conhecimento e os processos técnicos apropriados para os países de baixa e de média rendas.

Uma via segura irá reconhecer e levar em consideração as limitações dos seres humanos dentro do sistema de transporte. A rede deve ser projetada para limitar a probabilidade da ocorrência de acidentes e minimizar a gravidade dos acidentes que acabam ocorrendo.

Pesquisas realizadas na Austrália, nos Estados Unidos, no Reino Unido, na Noruega, na França, no Canadá, na Holanda, nos países nórdicos e na Nova Zelândia mostram que os projetos de segurança viária bem direcionados geraram economia em custos de acidentes evitados de até 60 vezes o custo de construção[1].Ou seja, para cada US$ 1 investido, houve um retorno de até US$ 60 em termos de custos de acidentes evitados. Outras pesquisas têm demonstrado que as melhorias de baixo custo em locais específicos de alto risco têm taxas de retorno de 300% no primeiro ano[2]. Com a manutenção adequada, o investimento em infraestrutura viária pode durar décadas; assim, as vias seguras construídas hoje continuarão a salvar vidas e prevenir lesões por muito tempo no futuro.

#### 4.3.5.3 A importância da velocidade

A velocidade dos veículos afeta a gravidade de todas as colisões ocorridas em uma via. Acidentes com maior velocidade envolvem mais energia cinética e, quanto mais energia for dispersada em um acidente, mais grave será. A velocidade também afeta a probabilidade de ocorrer uma falha. A probabilidade de ocorrência de acidente fatal ou grave aumenta significativamente com pequenos aumentos na velocidade do veículo. Pesquisas mostram que um aumento na velocidade média de 5% leva a um aumento de acidentes com lesões corporais de 10% e um aumento de 20% nos acidentes fatais.

[1] OECD (2008) Towards Zero – Ambitious road safety targets and the safe systems approach - página 96, seção 4.2 “The road safety management system”.
[2] Road Safety Foundation (2008)

A velocidade é um elemento-chave do sistema seguro, sendo importante que os motoristas adotem velocidade segura para o ambiente viário. Os limites de velocidade também precisam ser adequados para o nível de segurança embutido na estrada.

A tolerância do corpo humano à força física está no centro do Sistema Seguro. O único e mais crítico fator que determina a quantidade de força envolvida em um acidente é a velocidade. A quantidade de energia envolvida em um acidente aumenta exponencialmente com a velocidade. A Figura 4.3.8 (Fonte: OECD, 2008) ilustra que as chances de sobrevivência para um pedestre desprotegido, atingido por um veículo, diminuem rapidamente em velocidades maiores que 30 km/h, enquanto que para um ocupante de veículo, apropriadamente preso ao cinto de segurança, a velocidade de impacto crítica seria de 50 km/h (para acidentes com impacto lateral) e 70 km/h (para acidentes de frente).

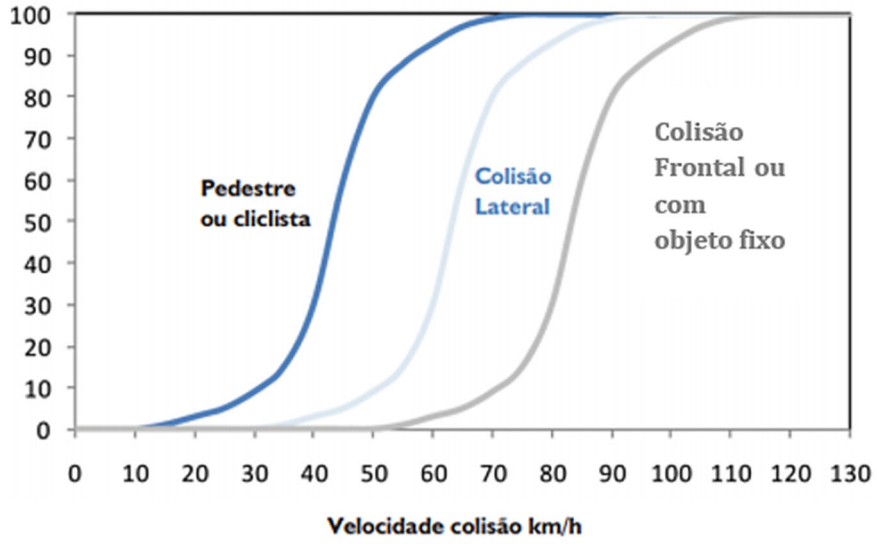



**Figura 4.3.8 – Risco de fatalidade em diferentes velocidades de impacto.**

### 4.3.5.4 Construindo vias seguras

A infraestrutura viária deve ser autoexplicativa, para encorajar o comportamento seguro dos usuários e perdoar falhas no caso de um acidente, protegendo os usuários das vias de ferimentos fatais ou graves. Tornar as vias mais seguras reduz o número de ocorrência de falhas e também a gravidade dos acidentes.

Uma “via que perdoa” garante que, quando um veículo interage com a via, o usuário esteja protegido de ferimentos graves. Medidas para tornar uma via mais

tolerante incluem a eliminação de perigos no entorno da via ou garantir que toda a via esteja protegida por barreiras de segurança.

Sob um sistema seguro, o tráfego oposto seria fisicamente separado por uma barreira central para evitar colisões frontais. Vias estariam livres de riscos desprotegidos, como estruturas rígidas e postes. Onde este nível de infraestrutura segura não pudesse ser implementado, outras medidas seriam necessárias para reduzir a velocidade do veículo em pontos de conflito, de forma a garantir que as forças de impacto não excedam os limites seguros.

Existem muitos elementos do ambiente viário que contribuem para os resultados de segurança. Estes incluem o alinhamento da via, o tipo de interseções e a presença de perigos nas laterais da via, como árvores e postes. Esses recursos de segurança nem sempre são óbvios para os usuários da via, mas fazem uma enorme diferença. Tanto o número quanto a gravidade dos acidentes podem ser reduzidos de maneira significativa ao projetar vias para torná-las mais seguras. A eficácia de tratamentos específicos do ambiente viário na redução de acidentes de danos é resumida na Tabela 4.3.35 (Fonte: iRAP, 2020). Outras informações podem ser encontradas no Road Safety Toolkit (http://toolkit.irap.org).

**Tabela 4.3.35 – Eficácia de alguns tratamentos de segurança do ambiente viário (% de redução).**

| Tratamento | Colisões Frontais | Colisões em Saídas de Pista | Colisões em interseções | Atropelamento de pedestres | Colisão com ciclistas | Custo Estimado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Barreiras de Segurança | | 40 - 60 | | | | Médio |
| Redução de velocidade (10 km/h) | 25 - 40 | 25 - 40 | 25 - 40 | 25 - 40 | 25 - 40 | Baixo |
| Sinalização viária | 10 - 25 | 10 - 25 | 10 - 25 | | | Baixo |
| Melhoria da qualidade da interseção | | | 10 - 25 | | | Baixo |
| Calçadas | | | | 40 - 60 | | Baixo a médio |
| Traffic Calming | | | 25 - 40 | 25 - 40 | 25 - 40 | Médio |
| Iluminação pública | | | 10 - 25 | 10 - 25 | 10 - 25 | Médio |
| Canteiro central fictício | 10 - 25 | 10 - 25 | | | | Baixo |

### 4.3.5.5 Avaliação de vias por meio da metodologia iRAP

O processo de avaliação do iRAP é apresentado na Figura 4.3.9. No desenvolvimento dos projetos de melhorias das vias, a Classificação por Estrelas pode

ser atualizada em uma base iterativa, e um *feedback* é fornecido para projetistas sobre as formas com que a Classificação por Estrelas poderia ser melhorada. O processo é concluído com a produção de pós-construção da Classificação por Estrelas.

A produção da Classificação por Estrelas do iRAP e os Planos de Investimento para Vias Mais Seguras (PIVMS) envolvem uma série de processos de coleta de dados, de levantamento e de análise. As avaliações do iRAP fazem uso de dados sobre atributos das vias para mais de 50 variáveis, em intervalos de 100 metros ao longo de uma via.

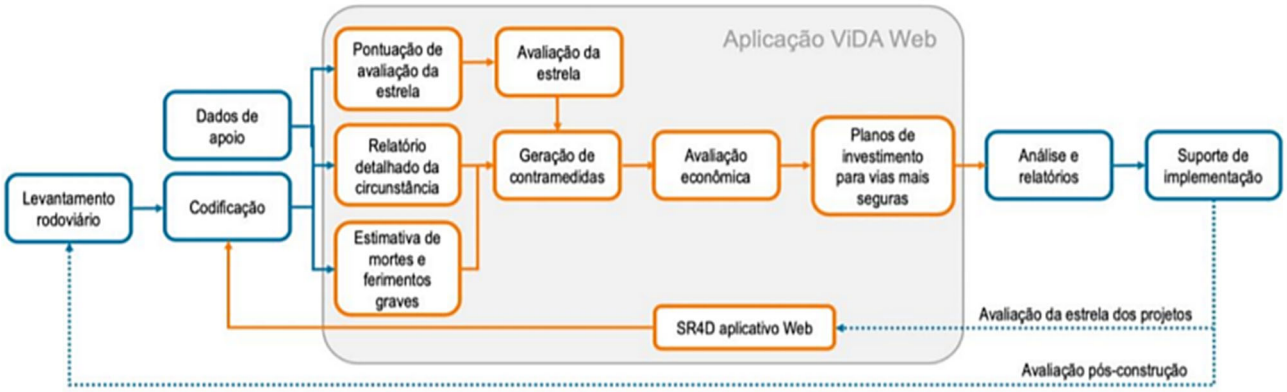



**Figura 4.3.9 – Processo de avaliação do iRAP.**

#### 4.3.5.5.1 Levantamento da rodovia PR-280

A PR-280 foi vistoriada usando um veículo especialmente equipado, com gravação de imagens digitais em intervalos de 20 metros, conforme item 4.2.3 – Vídeo Registro, para permitir a codificação de mais de 50 atributos viários relacionados com a probabilidade de ocorrência e com a gravidade de um acidente. Estes dados foram complementados com avaliação de velocidades de operação, conforme item 4.2.8 – Perfil de Velocidade, complementadas por vistorias técnicas detalhadas no item 4.2.2 – Vistoria de Campo.

Esses atributos incluem projeto de interseção, de número de faixas, de sinalização, de perigos na via, de canteiro central, de largura de faixa, de velocidades de operação, de uso do solo, de tipo de área, de sonorizadores, de infraestrutura para pedestres, de ciclistas e de motociclista, entre outros. Esses dados inspecionados sustentam as avaliações da classificação por estrelas do iRAP.

#### 4.3.5.5.2 Codificação iRAP

Levantamentos e codificação dos atributos da via foram realizados pela equipe técnica do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A codificação de atributos da via seguiu o Manual de Codificação, disponível em: <https://www.irap.org/specifications/>. Os dados codificados foram revisados de acordo com o iRAP Manual de Codificação, para garantir os mais altos padrões de qualidade e de consistência durante o processo de codificação da rodovia.

#### 4.3.5.5.3 Atributos viários

A Tabela 4.3.36 resume os atributos das vias gerados no momento da conclusão do levantamento de base e ajuda a ilustrar a relação entre os atributos de infraestrutura das vias e o risco para os usuários dessas vias. Um conjunto completo de dados dos atributos codificados também está disponível como arquivo para download em <http://vida.irap.org>.

**Tabela 4.3.36 – Principais atributos registrados nos trechos analisados.**

| Atributo da Via | Categoria | Detalhes/resultados chaves |
|---|---|---|
| Fluxo de tráfego (VMDA em veículos) | 1000 – 5000 | 79% |
| | 5000 – 10000 | 16% |
| | 10000 - 15000 | 4% |
| Número de faixas (por sentido) | Uma | 72% |
| | Duas e uma | 28% |
| Curvatura | Reta ou ligeiramente curva | 75% |
| | Moderada | 23% |
| | Fechada | 2% |
| Qualidade da curva | Adequada | 20% |
| | Não adequada | 5% |
| | Não se aplica | 75% |
| Delineamento (balizamento) | Adequada | 27% |
| | Não adequada | 73% |
| Estado do pavimento | Bom | 25% |
| | Regular | 64% |
| | Deficiente | 11% |
| Severidade de perigo na beira da via - objeto do lado do condutor | Árvore com tronco ≥10 cm de diâmetro | 50% |
| | Poste ou coluna ≥ 10 cm de diâmetro | 13% |

| Atributo da Via | Categoria | Detalhes/resultados chaves |
|---|---|---|
| | Talude de corte - inclinação podendo resultar em capotamento | 13% |
| | Parede agressiva de rocha ou pedra | 6% |
| | Declive (≥ 15º) | 6% |
| | Sem objetos | 5% |
| | Talude de corte sem inclinação suficiente para causar capotamento (≥75º) | 4% |
| | Estrutura ou edificação semi-rígida | 1% |
| | Defensa/Barreira de segurança não protegida, sem terminal amortecedor | 1% |
| Severidade de perigo na beira da via - distância do lado do condutor | 0 a <1 m | 12% |
| | 1 a <5 m | 66% |
| | 5 a <10 m | 16% |
| | ≥ 10m | 5% |
| Severidade de perigo na beira da via - objeto do lado do passageiro | Árvore com tronco ≥10 cm de diâmetro | 55% |
| | Talude de corte - inclinação podendo resultar em capotamento | 15% |
| | Colunas/postes de sustentação com diâmetro ≥10cm | 9% |
| | Sem objetos | 7% |
| | Declive (≥ 15º) | 5% |
| | Talude de corte sem inclinação suficiente para causar capotamento (≥75º) | 3% |
| | Parede agressiva de rocha ou pedra | 3% |
| | Estrutura ou edificação semi-rígida | 2% |
| | Defensa/Barreira de segurança não protegida, sem terminal amortecedor | 1% |
| Severidade de perigo na beira da via - distância do lado do passageiro | 0 a <1 m | 8% |
| | 1 a <5 m | 64% |
| | 5 a <10 m | 20% |
| | ≥ 10m | 7% |

| Atributo da Via | Categoria | Detalhes/resultados chaves |
|---|---|---|
| Tipo de canteiro central | Demarcação central larga (0,3m a 1m) | 87% |
| | Linha central divisória | 11% |
| | Físico com largura ≥ 5 m a < 10 m | 1% |
| Interseções | Nenhum | 94,6% |
| | 3-aproximações (sem semáforos) sem faixa de conversão protegida | 4% |
| | 4-aproximações (sem semáforos) sem faixa de conversão protegida | 1% |
| | Faixa de aceleração | 0,2% |
| | Rotatória | 0,1% |
| | Ponto de cruzamento em canteiro central - formal | 0,1% |
| Qualidade da interseção | Adequado | 0,4% |
| | Deficiente | 6% |
| | Não se aplica | 93,6% |
| Iluminação pública | Ausente | 98% |
| | Presente | 2% |

Os quadros das Condições Detalhadas das Vias, no website ViDA, fornecem a extensão e a porcentagem da rede, filtradas para cada categoria de atributo codificado da via. Eles podem ser usados para comparar os atributos de infraestrutura de diferentes vias ou trechos e podem, também, ajudar na compreensão das Classificações por Estrelas de um determinado trecho, assim como nas contramedidas propostas que vão alterar, potencialmente, os atributos da via e reduzir o risco.

#### 4.3.5.6 Classificação por estrelas

As Classificações por Estrelas do iRAP têm, como base, as características da infraestrutura das vias e o grau em que elas afetam a probabilidade de ocorrência e a gravidade dos acidentes de trânsito. O foco são as características que influenciam os tipos mais comuns e graves de acidentes nas vias para ocupantes de veículos motorizados, motociclistas, pedestres e ciclistas. A Classificação por Estrelas fornece uma medida simples e objetiva do nível relativo de risco associado à infraestrutura viária para um usuário individual. Vias de 5-estrelas (verde) são as mais seguras, enquanto as de apenas 1-estrela (preta) são as vias menos seguras.

As Classificações por Estrelas são baseadas em Pontuações de Classificações por Estrelas (PCEs). Os modelos do iRAP calculam uma PCE para intervalos de 100 metros para cada um dos quatro tipos de usuário da via, com base em fatores de risco relativo para cada um dos atributos da via. As pontuações são desenvolvidas por meio da combinação de fatores de risco relativos, usando um modelo multiplicativo. Mais informações sobre os fatores de risco utilizados no modelo podem ser encontradas em <http://irap.org/about-irap-3/methodology>.

#### 4.3.5.6.1 Resultados da Classificação por estrelas

Os resultados combinados da Classificação por Estrelas de todos os trechos analisados na PR-280 demonstram que há potencial para melhorar a segurança da infraestrutura viária para todos os usuários. Vias de risco elevado apresentam-se, significativamente, nos resultados com considerável parcela da rede pesquisada com classificação de 2-estrelas ou menos (de um total possível de 5-estrelas) para todos os tipos de usuário das vias.

A Tabela 4.3.37 apresenta as Classificações por Estrelas para os trechos analisados na rodovia PR-280 (Fonte: Vida, 2020).

**Tabela 4.3.37 – Tabela de Classificações por Estrelas - Rodovia PR-280.**

| | Ocupante de veículo | | Motociclista | | Pedestre | | Ciclista | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Classificação por Estrelas | Extensão (kms) | Porcentagem | Extensão (kms) | Porcentagem | Extensão (kms) | Porcentagem | Extensão (kms) | Porcentagem |
| 5 Estrelas | 3.10 | 1.66% | 3.10 | 1.66% | 1.70 | 0.91% | 2.90 | 1.55% |
| 4 Estrelas | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 3.00 | 1.60% | 0.00 | 0.00% |
| 3 Estrelas | 17.70 | 9.45% | 9.60 | 5.13% | 2.60 | 1.39% | 1.50 | 0.80% |
| 2 Estrelas | 60.50 | 32.30% | 41.80 | 22.32% | 5.80 | 3.10% | 13.20 | 7.05% |
| 1 Estrela | 105.60 | 56.38% | 132.40 | 70.69% | 10.40 | 5.55% | 9.30 | 4.97% |
| Não se aplica | 0.40 | 0.21% | 0.40 | 0.21% | 163.80 | 87.45% | 160.40 | 85.64% |
| Totais | 187.30 | 100.00% | 187.30 | 100.00% | 187.30 | 100.00% | 187.30 | 100.00% |

*Observação: O quadro apresenta Classificações por Estrelas "Bruto".*

De acordo com a Tabela 4.3.37, a classificação por estrelas para ocupantes de veículos mostram que, no presente projeto, apenas 1,66% dos trechos analisados foi classificado como 5-estrelas, 9,45% foram classificados como 3-estrelas, 32,30% foram

classificados como 2-estrelas e 56,38% foram avaliados como 1-estrela. Para os motociclistas, 1,66% dos trechos foram classificados como 5-estrelas, 5,13% foram classificados como 3-estrelas, 22,32% foram classificados como 2-estrelas e 70,69% foram classificadas como 1-estrela. Os trechos onde não se aplica a classificação por estrelas para ocupantes de veículos e motociclistas referem-se a trechos em obras durante o levantamento das imagens. Para os pedestres e ciclistas, onde a classificação por estrelas se aplica, a maior parte dos trechos foi classificada como 2-estrelas ou menos. A Figura 4.3.10 e a Figura 4.3.11 apresentam graficamente e em mapa, respectivamente, esses resultados.

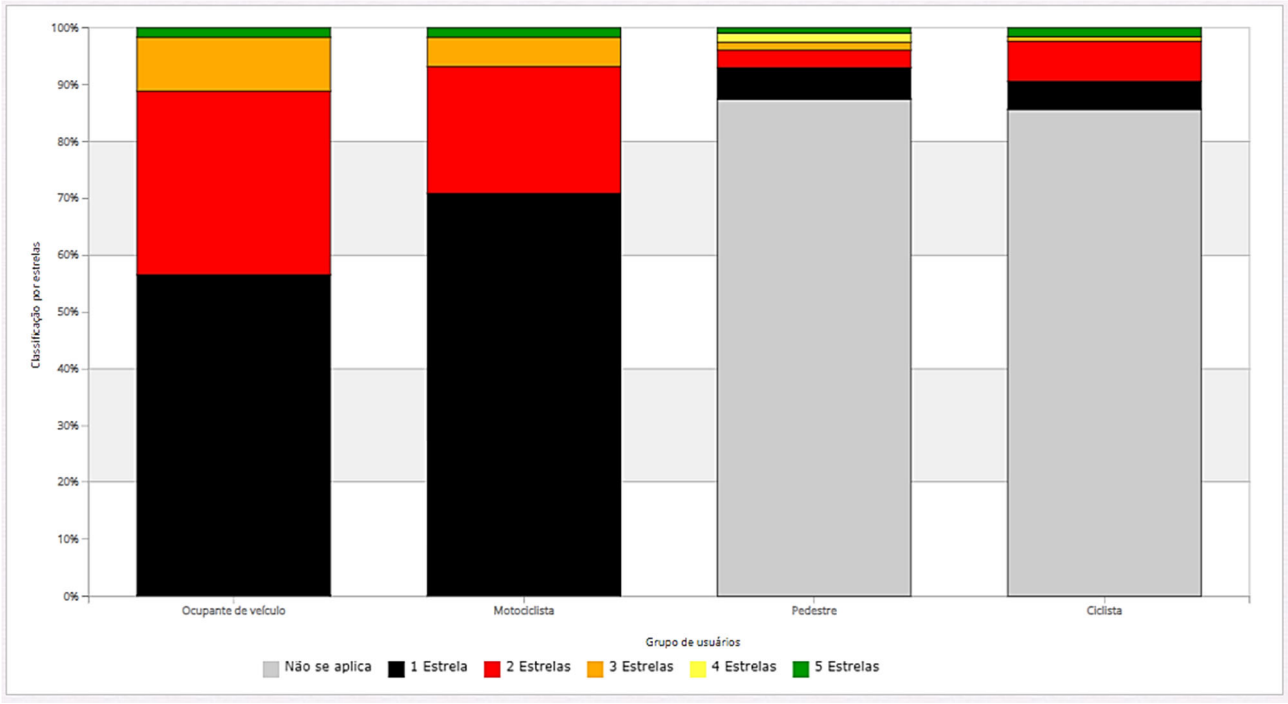



**Figura 4.3.10 – Gráfico de Classificação por estrelas – Rodovia PR-280.**

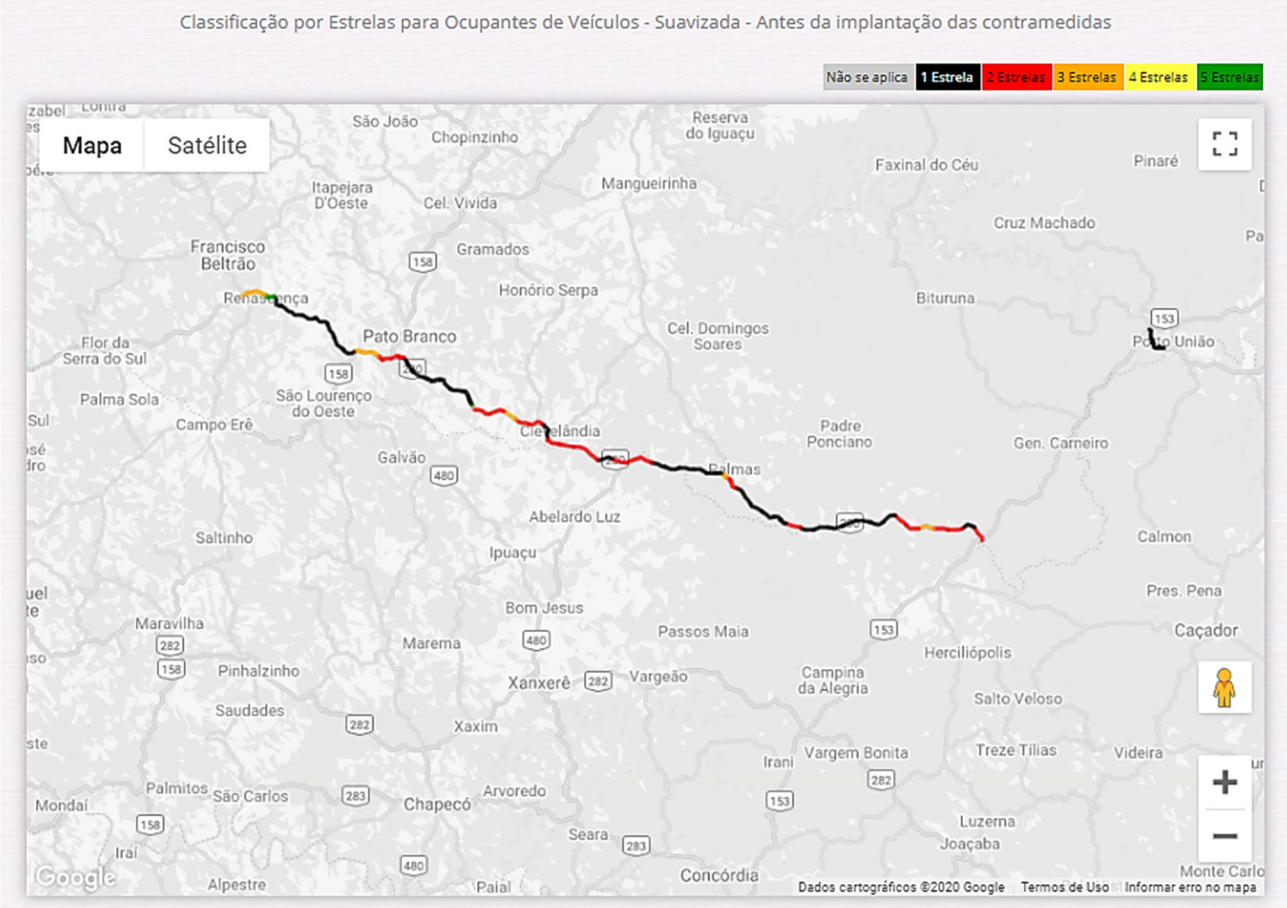



**Figura 4.3.11 – Mapa de Classificações por Estrelas para Ocupantes de Veículos – Rodovia PR-280.**

### 4.3.5.7 Soluções de projeto

Tendo em vista a avaliação de segurança da rodovia e as análises de segmentos críticos para aumento da capacidade e segurança, abordadas anteriormente, foram definidas soluções de projeto de implantação de terceira faixa com a adoção de contramedidas de segurança viária apresentadas a seguir.

- Faixa de ultrapassagem
    - Implantação de terceira faixa no sentido ascendente da rampa.
- Alargamento de faixa
    - Implantação de estrutura do pavimento com largura mínima de 3,25 m.
- Reabilitação do pavimento
    - Implantação de soluções de reciclagem e pavimentação asfáltica.

- Pavimentar acostamento
    - Implantação de pavimentação asfáltica em segmentos com acostamento não pavimentado (somente onde a plataforma útil permitir).
- Delineamento
    - Implantação e adequação da sinalização vertical;
    - Implantação e adequação da sinalização horizontal (pinturas de faixa e marcações na pista);
    - Implantação de dispositivos auxiliares de segurança (tachas, tachões, e outros).
- Sonorizadores ao longo do acostamento
    - Implantação de pinturas de faixa em alto relevo.
- Defensas/barreiras na borda da pista
    - Implantação de defensas e atenuadores de impacto.
- Remoção de perigos à margem da via
    - Remoção de objetos na rota de colisão dos veículos.
- Melhorar sinalização de delineação de curva
    - Implantação de delineadores, sinalização horizontal e vertical.

Cabe mencionar que as soluções de projeto definidas neste item fazem parte da 1ª fase do Programa de Revitalização da Segurança Viária (PRSV) que tem como cerne o uso de soluções de engenharia de baixo custo. As soluções descritas acima serão apresentadas em detalhes no item 5 – Projetos Elaborados.

## 4.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS

### 4.4.1 Introdução

Para o desenvolvimento dos Estudos Topográficos e Cadastrais foram utilizadas os segmentos definidos no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança objeto do Projeto de Engenharia para Adequação da Capacidade e Segurança.

O objetivo principal dos estudos foi o levantamento planialtimétrico, com a utilização de aeronave remotamente pilotada (RPA), em áreas específicas da PR-280, entre os municípios de General Carneiro-PR e Marmeleiro-PR, e um trecho no município de União da Vitória-PR. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado com RPA multirotor em conjunto com equipe de apoio de campo e o processamento dos dados coletados foram executados com softwares específicos para tal atividade. Já os dados cadastrais de sinalização e dos dispositivos de segurança foram obtidos dos levantamentos realizados pela Empresa de Planejamento e Logística, conforme item 4.2.4.

### 4.4.2 Equipamento e software

O RPA utilizado foi o DJI Mavic Pro. Este modelo oferece sensor GNSS e INS embarcados, capazes de georreferenciar o levantamento em voo e permitindo a confecção de produtos cartográficos. O RPA possui as especificações técnicas contidas na tabela a seguir.

**Tabela 4.4.1 – Informações técnicas do equipamento.**

| Marca | Modelo | Resolução (pix) | Focal (mm) | Tam. Pixel (mm) |
|---|---|---|---|---|
| DJI | Mavic | 4.000 x 3.000 | 4,73 | 0,00157 x 0,00157 |

Para o processamento dos dados adquiridos no aerolevantamento, foi utilizado o software Agisoft Metashape. Este, permite a realização dos processos de aerotriangulação, geração de nuvem de pontos tridimensionais, classificação de pontos, geração de modelos digitais de elevação e ortoimagens digitais. O equipamento é representado na Figura 4.4.1, a seguir.

**Figura 4.4.1 – Ilustração Mavic Pro (Fonte: DJI).**

### 4.4.3 Levantamento aerofotogramétrico

O levantamento aerofotogramétrico foi realizado em 27 (vinte e sete) pontos da Rodovia PR-280, em planos de voo distintos. A seguir, estão descritos os trechos e suas respectivas coordenadas de referência.

**Tabela 4.4.2 – Pontos de levantamento aerofotogramétrico.**

| ID | km | | COTA | Extensão | Coordenadas Início | | Coordenadas Final | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicial | Final | | (Aprox.) | E | N | E | N |
| A1 | 2,050 | 2,650 | 760,000 | 600,000 | 488094,242 | 7096636,415 | 487814,940 | 7097157,652 |
| A2 | 93,450 | 94,327 | 1307,000 | 900,000 | 432984,360 | 7061493,928 | 432345,078 | 7060948,658 |
| A3 | 106,674 | 107,379 | 1243,518 | 700,000 | 420957,635 | 7058946,497 | 420295,802 | 7059102,629 |
| A4 | 108,993 | 109,524 | 1201,805 | 500,000 | 418962,675 | 7059251,916 | 418249,588 | 7058935,197 |
| A5 | 114,679 | 115,255 | 1174,284 | 600,000 | 413259,264 | 7059280,795 | 412740,691 | 7059487,731 |
| A6 | 119,698 | 120,301 | 1161,000 | 600,000 | 408966,069 | 7061220,012 | 408417,113 | 7061062,891 |
| A7 | 128,580 | 129,113 | 1072,704 | 500,000 | 402498,954 | 7066385,373 | 402105,876 | 7066710,114 |
| A8 | 129,113 | 129,780 | 1051,867 | 700,000 | 402109,782 | 7066719,320 | 401502,212 | 7066977,115 |
| A9 | 131,828 | 132,462 | 1099,986 | 600,000 | 400121,300 | 7068274,108 | 399792,779 | 7068792,316 |
| A10 | 137,845 | 138,456 | 1075,178 | 600,000 | 394927,959 | 7070050,328 | 394419,925 | 7070345,101 |
| A12 | 150,006 | 151,417 | 1033,819 | 1400,000 | 383644,382 | 7072308,243 | 382320,830 | 7072763,999 |
| A13 | 155,015 | 155,556 | 1000,651 | 500,000 | 378948,191 | 7072398,933 | 378454,364 | 7072265,091 |
| A14 | 158,295 | 158,927 | 1030,327 | 600,000 | 375793,778 | 7072752,049 | 375265,812 | 7073037,273 |
| A15 | 159,162 | 160,046 | 1011,549 | 900,000 | 375037,029 | 7073160,949 | 374194,388 | 7073160,193 |
| A16 | 167,180 | 168,093 | 972,136 | 900,000 | 368116,421 | 7075273,986 | 367223,883 | 7075386,115 |
| A17 | 182,620 | 183,307 | 881,050 | 700,000 | 355881,944 | 7080387,244 | 355329,482 | 7080748,472 |
| A18 | 209,571 | 210,220 | 762,308 | 600,000 | 333733,183 | 7090521,787 | 333339,193 | 7090997,611 |
| A19 | 213,210 | 213,916 | 877,494 | 700,000 | 331572,771 | 7093395,486 | 330916,431 | 7093566,919 |
| A20 | 539,777 | 540,476 | 707,865 | 700,000 | 324421,536 | 7094324,451 | 323721,780 | 7094305,987 |
| A21 | 540,076 | 540,676 | 737,684 | 600,000 | 324121,905 | 7094306,541 | 323522,113 | 7094290,716 |

| ID | km | | COTA | Extensão | Coordenadas Início | | Coordenadas Final | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicial | Final | | (Aprox.) | E | N | E | N |
| A22 | 541,956 | 542,516 | 679,611 | 600,000 | 322303,682 | 7094668,996 | 321760,892 | 7094707,001 |
| A23 | 226,936 | 227,616 | 824,815 | 700,000 | 319191,067 | 7094662,824 | 318756,401 | 7095116,357 |
| A24 | 228,056 | 228,716 | 794,832 | 700,000 | 318378,239 | 7095374,752 | 317894,018 | 7095793,238 |
| A25 | 240,576 | 241,236 | 715,227 | 700,000 | 309601,088 | 7101870,340 | 308972,723 | 7101978,232 |
| A26 | 249,921 | 250,811 | 704,000 | 900,000 | 302242,414 | 7106044,932 | 301436,811 | 7106419,646 |
| A27 | 250,811 | 251,481 | 662,982 | 700,000 | 301439,821 | 7106429,182 | 300810,430 | 7106627,845 |

O planejamento de voo, foi realizado em escritório, com base nas coordenadas de início e fim dos trechos, apontadas na Tabela 4.4.2. Para a confecção dos planos, foi utilizado o software Pix4DCapture e levado em consideração às seguintes especificações:

- **GSD mínimo:** 5 (cinco) centímetros;
- **Equidistância das curvas de nível:** 0,5 metros;
- **Buffer do voo:** 50 metros úteis (para cada lado do eixo);
- **Escala do projeto:** 1:500.

### 4.4.4 Planejamento de voo

Mediante as especificações, os planos de voo foram programados para alturas de voo (AGL) de 85 à 95 metros, garantindo GSD mínimo de 4 (quatro) centímetros. Os planos de voo são apresentados em detalhes no item 3.4 do Volume 3 – Memória Justificativa.

### 4.4.5 Apoio fotogramétrico básico e suplementar

Na etapa de apoio fotogramétrico, foram programados 105 pontos de controle e/ou checagem para serem pré-sinalizados e servirem de apoio fotogramétrico (suplementar). Também foram programados 3 (três) pontos de apoio básico, onde foram materializados e utilizados como referência para o processamento dos pontos de apoio suplementar, conforme monografias apresentadas no item 4.4.7. Estes pontos, foram demarcados em locais estratégicos, permitindo o correto transporte de coordenadas.

Para o levantamento dos pontos pré-sinalizados, foram utilizados receptores GNSS L1/L2 e o processamento dos dados foi realizado em softwares de topografia específicos.

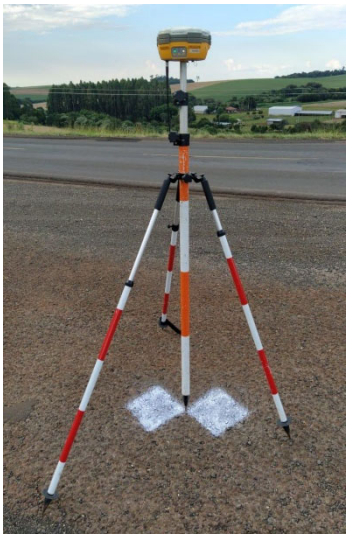


**Figura 4.4.2 – Pré-sinalização ao voo e levantamento de apoio suplementar.**

**Figura 4.4.3 – Levantamento de apoio básico.**

**Figura 4.4.4 – Marco de apoio básico.**

As coordenadas dos vértices levantados em campo no apoio básico e suplementar estão apresentados no item 3.4 do Volume 3 – Memória Justificativa.

### 4.4.6 Processamento dos dados

O processamento das imagens coletadas em campo foi realizado através do software Agisoft Metashape. Através deste programa, foram realizados os seguintes processos para os planos de voo executados.

#### 4.4.6.1 Aerotriangulação

Processo para determinação de coordenadas tridimensionais com base em informações dos sensores (câmara, GNSS e Inercial-INS) embarcados no RPA. Este processo estimou o Centro Perspectivo de cada fotografia (X,Y,Z) e seus respectivos parâmetros de orientação, permitindo georreferenciar as imagens com precisão.

Neste processo, foram inseridas as coordenadas dos pontos de controle (HV) e dos pontos de check (CK). Lembra-se que os pontos de check não fazem parte do processamento e são apenas para conferência dos resultados obtidos.

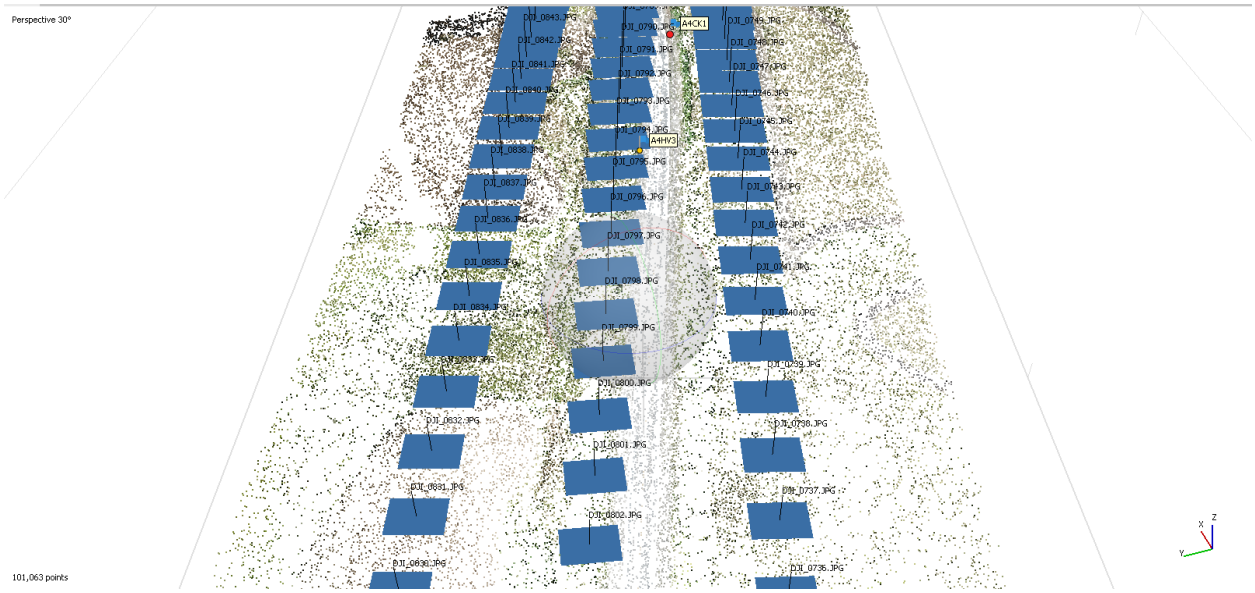



**Figura 4.4.5 – Aerotriangulação em execução.**

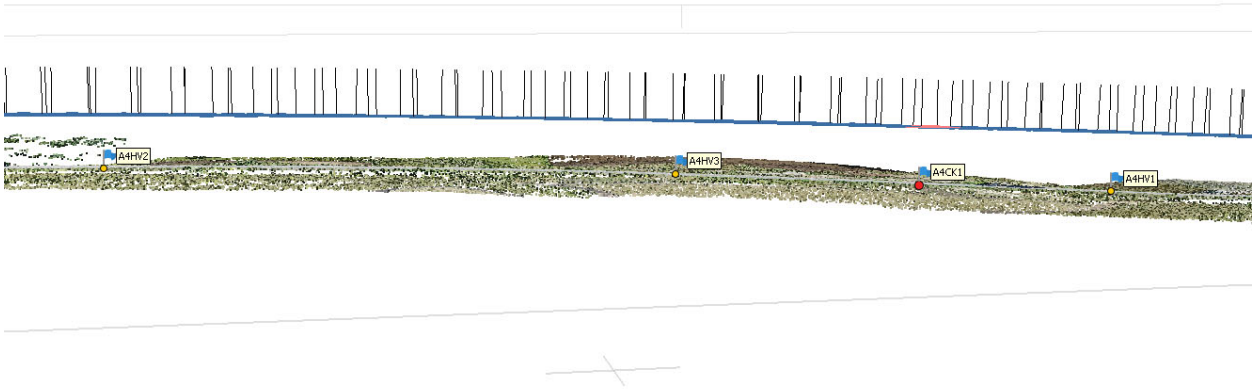



**Figura 4.4.6 – Inserção de pontos de controle.**

**Figura 4.4.7 – Pontos de controle lido na imagem.**

### 4.4.6.2 Densificação de Nuvem de Pontos

Processo que densifica a quantidade de pontos tridimensionais, permitindo reconstruir o modelo em 3D e classificar pontos para o MDT (Modelo digital do terreno).

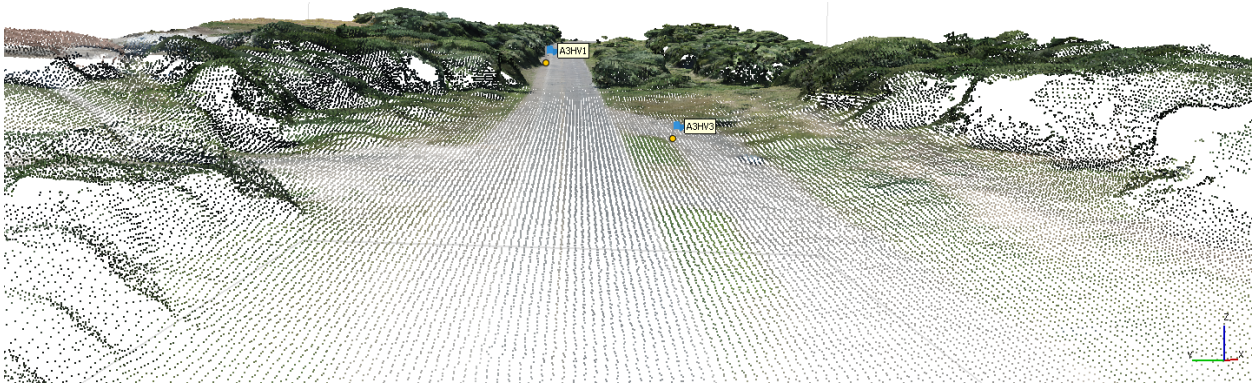



**Figura 4.4.8 – Nuvem de pontos 3D (com cores RGB).**

**Figura 4.4.9 – Nuvem de pontos 3D (com cores RGB).**

### 4.4.6.3 Geração de Modelo Digital de Terreno (MDT)

Processo para geração de um modelo de elevações baseado em pontos de terreno, classificados na nuvem de pontos.

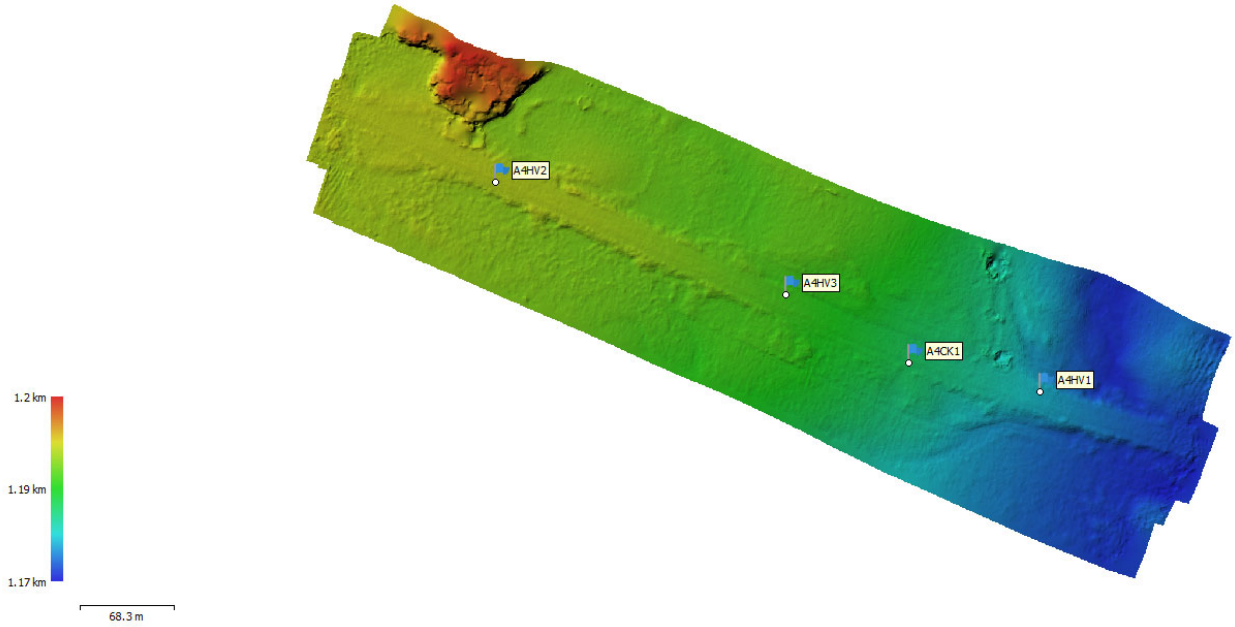



**Figura 4.4.10 – Exemplo de MDT gerado no projeto.**

### 4.4.6.4 Geração de ortofotos

Processo em que se obtém imagem georreferenciada e com escala comum à todos os elementos mapeados, permitindo a extração de medidas reais. O GSD utilizado para as ortofotos foi de 04 (quatro) centímetros.

**Figura 4.4.11 – Exemplo de ortofoto gerada para um dos trechos.**

### 4.4.6.5 Curvas de nível

Processo de geração de isolinhas baseadas no MDT gerado para o projeto. Neste, a equidistância utilizada foi de 0,5 metros.

**Figura 4.4.12 – Curvas de nível geradas em trecho do projeto.**

Os produtos gerados foram referenciados ao datum horizontal/vertical SIRGAS2000, no sistema de projeção UTM (Fuso 22S). As altitudes estão referenciadas ao modelo geoidal (altitude ortométrica). A precisão posicional do projeto atende à escala de precisão 1:500.

## 4.4.7 Monografia dos marcos implantados

A seguir são apresentadas as monografias dos marcos implantados ao longo da rodovia PR-280.

## MONOGRAFIA DO MARCO GEODÉSICO

| | | |
|---|---|---|
| **Marco:** ANYX-M-0019 | **Datum Horiz.:** SIRGAS2000 | **Datum Vertical:** Imbituba - SC |
| **Município:** Clevelândia | **Estado:** Paraná | **Data do Rastreio GNSS:** 10/03/2020 |
| **Equipamento:** Hi Target 30 | **Software:** Topcon Tools | **Tempo de Rastreio:** 8h58min |

### COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

| Norte | Este | δ N (m) | δ E (m) | δ h (m) |
|---|---|---|---|---|
| 7075438,959 | 367540,507 | 0,001 | 0,003 | 0,004 |

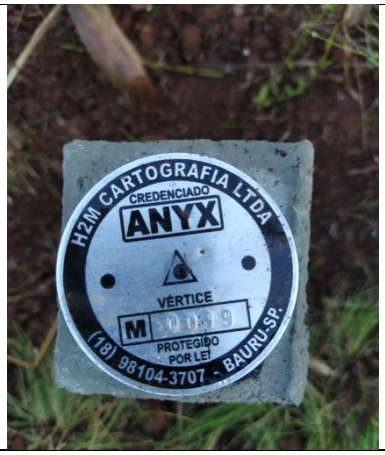
### COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

| Latitude | Longitude | Altitude Geométrica h (m) | Altitude Ortométrica H (m) |
|---|---|---|---|
| 26°26'06,60320"S | 52°19'42,33870"W | 957,530 | 951,780 |

Obs.: Ajustamento das coordenadas garantido no teste global (Qui-quadrado), ao nível de confiança de 95%.
* Altitude Ortométrica obtida através do Software MAPGEO 2015.

**CROQUI DE LOCALIZAÇÃO**

**FOTOS PANORÂMICAS**



## MONOGRAFIA DO MARCO GEODÉSICO

| | | |
|---|---|---|
| **Marco:** ANYX-M-0229 | **Datum Horiz.:** SIRGAS2000 | **Datum Vertical:** Imbituba - SC |
| **Município:** Água Doce | **Estado:** Santa Catarina | **Data do Rastreio GNSS:** 12/03/2020 |
| **Equipamento:** Hi Target 30 | **Software:** Topcon Tools | **Tempo de Rastreio:** 5h39min |

**COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL**

| Norte | Este | δ N (m) | δ E (m) | δ h (m) |
|---|---|---|---|---|
| 7059150,800 | 419348,499 | 0,001 | 0,004 | 0,006 |

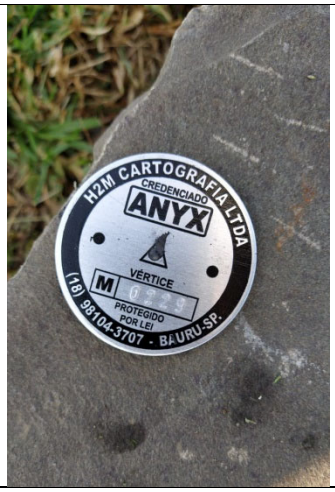
**COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS**

| Latitude | Longitude | Altitude Geométrica h (m) | Altitude Ortométrica H (m) |
|---|---|---|---|
| 26°35'09,98330"S | 51°48'35,76320"W | 1251,210 | 1244,080 |

Obs.: Ajustamento das coordenadas garantido no teste global (Qui-quadrado), ao nível de confiança de 95%.
* Altitude Ortométrica obtida através do Software MAPGEO 2015.

**CROQUI DE LOCALIZAÇÃO**

**FOTOS PANORÂMICAS**



## MONOGRAFIA DO MARCO GEODÉSICO

| | | |
|---|---|---|
| **Marco:** ANYX-M-0021 | **Datum Horiz.:** SIRGAS2000 | **Datum Vertical:** Imbituba - SC |
| **Município:** Pato Branco | **Estado:** Paraná | **Data do Rastreio GNSS:** 09/03/2020 |
| **Equipamento:** Hi Target 30 | **Software:** Topcon Tools | **Tempo de Rastreio:** 7h54min |

### COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

| Norte | Este | δ N (m) | δ E (m) | δ h (m) |
|---|---|---|---|---|
| 7093716,226 | 330387,688 | 0,001 | 0,004 | 0,005 |

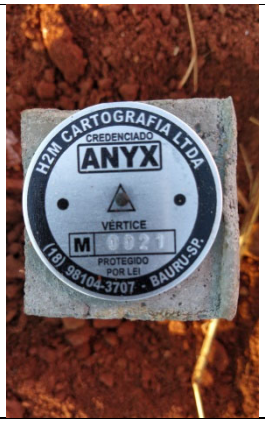
### COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

| Latitude | Longitude | Altitude Geométrica h (m) | Altitude Ortométrica H (m) |
|---|---|---|---|
| 26°15'58,53590"S | 52°41'54,60690"W | 878,560 | 873,890 |

Obs.: Ajustamento das coordenadas garantido no teste global (Qui-quadrado), ao nível de confiança de 95%.
* Altitude Ortométrica obtida através do Software MAPGEO 2015.

**CROQUI DE LOCALIZAÇÃO**

**FOTOS PANORÂMICAS**



### 4.4.8 Resultados obtidos

#### 4.4.8.1 Levantamento planialtimétrico

Os resultados dos levantamentos planialtimétricos são apresentados no item 4.1 – Levantamento Topográfico constante no Volume 2 – Projeto de Execução.

#### 4.4.8.2 Quadros de locação e nivelamento

Os quadros com as coordenadas topográficas Datum SIRGAS 2000 do estaqueamento do eixo de projeto e dos pontos notáveis dos diversos segmentos de projeto, bem como as respectivas cotas para nivelamento geométrico são apresentados no item 3.4 do Volume 3 – Memória Justificativa.

#### 4.4.8.3 Cadastros

Os dados cadastrais de sinalização e dos dispositivos de segurança obtidos dos levantamentos realizados pela Empresa de Planejamento e Logística para os segmentos de interesse são apresentados no item 3.4 do Volume 3 – Memória Justificativa. Estes dados foram compilados e apresentados no modelo BR-LEGAL.

## 4.5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 4.5.1 Introdução

Os Estudos Geotécnicos, parte integrante do Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO), foram desenvolvidos objetivando a determinação de parâmetros de projeto tendo em vista a elaboração do Projeto de Pavimentação.

Conforme estabelecido no Plano de Trabalho firmado entre o Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) e o Departamento de Estradas de Rodagem foram obtidos dados das condições estruturais e funcionais da rodovia PR-280 da Empresa de Planejamento e Logística – EPL, assim como definido no item 4.2.4. Complementarmente, foram realizados estudos amostrais da estrutura do pavimento existente e vistorias técnicas para avaliação de alternativas de reabilitação do pavimento com melhorias de segurança e capacidade da rodovia.

### 4.5.2 Avaliação estrutural do pavimento existente

A rodovia PR-280 em questão encontra-se pavimentada e será objeto de reabilitação com melhoramentos. Dessa forma, torna-se necessário um estudo capaz de avaliar as características técnicas das camadas do pavimento existente, bem como avaliar o estado atual de sua estrutura.

#### 4.5.2.1 Dados históricos sobre a construção e manutenção do trecho

Os dados históricos sobre a construção da rodovia PR-280 foram obtidos nas vistorias técnicas realizadas nos escritórios regionais, conforme informações do item 4.2.2 – Vistoria de Campo. Foi mencionado que a construção se deu a cerca de 40 anos com camadas de revestimento asfáltico sobre base de brita graduada e sub-base de rachão. A única restauração das rodovias ao longo de todo trecho foi realizada a cerca de 30 anos quando foram aplicadas camadas de PMQ (Pré Misturado a Quente) com espessura de 5 cm a 10 cm e camada de rolamento de 5 cm de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente).

Da restauração da pista surgiu o fato do desnivelamento acentuado observado ao longo da maior parte da rodovia PR-280. Verificam-se desnível de até 15 cm que podem comprometer a segurança da via. Nota-se que o recapeamento atingiu de forma geral apenas a pista de rolamento. Em muitos casos observa-se que o acostamento já não está protegido por revestimento asfáltico estando aparente a camada granular de base, principalmente no segmento de União da Vitória e no segmento da BR-153 até as proximidades do entroncamento com Palmas no km 132.

Outro fato observado é a implantação de terceiras faixas sob a estrutura do acostamento em diversos segmentos da rodovia. Estes procedimentos foram realizados, de modo geral, nos contratos de manutenção da rodovia visando melhorias pontuais da capacidade da rodovia. Contudo, percebe-se que a técnica apresenta uma série de desvantagens, quais sejam: larguras estreitas da faixa de tráfego (< 3,25m) e incidência de defeitos generalizados no pavimento na área de implantação da terceira faixa, notadamente afundamentos de trilha de roda.

Os defeitos citados estão geralmente associados a compactação inadequada de camadas complementares de asfalto, afundamento por fluência do revestimento asfáltico ou capacidade limitada das demais camadas do pavimento.

Recentemente, a rodovia PR-280 referente ao trecho A de União da Vitória está contemplada por serviços de conservação do contrato COP enquanto que o trecho B está contemplado por serviços de manutenção do contrato CREMEP, conforme apresentado em maiores detalhes no item 4.2.1 – Contratos de conservação e manutenção de pavimento.

#### 4.5.2.2 Levantamento de deflexões do pavimento

O levantamento deflectométrico do pavimento foi realizado por meio da determinação das deflexões do pavimento utilizando deflectômetro de impacto do tipo Falling Weight Deflectometer (FWD), de acordo com o preconizado na norma DNER-PRO 273/96.

As medidas das deflexões máximas foram obtidas em estações com distância aproximada de 200 metros no sentido crescente e decrescente da via e medidas das deflexões em pontos distantes a 20 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 90 cm e 120 cm para

definição não somente do raio de curvatura, mas do comportamento da bacia de deformação do pavimento nestas estações.

Também foram coletadas informações da data de realização dos ensaios e temperatura do ar e do pavimento.

Os resultados obtidos dos levantamentos são apresentados no item 3.5 – Estudos Geotécnicos do Volume 3 – Memória Justificativa.

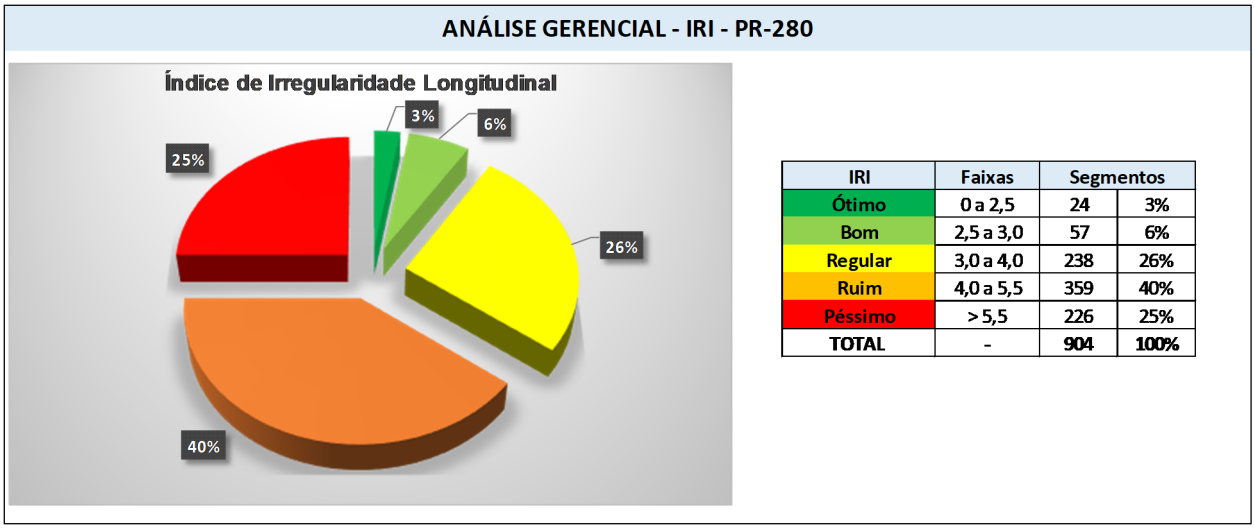
### 4.5.2.3 Medidas de Irregularidade Longitudinal do Pavimento

O levantamento de medidas de irregularidade longitudinal do pavimento (IRI) foi realizado com a utilização do perfilógrafo a laser (RSP 5051 Mark III) para determinação dos desvios da superfície do pavimento em relação ao projeto expresso em m/km.

As medidas de irregularidade foram obtidas com distância aproximada de 200 metros no sentido crescente da via.

Os resultados obtidos dos levantamentos são apresentados no item 3.5 – Estudos Geotécnicos do Volume 3 – Memória Justificativa.

A rodovia PR-280 apresenta a classificação relativa a avaliação de IRI expressa na Figura 4.5.1. Nota-se que mais de 50% da rodovia apresenta classificação Ruim ou Péssima e apenas 9% apresenta classificação Ótimo ou Bom.




| IRI | Faixas | Segmentos | |
|---|---|---|---|
| Ótimo | 0 a 2,5 | 24 | 3% |
| Bom | 2,5 a 3,0 | 57 | 6% |
| Regular | 3,0 a 4,0 | 238 | 26% |
| Ruim | 4,0 a 5,5 | 359 | 40% |
| Péssimo | > 5,5 | 226 | 25% |
| TOTAL | - | 904 | 100% |

**Figura 4.5.1 – Avaliação da irregularidade longitudinal do pavimento - IRI.**

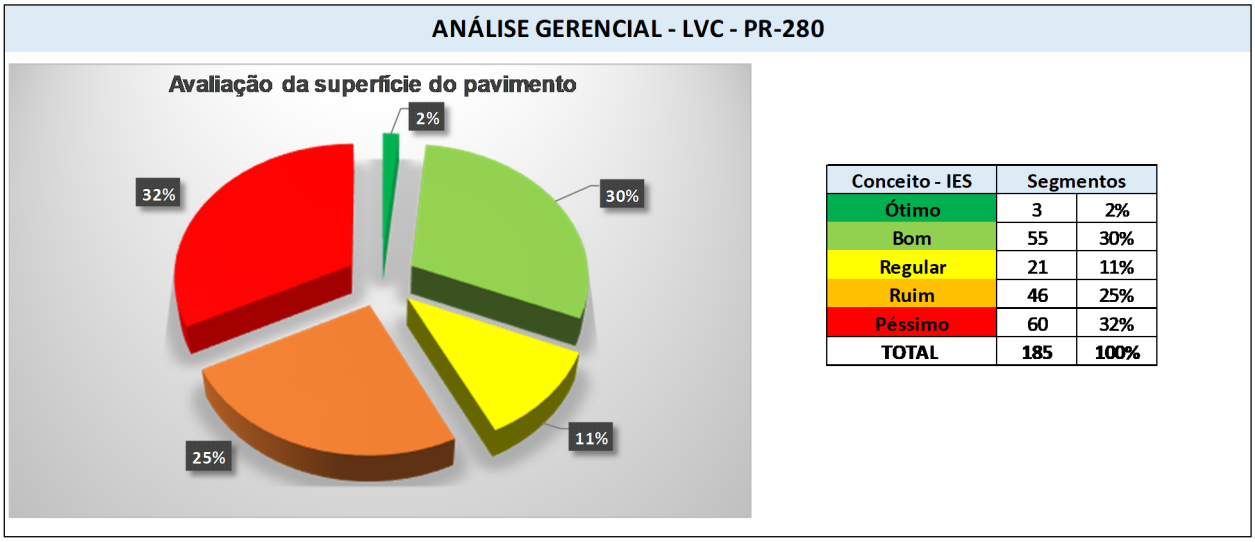
### 4.5.2.4 Inventário do Estado de Superfície do Pavimento

O inventário do estado de superfície do pavimento foi obtido de acordo com a norma DNIT 008/2003 PRO – Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.

A avaliação foi realizada a cada 1000 metros no sentido decrescente da via de forma a se obter o valor do ICPF – Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semi-rígidos, do IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito e IES – Índice do Estado de Superfície.

Os resultados obtidos dos levantamentos são apresentados no item 3.5 – Estudos Geotécnicos do Volume 3 – Memória Justificativa e as avaliações realizadas são apresentados a seguir.

A rodovia PR-280 apresenta a classificação relativa a avaliação da superfície do pavimento expressa na Figura 4.5.2. Nota-se que mais de 50% da rodovia apresenta classificação Ruim ou Péssima.




| Conceito - IES | Segmentos | |
|---|---|---|
| Ótimo | 3 | 2% |
| Bom | 55 | 30% |
| Regular | 21 | 11% |
| Ruim | 46 | 25% |
| Péssimo | 60 | 32% |
| TOTAL | 185 | 100% |

**Figura 4.5.2 – Avaliação da superfície do pavimento - IES.**

### 4.5.2.5 Medidas de Afundamento de trilhas de roda

O levantamento de medidas de afundamento de trilhas de roda (ATR) foi realizado com a utilização do perfilógrafo a laser (RSP 5051 Mark III) para determinação dos desvios da superfície do pavimento em relação a seção transversal expresso em mm.

As medidas de ATR foram obtidas com distância aproximada de 200 metros no sentido crescente da via.

Os resultados obtidos dos levantamentos são apresentados no item 3.5 – Estudos Geotécnicos do Volume 3 – Memória Justificativa.

#### 4.5.2.6 Sondagens da estrutura do pavimento existente

##### 4.5.2.6.1 Introdução

De acordo com a atividade A-4 do cronograma do projeto é de responsabilidade do DER-PR a disponibilização de avaliações funcionais e estruturais do pavimento existente. Sendo assim, foram disponibilizados dados de FWD, IRI, LVC e ATR obtidos juntamente a EPL, conforme item 4.2.4. Já os dados de sondagens amostrais da estrutura do pavimento foram obtidos juntamente aos escritórios regionais do DER-PR.

Os dados obtidos visam complementar as informações da estrutura do pavimento da rodovia PR-280 relativo aos acostamentos em segmentos de implantação de 3ª faixa.

##### 4.5.2.6.2 Amostragem e ensaios realizados

A avaliação da estrutura do pavimento nos acostamentos foi realizada por meio de poços de inspeção no eixo do acostamento existente de onde foram coletados materiais das camadas de base, sub-base e subleito do pavimento existente, sendo caracterizado no boletim de sondagem todas as camadas, inclusive a do revestimento.

As camadas do pavimento foram submetidas aos seguintes ensaios e análises:

- Boletim de sondagem com descrição das camadas existentes.
- Caracterização - granulometria por peneiramento, Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP).
- Compactação.
- Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR).
- Expansão.
- Densidade in situ.

O número de furos obtidos representa uma amostragem da estrutura dos pavimentos dos acostamentos observadas as características dos segmentos em rampas críticas. A amostragem foi realizada por pá e picareta e, eventualmente, a trado.

Localização:

- PR280-01: E = 432698.03 m e N = 7061252.30 m, km = 93+800, sentido: decrescente.
- PR280-02: E = 408789.43 m e N = 7061131.00 m, km = 119+900, sentido: crescente.
- PR280-03: E = 399939.78 m e N = 7068623.46 m, km = 132+200, sentido: decrescente.
- PR280-04: E = 383225.51 m e N = 7072442.31 m, km = 150+400, sentido: decrescente.
- PR280-05: E = 367564.00 m e N = 7075346.00 m, km = 167+700, sentido: decrescente.
- PR280-06: E = 318110.00 m e N = 7095601.00 m, km = 228+400, sentido: decrescente.
- PR280-07: E = 301154.25 m e N = 7106515.51 m, km = 251+100, sentido: crescente.
- PR280-08: E = 487865.00 m e N = 7097020.00 m, km = 2+550, sentido: crescente.

Também foram fornecidos ensaios de densidade in situ com verificação da umidade natural do solo.

#### 4.5.2.6.3 Resultados obtidos

Os resultados das coletas e ensaios realizados são apresentados a seguir.

Nota-se pelo boletim de sondagem que a estrutura do pavimento dos acostamentos nas amostras indicadas nem sempre são contempladas por camada de revestimento. Este fato também foi registrado no item 4.2.2 – Vistoria de Campo.

No trecho A da rodovia PR-280 entre o km 0 e o km 5,94 em União da Vitória percebe-se que não há presença de material granular no acostamento equivalente ao da implantação das faixas de tráfego. Notam-se materiais finos correspondentes a areias argilo-siltosas e argilas siltosas abaixo de camada de PMF (pré misturado a frio), já extensamente degradado.

No trecho B da rodovia PR-280 entre o km 70,8 e 254,92 verificou-se a presença de camada de brita mal graduada com espessura variando de 0,20 m a 1,06 m e com

presença de blocos de pedra e/ou matacão dispersos com diâmetro de 20 cm a 30 cm em profundidades abaixo de 40 cm. Não foi possível a distinção de camadas de base e sub-base nesta camada em função da similaridade da composição do material e grau de compactação observado. Para o subleito do trecho B observaram-se variações de argilas siltosas, argilas arenosas e areias argilosas com pedregulho. O revestimento asfáltico dos acostamentos, quando existente, foi executado com material de qualidade inferior ao do revestimento das faixas de tráfego. Observam-se camadas de 4 cm a 6 cm de PMQ (pré misturado a quente).

**Tabela 4.5.1 – Boletim de sondagem da estrutura do pavimento.**

**BOLETIM DE SONDAGEM**
**Cliente: DER-PR**
**Rodovia: PR-280**
**Trecho (A): km 0 ao km 5,94**
**Trecho (B): km 70,8 ao 254,92**

| Interessado: | DER-PR | Procedência: | PR-280 | Sondador: |
|---|---|---|---|---|
| Finalidade: | RELATÓRIO DE COLETA | | | |

| LOCAL | CÓDIGO | Coordenadas | Coleta | | | | | Descrição | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Camada | EQP. | Registro | Profundidade: | | Classificação Táctil e Visual | Cor |
| TRECHO A | km 2+550 | E = 487865.00 m e N = 7097020.00 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | TRADO | NC | 0,00 | 0,04 | Revest. Asfáltico PMF - solto | cinza escuro |
| | | | | | NC | 0,04 | 0,12 | Argila siltosa | vermelha |
| | | | | | 1 | 0,12 | 0,48 | Areia argilo-siltosa | Cinza |
| | | | | | 1.1 | 0,48 | 1,04 | Argila siltosa | amarela |
| TRECHO B | km 93+800 | E = 432698.03 m e N = 7061252.30 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | TRADO | NC | 0,00 | 0,04 | Revest. Asfáltico PMF - solto | cinza escuro |
| | | | | | 1 | 0,04 | 1,10 | Pedregulho mal graduado | cinza |
| | km 119+900 | E = 408789.43 m e N = 7061131.00 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | PICARETA / TRADO | 2 | 0,00 | 1,10 | Pedregulho mal graduado | cinza |
| | km 132+200 | E = 399939.78 m e N = 7068623.46 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | PICARETA / TRADO | 3 | 0,00 | 0,60 | Pedregulho mal graduado | cinza |
| | | | | | 3.1 | 0,60 | 1,30 | Argila siltosa | vermelha |
| | km 150+400 | E = 383225.51 m e N = 7072442.31 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | PICARETA / TRADO | NC | 0,00 | 0,05 | PMQ | cinza escuro |
| | | | | | 4 | 0,05 | 1,30 | Pedregulho mal graduado | cinza |
| | km 167+700 | E = 367564.00 m e N = 7075346.00 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | PICARETA / TRADO | NC | 0,00 | 0,04 | PMQ trincado | cinza escuro |
| | | | | | 5 | 0,04 | 0,60 | Pedregulho mal graduado | cinza |
| | | | | | 5.1 | 0,60 | 1,30 | Argila siltosa | vermelha |
| | km 228+400 | E = 318110.00 m e N = 7095601.00 m | SUBLEITO | PICARETA / TRADO | 6 | 0,00 | 1,64 | Areia argilosa com pedregulho | vermelha |
| | km 251+100 | E = 301154.25 m e N = 7106515.51 m | ESTRUTURA DO PAVIMENTO | PICARETA / TRADO | NC | 0,00 | 0,06 | PMQ | cinza escuro |
| | | | | | 7 | 0,06 | 0,26 | Pedregulho mal graduado | cinza |
| | | | | | 7.1 | 0,26 | 1,30 | Argila arenosa | vermelha |

Na Tabela 4.5.2 são apresentados os resultados das amostras do subleito para o trecho A e B da rodovia PR-280. Verificam-se resultados individuais de ISC acima de 10% para ambos os trechos, o que revela boa capacidade de suporte do subleito.

**Tabela 4.5.2 – Quadro resumo dos ensaios do subleito.**

**QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS**

**Cliente:** DER-PR
**Rodovia:** PR-280
**Trecho (A): km 0 ao km 5,94**
**Trecho (B): km 70,8 ao 254,92**

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Furo | | | | PR280-08 | PR280-08 | PR280-03 | PR280-05 | PR280-06 | PR280-07 | | | |
| Trecho | | | | A | A | B | B | B | B | | | |
| Estaca/Localização | | | | km 2+550 | km 2+550 | KM 132+200 | KM 167+700 | KM 228+400 | KM 251+100 | | | |
| Registro | | | | 1 | 1.1 | 3.1 | 5.1 | 6 | 7.1 | | | |
| Estudo | | | | SUBLEITO | SUBLEITO | SUBLEITO | SUBLEITO | SUBLEITO | SUBLEITO | | | |
| Profundidade | | | | 0,12 a 048 | 0,48 a 1,04 | 0,60 a 1,30 | 0,60 a 1,30 | 0,00 a 1,64 | 0,26 a 1,30 | | | |
| Data | | | | 13/03/2020 | 13/03/2020 | 13/03/2020 | 13/03/2020 | 13/03/2020 | 13/03/2020 | | | |
| GRANULOMETRIA | % PESO | PASSANDO | 1 1/2" | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | | | |
| | | | 1" | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | | | |
| | | | 3/8" | 99,59 | 100,00 | 99,24 | 99,13 | 98,02 | 96,57 | | | |
| | | | 4 | 98,41 | 99,93 | 98,46 | 96,76 | 94,77 | 92,38 | | | |
| | | | 10 | 96,98 | 99,74 | 97,57 | 92,72 | 90,38 | 87,32 | | | |
| | | | 40 | 69,76 | 93,31 | 63,70 | 62,80 | 64,51 | 60,64 | | | |
| | | | 200 | 34,70 | 42,43 | 38,38 | 36,15 | 34,54 | 31,55 | | | |
| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | LL | 29,40 | 32,10 | 47,40 | 48,20 | 39,50 | 47,80 | | | |
| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | LP | 5,80 | 6,50 | 10,50 | 10,60 | 13,10 | 10,40 | | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDADE | | | IP | 23,60 | 25,60 | 36,90 | 37,60 | 26,40 | 37,40 | | | |
| INDICE DE GRUPO | | | - | 3 | 6 | 6 | 5 | 3 | 3 | | | |
| CLASSIFICACAO HRB | | | - | A-2-6 | A-6 | A-7-6 | A-7-6 | A-2-6 | A-2-7 | | | |
| CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL | | | | Areia argilo-siltosa | Argila siltosa | Argila siltosa | Argila siltosa | Areia argilosa c/ pedregulhos | Areia argilosa | | | |
| COR | | | | Cinza | Amarela | Vermelha | Vermelha | Vermelha | Vermelha | | | |
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO (Nº GOLPES) | | | | NORMAL | NORMAL | NORMAL | NORMAL | NORMAL | NORMAL | | | |
| COMPACTAÇÃO DE LABORATÓRIO | UMID. (%) | | | 21,3 | 22,10 | 30,20 | 30,00 | 24,50 | 25,60 | | | |
| | DENS.(t/m³) | | | 1,643 | 1,585 | 1,431 | 1,435 | 1,654 | 1,558 | | | |
| ISC FINAL (%) | | | | 11,4 | 10,8 | 21,5 | 11,3 | 17,9 | 11,5 | | | |
| EXPANSÃO (%) | | | | 0,60 | 0,50 | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 2,60 | | | |
| ENSAIOS IN SITU | UMID. IN SITU (%) | | | 3,20 | | | | 18,20 | | | | |
| | DENS. INSITU(kg/m³) | | | 1,875 | | | | 1,536 | | | | |
| | GR.DE COMP. (%) | | | 114,12 | | | | 92,87 | | | | |

A seguir são apresentadas análises estatísticas dos resultados do subleito sendo representado na Tabela 4.5.3 a rodovia como um todo e na Tabela 4.5.4 apenas o trecho B.

Para o trecho A observa-se a distinção de duas camadas de subleito no km 2+550 (segmento 1 de implantação de terceira faixa), porém com a primeira atingindo a profundidade limite de 0,48 m. Para este trecho considerou-se como representativo do subleito local a amostra referente ao Registro 1.1, já que a implantação de camadas de base e sub-base removeriam o subleito do Registro 1. A classificação do solo foi A-6 com ISC de 10,8%, densidade máxima de 1,585 t/m³ e expansão da ordem de 0,5%.

Para o trecho B considerando a variabilidade das amostras observou-se que a classificação dos solos foi A-2-6 a A-7-6 correspondente a areias argilosas e argilas siltosas. Pela análise estatística observou-se que o ISCp (Índice de suporte de projeto) = 8,9%. A densidade máxima observada é da ordem de 1,520 t/m³ e os níveis de expansão apresentam valor médio de 0,85% e máximo da ordem de 2,4%.

**Tabela 4.5.3 – Análise estatística dos ensaios do subleito – Rodovia PR-280.**

| SUBLEITO DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO A E B) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ANÁLISE ESTATÍSTICA** | | | | | | |
| | | X | δ | N | $X_{mín.}$ | $X_{máx.}$ |
| GRANULOMETRIA PENEIRAS % PASSANDO | 1 1/2" | 100,00 | 0,00 | 6 | 100,00 | 100,00 |
| | 1" | 100,00 | 0,00 | 6 | 100,00 | 100,00 |
| | 3/8" | 98,76 | 1,26 | 6 | 97,24 | 100,00 |
| | Nº 4 | 96,78 | 2,79 | 6 | 93,42 | 100,00 |
| | Nº 10 | 94,12 | 4,77 | 6 | 88,36 | 99,87 |
| | Nº 40 | 69,12 | 12,23 | 6 | 54,36 | 83,88 |
| | Nº 200 | 36,29 | 3,75 | 6 | 31,77 | 40,81 |
| FAIXA DNIT | | F.F. | | | | |
| L.L. | | 40,7 | 8,4 | 6 | 30,6 | 50,9 |
| L.P. | | 9,5 | 2,8 | 6 | 6,1 | 12,8 |
| I.P. | | 31,3 | 6,7 | 6 | 23,2 | 39,3 |
| I.G. | | 4 | 1 | 6 | 3 | 6 |
| CLASSIF. T.R.B. | | A-7-6 / A-2-6 | | | | |
| AASHTO NORMAL 12 GOLPES | UMID. ÓTIMA | 25,62 | 3,81 | 6 | 21,02 | 30,21 |
| | DENS. MÁX. | 1,551 | 0,098 | 6 | 1,433 | 1,669 |
| | I.S.C | 14,1 | 4,5 | 6 | 8,6 | 19,5 |
| | EXPANSÃO | 0,75 | 0,92 | 6 | 0,00 | 1,86 |
| CAMPO | UMID. NATURAL | 10,70 | 10,61 | 2 | 0,00 | 27,59 |
| | DENS. "IN SITU" | 1,706 | 0,240 | 2 | 1,324 | 2,087 |
| GRAU DE COMPACTAÇÃO | | 103,49 | 15,03 | 2 | 79,56 | 127,42 |

**Laboratorista Chefe**

Miquéias Silva de Castro

CPF: 006161967-17

**Engenheiro Residente**

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA: MG 85665/D

**Observações:**

| | |
|---|---|
| **Obra: Ampliação da capacidade da rodovia PR-280** | **RESUMO DE ENSAIOS** |
| **Rodovia: PR-280** | **SUBLEITO DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO A E B)** |
| **Trecho (A): Divisa PR/SC - Entr. BR-153 (A) PR-446** | |
| **Trecho (B): Entr. BR-153 (B) a Entr. BR-280 (Marmeleiro)** | |

**Tabela 4.5.4 – Análise estatística dos ensaios do subleito – Rodovia PR-280 (Trecho B).**

| SUBLEITO DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO B) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ANÁLISE ESTATÍSTICA** | | | | | | |
| | | X | δ | N | $X_{mín.}$ | $X_{máx.}$ |
| GRANULOMETRIA PENEIRAS % PASSANDO | 1 1/2" | 100,00 | 0,00 | 4 | 100,00 | 100,00 |
| | 1" | 100,00 | 0,00 | 4 | 100,00 | 100,00 |
| | 3/8" | 98,24 | 1,24 | 4 | 96,59 | 99,89 |
| | Nº 4 | 95,59 | 2,62 | 4 | 92,12 | 99,06 |
| | Nº 10 | 92,00 | 4,32 | 4 | 86,27 | 97,72 |
| | Nº 40 | 62,91 | 1,67 | 4 | 60,71 | 65,12 |
| | Nº 200 | 35,15 | 2,87 | 4 | 31,35 | 38,96 |
| FAIXA DNIT | | F.F. | | | | |
| L.L. | | 45,7 | 4,2 | 4 | 40,2 | 51,2 |
| L.P. | | 11,2 | 1,3 | 4 | 9,4 | 12,9 |
| I.P. | | 34,6 | 5,5 | 4 | 27,3 | 41,8 |
| I.G. | | 4 | 1 | 4 | 3 | 6 |
| CLASSIF. T.R.B. | | A-7-6 / A-2-6 | | | | |
| AASHTO NORMAL 12 GOLPES | UMID. ÓTIMA | 27,58 | 2,95 | 4 | 23,66 | 31,49 |
| | DENS. MÁX. | 1,520 | 0,107 | 4 | 1,377 | 1,662 |
| | I.S.C | 15,6 | 5,0 | 4 | 8,9 | 22,2 |
| | EXPANSÃO | 0,85 | 1,17 | 4 | 0,00 | 2,40 |
| CAMPO | UMID. NATURAL | 18,20 | 0,00 | 1 | 18,20 | 18,20 |
| | DENS. "IN SITU" | 1,536 | 0,000 | 1 | 1,536 | 1,536 |
| GRAU DE COMPACTAÇÃO | | 92,87 | 0,00 | 1 | 92,87 | 92,87 |

**Laboratorista Chefe**

Miquéias Silva de Castro

CPF: 006161967-17

**Engenheiro Residente**

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA: MG 85665/D

**Observações:**

| | |
|---|---|
| **Obra: Ampliação da capacidade da rodovia PR-280** | **RESUMO DE ENSAIOS** |
| **Rodovia: PR-280** | **SUBLEITO DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO B)** |
| **Trecho (A): Divisa PR/SC - Entr. BR-153 (A) PR-446** | |
| **Trecho (B): Entr. BR-153 (B) a Entr. BR-280 (Marmeleiro)** | |

Na Tabela 4.5.5 são apresentados os resultados das amostras da camada de base para o trecho B da rodovia PR-280. Conforme observado no boletim de sondagem não foram observados materiais granulares referentes a camada de base no trecho A.

Verificam-se resultados individuais de ISC acima de 64% e inferior a 80% (limite considerado no Manual de Pavimentação IPR-719/2006), o que revela capacidade de suporte bastante restrita.

A camada de base constitui-se de brita mal graduada com classificação A-1-a, em sua maioria, e resultados de LL < 25% e IP = NP. A capacidade de suporte observada é em média de 72,0% e ISCp = 66,8%, com níveis de expansão nulos e densidade máxima da ordem de 2,177 t/m³.

De posse dos resultados de ISC da camada de base granular de brita podem ser consideradas duas hipóteses: 1 – Perda da capacidade de suporte por abrasão interna entre os agregados considerando a construção da rodovia a cerca de 40 anos e 2 – Projeto de construção da rodovia com camada de base com ISC > 60% considerando o tráfego na fase de implantação ($N < 5x10^6$).

Depreende-se da análise acima que a camada de base existente é incompatível com a previsão de tráfego para o horizonte de 5 anos. Nas especificações de camada de brita graduada do DER PR ES-P 05/18, o Índice Suporte Califórnia deve ser ≥ 100% e a faixa granulométrica deve compreender a Faixa I, II ou III.

## Tabela 4.5.5 – Quadro resumo dos ensaios da base.

**QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS**

**Cliente:** **DER-PR**
**Rodovia:** **PR-280**
**Trecho (A): km 0 ao km 5,94**
**Trecho (B): km 70,8 ao 254,92**

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Furo | | | | PR280-01 | PR280-02 | PR280-3 | PR280-4 | PR280-5 | PR280-7 | | | |
| Trecho | | | | B | B | B | B | B | B | | | |
| Estaca/Localização | | | | km 93+800 | KM 119+900 | KM 132+200 | KM 150+400 | KM 167+700 | KM 251+100 | | | |
| Registro | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | | | |
| Estudo | | | | BASE | BASE | BASE | BASE | BASE | BASE | | | |
| Profundidade | | | | 0,04 a 1,10 | 0,00 a 1,10 | 0,00 a 0,60 | 0,05 a 1,30 | 0,04 a 0,60 | 0,06 a 0,26 | | | |
| Data | | | | 09/03/2020 | 09/03/2020 | 09/03/2020 | 09/03/2020 | 09/03/2020 | 13/03/2020 | | | |
| GRANULOMETRIA | % PESO | PASSANDO | 1 1/2" | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | | | |
| | | | 1" | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 97,34 | 97,33 | 97,34 | | | |
| | | | 3/8" | 72,54 | 72,45 | 97,30 | 72,83 | 72,82 | 72,83 | | | |
| | | | 4 | 48,89 | 48,72 | 73,41 | 49,96 | 49,87 | 49,96 | | | |
| | | | 10 | 25,24 | 24,98 | 49,52 | 27,08 | 26,92 | 27,08 | | | |
| | | | 40 | 13,32 | 13,06 | 37,39 | 15,49 | 15,34 | 15,49 | | | |
| | | | 200 | 8,99 | 8,73 | 32,96 | 11,21 | 11,07 | 11,21 | | | |
| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | LL | NL | NL | NL | NL | NL | NL | | | |
| LIMITE DE PLASTICIDADE | | | LP | NP | NP | NP | NP | NP | NP | | | |
| ÍNDICE DE PLASTICIDADE | | | IP | - | - | - | - | - | - | | | |
| INDICE DE GRUPO | | | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| CLASSIFICACAO HRB | | | - | A-1-a | A-1-a | A-2-4 | A-1-a | A-1-a | A-1-a | | | |
| CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL | | | | Pedregulho mal Graduado | Pedregulho mal Graduado | Pedregulho mal Graduado | Pedregulho mal Graduado | Pedregulho mal Graduado | Pedregulho mal Graduado | | | |
| COR | | | | Cinza | Cinza | Cinza | Cinza | Cinza | Cinza | | | |
| ENERGIA DE COMPACTAÇÃO (Nº GOLPES) | | | | MODIFICADA | MODIFICADA | MODIFICADA | MODIFICADA | MODIFICADA | MODIFICADA | | | |
| COMPACTAÇÃO DE LABORATÓRIO | UMID. (%) | | | 7,0 | 9,10 | 9,10 | 9,10 | 8,30 | 10,60 | | | |
| | DENS.(t/m³) | | | 1,948 | 2,305 | 2,311 | 2,122 | 2,289 | 2,087 | | | |
| ISC FINAL (%) | | | | 75,6 | 72,6 | 74,9 | 64,0 | 70,8 | 73,9 | | | |
| EXPANSÃO (%) | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| ENSAIOS IN SITU | UMID. IN SITU (%) | | | 2,1 | 7,8 | 3,70 | 5,00 | 7,00 | 14,10 | | | |
| | DENS. INSITU(kg/m³) | | | 1,817 | 1,502 | 1,549 | 1,485 | 1,806 | 1,663 | | | |
| | GR.DE COMP. (%) | | | 93,3 | 65,2 | 67,0 | 70,0 | 78,9 | 79,68 | | | |

**Tabela 4.5.6 – Análise estatística dos ensaios da base – Rodovia PR-280 (Trecho B).**

| BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO B) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ANÁLISE ESTATÍSTICA** | | | | | | |
| | | X | δ | N | $X_{mín.}$ | $X_{máx.}$ |
| GRANULOMETRIA PENEIRAS % PASSANDO | 1 1/2" | 100,00 | 0,00 | 6 | 100,00 | 100,00 |
| | 1" | 98,67 | 1,46 | 6 | 96,91 | 100,00 |
| | 3/8" | 76,80 | 10,05 | 6 | 64,67 | 88,92 |
| | Nº 4 | 53,47 | 9,79 | 6 | 41,66 | 65,27 |
| | Nº 10 | 30,14 | 9,54 | 6 | 18,62 | 41,65 |
| | Nº 40 | 18,35 | 9,39 | 6 | 7,01 | 29,68 |
| | Nº 200 | 14,03 | 9,34 | 6 | 2,75 | 25,30 |
| FAIXA DER PR | | F.F. | | | | |
| L.L. | | NL | | | | |
| L.P. | | NP | | | | |
| I.P. | | - | | | | |
| I.G. | | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| CLASSIF. T.R.B. | | A-1-a | | | | |
| AASHTO MODIFICADO 55 GOLPES | UMID. ÓTIMA | 8,87 | 1,18 | 6 | 7,44 | 10,29 |
| | DENS. MÁX. | 2,177 | 0,149 | 6 | 1,998 | 2,356 |
| | I.S.C | 72,0 | 4,3 | 6 | 66,8 | 77,1 |
| | EXPANSÃO | 0,00 | 0,00 | 6 | 0,00 | 0,00 |
| CAMPO | UMID. NATURAL | 6,62 | 4,22 | 6 | 1,52 | 11,71 |
| | DENS. "IN SITU" | 1,637 | 0,149 | 6 | 1,457 | 1,817 |
| GRAU DE COMPACTAÇÃO | | 75,67 | 10,53 | 6 | 62,97 | 88,37 |

**Laboratorista Chefe**

Miquéias Silva de Castro

CPF: 006161967-17

**Engenheiro Residente**

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA: MG 85665/D

**Observações:**

| | |
|---|---|
| **Obra: Ampliação da capacidade da rodovia PR-280** | **RESUMO DE ENSAIOS** |
| **Rodovia: PR-280** | |
| **Trecho (A): Divisa PR/SC - Entr. BR-153 (A) PR-446** | **BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO B)** |
| **Trecho (B): Entr. BR-153 (B) a Entr. BR-280 (Marmeleiro)** | |

### 4.5.2.7 Estudo de Ocorrência de Materiais

#### 4.5.2.7.1 Pedreiras

Os estudos para indicação de pedreiras levou em consideração a proximidade da obra e a disponibilidade e qualidade do material.

Para o trecho A, o material pétreo será procedente da Pedreira Kerber & Cia – P-01 localizada na Estrada Velha de Palmas, s/n, no bairro Rio D'Areia, no município de Porto União, nas coordenadas E = 489492.00 m e S = 7093531.00 m. A Figura 4.5.3 apresenta a localização da pedreira P-01.

**Figura 4.5.3 – Localização da Pedreira P-01.**

Para o trecho B, foi indicada a Pedreira Nossa Senhora da Luz – P-02, situada na Rua General Osório, s/n, no bairro Claret, no município de Clevelândia, nas coordenadas E = 367009.00 m e S = 7080960.00 m. A Figura 4.5.4 apresenta a localização da pedreira P-02.

**Figura 4.5.4 – Localização da Pedreira P-02.**

#### 4.5.2.7.2 Areais

Os estudos para indicação de areais levou em consideração a proximidade da obra e a disponibilidade e qualidade do material.

A areia será obtida no Areal Hobi & Cia Ltda – A-01, localizado na Autovia João Paulo Reolon, nº 2105, bairro de São Gabriel, no município de União da Vitória, nas coordenadas E = 488483.00 m e S = 7096513.00 m.

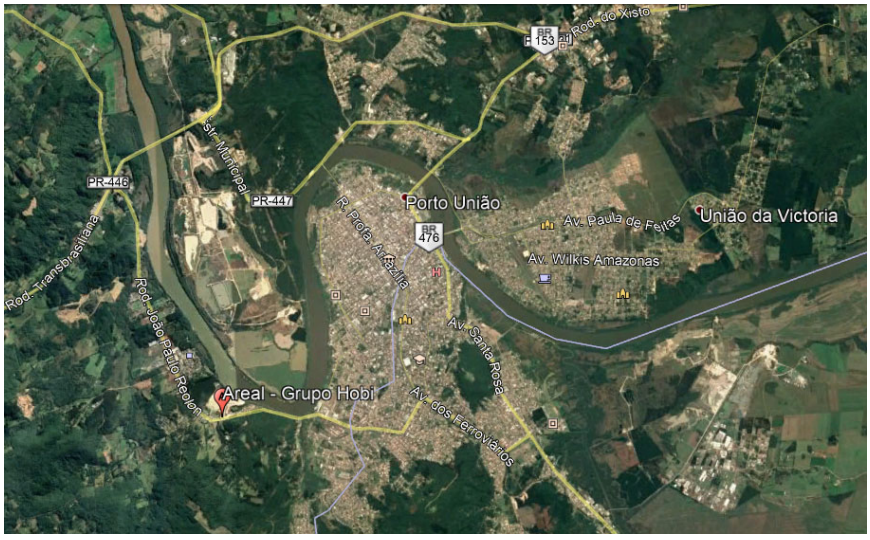



**Figura 4.5.5 – Localização do Areal A-01.**

#### 4.5.2.7.3 Ensaios obtidos

O areal e as pedreiras indicados para o projeto abastecem o comércio local e estão aptos a atender a demanda da obra. A seguir são apresentados os resultados de ensaios obtidos junto aos fornecedores dos materiais.

## 4.5.2.7.3.1 Pedreira P-01

Paraná Solos

ENGENHARIA, PROJETOS, LABORATÓRIO DE SOLOS, AGREGADOS, CONCRETO E ASFALTO

| | |
|---|---|
| Interessado: | Kerber e Cia Ltda. |
| Identificação: | Pedreira Porto União |
| | Agregados |
| | Amostra 01 |
| | |
| | Amostra Fornecida Pelo Interessado |

**RELATÓRIO**

**DESGASTE DE AGREGADOS POR ABRASÃO** **DNER-ME 35-98 / NBR 6465**

**Faixa: B** **% de perda 7,9**

Este método fixa o modo pelo qual se determina o desgaste, por abrasão, de um agregado, com emprego da máquina Los Angeles.

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42
*ass.*
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil/CREA: PR 152117/D

Curitiba, 25 de Julho de 2019

Paraná Solos

ENGENHARIA, PROJETOS, LABORATÓRIO DE SOLOS, AGREGADOS, CONCRETO E ASFALTO

| | |
|---|---|
| **Interessado:** | Kerber e Cia Ltda. |
| **Identificação:** | Local: Porto União |
| | Agregado |
| | Amostra 01 |
| | |
| | Amostra Fornecida Pelo Interessado |

**ADESIVIDADE DE AGREGADO GRAÚDO A LIGANTE BETUMINOSO**
**MÉTODO DE ENSAIO DNER-ME 078/94**

| EMULSÕES | DESCOBRIMENTO | RESULTADO |
|---|---|---|
| RR - 1C | 0% | Satisfatório |
| RM - 1C | 0% | Satisfatório |
| LIGANTE | DESCOBRIMENTO | RESULTADO |
| | | |
| CAP. Fornecido AM01 | 0% | Satisfatório |
| CAP. Fornecido AM02 | 0% | Satisfatório |
| CAP. Fornecido AM03 | 0% | Satisfatório |

Amostra preparada e ensaiada com água destilada

Temperatura do ensaio 40º C
Duração do ensaio 72 horas

Este método fixa o modo pelo qual se verifica a adesividade de agregado graúdo a ligante betuminoso

***Material com adesividade Boa***

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42
ass.
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro CIVIL/CREA: PR 152117/D

Curitiba, 25 de Julho de 2019

Paraná Solos

ENGENHARIA, PROJETOS, LABORATÓRIO DE SOLOS, AGREGADOS, CONCRETO E ASFALTO

| | |
|---|---|
| Interessado: | Kerber e Cia Ltda. |
| Identificação: | Pedreira Porto União |
| | Agregados |
| | Amostra 01 |
| | |
| | Amostra Fornecida Pelo Interessado |

**RELATÓRIO**

**DENSIDADE DE AGREGADO GRAÚDO**
**Médodo de ensaio DNER - ME 81/98**

| | |
|---|---|
| **Dr . Densidade real** | **2,978 g/cm$^3$** |
| **Da. Densidade aparente** | **2,868 g/cm$^3$** |
| **Ab. % de absorsão** | **1,3 %** |

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42
*ass.*
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 25 de Julho de 2019

Paraná Solos

ENGENHARIA, PROJETOS, LABORATÓRIO DE SOLOS, AGREGADOS, CONCRETO E ASFALTO

| | |
|---|---|
| Interessado: | Kerber e Cia Ltda. |
| Identificação: | Obra: |
| | Local: |
| | Origem: Pedreira Porto União |
| | Agregados |
| | Amostra Fornecida Pelo Interessado |

## RELATÓRIO

## AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE / SANIDADE DE AGREGADO PELO EMPREGO DE SOLUÇÕES DE SULFATO DE SÓDIO OU DE MAGNÉSIO MÉTODO DE ENSAIO DNER-ME 89/94

| | |
|---|---|
| % DE PERDA DA AMOSTRA GRAÚDA | 0,4 |
| % DE PERDA DA AMOSTRA MIÚDA | 0,6 |

Limites de perda: Graúdo 12% Miúdo 15%

| | |
|---|---|
| Solução utilizada : | Sultato de Sódio |
| Temperatura : | 21° C |
| Temperatura de secagem: | 110° C |
| Numero de ciclos: | 5 |

Este método fixa o modo pelo qual se determina a resistência à desintegração dos agregados sujeitos à ação do tempo, pelo ataque de soluções saturadas de sulfato sódio ou de magnésio.

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42
ass.
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil CREA: PR 152117/D

Curitiba, 25 de Julho de 2019

Paraná Solos

ENGENHARIA, PROJETOS, LABORATÓRIO DE SOLOS, AGREGADOS, CONCRETO E ASFALTO

| | |
|---|---|
| Interessado: | Kerber e Cia Ltda. |
| Identificação: | Pedreira Porto União |
| | Agregados |
| | Amostra 01 |
| | |
| | Amostra Fornecida Pelo Interessado |

## RELATÓRIO

## ÍNDICE DE FORMA AGREGADO
## MÉTODO DE ENSAIO
## DNER - ME 86/94

| | |
|---|---|
| Faixa Adotada | C |
| ÍNDICE DE FORMA (I.F.) = | 0,8 |
| Numero de frações | 3 |

Este método fixa o modo pelo qual se determina a variação dos eixos multidirecionais das partículas que compõe o agregado, definindo-a pelo índice de Forma.

PARANÁ SOLOS LTDA
CNPJ. 04.162.025/0001-42
ass.
MARCOS GONÇALVES JUNIOR
Engenheiro Civil/CREA: PR 152117/D

Curitiba, 25 de Julho de 2019

BIANCOCONCRETO

# BIANCO TECNOLOGIA DO CONCRETO

## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 0179/2019

**INTERESSADO:** KERBER & CIA LTDA
Att. Rodrigo Luis Hobi
Telefone: (42) 3522-4933 / (42) 99975-0040
E-mail: nfe_pedreira@kerbercia.com.br
rodrigo@kerbercia.com.br

**TRABALHO:** Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água NBR NM 53.

**AMOSTRA / IDENTIFICAÇÃO:** Amostra de Agregado Graúdo
→ Brita 01 – Amostra 2
→ Procedência: Kerber & Cia LTDA

**DATA DE ENTRADA:** 07 de Agosto de 2019

**PERÍODO DE ENSAIO:** 15 de Agosto de 2019 a 16 de Agosto de 2019

**RESULTADOS:**
**(Nas folhas seguintes)**

.../Cont. Fl. 2

## RESULTADOS OBTIDOS

### DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA, MASSA ESPECÍFICA APARENTE E ABSORÇÃO DE ÁGUA – NBR NM 53:

| Descrição | 1° determinação | 2° determinação | Média |
|---|---|---|---|
| Massa seca (g) | 2961,2 | 2961,3 | 2961,3 |
| Massa saturada superfície seca (g) | 3000,4 | 3000,5 | 3000,5 |
| Massa imersa em água (hidrostático) (g) | 1955,2 | 1957,8 | 1956,5 |
| Massa específica do agregado seco (g/cm³) *1 | 2,944 | 2,951 | 2,947 |
| Massa especifica do agregado na condição saturada superficie seca (g/cm³) *1 | 2,871 | 2,878 | 2,874 |
| Massa específica aparente (g/cm³) *1 | 2,833 | 2,840 | 2,837 |
| Absorção de agua (%) *2 | 1,324 | 1,324 | 1,324 |

Obs *1: Os resultados dos ensaios realizados com a mesma amostra não devem diferir em mais de 0,02 g/cm³.
Obs *2: Os resultados dos ensaios realizados com a mesma amostra não devem diferir em mais de 0,3%.

Curitiba, 16 de Agosto de 2019

Engº Mauro Teixeira de Freitas Bianco
CREA – PR N° 6979-D

## 4.5.2.7.3.2 Pedreira P-02

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

**RELATÓRIO Nº** Nº 8933-9/2018 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal150 CEP: 85530-000 Cidade: Clevelândia - PR,

**1. DADOS DA AMOSTRA**

Identificação geral: 192 / 2018 - Pedra Brita 01 - NS da Luz Min - 192.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pedra Brita 1
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

**2. EQUIPAMENTOS**

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra
5. Tambor de "Abrasão Los Angeles"

**3. REFERÊRENCIAS**

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. NM51:2000 NBR NM 51:2001 Esnsaio de Abrasão Losangeles"

**4. RESULTADO DO ENSAIO**

**Resultado do ensaio solicitado de Abrasão Los Angeles (LA)**

Agregado: Granito

| Amostra | Faixa Granulométrica | Massa das frações antes do ensaio (g) | Massa das frações após o ensaio (g) | Perda de massa (%) Índice de Abrasão "Los Angeles" |
|---|---|---|---|---|
| Brita 1 | "B" | 5000,58 | 4282 | 14,37% |

A amostra analisada apresenta perda por abrasão média de 14, 37%. As especificações brasileiras que envolvem o uso de agregados em camadas de base e revestimentos, normalmente limitam valores máximos da abrasão Los Angeles entre 40 e 55%. Portanto, o agregado de granito analisado apresenta boa resistência à abrasão e degradação, indicando potencial para ser utilizados em obras de pavimentação.

**5. OBSERVAÇÃO**

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há
5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Engª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

**RELATÓRIO Nº** Nº 8933-18/2018 Data: 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal150 CEP:85530-000 Cidade: Estado: Paraná

**1. DADOS DA AMOSTRA**

Identificação geral: 192 / 2018 - Pedra Brita 01 - NS da Luz 192.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pedra Brita 01
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

**2. EQUIPAMENTOS**

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra

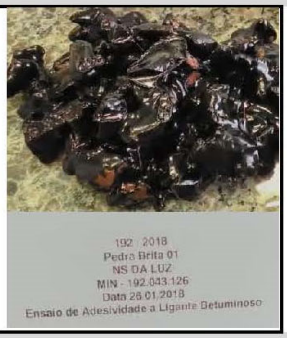
**3. REFERÊRENCIAS**

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. DENR-ME 078/94: Agregado graúdo - Adesividade ao ligante betuminoso

**4. RESULTADO DO ENSAIO**

**Adesividade do agregado graúdo ao ligante betuminoso.**

Pelo ensaio DNER-ME 078/94, obteve-se a condição satisfatória, quanto à satisfação qualitativa, observando-se a qualificação de aderência do ligante asfáltico convencional (CAP 50/70) ao agregado pétreo denominado de brita 1.Verificou-se quão importante é este ensaio, principalmente quando se abre uma nova jazida, para utilização do material britado numa composição de massa asfáltica. Conforme observado na figura 1.




**5. OBSERVAÇÃO**

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há
5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Engª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

**RELATÓRIO Nº** Nº 8933-14/2018 Data: 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal150 CEP:85530-000 Cidade: Estado: Paraná

**1. DADOS DA AMOSTRA**

Identificação geral: 192 / 2018 - Pedra Brita 01 - NS da Luz 192.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pedra Brita 01
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

**2. EQUIPAMENTOS**

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra

**3. REFERÊRENCIAS**

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. NM 53:2009 - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água

**4. RESULTADO DO ENSAIO**

| MASSA ESPECÍFICA E ABSORÇÃO - NM 53:2009 - AGREGADO GRAÚDO | | |
|---|---|---|
| Identificação da amostra | a | b |
| Mc) Massa do cesto submerso (g) | 757,0 | 757,0 |
| Mi) Massa do agregado + cesto submerso (g) | 2.605,3 | 2.602,6 |
| Mb) Massa do agregado submerso (g) = Mi - Mc = "C" | 1.848,3 | 1.845,6 |
| Msss) Massa ao ar Saturada Superfície Seca (g) - "B" | 3.107,5 | 3.108,2 |
| Ms) Massa do agregado seco constante (g) - "A" | 3.000,0 | 3.000,0 |
| Massa específica seco (g/cm$^3$) = Ms / (Msss - Mb) | 2,38 | 2,38 |
| **Massa específica seco média (g/cm3)** | **2,38** | |
| Absorção (%) = [(Msss - Ms) / Ms)] * 100 | 3,58% | 3,61% |
| **Média da Absorção do agregado (%)** | **3,60%** | |

**5. OBSERVAÇÃO**

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há
5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Eng.ª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

**RELATÓRIO Nº** Nº 8933-10/2018 Data: 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal150 CEP:85530-000 Cidade: Clevelândia - Estado: Paraná

**1. DADOS DA AMOSTRA**

Identificação geral: 192 / 2018 - Pedra Brita 01 - NS da Luz 192.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pedra Brita 01
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

**2. EQUIPAMENTOS**

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra
5. Banho Maria

**3. REFERÊRENCIAS**

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. DNER - ME 089/94 - Designada Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
5. ASTM C88-76 - Test for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate.

**4. RESULTADO DO ENSAIO**

Ensaio de Durabilidade com Solução Saturada de Sulfato de Sódio

| Amostra | Peneiras | | Massa das frações antes do ensaio (g) | Massa das frações após o ensaio (g) | Perda verificada na fração ensaiada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Passando | Retido | | | |
| Brita 1 | 3/8" | 1/2" | 670,3 | 668,3 | 0,30% |
| | 1/2" | 3/8" | 330,2 | 326,51 | 1,12% |
| | | | | | 1,42% |

**5. OBSERVAÇÃO**

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há
5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Engª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

## RELATÓRIO Nº — Nº 8933-12/2018 — Data: 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal150 CEP:85530-000 Cidade: Clevelândia - PR, Estado: Paraná

### 1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação geral: 192 / 2018 - Pedra Brita 01 - NS da Luz 192.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pedra Brita 01
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

### 2. EQUIPAMENTOS

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra
5. Banho Maria

### 3. REFERÊRENCIAS

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. DNER - ME 089/94 - Designada Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
5. ASTM C 88-76 - Test for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate.

### 4. RESULTADO DO ENSAIO

Ensaio de Durabilidade com Solução Saturada de Sulfato de Magnésio

| Amostra | Peneiras | | Massa das frações antes do ensaio (g) | Massa das frações após o ensaio (g) | Perda verificada na fração ensaiada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Passando | Retido | | | |
| Brita 1 | 3/8" | 1/2" | 670,2 | 668,15 | 0,31% |
| | 1/2" | 3/8" | 330,1 | 323,92 | 1,87% |
| | | | | | 2,18% |

### 5. OBSERVAÇÃO

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há

5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Engª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

**RELATÓRIO Nº** Nº 8933-16/2018 Data: 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal150 CEP:85530-000 Cidade: Clevelândia - Estado: Paraná

**1. DADOS DA AMOSTRA**

Identificação geral: 192 / 2018 - Pedra Brita 01 - NS da Luz 192.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pedra Brita 01
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

**2. EQUIPAMENTOS**

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra

**3. REFERÊRENCIAS**

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. NM-30:2001 - Determinação de absorção de água

**4. RESULTADO DO ENSAIO**

| TEOR DE ABSORÇÃO DE ÁGUA - NBR NM 30:2001 - AGREGADO MIÚDO | | |
|---|---|---|
| Identificação da amostra | a | b |
| Ms) Massa ao ar da amostra na condição saturada e de superfície seca (g) | 1.024,53 | 1.024,39 |
| M) Massa da amostra seca em estufa (g) | 1.000,0 | 1.000,0 |
| A) Teor de absorção de água da amostra (%) =[(Ms - M)/M)]*100 | 2,39% | 2,38% |
| **Teor médio de absorção de água da amostra (%)** | **2,388%** | |

**5. OBSERVAÇÃO**

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há

5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Engª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

**RELATÓRIO Nº** Nº 8933-7/2018 Data: 28/06/2018

Cliente: **Pedreira Nossa Senhora da Luz LTDA - ME** Tel: (41) 3109-6961 E-mail:pedreira.nsdaluz@gmail.com
Endereço: R General Osório 0 Caixa Postal 150 CEP: 85530-000 Cidade: Clevelândia - Estado: Paraná

**1. DADOS DA AMOSTRA**

Identificação geral: 194 / 2018 - Pó de Pedra Trad - NS da Luz Min - 194.043.126 - Data 26/01/2018
Tipo de amostra: Pó de Pedra
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não Aplicável

**2. EQUIPAMENTOS**

1. Balança - Marte AD 5002
2. Estufa De Leo; Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC Número do Patrimônio: .
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01
4. Quarteador de amostra

**3. REFERÊRENCIAS**

1. NM 26:2000 NBR NM 26:2001 Agregados - Amostragem
2. NM 27:2000 NBR NM 27:2001 - Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISO 3310-1:1996 NBR NM-ISSO 3310-1:1997 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. NM 46:2001 NBR NM 46 - Agregados - Determinação do materialfino que passa através da peneira 75µm, por lavagem

**4. RESULTADO DO ENSAIO**

| DETERMINAÇÃO MATERIAL FINO EM PENEIRA 75 µm - NBR NM 46 | | |
|---|---|---|
| Identificação da amostra | a | b |
| Mi) Massa inicial da amostra seca (g) | 1.000,0 | 1.000,0 |
| Mf) Massa final da amostra seca após lavagem (g) | 967,18 | 966,30 |
| Teor de material passante em 75 µm (%) = [(Mi - Mf)/Mi)]*100 | 3,28% | 3,37% |
| **Teor médio de material fino passante em 75 µm (%)** | **3,33%** | |

**5. OBSERVAÇÃO**

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não há
5.2 Salvo menção expressa, os itens ensaiados foram livremente selecionados pelo solicitante e, portanto, não se confere ao laboratório qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem
5.3 O Laboratório de Agregados não tem qualquer responsabilidade pelo uso que o solicitante, ou outra pessoa ou entidade venha a dar aos dados ou indicações contidas no presente relatórioem prejuízo ou benefício das marcas comerciais identificação que o solicitante tenha citado como dos itens submetidos a estudo.
5.4 O Laboratório de Agregados garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
5.5.Qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo da qualificação..
5.6 Relatório emitido eletronicamente.

**RESPONSÁVEL TÉCNICO**

Original assinado
**Eliane Jorge dos Santos**
Engª Civil - CREA PR 100236/D

**Os resultados contidos nesse relatório referem-se somente à amostra ensaiada. É permitida somente a reprodução integral desse relatório.**

RSG-016-144-00

## 4.5.2.7.3.3 Areal A-01

GRUPO HOBI

# HOBIMIX – CONCRETO E ARGAMASSA

DETERMINAÇÃO DE TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO

Colombo, 30 de abril de 2020.

**SOLICITANTE**

**MATERIAL DA AMOSTRA**

**Tipo**..... Agregado miúdo – areia natural média

**RESULTADOS**

O material em análise apresentou um Teor de material pulverulento de 2,35%.

**REREFÊNCIAS NORMATIVAS**

**NBR NM 46** – Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira 75 µm por lavagem.

*Luiz Alberto Trevisol Júnior, MSc.*
**Gerente Técnico**

Auto Via João Paulo Reolon, 2105 | Bairro São Gabriel | União da Vitória | PR

WWW.GRUPOHOBI.COM.BR

GRUPO HOBI

# HOBIMIX – CONCRETO E ARGAMASSA

## DETERMINAÇÃO DE TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA

Colombo, 30 de abril de 2020.

**SOLICITANTE**

**MATERIAL DA AMOSTRA**

**Tipo**..... Agregado miúdo – areia média

**RESULTADOS**

O material em análise apresentou um Teor de Matéria Orgânica inferior a 100 p.p.m.

*Luiz Alberto Trevisol Júnior,Msc.*
**Gerente Técnico**

Auto Via João Paulo Reolon, 2105 | Bairro São Gabriel | União da Vitória | PR
WWW.GRUPOHOBI.COM.BR

GRUPO HOBI

# HOBIMIX – CONCRETO E ARGAMASSA

## DETERMINAÇÃO DE TEOR DE ARGILA EM TORRÕES

Colombo, 30 de abril de 2020.

**SOLICITANTE**

**MATERIAL DA AMOSTRA**

**Tipo**..... Agregado miúdo – areia média

**RESULTADOS**

O material em análise apresentou um Teor de argila em torrões inferior a 0,7%.

*Luiz Alberto Trevisol Júnior,Msc.*
**Gerente Técnico**

Auto Via João Paulo Reolon, 2105 | Bairro São Gabriel | União da Vitória | PR
WWW.GRUPOHOBI.COM.BR

GRUPO HOBI

# HOBIMIX – CONCRETO E ARGAMASSA

## DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Colombo, 30 de abril de 2020.

### INTERESSADO

### MATERIAL DE AMOSTRA

Tipo. ..... Areia Natural Média.

### RESULTADOS DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

| Peneiras # (mm) | % Retido Acumulado |
|---|---|
| 38,0 | 0,0% |
| 25,0 | 0,0% |
| 19,0 | 0,0% |
| 12,5 | 0,0% |
| 9,5 | 0,0% |
| 4,8 | 0,2% |
| 2,4 | 2,3% |
| 1,2 | 8,6% |
| 0,6 | 18,5% |
| 0,3 | 46,9% |
| 0,15 | 93,7% |
| 0,075 | 99,5% |
| Fundo | 100,0% |
| DMC | 4,8 |
| MF | 1,70 |

### REREFÊNCIAS NORMATIVAS

**NBR NM 248** – Agregado – Determinação da Composição Granulométrica.

*Luiz Alberto Trevisol Júnior, MSc.*
**Gerente Técnico**

Auto Via João Paulo Reolon, 2105 | Bairro São Gabriel | União da Vitória | PR

WWW.GRUPOHOBI.COM.BR

Página 1 de 1

#### 4.5.2.7.4 Licenças Ambientais

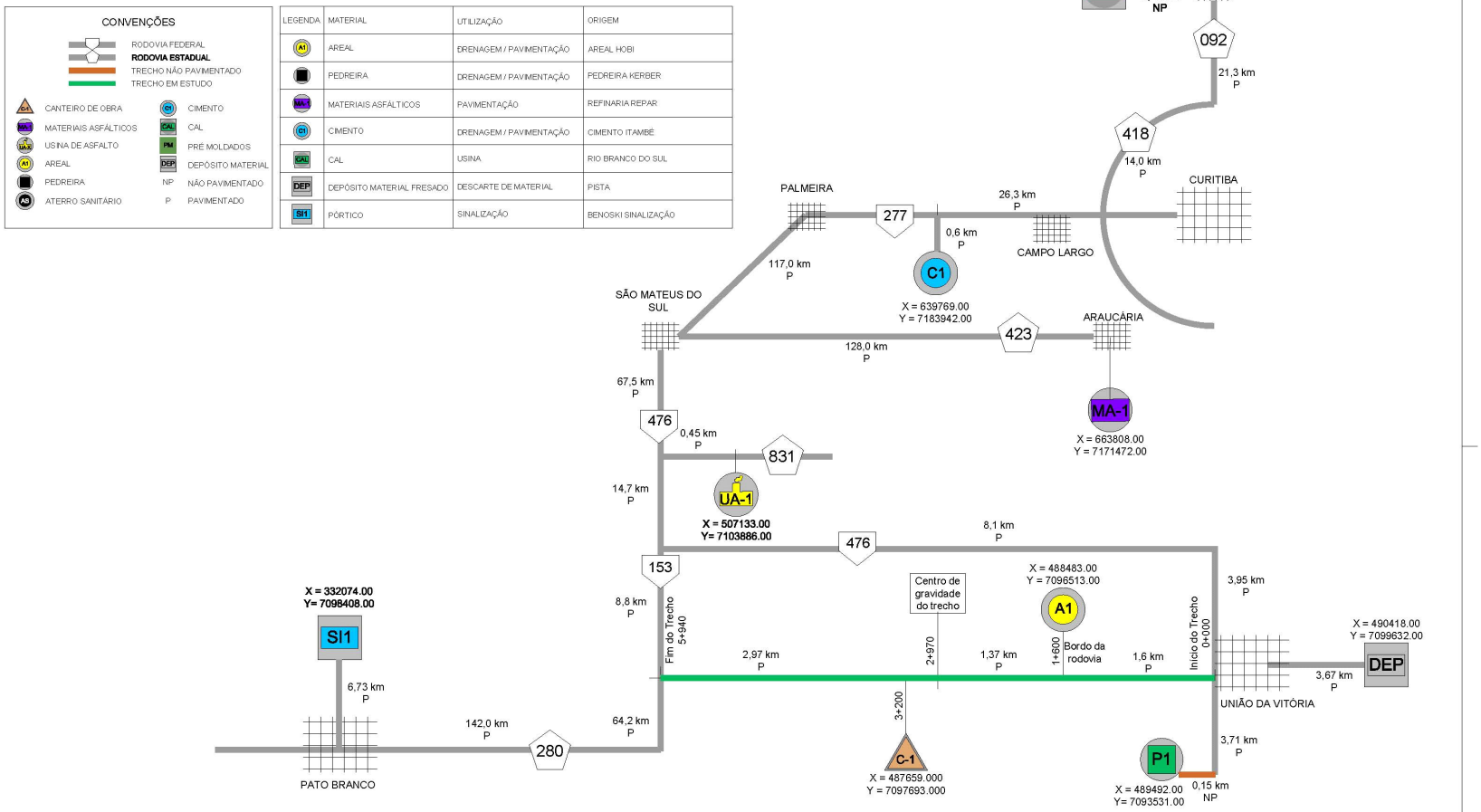
As licenças ambientais das ocorrências de materiais indicadas para obra são apresentadas no item 3.5 do Volume 3 – Memória Justificativa.

#### 4.5.2.7.5 Diagrama Linear de Ocorrências

O Diagrama Linear de Ocorrências contendo a localização das fontes de materiais e instalações industriais é apresentado a seguir. Em função das particularidades da obra em questão, em que se tem dois trechos distintos, estão sendo apresentados dois Diagramas Lineares de Ocorrências.

O trecho A está compreendido entre a Divisa PR/SC ao Entr. BR-153 (A) e o trecho B entre o Entr. BR-153 (B) ao Entr. BR-280 (MARMELEIRO).

# DIAGRAMA LINEAR DE OCORRÊNCIAS
## TRECHO A




| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | DSTP | LFTS | CFFF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DSTP | LFTS | CFFF | 20/09/2020 | - | - |

REVISÃO | DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO: FAPEU LabTrans

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA 140340090-3
PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 14/10/2020
DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS — 14/10/2020

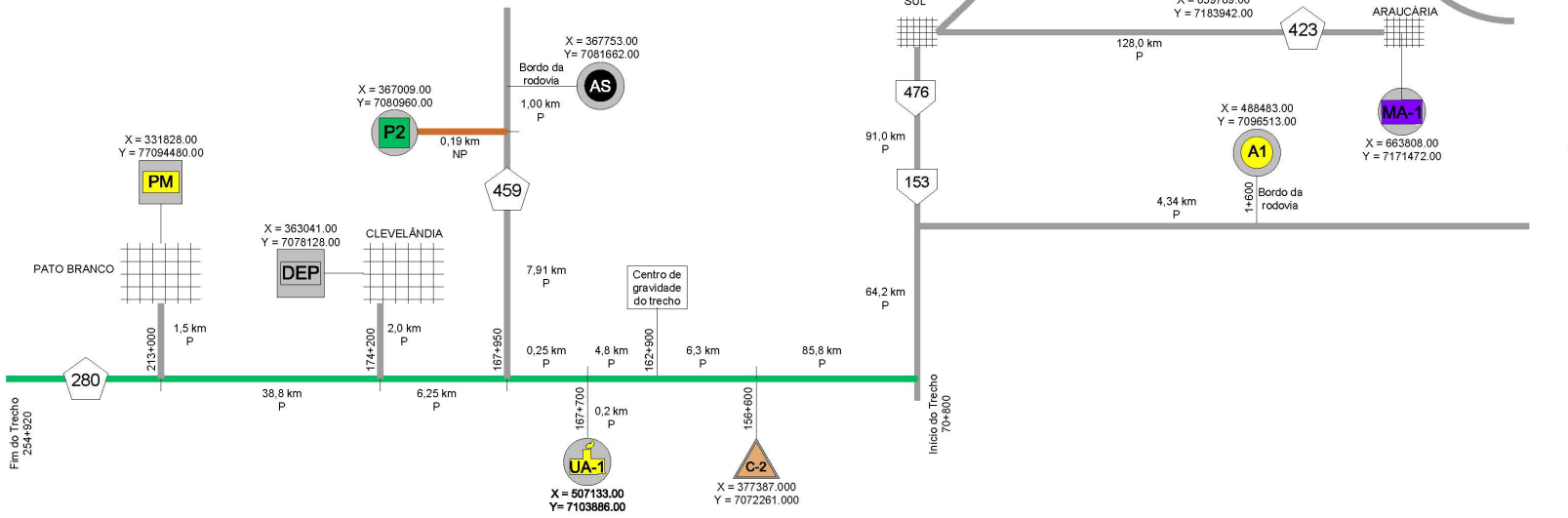
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANA

RODOVIA PR-280
km 0+000 ao km 5+940 - TRECHO A
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
DIAGRAMA LINEAR DE OCORRÊNCIAS

DATA: 14/10/2020
ESC.: 1:1000
FOLHA: 0001/0001
REV.: B
CÓDIGO: DE-E-PR-280-000-006-06-PV-09-0001-B

# DIAGRAMA LINEAR DE OCORRÊNCIAS
## TRECHO B

| LEGENDA | MATERIAL | UTILIZAÇÃO | ORIGEM |
|---|---|---|---|
| A1 | AREAL | DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO | AREAL HOBI |
| | PEDREIRA | DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO | PEDREIRA KERBER |
| MAT | MATERIAIS ASFÁLTICOS | PAVIMENTAÇÃO | REFINARIA REPAR |
| CI | CIMENTO | DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO | CIMENTO ITAMBÉ |
| CAL | CAL | USINA | RIO BRANCO DO SUL |
| DEP | DEPÓSITO MATERIAL FRESADO | DESCARTE DE MATERIAL | PISTA |
| SI1 | PÓRTICO | SINALIZAÇÃO | BENOSKI SINALIZAÇÃO |




| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | DSTP | LFTS | CFFF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DSTP | LFTS | CFFF | 20/09/2020 | - | - |

REVISÃO — DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO: FAPEU LabTrans

| RESP. TÉCNICO | CREA |
|---|---|
| DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 |
| PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 14/10/2020 |
| DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS | 14/10/2020 |

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANA

RODOVIA PR-280
km 70+800 ao km 254+920 - TRECHO B
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
DIAGRAMA LINEAR DE OCORRÊNCIAS

DATA: 14/10/2020
ESC.: 1:1000
FOLHA: 0001/0001
CÓDIGO: DE-E-PR-280-70-255-06-PV-09-0001-B
REV.: B

# 5. PROJETOS ELABORADOS

## 5.1 PROJETO GEOMÉTRICO

### 5.1.1 Introdução

O Projeto Geométrico, parte integrante do Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO), foi desenvolvido objetivando a definição das características técnicas e operacionais, tais como: curvas horizontais, superelevações, rampas e curvas verticais, tráfego, velocidade de operação e comprimentos das faixas de mudança de velocidade para determinação da adequada seção transversal e detalhamento dos elementos necessários à implantação das terceiras faixas.

Para o dimensionamento dos elementos geométricos que deverão ser considerados na ampliação da capacidade e segurança da rodovia foram consideradas as diretrizes gerais do programa iRAP.

### 5.1.2 Metodologia adotada

O Projeto foi desenvolvido em consonância com as instruções de serviço descritas a seguir:

- IS-208: Projeto Geométrico;
- IS-241: Projeto Geométrico para Projeto Executivo de Engenharia para Construção de Rodovias Vicinais;
- IS-213: Projeto de Interseções, Retornos e Acessos.

Para as definições das diretrizes de projeto foram utilizados os seguintes manuais:

- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER/1999;
- Manual de Projeto de Interseções, IPR-718/2005.

### 5.1.3 Definições do projeto

Cada segmento teve a geometria de intervenção definida considerando a incorporação de faixa de ultrapassagem (terceira faixa) e as condicionantes da plataforma da pista existente. O projeto não previu ajustes no greide, mantendo-se as

cotas existentes, efetuando-se apenas correções de deformações no pavimento em função da metodologia de reconstrução do pavimento indicada no item 5.3.

A partir da avaliação das larguras de pista e acostamentos observadas no item 4.2.2 – Vistoria de campo e no item 4.4 – Estudos Topográficos e Cadastrais notou-se que para a implantação da terceira faixa com largura não inferior a 3,25 m (recomendação da metodologia iRAP referente ao atributo Largura da Faixa) seria necessário o deslocamento do eixo existente. De fato, com a adoção deste método de execução serão garantidas as premissas definidas no Projeto de Pavimentação evitando-se defeitos nos pavimentos observados em implantação de terceiras faixas sobre acostamentos ao longo da rodovia PR-280.

A concepção do projeto geométrico considerada ideal seria a implantação de 2 (duas) faixas de rolamento com largura de 3,60 m, 1 (uma) faixa de ultrapassagem com largura de 3,30 m, 1 (uma) faixa de segurança ao longo da faixa de ultrapassagem com largura mínima de 0,60 m e acostamento com largura mínima de 1,40 m no sentido oposto. Entretanto, em função das condicionantes físicas da pista existente, essencialmente a largura da plataforma atual (incluídos os acostamentos existentes) esses valores foram adequados para cada segmento. Mais uma vez ressalta-se que a largura mínima para a faixa de tráfego foi de 3,25 m.

Para os segmentos onde houve interface com as faixas de ultrapassagem existentes, quer por continuidade ou por entrelaçamento, a concepção da geometria foi adaptada, pois implicaria em ajustes na geometria da pista existente além da área de intervenção deste projeto. Portanto, no segmento onde já existe faixa de ultrapassagem no sentido oposto foi implementado ajuste nas faixas sem deslocamento no eixo, preservando a largura mínima das terceiras faixas. Assim, no segmento 23, foi necessário adotar uma configuração da seção transversal com 4 (quatro) faixas de 3,25 m, utilizando toda a largura disponível da plataforma.

Em alguns segmentos foram observadas variações da seção transversal da pista existente que em função da nova geometria proposta conduziram a necessidade de complementações pontuais da estrutura da pista existente descritas no Quadro Demonstrativo de Pavimentação apresentado no item 3.2 do Volume 3E – Memória de Cálculo de Quantidades.

Nos segmentos críticos de zonas de mudança de faixa (taper), nas interfaces em segmentos consecutivos de terceira faixa em sentidos opostos, o projeto de sinalização e segurança indicou elementos de sinalização complementar aumentando a percepção e alerta do usuário quanto a mudança de direção. Esse conceito foi adotado para os segmentos 20-21 e 26-27 nos quais foi projetada reversão no eixo da via para acomodar a implantação das novas faixas.

Destarte, a geometria das intervenções propostas acompanha a via existente, representando ajustes menores no alinhamento para permitir o aproveitamento adequado da plataforma existente com a inclusão das terceiras faixas. Não acarretam alteração significativa no alinhamento (variações de 1,0m a 1,4 m do eixo), e a extensão dos ajustes representou alteração de apenas centímetros em relação ao eixo longitudinal da pista existente.

No tocante a adoção de superlargura foram analisadas as curvas com raio abaixo de 600 m considerando a velocidade diretriz de 80 km/h seguindo as recomendações do Manual de Projeto Geométrico de rodovias rurais, DNER/1999. Os valores de superlargura calculados foram majorados para considerar a presença de 3 ou 4 faixas. A distribuição da superlargura foi realizada de forma simétrica para as faixas principais com pequeno incremento de largura na 3ª faixa projetada.

Além da largura de faixa propriamente dita, foram definidas condições de transição destas larguras. Para a transição de largura das faixas de rolamento, entre a adotada para os segmentos projetados e as faixas existentes na continuidade da via, foi adotado comprimento padrão de 30 m, atendendo o recomendado no item 9.4.7 Redução de faixas do Manual de interseções do DNIT (IPR-718), para ajustes graduais na seção transversal da rodovia. Recomenda-se adotar uma relação mínima de 50:1 entre o comprimento do taper e sua largura máxima.

Outro aspecto considerado foram os tapers de aceleração e desaceleração calculados conforme o preconizado no Manual de interseções do DNIT (IPR-718). Em geral, foi adotada a extensão de 70 m, sendo definidas extensões menores em segmentos com restrições geométricas ou com velocidade de operação reduzida.

Os elementos geométricos estão apresentados nos desenhos em planta e perfil no Volume 2 – Projeto de Execução, e constam da tabela de coordenadas de

levantamento topográfico apresentada no item 4.4.8.2 Quadros de locação e nivelamento.

A Tabela 5.1.1 apresentada a seguir mostra as transições entre a pista existente e o projeto, o taper de entrada e saída, a faixa adicional, o lado de implantação da terceira faixa, extensão total e observações pertinentes.

**Tabela 5.1.1 – Quadro descritivo de segmentos de projeto.**

| SEGMENTO | Sentido | Início da Transição | Início do Taper | Início da 3ª Faixa | Final da 3ª Faixa | Final do Taper | Final da Transição | Extensão | Observações |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **01** | C | 2,140 | 2,165 | 2,225 | 2,540 | 2,600 | 2,620 | 0,48 | Final limitado pela interface com malha urbana |
| **02** | D | 93,500 | | | | | 94,310 | 0,81 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **03** | C | 106,700 | | | | | 107,310 | 0,61 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **04** | D | 109,060 | | | | | 109,540 | 0,48 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **05** | C | 114,680 | | | | | 115,260 | 0,58 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **06** | C | 119,710 | | | | | 120,290 | 0,58 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **07** | D | 128,610 | | | | | 129,100 | 0,49 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **08** | C | 129,100 | | | | | 129,380 | 0,28 | Excluído do projeto, conforme Ofício nº 05/2020 DER-PR. |
| **09** | D | 131,840 | 131,860 | 131,930 | 132,370 | 132,440 | 132,460 | 0,62 | Segmento em tangente no início para ajuste dos alinhamentos dentro de curva existente |
| **10** | C | 137,860 | 137,880 | 137,950 | 138,340 | 138,410 | 138,430 | 0,57 | |
| **11** | D | 150,030 | 150,060 | 150,130 | | | 150,760 | 0,73 | Continuidade com o segmento 12 |
| **12** | D | 150,760 | | | 151,280 | 151,350 | 151,400 | 0,64 | Continuidade do segmento 11 |
| **13** | C | 155,020 | 155,040 | 155,110 | 155,400 | 155,470 | 155,500 | 0,48 | |
| **14** | D | 158,310 | 158,340 | 158,410 | 158,810 | 158,880 | 158,910 | 0,60 | |
| **15** | D | 159,170 | 159,200 | 159,270 | 159,920 | 159,990 | 160,020 | 0,85 | |
| **16** | D | 167,200 | 167,230 | 167,300 | 167,860 | | 167,960 | 0,76 | Interface com rótula vazada no final (km) |
| **17** | D | 182,620 | 182,650 | 182,720 | 183,200 | 183,270 | 183,300 | 0,68 | |
| **18** | C | 209,600 | 209,630 | 209,700 | 210,110 | 210,180 | 210,210 | 0,61 | |
| **19** | C | 213,240 | 213,270 | 213,340 | 213,740 | 213,810 | 213,860 | 0,62 | |
| **20** | C | 221,070 | | 221,200 | 221,451 | | 221,546 | 0,48 | Interface com tapers da rótula vazada no início (km) |
| **21** | D | 221,546 | | 221,641 | 221,925 | 221,970 | 221,980 | 0,43 | Transição Entrelaçada dos segmentos 20 e 21 |
| **22** | C | 223,400 | 223,430 | 223,500 | 223,720 | 223,790 | 223,820 | 0,42 | |
| **23** | D | 226,940 | 226,970 | 227,040 | 227,480 | 227,550 | 227,580 | 0,64 | |
| **24** | D | 228,040 | 228,070 | 228,140 | 228,590 | 228,660 | 228,690 | 0,65 | |
| **25** | D | 240,580 | 240,610 | 240,680 | 241,100 | 241,170 | 241,200 | 0,62 | Segmento em tangente no início e no final para ajuste dos alinhamentos dentro de curva existente |
| **26** | D | 249,900 | 249,930 | 250,000 | | | 250,800 | 0,90 | Transição Entrelaçada dos segmentos 26 e 27 |
| **27** | C | 250,800 | | | 251,310 | | 251,405 | 0,60 | Interface com tapers de acesso ao posto no final (km) |

Observação: Unidades em km.

Os segmentos 2 a 8 foram excluídos das definições deste projeto por determinação expressa no Ofício n° 05/2020 de 24 de setembro de 2020 devido a sobreposição com o planejamento de ações do DER-PR para restauração da pista em pavimento rígido (*whitetoping*).

## 5.1.4 Seções transversais tipo

As seções transversais tipo foram apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução representando as 4 zonas de tráfego distintas. Nelas são apresentadas as configurações da seção transversal, bem como as variações de larguras definidas na Tabela 5.1.2. Os valores de largura consideram o trecho em tangente, sendo sujeitos a alteração em função da implantação da superlargura.

Nota-se com relação ao pavimento acabado a existência de desnível apenas nos segmentos de acostamentos com largura média não inferior a 1,0 m. Os desníveis foram definidos com espessura de 5,0 cm, considerado o limite seguro para manobras de entrada e saída da pista. Isso significa que haverá redução de 5,0 cm na espessura do pavimento dos acostamentos. Nas zonas de tráfego 1 e 2, a espessura máxima do revestimento betuminoso é de 10,0 cm, enquanto para a zona de tráfego 3 esta medida é de 10,4 cm e para a zona de tráfego 4 a espessura de 10,6 cm.

A seguir são apresentadas algumas características técnicas básicas complementares adotadas no projeto.

- Em função das avaliações dos taludes existentes foram representadas nas seções transversais tipo as seguintes inclinações.
  - Corte : 1 (V) / 1 (H)
  - Aterro: 2 (V) / 3 (H)
  - Rocha: 8 (V) / 1 (H) – eventual
- A declividade transversal observada foi de 2,0% em tangentes.
- Características do relevo da região: ondulada.
- Declividade longitudinal máxima: -6,10% / +5,95%.
- Raio mínimo de curva com transição: 335,0 m.
- Raio mínimo de curva simples: 445,0 m.
- Velocidade diretriz: 80 km/h.
- Superelevação máxima: 6% para o segmento 1 de União da Vitória e 8% para os demais segmentos do trecho sul da PR-280.
- Faixa de domínio: definida como 25,0m (12,5 para cada lado) para o segmento 1 de União da Vitória e 60,0m (30,0 para cada lado) para os demais segmentos do trecho sul da PR-280.

**Tabela 5.1.2 – Configurações da seção transversal dos segmentos de projeto.**

| ID | Faixa Seg/Acost | 3ª faixa | Faixa de tráfego | Faixa de tráfego | 3ª faixa | Faixa Seg/Acost | Largura Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,5 | - | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 0,5 | 13,3 |
| 9 | 2,0 | - | 3,6 | 3,6 | 3,3 | 0,6 | 13,1 |
| 10 | 1,4 | - | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 0 | 11,7 |
| 11 | 0,6 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | - | 1,2 | 12,1 |
| 12 | 0,6 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | - | 1,2 | 12,1 |
| 13 | 1,4 | - | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 0,6 | 12,3 |
| 14 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1,4 | 12,5 |
| 15 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1,4 | 12,5 |
| 16 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1,4 | 12,5 |
| 17 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 0,6 | 11,7 |
| 18 | 0,6 | - | 3,6 | 3,6 | 3,3 | - | 11,1 |
| 19 | 1,0 | - | 3,6 | 3,6 | 3,3 | 0,6 | 12,1 |
| 20 | 1,0 | - | 3,6 | 3,6 | 3,3 | 0,6 | 12,1 |
| 21 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1 | 12,1 |
| 22 | 1,4 | - | 3,6 | 3,6 | 3,3 | 0,6 | 12,5 |
| 23 | 0,0 | 3,25 | 3,25 | 3,25 | 3,25 | - | 13,0 |
| 24 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1,4 | 12,5 |
| 25 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1 | 12,1 |
| 26 | 0,6 | 3,3 | 3,6 | 3,6 | - | 1 | 12,1 |
| 27 | 1,0 | - | 3,6 | 3,6 | 3,3 | 0,6 | 12,1 |

### 5.1.5 Resultados obtidos

O Projeto Geométrico é apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução, onde constam em planta e perfil todos os elementos descritos a seguir. Também são apresentadas as seções transversais tipo descritas anteriormente. A planta foi desenhada nas escalas 1:500 e o perfil nas escalas 1:500 na horizontal e 1:50 na vertical.

Constam do projeto em planta:

- Eixo estaqueado de 20 em 20 metros, assinalando-se as Estacas correspondentes às centenas de metros;
- Linhas de bordo da pista;
- Representação por hachuras das faixas de tráfego, acostamentos e terceiras faixas;

- Limites da faixa de domínio;
- Indicação de cursos d'água;
- Numeração de todas as curvas horizontais do traçado, bem como nomes dos ramos, sendo seus elementos descritos em tabelas;
- Azimutes de direção dos ramos de projeto;
- Declividade transversal das pistas;
- Malha cartesiana de abscissas e de ordenadas;
- Curvas de nível com equidistância vertical de 1,0 m;
- Marcos topográficos com sua designação e localização;
- Cadastro das rodovias existentes e das edificações;
- Indicação de interferências (redes de água, gasoduto, posteamentos e outros) e
- Representação dos furos de sondagem.

Constam do projeto em perfil:

- Indicação da linha do greide de projeto referido à superfície do pavimento acabado, no eixo de projeto. São apresentadas as declividades e comprimento das rampas, e as curvas verticais, indicando o comprimento das projeções horizontais e os parâmetros definidores das curvas (flecha máxima e parâmetro de curvatura K);
- Estacas e cotas dos pontos notáveis do alinhamento vertical (PCV, PIV e PTV);
- Indicação do perfil geotécnico de amostras deformadas (classificação TRB, ISC, expansão e profundidade).

Constam como informações complementares do projeto:

- Folha de convenções;
- Abreviaturas do projeto;
- Quadro de referências de nível.

Os Quadros Resumo de Características Técnicas Básicas do projeto são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

## 5.2 PROJETO DE DRENAGEM

### 5.2.1 Introdução

O Projeto de Drenagem, parte integrante do Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO), foi desenvolvido objetivando a avaliação dos dispositivos existentes ao longo dos trechos de implantação das terceiras faixas projetadas, indicando a substituição dos dispositivos existentes que se encontrem danificados ou que estejam com cotas muito abaixo da estrutura do pavimento projetada. Para os dispositivos que se encontrem em bom estado serão indicados apenas os serviços de limpeza e desobstrução, sempre que necessário.

### 5.2.2 Drenagem Superficial

A drenagem superficial é a que se destina a interceptar as águas que chegam ao complexo viário, provenientes de suas áreas adjacentes e a capturar aquelas que se precipitam diretamente sobre ele, conduzindo-as para um local de desague seguro de modo a resguardar a via de quaisquer danos.

No projeto de drenagem superficial foi utilizado o método comparativo pelo qual o comprimento crítico é determinado pela razão entre a vazão admissível obtida pela fórmula de Manning associada à equação da continuidade e a descarga afluente resultante da aplicação do método Racional.

- **Fórmula de Manning**

$$Q_{adm} = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times 10^3$$

onde:

Qadm = Descarga máxima admissível, em l/s;

n = Coeficiente de rugosidade de Manning;

A = Área da seção molhada, em m²;

R = Raio hidráulico, em m;

S = Declividade, em m/m.

- **Fórmula do Método Racional**

$$Q_{afl} = \frac{2{,}78 \times c \times i \times a}{10.000}$$

onde:

Qafl = Descarga afluente, em l/s. m;

c = Coeficiente de deflúvio;

i = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

a = Largura da faixa de contribuição, em m.

As contribuições do escoamento superficial provêm, de modo geral, da plataforma viária, assim sendo, buscou-se formular um plano de escoamento de águas capaz de coletar e de conduzir esses deflúvios, por meio de um conjunto de dispositivos, de forma ordenada, até locais de deságue seguros.

O dimensionamento das seções dos dispositivos a serem utilizados, visa atender as necessidades das vias, em função de suas características geométricas, áreas de implúvio, coeficientes de escoamento, coeficientes de rugosidade e da segurança dos usuários, considerando as precipitações (P 0,1) de 10 minutos de duração, no tempo de recorrência de 10 anos para a drenagem superficial e de 15, 25 e 50 anos para a drenagem de transposição de talvegues, como podem ser observadas na Tabela 5.2.1 a seguir.

**Tabela 5.2.1 – Precipitações para os tempos de recorrência.**

| T (anos) | 10 | 15 | 25 | 50 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Pdia (cm)** | 12,98 | 13,77 | 14,77 | 16,10 | 17,42 |
| **P1/P24** | 0,416 | 0,414 | 0,411 | 0,407 | 0,403 |
| **P0,1/P24** | 0,112 | 0,112 | 0,112 | 0,112 | 0,100 |
| **P24 (cm)** | 14,28 | 15,15 | 16,25 | 17,71 | 19,16 |
| **P1 (cm)** | 5,94 | 6,27 | 6,68 | 7,21 | 7,72 |
| **P0,1 (cm)** | 1,60 | 1,70 | 1,82 | 1,98 | 1,92 |

### 5.2.3 Sarjetas de corte

As sarjetas de corte são dispositivos destinados a captar as águas que se precipitem sobre o corpo estradal e sobre o talude de corte e conduzi-las até um deságue seguro, seja ele no ponto de passagem de corte para aterro permitindo a saída lateral para o terreno natural ou em caixas coletoras de sarjeta quando atingido seu comprimento crítico. Desta forma, foram escolhidas no álbum de projetos tipo do DER-PR os dispositivos tipo STC-Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 4, apresentados a seguir. Os seus comprimentos críticos foram determinados pelo método comparativo, já descrito no item 5.2.2, e estão sendo apresentados no item 5.2.5.

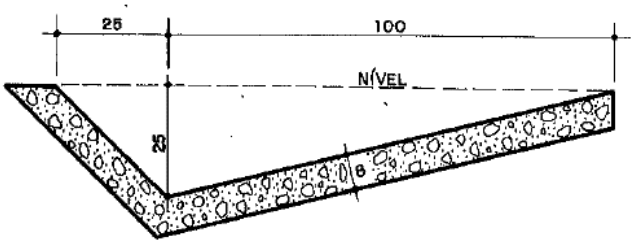



**Figura 5.2.1 – Dispositivo STC-Tipo 1.**

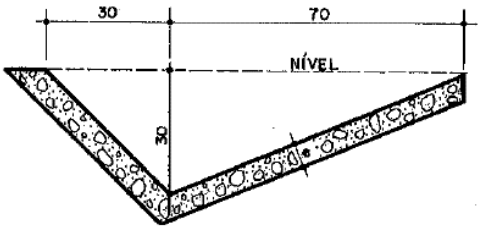



**Figura 5.2.2 – Dispositivo STC-Tipo 2.**

### 5.2.4 Transposição de segmento de Sarjetas

Quando da necessidade de interrupção das sarjetas devido a existência de acessos secundários a propriedades rurais, foram escolhidas no álbum de projetos tipo de DER-PR os dispositivos tipo TSS-Tipo 1 e Tipo 2, compatíveis com os tipos de sarjeta escolhidos.

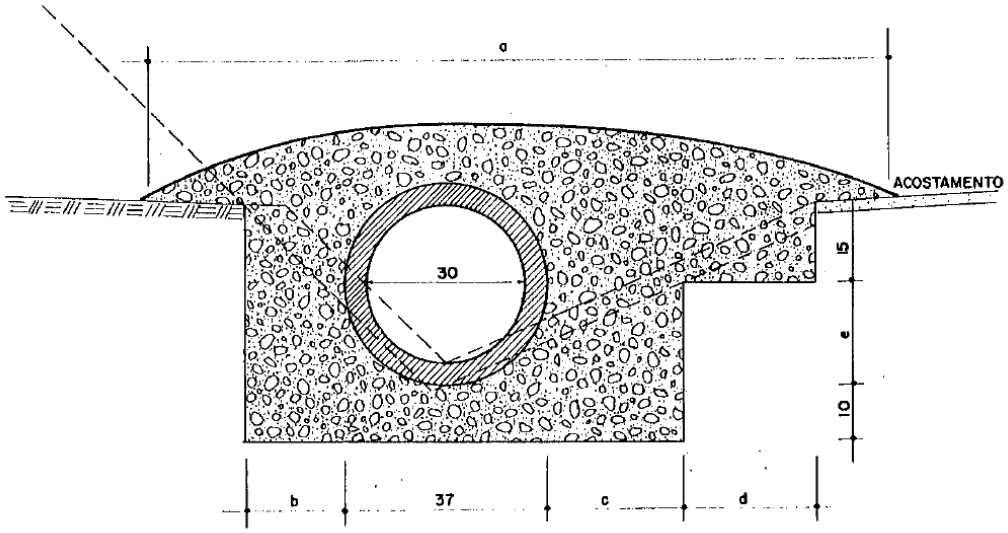



**Figura 5.2.3 – Seção transversal do dispositivo TSS.**

**Tabela 5.2.2 – Especificações geométricas das transposições.**

| Tipo | Adaptável em | a (m) | b (m) | c (m) | d (m) | e (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | STC-Tipo1 | 1,60 | 0,15 | 0,44 | 0,38 | 0,16 |
| **2** | STC-Tipo2 | 1,40 | 0,20 | 0,27 | 0,25 | 0,20 |
| **4** | STC-Tipo4 | 1,20 | 0,10 | 0,10 | 0,22 | 0,12 |

## 5.2.5 Cálculo do comprimento crítico

Como mencionado no item 5.2.2 – Drenagem Superficial, para a determinação do comprimento crítico dos dispositivos de drenagem foi utilizado o método comparativo, que consiste na razão entre a vazão admissível, obtida através da fórmula de Manning, associada à equação da continuidade e a descarga afluente, resultante da aplicação do método Racional.

Para a determinação dos coeficientes de escoamento superficial “c”, buscou-se traduzir a influência de cada superfície para a contribuição do deflúvio final. Desta forma, foram utilizados os seguintes coeficientes individuais:

- Pavimento Asfáltico - c = 0,90;
- Taludes Gramados - c = 0,30;

- Solo argiloso, médio (2 a 7 %) - c = 0,20.

Os cálculos dos comprimentos críticos dos dispositivos de drenagem superficial para diversas declividades visando a implantação das terceiras faixas são apresentados no item 4.2 do Volume 3 – Memória Justificativa.

### 5.2.6 Drenagem subterrânea ou profunda

A drenagem subterrânea é a que se destina a interceptar as águas que possam atingir o subleito e a rebaixar o lençol freático, mantendo a umidade das camadas superiores da rodovia com valor compatível às boas condições de tráfego e ao seu satisfatório desempenho estrutural, bem como evitando comprometer a estabilidade do maciço. Neste projeto, foram utilizados drenos longitudinais profundos.

#### 5.2.6.1 Drenos longitudinais profundos para corte em solo

Os drenos longitudinais profundos para corte em solo destinam-se a captar as águas que percolem pelo terreno, conduzindo-as longitudinalmente até um local apropriado para o seu deságue.

Para a rodovia em estudo, foi previsto a utilização de dreno longitudinal para corte em solo do tipo 5, conforme álbum de Projetos tipo do DER-PR, (Figura 5.2.4). Estes drenos estão sendo previstos para os cortes onde foram observadas a existência de problemas no pavimento, bem como para aqueles com altos valores de deflexões. O deságue destes drenos serão feitos em terreno natural através das bocas de saída de dreno tipo BSD-Tipo 2 (Figura 5.2.5).

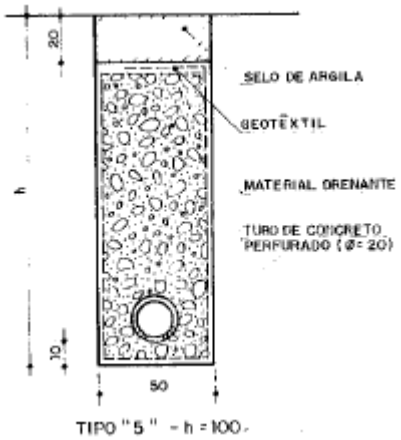



**Figura 5.2.4 – Dreno longitudinal profundo para corte em solo – DLP-Tipo 5.**

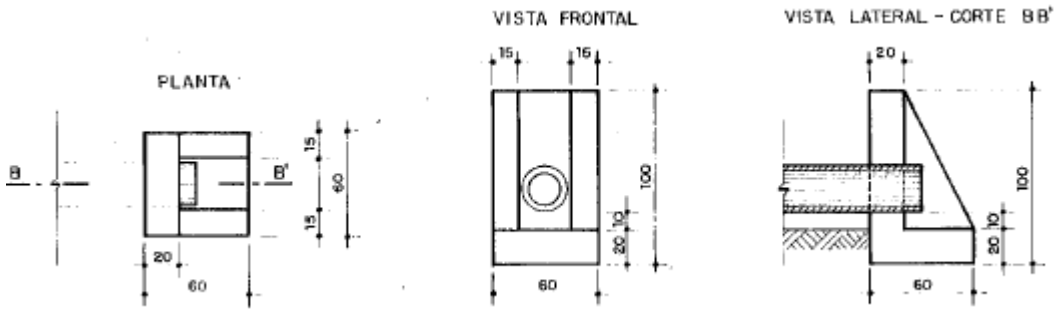



**Figura 5.2.5 – Boca de saída de dreno – BSD-Tipo 2.**

## 5.2.7 Drenagem subsuperficial

A drenagem do pavimento é a que se destina a remover as águas que se infiltrem diretamente nas camadas do pavimento ou daquelas provenientes de lençóis d'água subterrâneos, que atinjam ou não o subleito e ocasione de qualquer forma prejuízos à estrutura do pavimento.

### 5.2.7.1 Drenos subsuperficiais

São aqueles destinados a coletar as águas que percolem pelas camadas do pavimento ou em suas interfaces, no seu sentido longitudinal. Foram projetados drenos subsuperficiais do tipo DSS-PROJ (Figura 5.2.6), a serem implantados sob as faixas de rolamento e acostamentos em formato de espinha de peixe e que terão como destino os drenos profundos longitudinais de corte em solo.

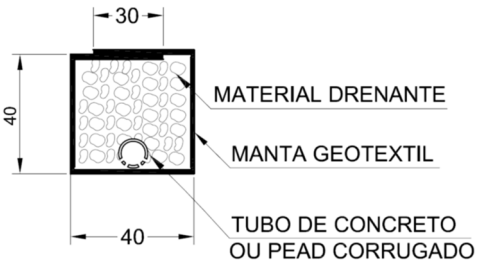



**Figura 5.2.6 – Dreno subsuperficial – DSS-PROJ.**

## 5.2.8 Soluções adotadas

As soluções adotadas para o Projeto de Drenagem dos diversos segmentos de terceira faixa são apresentados no item 4.2 do Volume 3 – Memória Justificativa.

## 5.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 5.3.1 Introdução

O Projeto de Pavimentação, parte integrante do Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO), foi desenvolvido objetivando o dimensionamento das novas estruturas de terceira faixa e/ou reabilitação das estruturas do pavimento para incorporação de terceira faixa.

### 5.3.2 Metodologia adotada

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido com base nas instruções de serviço IS-211: Projeto de Pavimentação (Pavimentos Flexíveis) e IS-212: Avaliação Estrutural e Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos e nas diretrizes do Manual de Pavimentação – Publicação IPR 726/2006 e Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos – Publicação IPR 720/2006 ambos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

O projeto de pavimentos flexíveis previsto no Manual de Pavimentação foi avaliado, de forma complementar, por meio de projeto mecanístico empírico referente ao programa do Método de Dimensionamento Nacional de Pavimentos Asfálticos (MeDiNa), distribuído pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR).

### 5.3.3 Diagnóstico do Pavimento

#### 5.3.3.1 Histórico do Pavimento

A construção da rodovia PR-280 se deu a cerca de 40 anos com camadas de revestimento asfáltico sobre base de brita graduada e sub-base de rachão. A única restauração das rodovias ao longo de todo trecho foi realizada a cerca de 30 anos quando foram aplicadas camadas de PMQ (Pré Misturado a Quente) com espessura de 5 cm a 10 cm e camada de rolamento de 5 cm de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente).

Da restauração da pista surgiu o fato do desnivelamento acentuado observado ao longo da maior parte da rodovia PR-280. Verificam-se desnível de até 15 cm que

podem comprometer a segurança da via. Nota-se que o recapeamento atingiu de forma geral apenas a pista de rolamento. Em muitos casos observa-se que o acostamento já não está protegido por revestimento asfáltico estando aparente a camada granular de base, principalmente no segmento de União da Vitória e no segmento da BR-153 até as proximidades do entroncamento com Palmas no km 132.

Recentemente, a rodovia PR-280 referente ao trecho A de União da Vitória está contemplada por serviços de conservação do contrato COP enquanto que o trecho B está contemplado por serviços de manutenção do contrato CREMEP, conforme apresentado em maiores detalhes no item 4.2.1 – Contratos de conservação e manutenção do pavimento.

#### 5.3.3.2 Parâmetros levantados

O diagnóstico do pavimento se fez baseado nas conclusões das avaliações funcionais, estruturais e operacionais da rodovia, como preveem os critérios de Parâmetros Funcionais (Medidas de Irregularidade Longitudinal – IRI e Inventário do Estado de Superfície do pavimento), Parâmetros Estruturais (Deflexão Característica, Raio de Curvatura e CBR) e Parâmetros Operacionais (Número “N” e Deflexão Admissível).

##### 5.3.3.2.1 Medidas de Irregularidade Longitudinal

A seguir estão descritos os resultados obtidos por meio dos levantamentos apresentados no item 4.5.2.3, processadas suas médias para cada segmento de projeto.

## Tabela 5.3.1 – Medidas de irregularidade longitudinal.

**MEDIDAS DE IRREGULARIDADE LONGITUDINAL**

RODOVIA: PR-280 | FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística

TRECHO: km 70+800 ao km 254+920

| SH | km ini | km fim | Ext. (m) | Sentido | Trilha Esquerda | Trilha Direita | Média |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 93 + 500,00 | 94 + 310,00 | 810,00 | C | 5,38 | 4,25 | 4,82 |
| 3 | 106 + 700,00 | 107 + 310,00 | 610,00 | C | 5,21 | 4,60 | 4,91 |
| 4 | 109 + 60,00 | 109 + 540,00 | 480,00 | C | 5,83 | 6,67 | 6,25 |
| 5 | 114 + 680,00 | 115 + 260,00 | 580,00 | C | 3,82 | 5,27 | 4,55 |
| 6 | 119 + 710,00 | 120 + 290,00 | 580,00 | C | 5,08 | 6,45 | 5,76 |
| 7 | 128 + 610,00 | 129 + 100,00 | 490,00 | C | 4,76 | 4,83 | 4,79 |
| 8 | 129 + 100,00 | 129 + 380,00 | 280,00 | C | 4,08 | 6,48 | 5,28 |
| 9 | 131 + 840,00 | 132 + 460,00 | 620,00 | C | 4,19 | 4,59 | 4,39 |
| 10 | 137 + 860,00 | 138 + 430,00 | 570,00 | C | 2,75 | 3,68 | 3,21 |
| 11 | 150 + 30,00 | 150 + 760,00 | 730,00 | C | 5,03 | 5,60 | 5,31 |
| 12 | 150 + 760,00 | 151 + 400,00 | 640,00 | C | 6,64 | 7,74 | 7,19 |
| 13 | 155 + 20,00 | 155 + 500,00 | 480,00 | C | 3,88 | 4,63 | 4,26 |
| 14 | 158 + 310,00 | 158 + 910,00 | 600,00 | C | 4,63 | 7,01 | 5,82 |
| 15 | 159 + 170,00 | 160 + 20,00 | 850,00 | C | 4,41 | 6,98 | 5,69 |
| 16 | 167 + 200,00 | 167 + 960,00 | 760,00 | C | 3,32 | 3,61 | 3,47 |
| 17 | 182 + 620,00 | 183 + 300,00 | 680,00 | C | 5,45 | 5,57 | 5,51 |
| 18 | 209 + 600,00 | 210 + 210,00 | 610,00 | C | 5,33 | 6,32 | 5,83 |
| 19 | 213 + 240,00 | 213 + 860,00 | 620,00 | C | 8,47 | 5,76 | 7,11 |
| 20 | 221 + 70,00 | 221 + 546,00 | 476,00 | C | 4,67 | 5,56 | 5,12 |
| 21 | 221 + 546,00 | 221 + 980,00 | 434,00 | C | 5,88 | 6,96 | 6,42 |
| 22 | 223 + 395,00 | 223 + 820,00 | 425,00 | C | 5,66 | 5,88 | 5,77 |
| 23 | 226 + 940,00 | 227 + 580,00 | 640,00 | C | 3,77 | 3,76 | 3,77 |
| 24 | 228 + 40,00 | 228 + 690,00 | 650,00 | C | 2,72 | 2,99 | 2,86 |
| 25 | 240 + 580,00 | 241 + 200,00 | 620,00 | C | 3,27 | 3,75 | 3,51 |
| 26 | 249 + 900,00 | 250 + 800,00 | 900,00 | C | 3,22 | 3,74 | 3,48 |
| 27 | 250 + 800,00 | 251 + 405,00 | 605,00 | C | 3,24 | 4,86 | 4,05 |

#### 5.3.3.2.2 Medidas de deflexão do pavimento

A seguir estão descritos os resultados obtidos por meio dos levantamentos apresentados no item 4.5.2.2, processadas suas médias, desvios padrão, deflexão característica, raio de curvatura, deflexão de projeto e deflexão admissível para cada segmento de projeto.

## Tabela 5.3.2 – Medidas de deflexão do pavimento.

**ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS MEDIDAS DEFLECTOMÉTRICAS**

| RODOVIA: PR-280 | | | TRECHO: km 70+800 ao km 254+920 | | | | | | | | FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SH | km ini | km fim | Ext. (m) | Sentido | Deflexão Média (0,01 mm) | D25 (Médio) (0,01 mm) | Desvio Padrão | n | Z | Dmín | Dmáx | Dc (Defl. Característica) | Rc (Raio de Curvatura médio) | Fs (Fator de correção sazonal) | Dp (Deflexão de Projeto) | Dadm (Deflexão Admissível) |
| 2 | 93 + 500,00 | 94 + 310,00 | 810,00 | C | 76,61 | 49,11 | 6,46 | 5 | 2 | 63,69 | 89,53 | 83,07 | **113,63** | 1,10 | **91,38** | 57,35 |
| | 93 + 500,00 | 94 + 310,00 | 810,00 | D | 81,87 | 58,39 | 2,21 | 5 | 2 | 77,45 | 86,30 | 84,09 | **133,06** | 1,10 | **92,50** | 57,35 |
| 3 | 106 + 700,00 | 107 + 310,00 | 610,00 | C | 75,88 | 57,20 | 1,98 | 4 | 1,5 | 72,91 | 78,85 | 77,86 | **167,30** | 1,10 | **85,65** | 57,35 |
| | 106 + 700,00 | 107 + 310,00 | 610,00 | D | 85,24 | 60,83 | 2,57 | 4 | 1,5 | 81,38 | 89,10 | 87,81 | **128,03** | 1,10 | **96,59** | 57,35 |
| 4 | 109 + 60,00 | 109 + 540,00 | 480,00 | C | 88,10 | 60,34 | 14,12 | 4 | 1,5 | 66,92 | 109,28 | 102,22 | **112,59** | 1,10 | **112,44** | 57,35 |
| | 109 + 60,00 | 109 + 540,00 | 480,00 | D | 66,85 | 39,25 | 12,69 | 4 | 1,5 | 47,81 | 85,89 | 79,54 | **113,26** | 1,10 | **87,49** | 57,35 |
| 5 | 114 + 680,00 | 115 + 260,00 | 580,00 | C | 76,90 | 59,55 | 6,52 | 4 | 1,5 | 67,12 | 86,67 | 83,41 | **180,16** | 1,10 | **91,75** | 57,35 |
| | 114 + 680,00 | 115 + 260,00 | 580,00 | D | 74,91 | 54,59 | 5,98 | 4 | 1,5 | 65,95 | 83,88 | 80,89 | **153,75** | 1,10 | **88,98** | 57,35 |
| 6 | 119 + 710,00 | 120 + 290,00 | 580,00 | C | 77,73 | 56,67 | 1,95 | 4 | 1,5 | 74,81 | 80,65 | 79,67 | **148,37** | 1,10 | **87,64** | 57,35 |
| | 119 + 710,00 | 120 + 290,00 | 580,00 | D | 60,34 | 37,05 | 7,78 | 4 | 1,5 | 48,67 | 72,01 | 68,12 | **134,22** | 1,10 | **74,93** | 57,35 |
| 7 | 128 + 610,00 | 129 + 100,00 | 490,00 | C | 82,53 | 48,56 | 21,37 | 4 | 1,5 | 50,47 | 114,58 | 103,90 | **92,00** | 1,10 | **114,29** | 57,35 |
| | 128 + 610,00 | 129 + 100,00 | 490,00 | D | 77,44 | 48,84 | 8,95 | 4 | 1,5 | 64,02 | 90,87 | 86,40 | **109,24** | 1,10 | **95,04** | 57,35 |
| 8 | 129 + 100,00 | 129 + 380,00 | 280,00 | C | 73,11 | 48,17 | 13,10 | 3 | 1 | 60,00 | 86,21 | 86,21 | **125,30** | 1,10 | **94,83** | 57,35 |
| | 129 + 100,00 | 129 + 380,00 | 280,00 | D | 80,09 | 56,40 | 8,13 | 3 | 1 | 71,96 | 88,22 | 88,22 | **131,88** | 1,10 | **97,04** | 57,35 |
| 9 | 131 + 840,00 | 132 + 460,00 | 620,00 | C | 31,19 | 18,16 | 17,86 | 4 | 1,5 | 4,41 | 57,98 | 49,05 | **239,76** | 1,10 | **53,96** | 57,35 |
| | 131 + 840,00 | 132 + 460,00 | 620,00 | D | 23,14 | 13,34 | 7,21 | 4 | 1,5 | 12,33 | 33,95 | 30,34 | **318,90** | 1,10 | **33,38** | 57,35 |
| 10 | 137 + 860,00 | 138 + 430,00 | 570,00 | C | 74,62 | 54,32 | 5,43 | 4 | 1,5 | 66,48 | 82,76 | 80,05 | **153,91** | 1,10 | **88,06** | 57,35 |
| | 137 + 860,00 | 138 + 430,00 | 570,00 | D | 60,86 | 38,62 | 5,83 | 4 | 1,5 | 52,12 | 69,60 | 66,69 | **140,48** | 1,10 | **73,36** | 57,35 |
| 11 | 150 + 30,00 | 150 + 760,00 | 730,00 | C | 63,65 | 43,68 | 5,61 | 4 | 1,5 | 55,23 | 72,06 | 69,26 | **156,51** | 1,10 | **76,18** | 57,35 |
| | 150 + 30,00 | 150 + 760,00 | 730,00 | D | 47,48 | 22,83 | 11,36 | 4 | 1,5 | 30,45 | 64,51 | 58,84 | **126,78** | 1,10 | **64,72** | 57,35 |
| 12 | 150 + 760,00 | 151 + 400,00 | 640,00 | C | 59,29 | 32,69 | 6,84 | 4 | 1,5 | 49,02 | 69,55 | 66,13 | **117,47** | 1,10 | **72,74** | 57,35 |
| | 150 + 760,00 | 151 + 400,00 | 640,00 | D | 44,59 | 16,96 | 7,46 | 4 | 1,5 | 33,40 | 55,78 | 52,05 | **113,08** | 1,10 | **57,26** | 57,35 |
| 13 | 155 + 20,00 | 155 + 500,00 | 480,00 | C | 60,45 | 42,57 | 12,27 | 4 | 1,5 | 42,04 | 78,86 | 72,72 | **174,77** | 1,10 | **79,99** | 57,35 |
| | 155 + 20,00 | 155 + 500,00 | 480,00 | D | 38,76 | 23,44 | 24,04 | 4 | 1,5 | 2,70 | 74,82 | 62,80 | **203,99** | 1,10 | **69,08** | 57,35 |
| 14 | 158 + 310,00 | 158 + 910,00 | 600,00 | C | 50,67 | 28,53 | 1,11 | 4 | 1,5 | 49,00 | 52,34 | 51,78 | **141,18** | 1,10 | **56,96** | 57,35 |
| | 158 + 310,00 | 158 + 910,00 | 600,00 | D | 53,11 | 20,91 | 6,47 | 4 | 1,5 | 43,40 | 62,82 | 59,59 | **97,05** | 1,10 | **65,54** | 57,35 |
| 15 | 159 + 170,00 | 160 + 20,00 | 850,00 | C | 56,81 | 43,33 | 3,99 | 5 | 2 | 48,82 | 64,80 | 60,80 | **231,83** | 1,10 | **66,88** | 57,35 |
| | 159 + 170,00 | 160 + 20,00 | 850,00 | D | 58,92 | 30,46 | 8,38 | 5 | 2 | 42,17 | 75,68 | 67,30 | **109,82** | 1,10 | **74,03** | 57,35 |
| 16 | 167 + 200,00 | 167 + 960,00 | 760,00 | C | 51,44 | 27,43 | 8,75 | 5 | 2 | 33,94 | 68,94 | 60,19 | **130,15** | 1,10 | **66,21** | 57,35 |
| | 167 + 200,00 | 167 + 960,00 | 760,00 | D | 66,61 | 39,44 | 3,51 | 5 | 2 | 59,59 | 73,63 | 70,12 | **115,03** | 1,10 | **77,13** | 57,35 |
| 17 | 182 + 620,00 | 183 + 300,00 | 680,00 | C | 98,89 | 63,04 | 10,59 | 5 | 2 | 77,72 | 120,07 | 109,48 | **87,15** | 1,10 | **120,43** | 57,35 |
| | 182 + 620,00 | 183 + 300,00 | 680,00 | D | 116,39 | 67,83 | 31,63 | 5 | 2 | 53,13 | 179,64 | 148,01 | **64,36** | 1,10 | **162,81** | 57,35 |
| 18 | 209 + 600,00 | 210 + 210,00 | 610,00 | C | 51,68 | 21,04 | 8,51 | 4 | 1,5 | 38,92 | 64,45 | 60,19 | **101,99** | 1,10 | **66,21** | 57,35 |
| | 209 + 600,00 | 210 + 210,00 | 610,00 | D | 58,11 | 23,04 | 7,97 | 4 | 1,5 | 46,16 | 70,06 | 66,08 | **89,10** | 1,10 | **72,69** | 57,35 |
| 19 | 213 + 240,00 | 213 + 860,00 | 620,00 | C | 45,62 | 17,24 | 17,96 | 5 | 2 | 9,69 | 81,55 | 63,58 | **110,12** | 1,10 | **69,94** | 57,35 |
| | 213 + 240,00 | 213 + 860,00 | 620,00 | D | 78,97 | 48,47 | 2,54 | 5 | 2 | 73,89 | 84,05 | 81,51 | **102,46** | 1,10 | **89,66** | 57,35 |
| 20 | 221 + 70,00 | 221 + 546,00 | 476,00 | C | 54,64 | 29,27 | 11,81 | 4 | 1,5 | 36,92 | 72,35 | 66,45 | **123,18** | 1,10 | **73,09** | 47,67 |
| | 221 + 70,00 | 221 + 546,00 | 476,00 | D | 59,67 | 35,13 | 6,17 | 3 | 1 | 53,51 | 65,84 | 65,84 | **127,35** | 1,10 | **72,42** | 47,67 |
| 21 | 221 + 546,00 | 221 + 980,00 | 434,00 | C | 45,38 | 13,28 | 6,85 | 3 | 1 | 38,53 | 52,24 | 52,24 | **97,35** | 1,10 | **57,46** | 47,67 |
| | 221 + 546,00 | 221 + 980,00 | 434,00 | D | 51,45 | 24,91 | 0,96 | 3 | 1 | 50,49 | 52,41 | 52,41 | **117,77** | 1,10 | **57,65** | 47,67 |
| 22 | 223 + 395,00 | 223 + 820,00 | 425,00 | C | 39,40 | 17,12 | 9,48 | 3 | 1 | 29,92 | 48,87 | 48,87 | **140,28** | 1,10 | **53,76** | 47,67 |
| | 223 + 395,00 | 223 + 820,00 | 425,00 | D | 59,88 | 28,69 | 4,88 | 3 | 1 | 55,00 | 64,76 | 64,76 | **100,19** | 1,10 | **71,24** | 47,67 |
| 23 | 226 + 940,00 | 227 + 580,00 | 640,00 | C | 33,49 | 17,15 | 11,86 | 4 | 1,5 | 15,69 | 51,28 | 45,35 | **191,30** | 1,10 | **49,88** | 47,31 |
| | 226 + 940,00 | 227 + 580,00 | 640,00 | D | 47,74 | 11,56 | 11,66 | 4 | 1,5 | 30,26 | 65,23 | 59,40 | **86,36** | 1,10 | **65,34** | 47,31 |
| 24 | 228 + 40,00 | 228 + 690,00 | 650,00 | C | 57,41 | 23,12 | 4,22 | 4 | 1,5 | 51,07 | 63,74 | 61,63 | **91,14** | 1,10 | **67,79** | 47,31 |
| | 228 + 40,00 | 228 + 690,00 | 650,00 | D | 43,95 | 15,39 | 22,13 | 4 | 1,5 | 10,75 | 77,15 | 66,08 | **109,42** | 1,10 | **72,69** | 47,31 |
| 25 | 240 + 580,00 | 241 + 200,00 | 620,00 | C | 46,23 | 21,09 | 10,07 | 5 | 2 | 26,08 | 66,37 | 56,30 | **124,33** | 1,10 | **61,93** | 47,31 |
| | 240 + 580,00 | 241 + 200,00 | 620,00 | D | 41,89 | 15,51 | 6,14 | 5 | 2 | 29,61 | 54,17 | 48,03 | **118,48** | 1,10 | **52,83** | 47,31 |
| 26 | 249 + 900,00 | 250 + 800,00 | 900,00 | C | 55,67 | 21,32 | 5,11 | 5 | 2 | 45,45 | 65,89 | 60,78 | **90,98** | 1,10 | **66,86** | 47,31 |
| | 249 + 900,00 | 250 + 800,00 | 900,00 | D | 46,26 | 12,60 | 3,94 | 5 | 2 | 38,38 | 54,13 | 50,20 | **92,83** | 1,10 | **55,22** | 47,31 |
| 27 | 250 + 800,00 | 251 + 405,00 | 605,00 | C | 42,61 | 26,82 | 23,11 | 4 | 1,5 | 7,94 | 77,27 | 65,72 | **197,91** | 1,10 | **72,29** | 47,31 |
| | 250 + 800,00 | 251 + 405,00 | 605,00 | D | 49,88 | 16,07 | 8,84 | 5 | 2 | 32,21 | 67,56 | 58,72 | **92,41** | 1,10 | **64,59** | 47,31 |

### 5.3.3.2.3 Inventário do estado da superfície do pavimento

A seguir estão descritos os resultados obtidos por meio dos levantamentos apresentados no item 4.5.2.4, processadas suas médias ponderadas do ICPF, IGGE e IES para cada segmento de projeto.

**Tabela 5.3.3 – Inventário do estado da superfície do pavimento.**

**INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO**

| RODOVIA: PR-280 | | | | | | | | | | FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRECHO: km 70+800 ao km 254+920 | | | | | | | | | | | | | | |
| SH | km ini | | | km fim | | | Ext. (m) | Sentido | ICPF | IGGE | IES | CONCEITO |
| 2 | 93 | + | 500,00 | 94 | + | 310,00 | 810,00 | C | 3,00 | 77 | 7 | RUIM |
| 3 | 106 | + | 700,00 | 107 | + | 310,00 | 610,00 | C | 3,00 | 35 | 3 | REGULAR |
| 4 | 109 | + | 60,00 | 109 | + | 540,00 | 480,00 | C | 3,00 | 124 | 10 | PÉSSIMO |
| 5 | 114 | + | 680,00 | 115 | + | 260,00 | 580,00 | C | 3,00 | 69 | 7 | RUIM |
| 6 | 119 | + | 710,00 | 120 | + | 290,00 | 580,00 | C | 3,00 | 125 | 10 | PÉSSIMO |
| 7 | 128 | + | 610,00 | 129 | + | 100,00 | 490,00 | C | 3,00 | 102 | 10 | PÉSSIMO |
| 8 | 129 | + | 100,00 | 129 | + | 380,00 | 280,00 | C | 3,00 | 18 | 1 | BOM |
| 9 | 131 | + | 840,00 | 132 | + | 460,00 | 620,00 | C | 3,50 | 17 | 1 | BOM |
| 10 | 137 | + | 860,00 | 138 | + | 430,00 | 570,00 | C | 3,50 | 4 | 1 | BOM |
| 11 | 150 | + | 30,00 | 150 | + | 760,00 | 730,00 | C | 3,00 | 124 | 10 | PÉSSIMO |
| 12 | 150 | + | 760,00 | 151 | + | 400,00 | 640,00 | C | 3,00 | 90 | 7 | RUIM |
| 13 | 155 | + | 20,00 | 155 | + | 500,00 | 480,00 | C | 3,50 | 6 | 1 | BOM |
| 14 | 158 | + | 310,00 | 158 | + | 910,00 | 600,00 | C | 3,00 | 124 | 10 | PÉSSIMO |
| 15 | 159 | + | 170,00 | 160 | + | 20,00 | 850,00 | C | 3,00 | 17 | 1 | BOM |
| 16 | 167 | + | 200,00 | 167 | + | 960,00 | 760,00 | C | 3,00 | 89 | 7 | RUIM |
| 17 | 182 | + | 620,00 | 183 | + | 300,00 | 680,00 | C | 3,00 | 134 | 10 | PÉSSIMO |
| 18 | 209 | + | 600,00 | 210 | + | 210,00 | 610,00 | C | 3,00 | 107 | 10 | PÉSSIMO |
| 19 | 213 | + | 240,00 | 213 | + | 860,00 | 620,00 | C | 3,00 | 89 | 7 | RUIM |
| 20 | 221 | + | 70,00 | 221 | + | 546,00 | 476,00 | C | 3,50 | 2 | 1 | BOM |
| 21 | 221 | + | 546,00 | 221 | + | 980,00 | 434,00 | C | 3,50 | 2 | 1 | BOM |
| 22 | 223 | + | 395,00 | 223 | + | 820,00 | 425,00 | C | 3,50 | 89 | 7 | RUIM |
| 23 | 226 | + | 940,00 | 227 | + | 580,00 | 640,00 | C | 3,00 | 90 | 7 | RUIM |
| 24 | 228 | + | 40,00 | 228 | + | 690,00 | 650,00 | C | 3,00 | 124 | 10 | PÉSSIMO |
| 25 | 240 | + | 580,00 | 241 | + | 200,00 | 620,00 | C | 3,00 | 52 | 4 | REGULAR |
| 26 | 249 | + | 900,00 | 250 | + | 800,00 | 900,00 | C | 3,00 | 4 | 1 | BOM |
| 27 | 250 | + | 800,00 | 251 | + | 405,00 | 605,00 | C | 3,00 | 53 | 4 | REGULAR |

### 5.3.3.2.4 Medidas de afundamento de trilha de roda

A seguir estão descritos os resultados obtidos por meio dos levantamentos apresentados no item 4.5.2.5, processadas suas médias para cada segmento de projeto.

**Tabela 5.3.4 – Medidas de afundamento de trilha de roda.**

**MEDIDAS DE AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA**

| RODOVIA: PR-280 | | | | | | | FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRECHO: km 70+800 ao km 254+920 | | | | | | | | | | | |
| SH | km ini | | | km fim | | | Ext. (m) | Sentido | Trilha Esquerda | Trilha Direita | Média |
| 2 | 93 | + | 500,00 | 94 | + | 310,00 | 810,00 | C | 1,82 | 1,97 | 1,90 |
| 3 | 106 | + | 700,00 | 107 | + | 310,00 | 610,00 | C | 1,68 | 1,33 | 1,51 |
| 4 | 109 | + | 60,00 | 109 | + | 540,00 | 480,00 | C | 1,12 | 0,55 | 0,83 |
| 5 | 114 | + | 680,00 | 115 | + | 260,00 | 580,00 | C | 1,58 | 0,48 | 1,03 |
| 6 | 119 | + | 710,00 | 120 | + | 290,00 | 580,00 | C | 1,51 | 0,48 | 1,00 |
| 7 | 128 | + | 610,00 | 129 | + | 100,00 | 490,00 | C | 1,77 | 1,39 | 1,58 |
| 8 | 129 | + | 100,00 | 129 | + | 380,00 | 280,00 | C | 2,02 | 1,06 | 1,54 |
| 9 | 131 | + | 840,00 | 132 | + | 460,00 | 620,00 | C | 1,89 | 1,16 | 1,52 |
| 10 | 137 | + | 860,00 | 138 | + | 430,00 | 570,00 | C | 2,26 | 1,21 | 1,73 |
| 11 | 150 | + | 30,00 | 150 | + | 760,00 | 730,00 | C | 1,54 | 0,79 | 1,17 |
| 12 | 150 | + | 760,00 | 151 | + | 400,00 | 640,00 | C | 1,00 | 0,47 | 0,74 |
| 13 | 155 | + | 20,00 | 155 | + | 500,00 | 480,00 | C | 1,57 | 0,73 | 1,15 |
| 14 | 158 | + | 310,00 | 158 | + | 910,00 | 600,00 | C | 1,56 | 0,48 | 1,02 |
| 15 | 159 | + | 170,00 | 160 | + | 20,00 | 850,00 | C | 1,54 | 0,40 | 0,97 |
| 16 | 167 | + | 200,00 | 167 | + | 960,00 | 760,00 | C | 1,88 | 1,23 | 1,55 |
| 17 | 182 | + | 620,00 | 183 | + | 300,00 | 680,00 | C | 1,46 | 1,13 | 1,29 |
| 18 | 209 | + | 600,00 | 210 | + | 210,00 | 610,00 | C | 1,74 | 1,22 | 1,48 |
| 19 | 213 | + | 240,00 | 213 | + | 860,00 | 620,00 | C | 1,41 | 1,31 | 1,36 |
| 20 | 221 | + | 70,00 | 221 | + | 546,00 | 476,00 | C | 1,78 | 1,21 | 1,49 |
| 21 | 221 | + | 546,00 | 221 | + | 980,00 | 434,00 | C | 1,89 | 1,40 | 1,65 |
| 22 | 223 | + | 395,00 | 223 | + | 820,00 | 425,00 | C | 2,39 | 1,60 | 2,00 |
| 23 | 226 | + | 940,00 | 227 | + | 580,00 | 640,00 | C | 1,77 | 0,96 | 1,36 |
| 24 | 228 | + | 40,00 | 228 | + | 690,00 | 650,00 | C | 2,08 | 2,00 | 2,04 |
| 25 | 240 | + | 580,00 | 241 | + | 200,00 | 620,00 | C | 2,29 | 2,04 | 2,16 |
| 26 | 249 | + | 900,00 | 250 | + | 800,00 | 900,00 | C | 1,45 | 0,83 | 1,14 |
| 27 | 250 | + | 800,00 | 251 | + | 405,00 | 605,00 | C | 1,35 | 0,43 | 0,89 |

#### 5.3.3.2.5 Sondagens da estrutura do pavimento

Os resultados das sondagens da estrutura do pavimento foram apresentados no item 4.5.2.6 onde foram obtidas informações complementares sobre a estrutura do pavimento da rodovia PR-280 relativo aos acostamentos em segmentos de implantação de 3ª faixa.

#### 5.3.3.2.6 Cálculo do Número "N" e Deflexão Admissível

A definição da vida útil para os diversos segmentos de projeto foi estabelecida para um período de 5 anos. O ciclo do projeto foi definido a partir do ano de 2021 (ano de abertura do projeto) até o ano de 2025.

Os cálculos do Número "N" foram apresentados no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança onde foram definidos: as zonas de tráfego, as estimativas de tráfego, as taxas de crescimento, a composição da frota e os fatores de veículos. A partir destes dados foram obtidos os volumes médios diários comerciais VMDAc e o Número "N", que são apresentados, em resumo, a seguir. Nesta tabela também se apresenta a deflexão admissível calculada através da equação:

$$\log d_{adm} = 3{,}01 - 0{,}176 \log N$$

**Tabela 5.3.5 – Planilha resumo dos cálculos do Número "N" e deflexão admissível.**

| Zona | Segmento | VMDAc 2021 | VMDAc 2025 | Número "N" USACE (2025) | Número "N" USACE (2025) | Dadm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Divisa SC/PR - Entroncamento BR-153 (A) | 1009 | 1151 | 7,27E+06 | **3,09E+07** | **49,18** |
| 2 | Entroncamento BR-153(B) - Entroncamento BR-280 (A) | 666 | 760 | 4,18E+06 | **1,29E+07** | **57,35** |
| 3 | Entr. BR-280 (A) - Entr. BR-280 (B) (Vitorino) | 1294 | 1476 | 8,83E+06 | **3,69E+07** | **47,67** |
| 4 | Entr. BR-280 (B) (Vitorino) – Entr. BR-373(A)/PR-180 | 1251 | 1428 | 9,21E+06 | **3,85E+07** | **47,31** |

#### 5.3.3.3 Causas da deterioração

Conforme descrito anteriormente, a rodovia PR-280 desde sua construção a cerca de 40 anos recebeu apenas uma obra de restauração de maior relevância executada após 10 anos. Desde então, a rodovia vem sofrendo com o tráfego crescente de caminhões e o desgaste natural das camadas granulares e do pavimento flexível em função do avanço da idade do pavimento.

As soluções de conserva e manutenção verificadas ao longo do tempo, embora úteis, não são eficazes no tocante ao rejuvenescimento da estrutura do pavimento existente. Os serviços de maior monta referem-se a fresagem do revestimento betuminoso, reperfilagem e substituição por novas camadas de asfalto em frações da rodovia.

Uma análise aprofundada nas regiões com defeitos severos (trincas classe 3 e panelas) revela que as camadas inferiores de revestimento asfáltico se apresentam oxidadas e extensamente trincadas, o que compromete sua capacidade de transferência e absorção de tensões. Em muitos casos, a nova camada de revestimento asfáltico aplicada sobre o pavimento envelhecido apresenta reflexão de trincas em idade prematura. Verifica-se a ausência de técnicas de reforço com geossintéticos que ajudam a prevenir tal efeito.

Ainda assim, conforme observado nas sondagens das camadas de base de brita do pavimento notam-se materiais mal graduados com capacidade de suporte comprometidas (ISC < 80%). Com isso, camadas de reforço em pavimento flexível com maior módulo de resiliência absorvem as maiores tensões sem a devida contribuição das camadas inferiores resultando em decréscimo da vida útil do pavimento.

Outro fato observado é a implantação de terceiras faixas sob a estrutura do acostamento em diversos segmentos da rodovia. Estes procedimentos foram realizados, de modo geral, nos contratos de manutenção da rodovia visando melhorias pontuais da capacidade da rodovia. Contudo, a complementação de camada asfáltica sobre os acostamentos revela-se ineficiente em função da restrita capacidade de suporte das camadas de base, já mencionada anteriormente, e compactação inadequada destas camadas asfálticas. Com isso, observa-se a incidência de defeitos generalizados no

pavimento na área de implantação destas terceiras faixa, notadamente afundamentos de trilha de roda.

### 5.3.4 Segmentos de projeto

Neste item, são apresentadas na Tabela 5.3.6 as premissas iniciais referentes ao tipo de estrutura e o local de implantação do dimensionamento do pavimento dos diversos segmentos de projeto da PR-280. Observam-se dois tipos de estruturas: Reciclagem do pavimento e Pavimento semi-rígido.

A reciclagem do pavimento considera a incorporação do revestimento asfáltico à base com espuma asfáltica e cimento com adição de brita. Esta metodologia visa a implantação das terceiras faixas com deslocamento do eixo, adequação da geometria e definição de estrutura do pavimento adequada a previsão do tráfego. Este tipo de estrutura foi indicado para o trecho B.

O pavimento semi-rígido foi considerado para o trecho A onde há espaço suficiente para implantação da terceira faixa e o pavimento existente é considerado em bom estado de conservação.

**Tabela 5.3.6 – Quadro de segmentos de projeto da rodovia PR-280.**

| SEGMENTO | ZONA | LOCAL | TIPO DE ESTRUTURA |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | km 2+140 ao km 2+620 | Pavimento semi-rígido |
| 2 | 2 | km 93+500 ao km 94+310 | *Whitetoping** |
| 3 | 2 | km 106+700 ao km 107+310 | *Whitetoping** |
| 4 | 2 | km 109+60 ao km 109+540 | *Whitetoping** |
| 5 | 2 | km 114+680 ao km 115+260 | *Whitetoping** |
| 6 | 2 | km 119+710 ao km 120+290 | *Whitetoping** |
| 7 | 2 | km 128+610 ao km 129+100 | *Whitetoping** |
| 8 | 2 | km 129+100 ao km 129+380 | *Whitetoping** |
| 9 | 2 | km 131+840 ao km 132+460 | Reciclagem do pavimento |
| 10 | 2 | km 137+860 ao km 138+430 | Reciclagem do pavimento |
| 11 | 2 | km 150+30 ao km 150+760 | Reciclagem do pavimento |
| 12 | 2 | km 150+760 ao km 151+400 | Reciclagem do pavimento |
| 13 | 2 | km 155+20 ao km 155+500 | Reciclagem do pavimento |
| 14 | 2 | km 158+310 ao km 158+910 | Reciclagem do pavimento |
| 15 | 2 | km 159+170 ao km 160+20 | Reciclagem do pavimento |
| 16 | 2 | km 167+200 ao km 167+960 | Reciclagem do pavimento |
| 17 | 2 | km 182+620 ao km 183+300 | Reciclagem do pavimento + Drenagem profunda |

| SEGMENTO | ZONA | LOCAL | TIPO DE ESTRUTURA |
|---|---|---|---|
| 18 | 2 | km 209+600 ao km 210+210 | Reciclagem do pavimento |
| 19 | 2 | km 213+240 ao km 213+860 | Reciclagem do pavimento |
| 20 | 3 | km 221+70 ao km 221+546 | Reciclagem do pavimento |
| 21 | 3 | km 221+546 ao km 221+980 | Reciclagem do pavimento |
| 22 | 3 | km 223+395 ao km 223+820 | Reciclagem do pavimento |
| 23 | 4 | km 226+940 ao km 227+580 | Reciclagem do pavimento |
| 24 | 4 | km 228+40 ao km 228+690 | Reciclagem do pavimento |
| 25 | 4 | km 240+580 ao km 241+200 | Reciclagem do pavimento |
| 26 | 4 | km 249+900 ao km 250+800 | Reciclagem do pavimento |
| 27 | 4 | km 250+800 ao km 251+405 | Reciclagem do pavimento |

*Segmentos excluídos do projeto.

Os segmentos 2 a 8 foram excluídos das definições deste projeto por determinação expressa no Ofício n° 05/2020 de 24 de setembro de 2020 devido a sobreposição com o planejamento de ações do DER-PR para restauração da pista em pavimento rígido (*whitetoping*).

Com base nas definições dos segmentos de projeto e resultados obtidos dos levantamentos descritos anteriormente foram elaborados os Quadros de Parâmetros de Projeto, que são apresentados no item 4.3 do Volume 3 – Memória Justificativa.

## 5.3.5 Dimensionamento dos Pavimentos

### 5.3.5.1 Introdução

Os Dimensionamentos das novas estruturas de pavimento apresentados a seguir estão subdivididos em Descrição das soluções adotadas e Memória Justificativa do dimensionamento das estruturas de pavimento para cada uma das zonas de tráfego listadas no item 5.3.13 – Segmentos de Projeto.

### 5.3.5.2 Segmento 1 – Zona 1 (km 2+140 ao km 2+620)

#### a) Descrição da solução adotada

Solução do Pavimento SEGMENTO 1 - Implantação de Pavimento semi-rígido CAPFLEX SBS 60/85 FAIXA C (10,0 cm) + Camada de bloqueio: TSD Tratamento superficial duplo Faixa “A” (2 cm) + Base de Brita Graduada Tratada com Cimento (23cm) + Sub-Base de Brita Graduada Simples FAIXA I (15 cm).

**Tabela 5.3.7 – Solução de projeto do Segmento 1.**

| CAMADA | ESPESSURA (cm) |
|---|---|
| Concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” | 10 |
| Tratamento superficial duplo Faixa “A” | 2 |
| Brita Graduada Tratada com cimento (4% em peso)<br>Consumo mínimo de cimento = 88 kg/m³ | 23 |
| Brita Graduada Simples Faixa “I” | 15 |
| Subleito Compactado a 100% PI (ISCp = 10%) | - |

#### b) Memória justificativa do dimensionamento

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento invertido foi realizado, primeiramente, o cálculo a partir do Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis de autoria do Eng°. Murilo Lopes de Souza previsto no Manual de Pavimentação - IPR 726/2006, conforme a seguir. Posteriormente, foram realizadas análises pelo método da resiliência simplificado proposto pelo Eng° Ernesto Preussler e Eng° Salomão Pinto e método mecanístico-empírico MeDiNa.

### i. Número "N"

Para a determinação do número "N" de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foram pesquisadas as projeções de tráfego e o carregamento da frota no segmento, conforme elementos disponibilizados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança. O valor adotado no estudo de tráfego é de: "N" = 3,09 x $10^7$.

### ii. Capacidade de suporte do subleito

O ISC do subleito foi definido conforme item 4.5 – Estudos Geotécnicos, a partir de poços de inspeção amostrais dos segmentos de projeto (registro 1 e registro 1.1) tendo sido definido o ISC característico de projeto no valor de 10%. O subleito é composto por argilas siltosas amarelas. Não foi considerada a camada de subleito superficial de profundidade até 48 cm, pois a mesma será substituída pela camada do novo pavimento.

### iii. Concepção das camadas, coeficientes de equivalência estrutural e módulo de resiliência

Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipuladas as suas características técnicas em função das práticas observadas e previstas no Manual de Pavimentação IPR 726/2006, IP-DE-P00/001 do DER/SP e na base de dados do software MeDiNa.

**Tabela 5.3.8 – Concepção das camadas – características técnicas.**

| CAMADA | TIPO | COEFICIENTE ESTRUTURAL | MÓDULO DE RESILIÊNCIA (MPa) | COEFICIENTE DE POISSON |
|---|---|---|---|---|
| Revestimento em CAPFLEX SBS 60/85 | Concreto betuminoso | 2,00 | 5.000 | 0,30 |
| Base de brita graduada tratada com cimento | Cimentícia | 1,40 | 8.000 (sigmoidal) | 0,20 |
| Sub-base de brita graduada simples | Granular | 1,00 | 300 | 0,35 |
| Subleito argilo-siltoso | Solos finos | - | 150 | 0,45 |

### iv. Dimensionamento pelo método do Engº Murilo Lopes

**1 – DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS $H_n$ e $H_{20}$**

A determinação da $H_n$ (espessura total do pavimento) e $H_{20}$ (espessura do pavimento sobre a sub-base) pode ser obtida diretamente pela aplicação da seguinte equação:

$$H = 77{,}67N^{0{,}0482} \times ISC^{-0{,}598}$$

Da qual se obtém para ISC projeto = 10% e "N" = 3,09 x $10^7$

$H_n$ – Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com ISC = n:

$H_n$ = 45,0 cm

$H_{20}$ – Espessura de camada do pavimento necessária para proteger a sub-base

$H_{20}$ = 29,7 cm

**2 – ESPESSURA DO REVESTIMENTO – (R)**

A espessura do revestimento é determinada com base na tabela a seguir, compilado do Manual de Pavimentação do DNIT/2006.

**Tabela 5.3.9 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.**

| N | Espessura Mínima de Revestimento |
|---|---|
| $N \leq 10^6$ | Tratamentos superficiais betuminosos |
| $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimentos betuminosos com 5 cm de espessura |
| $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura |
| **$10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$** | **Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura** |
| $N \geq 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura |

Dessa forma, adotou-se a espessura mínima do revestimento (R) para o trecho considerando N = 3,09 x $10^7$, segundo a metodologia do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 10,0 cm de CBUQ.

## 3 – ESPESSURA DA BASE – (B)

A espessura da base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB \geq H_{20}$

$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,4) \geq 29,7 \Rightarrow B \geq 7,0 \therefore$

Desta forma, adotou-se B = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção da sub-base com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

## 4 – ESPESSURA DA SUB-BASE – (SB)

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB + SB \times KSB \geq Hn$

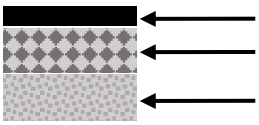
$(10,0 \times 2,0) + (15,0 \times 1,4) + (SB \times 1,0) \geq 45,0 \Rightarrow SB \geq 4,0 \therefore$

Desta forma, adotou-se SB = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção do subleito com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

## 5 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 1 – Zona 1**



Revestimento CBUQ Faixa "C" (e = 10,0 cm)
Base : BGTC 4% cimento (e = 15,0 cm)
Sub-base : BGS Faixa I (e = 15,0 cm)

### v. Dimensionamento pelo Método da Resiliência Simplificado

## 1 – NÚMERO EQUIVALENTE DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 tf

**"N" = 3,09 x $10^7$**

## 2 – VALOR DO CBR DO SUBLEITO DE PROJETO

**CBR = 10,0%**

## 3 – CLASSIFICAÇÃO DO SOLO DO SUBLEITO QUANTO A RESILIÊNCIA

A classificação do solo quanto a resiliência é feita utilizando o critério recomendado no método mencionado onde os solos são divididos em três grupos: I, II ou III, em função da combinação do valor de CBR e da percentagem de silte presente na fração fina do solo do subleito, conforme a tabela transcrita a seguir.

**Tabela 5.3.10 – Percentual de silte na fração que passa na peneira 200.**

| CBR (%) | S (%) | | |
|---|---|---|---|
| | ≤ 35 | 35 a 65 | > 65 |
| ≥ 10 | I | **II** | III |
| 6 a 9 | II | II | III |
| 2 a 5 | II | III | III |

Onde CBR(%) é o ISC característico de projeto do subleito e S(%) é a proporção de silte presente na fração fina do solo do subleito. Pelos resultados dos ensaios determinou-se o CBR = 10,0%. Já o percentual de silte foi estimado entre 35% a 65% em função da análise tátil visual resultando em uma classificação quanto a resiliência em Solo tipo II.

## 5 – CÁLCULO DA DEFLEXÃO PREVISTA NA SUPERFÍCIE DO REVESTIMENTO (Dp) PARA "N"= 3,09 x $10^7$:

Log Dp = 3,148 – 0,188 log N $\Rightarrow$ Dp = $10^{3,148 - 0,188 \log N}$ $\Rightarrow$ **Dp = 54,94 (0,01mm)**

## 6 – CÁLCULO DA ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO:

$$H_{CB} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{D_P} + 0{,}972 \times I_1 + 4{,}101 \times I_2$$

Onde I1 e I2 são constantes relacionadas às características resilientes do subleito. Para o caso de material do tipo II são utilizados os valores descritos abaixo.

$I_1 = 1$ e $I_2 = 0$

$$H_{CB} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{54{,}94} + 0{,}972 \Rightarrow \quad \mathbf{H_{CB} = 9{,}9\ cm}$$

Assim a espessura de 10,0 cm de CBUQ adotada no item iv atende a espessura mínima recomendada por este método de dimensionamento.

## 7 – VALOR ESTRUTURAL DO REVESTIMENTO BETUMINOSO (CBUQ):

A seguir é apresentada a tabela de cálculo do coeficiente estrutural do revestimento betuminoso (VE) em função das características elásticas do sistema estrutural do pavimento.

**Tabela 5.3.11 – Coeficiente estrutural para camadas betuminosas.**

| Tipo de Subleito | "N" | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^7$ | $10^8$ |
| I | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 2,8 | 2,8 |
| II | 3,0 | 3,0 | 3,0 | **2,8** | **2,8** |
| III | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |

Considerando o tipo do material do subleito e interpolando os valores de "N" = 3,09 x $10^7$, tem-se VE = 2,80.

## 8 – ESPESSURA DE CAMADA GRANULAR:

$H_{CB}$ x VE + $H_{CG}$ = $H_t$ $\Rightarrow$ 10,0 x 2,8 + $H_{CG}$ = 45,0 $\Rightarrow$ **$H_{CG}$ = 17,0 cm**

## 9 – ESPESSURA DA CAMADA DE BASE:

$$H_B + H_{SB} \geq H_{CG} \geq 17{,}0\ cm$$

Como a sub-base indicada é 15,0 cm, qualquer espessura de base superior a 2,0 cm atende ao mínimo especificado pela inequação.

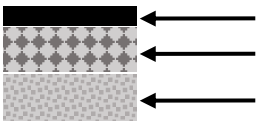
**$H_{SB}$ adotado = 15 cm logo $H_B$ > 2,0 cm**

Assim a espessura de 15,0 cm de base adotada no item iv atende o mínimo sugerido pela metodologia citada acima.

## 10 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 1 – Zona 1**



Revestimento CBUQ Faixa "C" (e = 10,0 cm)

Base : BGTC 4% cimento (e = 15,0 cm)

Sub-base : BGS Faixa I (e = 15,0 cm)

### vi. Dimensionamento pelo Método Mecanístico (MeDiNa)

O dimensionamento pelo Método Mecanístico-Empírico foi desenvolvido a partir das definições do Guia para Utilização de Método Mecanístico-Empírico do DNIT referente ao Projeto DNIT TED nº 682/2014 utilizando-se o software MeDina.

As premissas iniciais foram definidas a partir dos dados geotécnicos definidos na Tabela 5.3.8. A definição do pavimento é realizada por tentativa definindo-se como partida os resultados observados no item iv e v. Os resultados do dimensionamento são apresentados a seguir.

Os dados de tráfego utilizados para evolução e definição do número N ao longo da vida útil do pavimento foram baseados naqueles apresentados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança e a vida útil definida como 5 anos para a implantação do pavimento betuminoso.

O sistema computacional do software MeDina baseia-se na solução de problemas de elasticidade linear em sistemas de multicamadas e contínuos considerando os materiais elásticos lineares, isotrópicos e homogêneos, a lei de Hooke é válida e o módulo de compressão é semelhante ao de tração, as camadas são ilimitadas na direção horizontal, todas as camadas possuem espessura finita, a exceção da camada inferior que é considerada semi-infinita, a superfície da camada superior não está sujeita a tensões fora da área carregada ocorrendo apenas tensões normais, a carga aplicada é considerada elástica e uniformemente distribuída em toda área circular de contato, a grandes profundidades as tensões e deformações são nulas e as condições de aderência na interface das camadas podem variar de totalmente aderida para lisa ou sem aderência.

A solução final adotada levou em consideração os resultados dos métodos acima expostos e as simulações da estrutura no programa MeDiNa resultando em maior confiabilidade ao projeto da estrutura do pavimento. De fato, as metodologias anteriormente descritas não levam em consideração a rigidez, ou seja, o módulo de resiliência do material no comportamento da estrutura do pavimento projetado.

Observou-se nas simulações, em função do elevado tráfego previsto para o período de projeto, a necessidade de indicação de bases cimentadas e concretos asfálticos de alto módulo de resiliência.

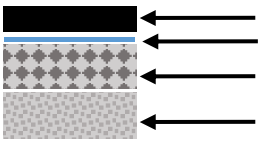
Com isso, visando adequar as propriedades da mistura betuminosa às premissas de projeto foi indicado o uso de concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85. Essa alteração traz consigo algumas vantagens que é módulo de resiliência superior ao da mistura asfáltica produzida com CAP 50/70 (sem polímero), ponto de amolecimento maior (60º C para SBS 60/85 contra 46º C para CAP 50/70, maior viscosidade e maior recuperação elástica quanto comparado ao CAP 50/70.

Da mesma forma que no dimensionamento do projeto apresentado para os itens iv e v admitiu-se a solução de pavimento semi-rígido como a alternativa mais vantajosa para o segmento de projeto. Neste caso, recomenda-se o uso de camada de bloqueio que evita a propagação de eventual abertura de fissura de retração da base cimentícia. Dessa forma, foi indicada camada de tratamento superficial duplo entre o revestimento asfáltico e a camada de base. Outra medida importante é a aplicação de pintura impermeabilizante com emulsão asfáltica, que permite a cura adequada da camada cimentícia.

Das simulações realizadas verificou-se que o revestimento asfáltico deve ter espessura mínima de 10,0 cm assim como calculado nos itens iv e v. A espessura da camada granular de sub-base indicada (BGS FAIXA I) foi de 15 cm e a espessura da camada de base de brita graduada tratada com cimento indicada (BGTC 4% cimento) foi de 23 cm. Nota-se, portanto, que a avaliação pelo método do MeDiNa conduziu a uma espessura de base maior do que aquelas calculadas pelas metodologias anteriormente descritas. Esse pequeno acréscimo na espessura da base é o suficiente para garantir adequada vida útil ao pavimento dimensionado.

Dessa forma, a solução final adotada segue a definição a seguir.

**Pavimento: Segmento 1 – Zona 1**



Revestimento CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” (e = 10,0 cm)
Camada de bloqueio : Tratamento superficial TSD (e = 2,0 cm)
Base : BGTC 4% cimento (e = 23,0 cm)
Sub-base : BGS Faixa I (e = 15,0 cm)

Os cálculos realizados são apresentados a seguir.

# Programa MeDiNa v.1.1.3.0 - set/2019

Cópia registrada para Diegles (diegles@gmail.com), da empresa LABTRANS.

## Dimensionamento do pavimento

Empresa: **LABTRANS**
Nome do Projeto: **TERCEIRA FAIXA - SEGMENTO 1 - ZONA 1**
Responsável pelo projeto: **DIEGLES**

Seção do pavimento dimensionada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Arterial Principal**
Nível de confiabilidade: **95%**
Período de projeto: **5** anos. **- O autor do projeto declara estar ciente do tempo de projeto lançado no programa.**

Análise realizada em **03/06/2020 às 10:29:22** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **24,6%**
>>Atenção: o programa não calcula a Área Trincada proveniente da reflexão de trincas da base estabilizada.
***Análise encerrou por haver atingido a espessura mínima da camada.***
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **1,1mm**

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecnístico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso.*
*Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

## Estrutura do pavimento

| Cam | Material | Espessura (cm) | Módulo de Resiliência | Coef de Poisson |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO CAPFLEX SBS 60/85 | 10,0 | Resiliente Linear MR = 5000 MPa | 0,30 |
| 2 | ANTI-REFLEXÃO DE TRINCAS TSD - camada de bloqueio | 2,0 | Resiliente Linear MR = 1000 MPa | 0,25 |
| 3 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) BGTC 4% cimento | 23,0 | Sigmoidal Ei (MPa) = 8000 (1º mês) Ef (MPa) = 6532 (fim período) | 0,20 |
| 4 | MATERIAL GRANULAR BGS FAIXA I | 15,0 | Resiliente Linear MR = 300 MPa | 0,35 |
| 5 | SUBLEITO Solo argilo-siltoso | SL | Resiliente Linear MR = 150 MPa | 0,45 |

# Materiais

## 1 - CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO: CAPFLEX SBS 60/85

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Tipo de CAP = Asf. Modificado por polímero | Ensaio de Fadiga |
| Aditivo Modificador = SBS | -Modelo: **k1 .(et ^ k2)** |
| Massa específica (g/cm³) = 2,4 | -Coeficiente de Regressão (k1): **≥ 1,11e-13** |
| Resistência à tração (MPa) = 1,3 | -Coeficiente de Regressão (k2): **≥ -3,979** |
| Teor de asfalto (%) = 5,9 | -Classe de Fadiga: **≥ 1** |
| Volume de vazios (%) = 4 | -FFM (100µ a 250µ): **≥ 0,86** |
| Faixa Granulométrica = C | Flow Number Mínimo |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | - Condição de Tráfego Normal: **≥ 463** ciclos |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 15/17 | - Condição de Tráfego Severa: **≥ 1219** ciclos |

## 2 - ANTI-REFLEXÃO DE TRINCAS: TSD - camada de bloqueio

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Camada de bloqueio - TSD | |
| Massa específica (g/cm³) = 2,4 | |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 36/17 | |

## 3 - BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC): BGTC 4% cimento

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 16/18 | |
| Energia Compactação = Modificado | |
| Umidade Ótima (%) = 5 | |
| Massa específica (g/cm³) = 2,2 | |
| Resistência à tração (MPa) = 1,1 | |
| Teor ótimo de cimento = 88 | |
| Descrição do Material = Brita graduada tratada com cimento | |

## 4 - MATERIAL GRANULAR: BGS FAIXA I

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 05/18 | Ensaio de Deformação Permanente |
| Faixa Granulométrica = I | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Abrasão Los Angeles (%) = 7,9 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,1010** |
| Energia Compactação = Modificado | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,1825** |
| Umidade Ótima (%) = 5,50 | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,9091** |
| Massa específica (g/cm³) = 2,100 | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0753** |
| Descrição do Material = Brita graduada simples Faixa I | |

## 5 - SUBLEITO: Solo argilo-siltoso

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 01/05 | |
| Energia Compactação = Normal | Ensaio de Deformação Permanente |
| Umidade Ótima (%) = 22,10 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 1,58 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,244** |
| MCT - Índice e' = | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **0,419** |
| MCT - Coeficiente c' = | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,309** |
| Grupo MCT = | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,069** |
| Descrição do Material = Argila siltosa | |

## Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **1009**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **15,70**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **5,78e+06**
% Veículos na faixa de projeto: **100%**
Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **5,78e+06**
Taxa de crescimento do tráfego: **3,4%**
Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **3,09e+07**

| Eixo | Tipo | FE | Carga (ton) | FC | FVi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eixo Simples | 100% | 6,00 | 0,278 | 0,278 |
| 2 | Eixo simples de roda dupla | 88% | 10,00 | 3,289 | 2,879 |
| 3 | Dois eixos duplos em tandem | 100% | 17,00 | 8,549 | 8,549 |
| 4 | Três eixos duplos em tandem | 26% | 25,50 | 9,300 | 2,441 |
| 5 | Eixo Simples | 1% | 6,00 | 0,278 | 0,002 |
| 6 | Dois eixos duplos em tandem | 18% | 17,00 | 8,549 | 1,551 |

## Evolução dos danos no pavimento

| Mês | N Equiv | Área Trincada | ATR (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 4,746e+05 | 2,02% | 0,7 |
| 6 | 2,867e+06 | 4,03% | 0,9 |
| 12 | 5,782e+06 | 5,60% | 0,9 |
| 18 | 8,746e+06 | 7,07% | 0,9 |
| 24 | 1,176e+07 | 8,62% | 1,0 |
| 30 | 1,482e+07 | 10,36% | 1,0 |
| 36 | 1,794e+07 | 12,36% | 1,0 |
| 42 | 2,110e+07 | 14,71% | 1,0 |
| 48 | 2,432e+07 | 17,50% | 1,0 |
| 54 | 2,759e+07 | 20,79% | 1,1 |
| 60 | 3,092e+07 | 24,65% | 1,1 |

## Análise de Afundamento de Trilha de Roda

| Cam | Material | Afundamento de Trilha de Roda (mm) |
|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO | 0,00 |
| 2 | ANTI-REFLEXÃO DE TRINCAS | 0,00 |
| 3 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) | 0,00 |
| 4 | MATERIAL GRANULAR | 0,48 |
| 5 | SUBLEITO | 0,59 |
| | **Afundamento de Trilha de Roda (mm)** | **1,1** |

## Controle por Deflexões

*As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.*

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO - CAPFLEX SBS 60/85

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 25 | 23 | 23 | 21 | 20 | 17 | 14 | 12 | 11 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 13 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: ANTI-REFLEXÃO DE TRINCAS - TSD - camada de bloqueio

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 30 | 28 | 27 | 24 | 22 | 18 | 14 | 12 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 7 | 6 | 4 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) - BGTC 4% cimento

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 30 | 28 | 27 | 24 | 22 | 18 | 14 | 12 | 10 |

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 7 | 6 | 4 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - BGS FAIXA I

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 75 | 49 | 38 | 27 | 22 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 65 | 33 | 22 | 14 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Solo argilo-siltoso

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 76 | 46 | 35 | 26 | 21 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 79 | 32 | 20 | 13 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

## vii. Especificações e critérios

A seguir são apresentadas as especificações dos serviços e critérios de liberação de camadas do pavimento semi-rígido.

- Para a camada de revestimento betuminoso devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Concreto asfáltico modificado por polímero Faixa “C” – CAPFLEX SBS 60/85 (DER-PR ES-P 15/17);
  - Controle deflectométrico: ≤ 25 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 13 x $10^{-2}$ (FWD).
- Para a camada de bloqueio devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Tratamento superficial duplo Faixa “A” (DER-PR ES-P 36/17);

- Controle deflectométrico: ≤ 30 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 16 x $10^{-2}$ (FWD).

- Para a camada de base de brita graduada tratada com cimento (BGTC) devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Mistura de 96% de Brita Graduada Simples Faixa “II” e 4% de cimento CP II (DER-PR ES-P 16/18);
  - Consumo mínimo de cimento = 88 kg/m³;
  - Energia de compactação: Proctor Modificado;
  - Controle deflectométrico: ≤ 30 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 16 x $10^{-2}$ (FWD).
- Para a camada de sub-base de brita graduada simples (BGS) devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Brita graduada simples Faixa “I” (DER-PR ES-P 05/18);
  - Energia de compactação: Proctor Modificado;
  - Controle deflectométrico: ≤ 75 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 65 x $10^{-2}$ (FWD).
- Para a camada do subleito devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Regularização do subleito ISC ≥ 10,0% (DER-PR ES-P 01/05);
  - Energia de compactação: Proctor Intermediário;
  - Controle deflectométrico: ≤ 76 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 79 x $10^{-2}$ (FWD).

A implantação do novo pavimento da terceira faixa e alargamento da plataforma será realizada ao lado da estrutura da pista existente, sendo indicado o entrosamento entre as camadas de pavimento flexível (transição entre o pavimento novo e o existente).

Essa transição será realizada pela fresagem parcial de uma camada do pavimento existente (≤ 1,00m) e sobreposição do novo revestimento asfáltico. Para o perfeito entrosamento e reforço desta interface foi indicado o uso de geogrelha de reforço de camadas asfálticas com resistência bidirecional de 50 kN/m. Este geossintético também tem a função de tratamento anti-reflexão de trincas e será utilizado em conjunto ao tratamento superficial (solução mista indicada para bases cimentícias com alto teor de cimento ≥ 4,0%).

Destaca-se que o tráfego pesado em baixas velocidades em terceiras faixas pode causar eventuais defeitos de trilhas de rodas reduzindo a vida útil dos pavimentos. Dessa forma, o uso de geogrelha é capaz de aumentar a resistência a fluência evitando o aparecimento destes defeitos no pavimento.

Por fim, considerando as condições superficiais do pavimento existente, este receberá apenas camada de microrevestimento (camada de rejuvenescimento) que se estenderá por todas as faixas de rolamento, excetuando-se os acostamentos e faixas de segurança. No segmento em curva o microrevestimento será estendido ao acostamento para evitar retenção de água no desnível entre o microrevestimento e a camada de asfalto.

As especificações destes serviços são citadas a seguir:

- Fresagem contínua a frio (DER-PR ES-P 31/05);
- Microrevestimento asfáltico à frio com espessura de 12 mm (DER-PR ES-P 30/17);
- Geogrelha de reforço de camadas asfálticas constituída por poliéster de alta tenacidade, impregnada com revestimento betuminoso, combinada a não-tecido com resistência bidirecional de 50 kN/m e deformação máxima de 12%, MacGrid® AR 5G.2 ou similar (DER-SP ET-DE-P00/043).

### 5.3.5.3 Segmento 9 a 19 – Zona 2 (km 70,8 ao km 216,1)

**a) Descrição da solução adotada**

Solução do Pavimento SEGMENTO 9 a 19 – Implantação de Pavimento semi-rígido CAPFLEX SBS 60/85 FAIXA C (10,0 cm) + Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita (25,0 cm). Esta solução é aplicada aos segmentos de projeto da Zona de Tráfego 2 observada às características do pavimento existente.

**Tabela 5.3.12 – Solução de projeto do Segmento 9 a 19 – Zona 2.**

| CAMADA | ESPESSURA (cm) |
|---|---|
| Concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” | 10 |
| Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita | 25 |
| Sub-base de brita mal graduada existente | ≥ 15 |
| Subleito existente (ISCp = 8,9%) | - |

**b) Memória justificativa do dimensionamento**

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento foi realizada análise preliminar de reforço do pavimento e pavimentação de terceira faixa, porém observadas as características das camadas de base existentes notou-se mais indicada a reciclagem da base e incorporação do revestimento asfáltico com incorporação de cimento e brita. Maiores informações são descritas no item 5.3.12 – Causas da deterioração.

A partir desta avaliação seguiu-se o cálculo pelo Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engº. Murilo Lopes de Souza previsto no Manual de Pavimentação – IPR 726/2006, conforme a seguir. Posteriormente, foram realizadas análises pelo método da resiliência simplificado proposto pelo Eng° Ernesto Preussler e Eng° Salomão Pinto e método mecanístico-empírico MeDiNa.

De forma colaborativa ao dimensionamento do pavimento, foi procedida a avaliação do reforço do pavimento analisando-se os resultados de deflexão de projeto e deflexão admissível aplicando-se o previsto na norma DNER-PRO 011/79.

**i. Número "N"**

Para a determinação do número "N" de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foram pesquisadas as projeções de tráfego e o carregamento da frota no segmento, conforme elementos disponibilizados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança. O valor adotado no estudo de tráfego é de: "N" = 1,29 x $10^7$.

**ii. Verificação do reforço do pavimento**

Este item foi elaborado de forma a colaborar na avaliação da estrutura do pavimento existente e compatibilização dos resultados de reforço e implantação de nova estrutura indicada para o projeto.

A aplicação simples de camada asfáltica de reforço não foi indicada em função da observação das causas de deterioração do pavimento da pista existente observadas no item 5.3.12, que estão relacionadas a restrição da capacidade de suporte da base existente, dificuldades de pavimentação de larguras restritas em áreas de acostamento com possibilidade de falhas na compactação, reflexão de trincas devido ao alto grau de degradação das camadas inferiores do revestimento asfáltico existente, dentre outras.

A Tabela 5.3.13 apresentada a seguir revela as espessuras de reforço necessárias para atender o tráfego previsto em função das características da estrutura do pavimento existente. Percebe-se que a espessura mínima recomendada para os segmentos da Zona de Tráfego 2 é de 2,1 cm e a espessura máxima de 18,1 cm.

Outro fator advindo da possibilidade de aplicação de reforço da pista existente é o acréscimo do degrau entre o acostamento e a pista existente. Nota-se pela vistoria de campo desníveis de até 17 cm para a zona de tráfego 2. Isso obrigaria a pavimentação de camada espessa na área de implantação de terceira faixa sobre o acostamento. Mais uma vez seriam acentuados os problemas de compactação em área confinada.

Dessa forma, os resultados expressos na tabela a seguir foram utilizados apenas para validação das análises que se sucedem, não sendo indicado reforço do pavimento e sim a reciclagem com incorporação do revestimento asfáltico e nova camada asfáltica, conforme será apresentado a seguir.

Para o segmento 17, no qual se observou maior deflexão e menor raio de curvatura, foram avaliadas as condições de drenagem e outros aspectos que pudessem interferir no comportamento insatisfatório da estrutura deste segmento. Além da solução definida no projeto de pavimentação, apresentado a seguir, também foram incorporadas soluções de drenagem subterrânea e subsuperficial. Esta solução evita a influência do lençol freático nas camadas do subleito garantido maior capacidade de suporte à nova estrutura de pavimento e adequada vida útil.

## Tabela 5.3.13 – Verificação de reforço de pavimento.

**QUADRO DE VERIFICAÇÃO DE REFORÇO DE PAVIMENTO**

**CLIENTE:** DER-PR

**OBRA:** RODOVIA PR-280

**TRECHO:** ENT. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO)

**ZONA DE TRÁFEGO:** 2

| SEGMENTOS HOMOGÊNEOS | | | | | | | PARAMETROS FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS | | | | | | | | | | REFORÇO PRO-11/79 | | | DIMENSIONAMENTO | | SOLUÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | km inicial | | km final | | | Extensão (m) | Dp Viga (0,01 mm²) | Rc | ATR LE (mm) | ATR LD (mm) | IRI (m/km) | IES | he - CBUQ (cm) | Hcg (cm) | CBR Base Exist. (%) | CBR Subleito Exist. (%) | Np | $D_{adm}$ (0,01 mm) | Hcb | Critério | Hr - RECONSTRUÇÃO | H20 | |
| 2 | 93 | + 500,00 | 94 | + 310,00 | | 810,00 | 92,50 | 133,06 | 1,8 | 2,0 | 4,8 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 8,3 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 3 | 106 | + 700,00 | 107 | + 310,00 | | 610,00 | 85,65 | 167,30 | 1,7 | 1,3 | 4,9 | 3 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 7,0 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 4 | 109 | + 60,00 | 109 | + 540,00 | | 480,00 | 87,49 | 113,26 | 1,1 | 0,5 | 6,3 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 7,3 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 5 | 114 | + 680,00 | 115 | + 260,00 | | 580,00 | 91,75 | 180,16 | 1,6 | 0,5 | 4,5 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 8,2 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 6 | 119 | + 710,00 | 120 | + 290,00 | | 580,00 | 87,64 | 148,37 | 1,5 | 0,5 | 5,8 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 7,4 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 7 | 128 | + 610,00 | 129 | + 100,00 | | 490,00 | 95,04 | 109,24 | 1,8 | 1,4 | 4,8 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 8,8 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 8 | 129 | + 100,00 | 129 | + 380,00 | | 280,00 | 94,83 | 125,30 | 2,0 | 1,1 | 5,3 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 8,7 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 9 | 131 | + 840,00 | 132 | + 460,00 | | 620,00 | 33,38 | 318,90 | 1,9 | 1,2 | 4,4 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | - | - | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 10 | 137 | + 860,00 | 138 | + 430,00 | | 570,00 | 88,06 | 153,91 | 2,3 | 1,2 | 3,2 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 7,4 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 11 | 150 | + 30,00 | 150 | + 760,00 | | 730,00 | 64,72 | 126,78 | 1,5 | 0,8 | 5,3 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 2,1 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 12 | 150 | + 760,00 | 151 | + 400,00 | | 640,00 | 57,26 | 113,08 | 1,0 | 0,5 | 7,2 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | - | - | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 13 | 155 | + 20,00 | 155 | + 500,00 | | 480,00 | 79,99 | 174,77 | 1,6 | 0,7 | 4,3 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 8,8 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 14 | 158 | + 310,00 | 158 | + 910,00 | | 600,00 | 65,54 | 97,05 | 1,6 | 0,5 | 5,8 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 2,3 | Reconstrução | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 15 | 159 | + 170,00 | 160 | + 20,00 | | 850,00 | 74,03 | 109,82 | 1,5 | 0,4 | 5,7 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 4,4 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 16 | 167 | + 200,00 | 167 | + 960,00 | | 760,00 | 77,13 | 115,03 | 1,9 | 1,2 | 3,5 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 8,1 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 17 | 182 | + 620,00 | 183 | + 300,00 | | 680,00 | 162,81 | 64,36 | 1,5 | 1,1 | 5,5 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 18,1 | Reconstrução | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 18 | 209 | + 600,00 | 210 | + 210,00 | | 610,00 | 66,21 | 101,99 | 1,7 | 1,2 | 5,8 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 2,5 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |
| 19 | 213 | + 240,00 | 213 | + 860,00 | | 620,00 | 69,94 | 110,12 | 1,4 | 1,3 | 7,1 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 1,29E+07 | 57,35 | 3,4 | Deflectométrico | 46,3 | 28,5 | Reciclagem |

### iii. Capacidade de suporte do subleito

O ISC do subleito foi definido conforme item 4.5 – Estudos Geotécnicos, a partir de poços de inspeção amostrais dos segmentos de projeto tendo sido definido o ISC característico de projeto no valor de 8,9%. O subleito é composto por variações de argilas siltosas vermelhas e areias argilosas vermelhas.

### iv. Concepção das camadas, coeficientes de equivalência estrutural e módulo de resiliência

Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipuladas as suas características técnicas em função das práticas observadas e previstas no Manual de Pavimentação IPR 726/2006, IP-DE-P00/001 do DER/SP e na base de dados do software MeDiNa.

**Tabela 5.3.14 – Concepção das camadas – características técnicas.**

| CAMADA | TIPO | COEFICIENTE ESTRUTURAL | MÓDULO DE RESILIÊNCIA (MPa) | COEFICIENTE DE POISSON |
|---|---|---|---|---|
| Revestimento em CAPFLEX SBS 60/85 | Concreto betuminoso | 2,00 | 5.000 | 0,30 |
| Base com reciclagem e incorporação de asfalto | Cimentícia | 1,40 | 7.000 (sigmoidal) | 0,20 |
| Sub-base de brita mal graduada | Granular | 1,00 | 250 | 0,35 |
| Subleito argiloso | Solos finos | - | 150 | 0,45 |

### v. Dimensionamento pelo método do Engº Murilo Lopes

**1 – DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS $H_n$ e $H_{20}$**

A determinação da $H_n$ (espessura total do pavimento) e $H_{20}$ (espessura do pavimento sobre a sub-base) pode ser obtida diretamente pela aplicação da seguinte equação:

$$H = 77{,}67N^{0{,}0482} \times ISC^{-0{,}598}$$

Da qual se obtém para ISC projeto = 8,9% e "N" = 1,29 x $10^7$

$H_n$ – Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com ISC = n:

$H_n$ = 46,3 cm

$H_{20}$ – Espessura de camada do pavimento necessária para proteger a sub-base

$H_{20}$ = 28,5 cm

## 2 – ESPESSURA DO REVESTIMENTO – (R)

A espessura do revestimento é determinada com base na tabela a seguir, compilado do Manual de Pavimentação do DNIT/2006.

**Tabela 5.3.15 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.**

| N | Espessura Mínima de Revestimento |
|---|---|
| $N \leq 10^6$ | Tratamentos superficiais betuminosos |
| $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimentos betuminosos com 5 cm de espessura |
| $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura |
| **$10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$** | **Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura** |
| $N \geq 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura |

Dessa forma, adotou-se a espessura mínima do revestimento (R) para o trecho considerando N = 1,29 x $10^7$, segundo a metodologia do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 10,0 cm de CBUQ.

## 3 – ESPESSURA DA BASE – (B)

A espessura da base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB \geq H_{20}$

$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,4) \geq 28,5 \Rightarrow B \geq 6,1 \therefore$

Desta forma, adotou-se B = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção da sub-base com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

## 4 – ESPESSURA DA SUB-BASE – (SB)

$R_{CBUQ}$ x $K_{CBUQ}$ + B x KB + SB x KSB ≥ Hn

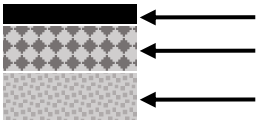
(10,0 x 2,0) + (15,0 x 1,4) + (SB x 1,0) ≥ 46,3 ⇒ SB ≥ 5,3 ∴

Desta forma, adotou-se SB = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção do subleito com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

## 5 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 9 a 19 – Zona 2**



Revestimento CBUQ Faixa “C” (e = 10,0 cm)

Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 15,0 cm)

Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base e sub-base, porém em se tratando de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita deve-se garantir que a espessura mínima de trabalho seja superior a espessura do revestimento betuminoso existente considerando a eliminação do efeito de reflexão de trincas pelo envelhecimento/degradação da camada asfáltica existente.

A seguir serão apresentadas as demais metodologias para obtenção da solução de projeto adotada.

### vi. Dimensionamento pelo Método da Resiliência Simplificado

**1 – NÚMERO EQUIVALENTE DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 tf**

**"N" = 1,29 x $10^7$**

**2 – VALOR DO CBR DO SUBLEITO DE PROJETO**

**CBR = 8,9%**

**3 – CLASSIFICAÇÃO DO SOLO DO SUBLEITO QUANTO A RESILIÊNCIA**

A classificação do solo quanto a resiliência é feita utilizando o critério recomendado no método mencionado onde os solos são divididos em três grupos: I, II ou III, em função da combinação do valor de CBR e da percentagem de silte presente na fração fina do solo do subleito, conforme a tabela transcrita a seguir.

**Tabela 5.3.16 – Percentual de silte na fração que passa na peneira 200.**

| CBR (%) | S (%) | | |
|---|---|---|---|
| | ≤ 35 | 35 a 65 | > 65 |
| ≥ 10 | I | II | III |
| 6 a 9 | II | **II** | III |
| 2 a 5 | II | III | III |

Onde CBR(%) é o ISC característico de projeto do subleito e S(%) é a proporção de silte presente na fração fina do solo do subleito. Pelos resultados dos ensaios determinou-se o CBR = 8,9%. Já o percentual de silte foi estimado entre 35% a 65% em função da análise tátil visual resultando em uma classificação quanto a resiliência em Solo tipo II.

**5 – CÁLCULO DA DEFLEXÃO PREVISTA NA SUPERFÍCIE DO REVESTIMENTO (Dp) PARA "N"= 1,29 x $10^7$:**

Log Dp = 3,148 – 0,188 log N $\Rightarrow$ Dp = $10^{3,148 - 0,188 \log N}$ $\Rightarrow$ **Dp = 64,75 (0,01mm)**

**6 – CÁLCULO DA ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO:**

$$H_{CB} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{D_P} + 0{,}972 \times I_1 + 4{,}101 \times I_2$$

Onde I1 e I2 são constantes relacionadas às características resilientes do subleito. Para o caso de material do tipo II são utilizados os valores descritos abaixo.

$$I_1 = 1 \qquad e \qquad I_2 = 0$$

$$H_{CB} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{64{,}75} + 0{,}972 \Rightarrow \mathbf{H_{CB} = 7{,}7\ cm}$$

Assim a espessura de 10,0 cm de CBUQ adotada no item v atende a espessura mínima recomendada por este método de dimensionamento.

## 7 – VALOR ESTRUTURAL DO REVESTIMENTO BETUMINOSO (CBUQ):

A seguir é apresentada a tabela de cálculo do coeficiente estrutural do revestimento betuminoso (VE) em função das características elásticas do sistema estrutural do pavimento.

**Tabela 5.3.17 – Coeficiente estrutural para camadas betuminosas.**

| Tipo de Subleito | "N" | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^7$ | $10^8$ |
| I | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 2,8 | 2,8 |
| II | 3,0 | 3,0 | 3,0 | **2,8** | **2,8** |
| III | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |

Considerando o tipo do material do subleito e interpolando os valores de "N" = 1,29 x $10^7$, tem-se VE = 2,80.

## 8 – ESPESSURA DE CAMADA GRANULAR:

$H_{CB}$ x VE + $H_{CG}$ = $H_t$ $\Rightarrow$ 10,0 x 2,8 + $H_{CG}$ = 46,3 $\Rightarrow$ **$H_{CG}$ = 18,3 cm**

## 9 – ESPESSURA DA CAMADA DE BASE:

$$H_B + H_{SB} \geq H_{CG} \geq 18{,}3\ cm$$

Como a sub-base indicada é 15,0 cm, qualquer espessura de base superior a 2,0 cm atende ao mínimo especificado pela inequação.

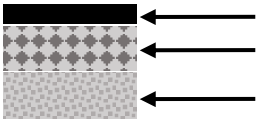
**$H_{SB}$ adotado = 15 cm logo $H_B$ > 3,3 cm**

Assim a espessura de 15,0 cm de base adotada no item iv atende o mínimo sugerido pela metodologia citada acima.

## 10 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 9 a 19 – Zona 2**



Revestimento CBUQ Faixa “C” (e = 10,0 cm)

Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 15,0 cm)

Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base e sub-base, porém em se tratando de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita deve-se garantir que a espessura mínima de trabalho seja superior a espessura do revestimento betuminoso existente considerando a eliminação do efeito de reflexão de trincas pelo envelhecimento/degradação da camada asfáltica existente.

Portanto, para a definição da solução de projeto que será adotada foi considerada a análise pelo Método Mecanístico que será apresentado a seguir. Nele, foram consideradas as espessuras mínimas de trabalho para reciclagem com incorporação do revestimento betuminoso e o comportamento dos diferentes tipos de materiais na estrutura do pavimento.

### vii. Dimensionamento pelo Método Mecanístico (MeDiNa)

O dimensionamento pelo Método Mecanístico-Empírico foi desenvolvido a partir das definições do Guia para Utilização de Método Mecanístico-Empírico do DNIT referente ao Projeto DNIT TED nº 682/2014 utilizando-se o software MeDina.

As premissas iniciais foram definidas a partir dos dados geotécnicos definidos na Tabela 5.3.14. A definição do pavimento é realizada por tentativa definindo-se como partida os resultados observados no item iv e v. Os resultados do dimensionamento são apresentados a seguir.

Os dados de tráfego utilizados para evolução e definição do número N ao longo da vida útil do pavimento foram baseados naqueles apresentados no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança e a vida útil definida como 5 anos para a implantação do pavimento betuminoso.

O sistema computacional do software MeDiNa baseia-se na solução de problemas de elasticidade linear em sistemas de multicamadas e contínuos considerando os materiais elásticos lineares, isotrópicos e homogêneos, a lei de Hooke é válida e o módulo de compressão é semelhante ao de tração, as camadas são ilimitadas na direção horizontal, todas as camadas possuem espessura finita, a exceção da camada inferior que é considerada semi-infinita, a superfície da camada superior não está sujeita a tensões fora da área carregada ocorrendo apenas tensões normais, a carga aplicada é considerada elástica e uniformemente distribuída em toda área circular de contato, a grandes profundidades as tensões e deformações são nulas e as condições de aderência na interface das camadas podem variar de totalmente aderida para lisa ou sem aderência.

A solução final adotada levou em consideração os resultados dos métodos acima expostos e as simulações da estrutura no programa MeDina resultando em maior confiabilidade ao projeto da estrutura do pavimento. De fato, as metodologias anteriormente descritas não levam em consideração a rigidez, ou seja, o módulo de resiliência do material no comportamento da estrutura do pavimento projetado.

Observou-se nas simulações, em função do elevado tráfego previsto para o período de projeto, a necessidade de indicação de bases cimentadas (reciclagem com adição de cimento e espuma asfáltica) e concretos asfálticos de alto módulo de resiliência.

Com isso, visando adequar as propriedades da mistura betuminosa às premissas de projeto foi indicado o uso de concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85. Essa alteração traz consigo algumas vantagens que é módulo de resiliência superior ao da mistura asfáltica produzida com CAP 50/70 (sem polímero), ponto de amolecimento maior (60º C para SBS 60/85 contra 46º C para CAP 50/70, maior viscosidade e maior recuperação elástica quanto comparado ao CAP 50/70.

Com a adoção da reciclagem para execução de uma nova camada de base e a definição da solução de pavimento semi-rígido foram necessários cuidados adicionais. A técnica de reciclagem utilizada foi aquela com utilização de espuma asfáltica e adição de cimento. A consorciação da espuma asfáltica com cimento contribui para a obtenção de bases com alto módulo sem o uso de teores elevados de cimento (≥ 4%).

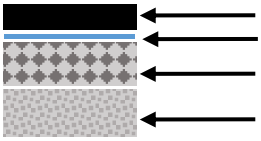
Para evitar a eventual abertura de fissura de retração da base foi indicada a aplicação de pintura impermeabilizante com emulsão asfáltica, que permite a cura adequada da camada cimentícia.

Destaca-se que o tráfego pesado em baixas velocidades em terceiras faixas pode causar eventuais defeitos de trilhas de rodas reduzindo a vida útil dos pavimentos. Dessa forma, foi indicada a execução de camada de geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade com manta não tecida em forma de grelha (40x40) mm, bidirecional com resistência de 50 kN/m nas faixas lentas para aumentar a resistência a fluência evitando o aparecimento destes defeitos no pavimento.

Das simulações realizadas verificou-se que o revestimento asfáltico deve ter espessura mínima de 10,0 cm assim como calculado nos itens v e vi. A espessura da camada granular de sub-base indicada (Brita mal graduada) foi de 15 cm em função da observação da espessura mínima existente para os segmentos de projeto e a espessura da camada de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita foi de 25 cm. Nota-se, portanto, que a avaliação pelo método do MeDiNa conduziu a uma espessura de base maior do que aquelas calculadas pelas metodologias anteriormente descritas. Esse acréscimo na espessura da base é o suficiente para garantir adequada vida útil ao pavimento dimensionado, além de permitir a espessura mínima de trabalho para a execução da reciclagem com incorporação do revestimento asfáltico.

Dessa forma, a solução final adotada segue a definição a seguir.

**Pavimento: Segmento 2 a 19 – Zona 2**



Revestimento CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” (e = 10,0 cm)

Camada de reforço : Geogrelha de poliéster de alta tenacidade, bidirecional 50 kN/m

Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 25,0 cm)

Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

Os cálculos realizados são apresentados a seguir.

## Programa MeDiNa v.1.1.3.0 - set/2019

Cópia registrada para Diegles (diegles@gmail.com), da empresa LABTRANS.

## Dimensionamento do pavimento

Empresa: **LABTRANS**
Nome do Projeto: **TERCEIRA FAIXA - SEGMENTO 9 a 19 - ZONA 2**
Responsável pelo projeto: **DIEGLES**

Seção do pavimento dimensionada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Arterial Principal**
Nível de confiabilidade: **95%**
Período de projeto: **5** anos. **- O autor do projeto declara estar ciente do tempo de projeto lançado no programa.**

Análise realizada em **03/06/2020 às 15:51:04** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **6,7%**
>>Atenção: o programa não calcula a Área Trincada proveniente da reflexão de trincas da base estabilizada.
***Análise encerrou por haver atingido a espessura mínima da camada.***
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **0,9mm**

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecnístico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso.*
*Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

## Estrutura do pavimento

| Cam | Material | Espessura (cm) | Módulo de Resiliência | Coef de Poisson |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO CAPFLEX SBS 60/85 | 10,0 | Resiliente Linear MR = 5000 MPa | 0,30 |
| 2 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) Reciclagem com esp. asf e incorp. revest. | 25,0 | Sigmoidal Ei (MPa) = 7000 (1º mês) Ef (MPa) = 6712 (fim período) | 0,20 |
| 3 | MATERIAL GRANULAR Brita mal graduada | 15,0 | Resiliente Linear MR = 250 MPa | 0,35 |
| 4 | SUBLEITO Solo argiloso | SL | Resiliente Linear MR = 150 MPa | 0,45 |

## Materiais

### 1 - CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO: CAPFLEX SBS 60/85

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Tipo de CAP = Asf. Modificado por polímero | Ensaio de Fadiga |
| Aditivo Modificador = SBS | -Modelo: **k1 .(et ^ k2)** |
| Massa específica (g/cm³) = 2,4 | -Coeficiente de Regressão (k1): ≥ **1,11e-13** |
| Resistência à tração (MPa) = 1,3 | -Coeficiente de Regressão (k2): ≥ **-3,979** |
| Teor de asfalto (%) = 5,9 | -Classe de Fadiga: ≥ **1** |
| Volume de vazios (%) = 4 | -FFM (100µ a 250µ): ≥ **0,86** |
| Faixa Granulométrica = C | Flow Number Mínimo |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | - Condição de Tráfego Normal: ≥ **316** ciclos |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 15/17 | - Condição de Tráfego Severa: ≥ **849** ciclos |

### 2 - BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC): Reciclagem com esp. asf e incorp. revest.

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Reciclagem com incorp. asfalto, cimento e brita | |
| Teor ótimo de cimento = 46 | |
| Resistência à tração (MPa) = 1 | |
| Massa específica (g/cm³) = 2,300 | |
| Umidade Ótima (%) = 6 | |
| Energia Compactação = Modificado | |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 32/05 | |

### 3 - MATERIAL GRANULAR: Brita mal graduada

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Brita mal graduada (sub-base existente) | Ensaio de Deformação Permanente |
| Massa específica (g/cm³) = 2,177 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Umidade Ótima (%) = 8,87 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,1010** |
| Energia Compactação = Modificado | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,1825** |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,9091** |
| Faixa Granulométrica = FF | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0753** |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 05/18 | |

### 4 - SUBLEITO: Solo argiloso

| Propriedades | Modelos |
|---|---|

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 01/05 | |
| Energia Compactação = Normal | Ensaio de Deformação Permanente |
| Umidade Ótima (%) = 27,58 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 1,52 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,244** |
| MCT - Índice e' = | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **0,419** |
| MCT - Coeficiente c' = | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,309** |
| Grupo MCT = | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,069** |
| Descrição do Material = Solo argiloso | |

## Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **666**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **9,90**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **2,41e+06**
% Veículos na faixa de projeto: **100%**
Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **2,41e+06**
Taxa de crescimento do tráfego: **3,4%**
Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **1,29e+07**

| Eixo | Tipo | FE | Carga (ton) | FC | FVi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eixo Simples | 63% | 6,00 | 0,278 | 0,176 |
| 2 | Eixo simples de roda dupla | 55% | 10,00 | 3,289 | 1,815 |
| 3 | Dois eixos duplos em tandem | 75% | 17,00 | 8,549 | 6,370 |
| 4 | Três eixos duplos em tandem | 17% | 25,50 | 9,300 | 1,540 |

## Evolução dos danos no pavimento

| Mês | N Equiv | Área Trincada | ATR (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,975e+05 | 1,27% | 0,7 |
| 6 | 1,193e+06 | 2,36% | 0,7 |
| 12 | 2,407e+06 | 3,09% | 0,8 |
| 18 | 3,640e+06 | 3,64% | 0,8 |
| 24 | 4,895e+06 | 4,13% | 0,8 |
| 30 | 6,170e+06 | 4,58% | 0,9 |
| 36 | 7,466e+06 | 5,01% | 0,9 |
| 42 | 8,784e+06 | 5,43% | 0,9 |
| 48 | 1,012e+07 | 5,85% | 0,9 |
| 54 | 1,149e+07 | 6,28% | 0,9 |
| 60 | 1,287e+07 | 6,71% | 0,9 |

## Análise de Afundamento de Trilha de Roda

| Cam | Material | Afundamento de Trilha de Roda (mm) |
|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO | 0,00 |
| 2 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) | 0,00 |
| 3 | MATERIAL GRANULAR | 0,41 |
| 4 | SUBLEITO | 0,49 |
| | **Afundamento de Trilha de Roda (mm)** | **0,9** |

## Controle por Deflexões

*As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.*

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO - CAPFLEX SBS 60/85

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 25 | 24 | 23 | 21 | 20 | 17 | 14 | 12 | 11 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) - Reciclagem com esp. asf e incorp. revest.

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 30 | 28 | 27 | 24 | 22 | 18 | 14 | 12 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 7 | 6 | 4 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Brita mal graduada

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 77 | 49 | 37 | 27 | 22 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 70 | 33 | 22 | 14 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Solo argiloso

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 76 | 46 | 35 | 26 | 21 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 79 | 32 | 20 | 13 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

### viii. Especificações e critérios

A seguir são apresentadas as especificações dos serviços e critérios de liberação de camadas do pavimento semi-rígido.

- Para a camada de revestimento betuminoso devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Concreto asfáltico modificado por polímero Faixa “C” – CAPFLEX SBS 60/85 (DER-PR ES-P 15/17);
    - Controle deflectométrico: ≤ 25 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 12 x $10^{-2}$ (FWD).
- Para a camada de reforço devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Geogrelha de reforço de camadas asfálticas constituída por poliéster de alta tenacidade, impregnada com revestimento betuminoso, combinada a não-tecido com resistência bidirecional de 50 kN/m e deformação máxima de 12%, MacGrid® AR 5G.2 ou similar (DER-SP ET-DE-P00/043).

- Para a camada de Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Mistura de camada asfáltica (≈ 15 cm), base de brita mal graduada (≈ 10 cm), espuma asfáltica, cimento e brita (DER-PR ES-P 32/05);
    - Consumo mínimo de CAP 50/70 = 39 kg/m³ (tolerância máxima +15%);
    - Consumo mínimo de cimento = 46 kg/m³ (tolerância máxima +10%);
    - Consumo mínimo de brita graduada = 0,106 m³/m³ ou 159 kg/m³;
    - Energia de compactação: Proctor Modificado;
    - Controle deflectométrico: ≤ 30 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 16 x $10^{-2}$ (FWD).

As camadas de sub-base e subleito não serão objeto de controle deflectométrico em função da metodologia de execução da camada de base reciclada com reaproveitamento das camadas de asfalto e parte da camada de base existente com adição de brita e cimento.

A expectativa de espessura média do revestimento asfáltico é da ordem de 15 cm, o que significa que será reaproveitado cerca de 10 cm da camada de base granular. A adição de brita visa a correção granular da mistura (a mistura reciclada deve atender a Faixa I ou II da norma DER-PR ES-P 32/05) e do desnível existente nos acostamentos.

No item 5.3.5.6 foi apresentada a simulação da composição granulométrica obtida a partir das estimativas de espessura de concreto asfáltico e brita, considerando as variações granulométricas possíveis e a adição de cimento e emulsão asfáltica.

Na execução da camada da base reciclada deve ser garantida a espessura compactada definida em projeto. Em função da compactação da nova estrutura poderá haver variação da cota do greide da pista existente. Aliado a isto, em função do acréscimo de espessura obtido pela adição da nova camada de asfalto haverá elevação do greide em até 10,0 cm. Entretanto, na região de transição deverá ser garantida a continuidade com o greide existente. Para isso, será necessário o rebaixo da camada de base reciclada na zona de transição (início ou fim do projeto e taper) que possui extensão não inferior a 10 m (variação inferior a 1%, 1 cm por metro).

### 5.3.5.4 Segmento 20 a 22 – Zona 3 (km 216,1 ao km 224,45)

**a) Descrição da solução adotada**

Solução do Pavimento SEGMENTO 20 a 22 – Implantação de Pavimento semi-rígido CAPFLEX SBS 60/85 FAIXA C (10,4 cm) + Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita (25,0 cm). Esta solução é aplicada aos segmentos de projeto da Zona de Tráfego 3 observada às características do pavimento existente.

**Tabela 5.3.18 – Solução de projeto do Segmento 20 a 22 – Zona 3.**

| CAMADA | ESPESSURA (cm) |
|---|---|
| Concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” | 10,4 |
| Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita | 25 |
| Sub-base de brita mal graduada existente | ≥ 15 |
| Subleito existente (ISCp = 8,9%) | - |

**b) Memória justificativa do dimensionamento**

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento foi realizada análise preliminar de reforço do pavimento e pavimentação de terceira faixa, porém observadas as características das camadas de base existentes notou-se mais indicada a reciclagem da base e incorporação do revestimento asfáltico com incorporação de cimento e brita. Maiores informações são descritas no item 5.3.12 – Causas da deterioração.

A partir desta avaliação seguiu-se o cálculo pelo Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engº. Murilo Lopes de Souza previsto no Manual de Pavimentação – IPR 726/2006, conforme a seguir. Posteriormente, foram realizadas análises pelo método da resiliência simplificado proposto pelo Eng° Ernesto Preussler e Eng° Salomão Pinto e método mecanístico-empírico MeDiNa.

De forma colaborativa ao dimensionamento do pavimento, foi procedida a avaliação do reforço do pavimento analisando-se os resultados de deflexão de projeto e deflexão admissível aplicando-se o previsto na norma DNER-PRO 011/79.

**i. Número “N”**

Para a determinação do número “N” de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foram pesquisadas as projeções de tráfego e o carregamento da frota no segmento, conforme elementos disponibilizados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança. O valor adotado no estudo de tráfego é de: “N” = 3,69 x $10^7$.

**ii. Verificação do reforço do pavimento**

Este item foi elaborado de forma a colaborar na avaliação da estrutura do pavimento existente e compatibilização dos resultados de reforço e implantação de nova estrutura indicada para o projeto.

A aplicação simples de camada asfáltica de reforço não foi indicada em função da observação das causas de deterioração do pavimento da pista existente observadas no item 5.3.12, que estão relacionadas a restrição da capacidade de suporte da base existente, dificuldades de pavimentação de larguras restritas em áreas de acostamento com possibilidade de falhas na compactação, reflexão de trincas devido ao alto grau de degradação das camadas inferiores do revestimento asfáltico existente, dentre outras.

A Tabela 5.3.19 apresentada a seguir revela as espessuras de reforço necessárias para atender o tráfego previsto em função das características da estrutura do pavimento existente. Percebe-se que a espessura mínima recomendada para os segmentos da Zona de Tráfego 3 é de 2,1 cm e a espessura máxima de 7,4 cm.

Outro fator advindo da possibilidade de aplicação de reforço da pista existente é o acréscimo do degrau entre o acostamento e a pista existente. Nota-se pela vistoria de campo desníveis de até 6 cm para a zona de tráfego 3. Isso obrigaria a pavimentação de camada espessa na área de implantação de terceira faixa sobre o acostamento. Mais uma vez seriam acentuados os problemas de compactação em área confinada.

Dessa forma, os resultados expressos na tabela a seguir foram utilizados apenas para validação das análises que se sucedem, não sendo indicado reforço do pavimento e sim a reciclagem com incorporação do revestimento asfáltico e nova camada asfáltica, conforme será apresentado a seguir.

## Tabela 5.3.19 – Verificação de reforço de pavimento.

**QUADRO DE VERIFICAÇÃO DE REFORÇO DE PAVIMENTO**

DER PARANÁ — FAPEU — LabTrans

**CLIENTE:** DER-PR

**OBRA:** RODOVIA PR-280

**TRECHO:** ENT. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO)

**ZONA DE TRÁFEGO:** 3

| SEGMENTOS HOMOGÊNEOS | | | | | | | PARAMETROS FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS | | | | | | | | | | REFORÇO PRO-11/79 | | | DIMENSIONAMENTO | | SOLUÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | km inicial | | km final | | | Extensão (m) | Dp Viga (0,01 mm²) | Rc | ATR LE (mm) | ATR LD (mm) | IRI (m/km) | IES | he - CBUQ (cm) | Hcg (cm) | CBR Base Exist. (%) | CBR Subleito Exist. (%) | Np | $D_{adm}$ (0,01 mm) | Hcb | Critério | Ht - RECONSTRUÇÃO | H20 | |
| 20 | 221 | + 70,00 | 221 | + 546,00 | | 476,00 | 73,09 | 123,18 | 1,8 | 1,2 | 5,1 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,69E+07 | 47,67 | 7,4 | Deflectométrico | 48,7 | 30,0 | Reciclagem |
| 21 | 221 | + 546,00 | 221 | + 980,00 | | 434,00 | 57,65 | 117,77 | 1,9 | 1,4 | 6,4 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,69E+07 | 47,67 | 3,3 | Deflectométrico | 48,7 | 30,0 | Reciclagem |
| 22 | 223 | + 395,00 | 223 | + 820,00 | | 425,00 | 53,76 | 140,28 | 2,4 | 1,6 | 5,8 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,69E+07 | 47,67 | 2,1 | Deflectométrico | 48,7 | 30,0 | Reciclagem |

### iii. Capacidade de suporte do subleito

O ISC do subleito foi definido conforme item 4.5 – Estudos Geotécnicos, a partir de poços de inspeção amostrais dos segmentos de projeto tendo sido definido o ISC característico de projeto no valor de 8,9%. O subleito é composto por variações de argilas siltosas vermelhas e areias argilosas vermelhas.

### iv. Concepção das camadas, coeficientes de equivalência estrutural e módulo de resiliência

Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipuladas as suas características técnicas em função das práticas observadas e previstas no Manual de Pavimentação IPR 726/2006, IP-DE-P00/001 do DER/SP e na base de dados do software MeDiNa.

**Tabela 5.3.20 – Concepção das camadas – características técnicas.**

| CAMADA | TIPO | COEFICIENTE ESTRUTURAL | MÓDULO DE RESILIÊNCIA (MPa) | COEFICIENTE DE POISSON |
|---|---|---|---|---|
| Revestimento em CAPFLEX SBS 60/85 | Concreto betuminoso | 2,00 | 5.000 | 0,30 |
| Base com reciclagem e incorporação de asfalto | Cimentícia | 1,40 | 7.000 (sigmoidal) | 0,20 |
| Sub-base de brita mal graduada | Granular | 1,00 | 250 | 0,35 |
| Subleito argiloso | Solos finos | - | 150 | 0,45 |

### v. Dimensionamento pelo método do Engº Murilo Lopes

**1 – DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS $H_n$ e $H_{20}$**

A determinação da $H_n$ (espessura total do pavimento) e $H_{20}$ (espessura do pavimento sobre a sub-base) pode ser obtida diretamente pela aplicação da seguinte equação:

$$H = 77{,}67N^{0{,}0482} \times ISC^{-0{,}598}$$

Da qual se obtém para ISC projeto = 8,9% e "N" = 3,69 x $10^7$

$H_n$ – Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com ISC = n:

$H_n$ = 48,7 cm

$H_{20}$ – Espessura de camada do pavimento necessária para proteger a sub-base

$H_{20}$ = 30,0 cm

## 2 – ESPESSURA DO REVESTIMENTO – (R)

A espessura do revestimento é determinada com base na tabela a seguir, compilado do Manual de Pavimentação do DNIT/2006.

**Tabela 5.3.21 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.**

| N | Espessura Mínima de Revestimento |
|---|---|
| $N \leq 10^6$ | Tratamentos superficiais betuminosos |
| $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimentos betuminosos com 5 cm de espessura |
| $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura |
| **$10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$** | **Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura** |
| $N \geq 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura |

Dessa forma, adotou-se a espessura mínima do revestimento (R) para o trecho considerando N = 3,69 x $10^7$, segundo a metodologia do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 10,0 cm de CBUQ.

## 3 – ESPESSURA DA BASE – (B)

A espessura da base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB \geq H_{20}$

$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,4) \geq 30,0 \Rightarrow B \geq 7,1 \therefore$

Desta forma, adotou-se B = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção da sub-base com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

**4 – ESPESSURA DA SUB-BASE – (SB)**

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB + SB \times KSB \geq Hn$

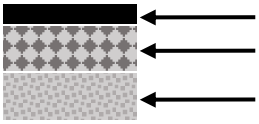
$(10,0 \times 2,0) + (15,0 \times 1,4) + (SB \times 1,0) \geq 48,7 \Rightarrow SB \geq 7,7 \therefore$

Desta forma, adotou-se SB = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção do subleito com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

**5 – SOLUÇÃO RECOMENDADA**

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 20 a 22 – Zona 3**



Revestimento CBUQ Faixa "C" (e = 10,0 cm)
Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 15,0 cm)
Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base e sub-base, porém em se tratando de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita deve-se garantir que a espessura mínima de trabalho seja superior a espessura do revestimento betuminoso existente considerando a eliminação do efeito de reflexão de trincas pelo envelhecimento/degradação da camada asfáltica existente.

A seguir serão apresentadas as demais metodologias para obtenção da solução de projeto adotada.

**vi. Dimensionamento pelo Método da Resiliência Simplificado**

**1 – NÚMERO EQUIVALENTE DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 tf**

**"N" = $3,69 \times 10^7$**

**2 – VALOR DO CBR DO SUBLEITO DE PROJETO**

**CBR = 8,9%**

## 3 – CLASSIFICAÇÃO DO SOLO DO SUBLEITO QUANTO A RESILIÊNCIA

A classificação do solo quanto a resiliência é feita utilizando o critério recomendado no método mencionado onde os solos são divididos em três grupos: I, II ou III, em função da combinação do valor de CBR e da percentagem de silte presente na fração fina do solo do subleito, conforme a tabela transcrita a seguir.

**Tabela 5.3.22 – Percentual de silte na fração que passa na peneira 200.**

| CBR (%) | S (%) | | |
|---|---|---|---|
| | ≤ 35 | 35 a 65 | > 65 |
| ≥ 10 | I | II | III |
| 6 a 9 | II | **II** | III |
| 2 a 5 | II | III | III |

Onde CBR(%) é o ISC característico de projeto do subleito e S(%) é a proporção de silte presente na fração fina do solo do subleito. Pelos resultados dos ensaios determinou-se o CBR = 8,9%. Já o percentual de silte foi estimado entre 35% a 65% em função da análise tátil visual resultando em uma classificação quanto a resiliência em Solo tipo II.

## 5 – CÁLCULO DA DEFLEXÃO PREVISTA NA SUPERFÍCIE DO REVESTIMENTO (Dp) PARA "N"= 3,69 x $10^7$:

Log Dp = 3,148 – 0,188 log N $\Rightarrow$ Dp = $10^{3,148 - 0,188 \log N}$ $\Rightarrow$ **Dp = 53,14 (0,01mm)**

## 6 – CÁLCULO DA ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO:

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_P} + 0,972 \times I_1 + 4,101 \times I_2$$

Onde I1 e I2 são constantes relacionadas às características resilientes do subleito. Para o caso de material do tipo II são utilizados os valores descritos abaixo.

$I_1 = 1$ e $I_2 = 0$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{53,14} + 0,972 \Rightarrow \mathbf{H_{CB} = 10,4\ cm}$$

Assim a espessura de 10,0 cm de CBUQ adotada no item v deve ser acrescida de 0,4 cm para atender a espessura mínima recomendada por este método de dimensionamento.

## 7 – VALOR ESTRUTURAL DO REVESTIMENTO BETUMINOSO (CBUQ):

A seguir é apresentada a tabela de cálculo do coeficiente estrutural do revestimento betuminoso (VE) em função das características elásticas do sistema estrutural do pavimento.

**Tabela 5.3.23 – Coeficiente estrutural para camadas betuminosas.**

| Tipo de Subleito | "N" | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^7$ | $10^8$ |
| I | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 2,8 | 2,8 |
| II | 3,0 | 3,0 | 3,0 | **2,8** | **2,8** |
| III | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |

Considerando o tipo do material do subleito e interpolando os valores de "N" = 3,69 x $10^7$, tem-se VE = 2,80.

## 8 – ESPESSURA DE CAMADA GRANULAR:

$H_{CB}$ x VE + $H_{CG}$ = $H_t$ $\Rightarrow$ 10,4 x 2,8 + $H_{CG}$ = 48,7 $\Rightarrow$ **$H_{CG}$ = 19,5 cm**

## 9 – ESPESSURA DA CAMADA DE BASE:

$$H_B + H_{SB} \geq H_{CG} \geq 19,5 \text{ cm}$$

Como a sub-base indicada é 15,0 cm, qualquer espessura de base superior a 4,5 cm atende ao mínimo especificado pela inequação.

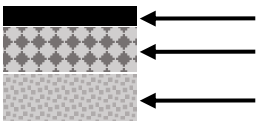
**$H_{SB}$ adotado = 15 cm logo $H_B$ > 4,5 cm**

Assim a espessura de 15,0 cm de base adotada no item v atende o mínimo sugerido pela metodologia citada acima.

## 10 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 20 a 22 – Zona 3**



Revestimento CBUQ Faixa “C” (e = 10,4 cm)

Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 15,0 cm)

Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base e sub-base, porém em se tratando de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita deve-se garantir que a espessura mínima de trabalho seja superior a espessura do revestimento betuminoso existente considerando a eliminação do efeito de reflexão de trincas pelo envelhecimento/degradação da camada asfáltica existente.

Portanto, para a definição da solução de projeto que será adotada foi considerada a análise pelo Método Mecanístico que será apresentado a seguir. Nele, foram consideradas as espessuras mínimas de trabalho para reciclagem com incorporação do revestimento betuminoso e o comportamento dos diferentes tipos de materiais na estrutura do pavimento.

### vii. Dimensionamento pelo Método Mecanístico (MeDiNa)

O dimensionamento pelo Método Mecanístico-Empírico foi desenvolvido a partir das definições do Guia para Utilização de Método Mecanístico-Empírico do DNIT referente ao Projeto DNIT TED nº 682/2014 utilizando-se o software MeDina.

As premissas iniciais foram definidas a partir dos dados geotécnicos definidos na Tabela 5.3.20. A definição do pavimento é realizada por tentativa definindo-se como partida os resultados observados no item v e vi. Os resultados do dimensionamento são apresentados a seguir.

Os dados de tráfego utilizados para evolução e definição do número N ao longo da vida útil do pavimento foram baseados naqueles apresentados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança e a vida útil definida como 5 anos para a implantação do pavimento betuminoso.

O sistema computacional do software MeDina baseia-se na solução de problemas de elasticidade linear em sistemas de multicamadas e contínuos considerando os materiais elásticos lineares, isotrópicos e homogêneos, a lei de Hooke é válida e o módulo de compressão é semelhante ao de tração, as camadas são ilimitadas na direção horizontal, todas as camadas possuem espessura finita, a exceção da camada inferior que é considerada semi-infinita, a superfície da camada superior não está sujeita a tensões fora da área carregada ocorrendo apenas tensões normais, a carga aplicada é considerada elástica e uniformemente distribuída em toda área circular de contato, a grandes profundidades as tensões e deformações são nulas e as condições de aderência na interface das camadas podem variar de totalmente aderida para lisa ou sem aderência.

A solução final adotada levou em consideração os resultados dos métodos acima expostos e as simulações da estrutura no programa MeDina resultando em maior confiabilidade ao projeto da estrutura do pavimento. De fato, as metodologias anteriormente descritas não levam em consideração a rigidez, ou seja, o módulo de resiliência do material no comportamento da estrutura do pavimento projetado.

Observou-se nas simulações, em função do elevado tráfego previsto para o período de projeto, a necessidade de indicação de bases cimentadas (reciclagem com adição de cimento e espuma asfáltica) e concretos asfálticos de alto módulo de resiliência.

Com isso, visando adequar as propriedades da mistura betuminosa às premissas de projeto foi indicado o uso de concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85. Essa alteração traz consigo algumas vantagens que é módulo de resiliência superior ao da mistura asfáltica produzida com CAP 50/70 (sem polímero), ponto de amolecimento maior (60º C para SBS 60/85 contra 46º C para CAP 50/70, maior viscosidade e maior recuperação elástica quanto comparado ao CAP 50/70.

Com a adoção da reciclagem para execução de uma nova camada de base e a definição da solução de pavimento semi-rígido foram necessários cuidados adicionais. A técnica de reciclagem utilizada foi aquela com utilização de espuma asfáltica e adição de cimento. A consorciação da espuma asfáltica com cimento contribui para a obtenção de bases com alto módulo sem o uso de teores elevados de cimento (≥ 4%).

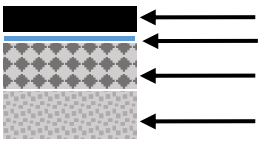
Para evitar a eventual abertura de fissura de retração da base foi indicada a aplicação de pintura impermeabilizante com emulsão asfáltica, que permite a cura adequada da camada cimentícia.

Destaca-se que o tráfego pesado em baixas velocidades em terceiras faixas pode causar eventuais defeitos de trilhas de rodas reduzindo a vida útil dos pavimentos. Dessa forma, foi indicada a execução de camada de geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade com manta não tecida em forma de grelha (40x40) mm, bidirecional com resistência de 50 kN/m nas faixas lentas para aumentar a resistência a fluência evitando o aparecimento destes defeitos no pavimento.

Das simulações realizadas verificou-se que o revestimento asfáltico deve ter espessura mínima de 10,4 cm assim como calculado no item vi. A espessura da camada granular de sub-base indicada (Brita mal graduada) foi de 15 cm em função da observação da espessura mínima existente para os segmentos de projeto e a espessura da camada de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita foi de 25 cm. Nota-se, portanto, que a avaliação pelo método do MeDiNa conduziu a uma espessura de base maior do que aquelas calculadas pelas metodologias anteriormente descritas. Esse acréscimo na espessura da base é o suficiente para garantir adequada vida útil ao pavimento dimensionado, além de permitir a espessura mínima de trabalho para a execução da reciclagem com incorporação do revestimento asfáltico.

Dessa forma, a solução final adotada segue a definição a seguir.

**Pavimento: Segmento 20 a 22 – Zona 3**



Revestimento CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” (e = 10,4 cm)
Camada de reforço : Geogrelha de poliéster de alta tenacidade, bidirecional 50 kN/m
Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 25,0 cm)
Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

Os cálculos realizados são apresentados a seguir.

# Programa MeDiNa v.1.1.3.0 - set/2019

Cópia registrada para Diegles (diegles@gmail.com), da empresa LABTRANS.

## Dimensionamento do pavimento

Empresa: **LABTRANS**
Nome do Projeto: **TERCEIRA FAIXA - SEGMENTO 20 a 22 - ZONA 3**
Responsável pelo projeto: **DIEGLES**

Seção do pavimento dimensionada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Arterial Principal**
Nível de confiabilidade: **95%**
Período de projeto: **5** anos. **- O autor do projeto declara estar ciente do tempo de projeto lançado no programa.**

Análise realizada em **03/06/2020 às 14:40:14** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **16,5%**
>>Atenção: o programa não calcula a Área Trincada proveniente da reflexão de trincas da base estabilizada.
***Análise encerrou por haver atingido a espessura mínima da camada.***
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **1,0mm**

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecnístico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso.*
*Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

## Estrutura do pavimento

| Cam | Material | Espessura (cm) | Módulo de Resiliência | Coef de Poisson |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO CAPFLEX SBS 60/85 | 10,4 | Resiliente Linear<br>MR = 5000 MPa | 0,30 |
| 2 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC)<br>Reciclagem com esp. asf e incorp. revest. | 25,0 | Sigmoidal<br>Ei (MPa) = 7000 (1º mês)<br>Ef (MPa) = 6231 (fim período) | 0,20 |
| 3 | MATERIAL GRANULAR<br>Brita mal graduada | 15,0 | Resiliente Linear<br>MR = 250 MPa | 0,35 |
| 4 | SUBLEITO<br>Solo argiloso | SL | Resiliente Linear<br>MR = 150 MPa | 0,45 |

## Materiais

### 1 - CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO: CAPFLEX SBS 60/85

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Tipo de CAP = Asf. Modificado por polímero | Ensaio de Fadiga |
| Aditivo Modificador = SBS | -Modelo: **k1 .(et ^ k2)** |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 2,4 | -Coeficiente de Regressão (k1): **≥ 1,11e-13** |
| Resistência à tração (MPa) = 1,3 | -Coeficiente de Regressão (k2): **≥ -3,979** |
| Teor de asfalto (%) = 5,9 | -Classe de Fadiga: **≥ 1** |
| Volume de vazios (%) = 4 | -FFM (100µ a 250µ): **≥ 0,86** |
| Faixa Granulométrica = C | Flow Number Mínimo |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | - Condição de Tráfego Normal: **≥ 501** ciclos |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 15/17 | - Condição de Tráfego Severa: **≥ 1311** ciclos |

### 2 - BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC): Reciclagem com esp. asf e incorp. revest.

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Reciclagem com incorp. asfalto, cimento e brita | |
| Teor ótimo de cimento = 46 | |
| Resistência à tração (MPa) = 1,0 | |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 2,300 | |
| Umidade Ótima (%) = 6 | |
| Energia Compactação = Modificado | |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 32/05 | |

### 3 - MATERIAL GRANULAR: Brita mal graduada

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Brita mal graduada (sub-base existente) | Ensaio de Deformação Permanente |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 2,177 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Umidade Ótima (%) = 8,87 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,1010** |
| Energia Compactação = Modificado | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,1825** |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,9091** |
| Faixa Granulométrica = FF | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0753** |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 05/18 | |

### 4 - SUBLEITO: Solo argiloso

| Propriedades | Modelos |
|---|---|

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 01/05 | |
| Energia Compactação = Normal | Ensaio de Deformação Permanente |
| Umidade Ótima (%) = 27,58 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Massa específica (g/cm³) = 1,52 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,244** |
| MCT - Índice e' = | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **0,419** |
| MCT - Coeficiente c' = | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,309** |
| Grupo MCT = | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,069** |
| Descrição do Material = Solo argiloso | |

## Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **1294**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **14,62**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **6,90e+06**
% Veículos na faixa de projeto: **100%**
Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **6,90e+06**
Taxa de crescimento do tráfego: **3,4%**
Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **3,69e+07**

| Eixo | Tipo | FE | Carga (ton) | FC | FVi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eixo Simples | 94% | 6,00 | 0,278 | 0,260 |
| 2 | Eixo simples de roda dupla | 81% | 10,00 | 3,289 | 2,680 |
| 3 | Dois eixos duplos em tandem | 100% | 17,00 | 8,549 | 8,549 |
| 4 | Três eixos duplos em tandem | 24% | 25,50 | 9,300 | 2,273 |
| 5 | Dois eixos duplos em tandem | 10% | 17,00 | 8,549 | 0,855 |

## Evolução dos danos no pavimento

| Mês | N Equiv | Área Trincada | ATR (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 5,666e+05 | 1,81% | 0,7 |
| 6 | 3,423e+06 | 3,55% | 0,8 |
| 12 | 6,904e+06 | 4,82% | 0,9 |
| 18 | 1,044e+07 | 5,94% | 0,9 |
| 24 | 1,404e+07 | 7,04% | 0,9 |
| 30 | 1,770e+07 | 8,21% | 0,9 |
| 36 | 2,141e+07 | 9,47% | 0,9 |
| 42 | 2,520e+07 | 10,88% | 0,9 |
| 48 | 2,904e+07 | 12,49% | 1,0 |
| 54 | 3,295e+07 | 14,33% | 1,0 |

| Mês | N Equiv | Área Trincada | ATR (mm) |
|---|---|---|---|
| 60 | 3,692e+07 | 16,47% | 1,0 |

## Análise de Afundamento de Trilha de Roda

| Cam | Material | Afundamento de Trilha de Roda (mm) |
|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO | 0,00 |
| 2 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) | 0,00 |
| 3 | MATERIAL GRANULAR | 0,45 |
| 4 | SUBLEITO | 0,54 |
| | **Afundamento de Trilha de Roda (mm)** | **1,0** |

## Controle por Deflexões

*As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.*

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO - CAPFLEX SBS 60/85

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 25 | 23 | 23 | 21 | 20 | 17 | 14 | 12 | 11 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 13 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) - Reciclagem com esp. asf e incorp. revest.

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 30 | 28 | 27 | 24 | 22 | 18 | 14 | 12 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 7 | 6 | 4 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Brita mal graduada

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 77 | 49 | 37 | 27 | 22 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 70 | 33 | 22 | 14 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Solo argiloso

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 76 | 46 | 35 | 26 | 21 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 79 | 32 | 20 | 13 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

## viii. Especificações e critérios

A seguir são apresentadas as especificações dos serviços e critérios de liberação de camadas do pavimento semi-rígido.

- Para a camada de revestimento betuminoso devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Concreto asfáltico modificado por polímero Faixa “C” – CAPFLEX SBS 60/85 (DER-PR ES-P 15/17);
  - Controle deflectométrico: ≤ 25 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 13 x $10^{-2}$ (FWD).
- Para a camada de reforço devem ser garantidas as seguintes especificações:
  - Geogrelha de reforço de camadas asfálticas constituída por poliéster de alta tenacidade, impregnada com revestimento betuminoso, combinada a não-tecido com resistência bidirecional de 50 kN/m e deformação máxima de 12%, MacGrid® AR 5G.2 ou similar (DER-SP ET-DE-P00/043).

- Para a camada de Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Mistura de camada asfáltica (≈ 15 cm), base de brita mal graduada (≈ 10 cm), espuma asfáltica, cimento e brita (DER-PR ES-P 32/05);
    - Consumo mínimo de CAP 50/70 = 39 kg/m³ (tolerância máxima +15%);
    - Consumo mínimo de cimento = 46 kg/m³ (tolerância máxima +10%);
    - Consumo mínimo de brita graduada = 0,106 m³/m³ ou 159 kg/m³;
    - Energia de compactação: Proctor Modificado;
    - Controle deflectométrico: ≤ 30 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 16 x $10^{-2}$ (FWD).

As camadas de sub-base e subleito não serão objeto de controle deflectométrico em função da metodologia de execução da camada de base reciclada com reaproveitamento das camadas de asfalto e parte da camada de base existente com adição de brita e cimento.

A expectativa de espessura média do revestimento asfáltico é da ordem de 15 cm, o que significa que será reaproveitado cerca de 10 cm da camada de base granular. A adição de brita visa a correção granular da mistura (a mistura reciclada deve atender a Faixa I ou II da norma DER-PR ES-P 32/05) e do desnível existente nos acostamentos.

No item 5.3.5.6 foi apresentada a simulação da composição granulométrica obtida a partir das estimativas de espessura de concreto asfáltico e brita, considerando as variações granulométricas possíveis e a adição de cimento e emulsão asfáltica.

Na execução da camada da base reciclada deve ser garantida a espessura compactada definida em projeto. Em função da compactação da nova estrutura poderá haver variação da cota do greide da pista existente. Aliado a isto, em função do acréscimo de espessura obtido pela adição da nova camada de asfalto haverá elevação do greide em até 10,4 cm. Entretanto, na região de transição deverá ser garantida a continuidade com o greide existente. Para isso, será necessário o rebaixo da camada de base reciclada na zona de transição (início ou fim do projeto e taper) que possui extensão não inferior a 10 m (variação inferior a 1%, 1 cm por metro).

### 5.3.5.5 Segmento 23 a 27 – Zona 4 (km 224,45 ao km 254,92)

#### a) Descrição da solução adotada

Solução do Pavimento SEGMENTO 23 a 27 – Implantação de Pavimento semi-rígido CAPFLEX SBS 60/85 FAIXA C (10,6 cm) + Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita (25,0 cm). Esta solução é aplicada aos segmentos de projeto da Zona de Tráfego 4 observada às características do pavimento existente.

**Tabela 5.3.24 – Solução de projeto do Segmento 23 a 27 – Zona 4.**

| CAMADA | ESPESSURA (cm) |
|---|---|
| Concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” | 10,6 |
| Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita | 25 |
| Sub-base de brita mal graduada existente | ≥ 15 |
| Subleito existente (ISCp = 8,9%) | - |

#### b) Memória justificativa do dimensionamento

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento foi realizada análise preliminar de reforço do pavimento e pavimentação de terceira faixa, porém observadas as características das camadas de base existentes notou-se mais indicada a reciclagem da base e incorporação do revestimento asfáltico com incorporação de cimento e brita. Maiores informações são descritas no item 5.3.12 – Causas da deterioração.

A partir desta avaliação seguiu-se o cálculo pelo Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis de autoria do Engº. Murilo Lopes de Souza previsto no Manual de Pavimentação – IPR 726/2006, conforme a seguir. Posteriormente, foram realizadas análises pelo método da resiliência simplificado proposto pelo Eng° Ernesto Preussler e Eng° Salomão Pinto e método mecanístico-empírico MeDiNa.

De forma colaborativa ao dimensionamento do pavimento, foi procedida a avaliação do reforço do pavimento analisando-se os resultados de deflexão de projeto e deflexão admissível aplicando-se o previsto na norma DNER-PRO 011/79.

**i. Número "N"**

Para a determinação do número "N" de solicitações equivalentes às do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf, foram pesquisadas as projeções de tráfego e o carregamento da frota no segmento, conforme elementos disponibilizados no item 4.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança. O valor adotado no estudo de tráfego é de: "N" = 3,85 x $10^7$.

**ii. Verificação do reforço do pavimento**

Este item foi elaborado de forma a colaborar na avaliação da estrutura do pavimento existente e compatibilização dos resultados de reforço e implantação de nova estrutura indicada para o projeto.

A aplicação simples de camada asfáltica de reforço não foi indicada em função da observação das causas de deterioração do pavimento da pista existente observadas no item 5.3.12, que estão relacionadas a restrição da capacidade de suporte da base existente, dificuldades de pavimentação de larguras restritas em áreas de acostamento com possibilidade de falhas na compactação, reflexão de trincas devido ao alto grau de degradação das camadas inferiores do revestimento asfáltico existente, dentre outras.

A Tabela 5.3.25 apresentada a seguir revela as espessuras de reforço necessárias para atender o tráfego previsto em função das características da estrutura do pavimento existente. Percebe-se que a espessura mínima recomendada para os segmentos da Zona de Tráfego 4 é de 1,9 cm e a espessura máxima de 7,5 cm.

Outro fator advindo da possibilidade de aplicação de reforço da pista existente é o acréscimo do degrau entre o acostamento e a pista existente. Nota-se pela vistoria de campo desníveis de até 14 cm para a zona de tráfego 4. Isso obrigaria a pavimentação de camada espessa na área de implantação de terceira faixa sobre o acostamento. Mais uma vez seriam acentuados os problemas de compactação em área confinada.

Dessa forma, os resultados expressos na tabela a seguir foram utilizados apenas para validação das análises que se sucedem, não sendo indicado reforço do pavimento e sim a reciclagem com incorporação do revestimento asfáltico e nova camada asfáltica, conforme será apresentado a seguir.

## Tabela 5.3.25 – Verificação de reforço de pavimento.

**QUADRO DE VERIFICAÇÃO DE REFORÇO DE PAVIMENTO**

DER PARANÁ — FAPEU LabTrans

**CLIENTE:** DER-PR

**OBRA:** RODOVIA PR-280

**TRECHO:** ENT. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO)

**ZONA DE TRÁFEGO:** 4

| Nº | SEGMENTOS HOMOGÊNEOS | | | | PARAMETROS FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS | | | | | | | | | | REFORÇO PRO-11/79 | | | DIMENSIONAMENTO | | SOLUÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | km inicial | | km final | | Extensão (m) | Dp Viga (0,01 mm²) | Rc | ATR LE (mm) | ATR LD (mm) | IRI (m/km) | IES | he - CBUQ (cm) | Hcg (cm) | CBR Base Exist. (%) | CBR Subleito Exist. (%) | Np | $D_{adm}$ (0,01 mm) | Hcb | Critério | Ht - RECONSTRUÇÃO | H20 | |
| 23 | 226 | + 940,00 | 227 | + 580,00 | 640,00 | 65,34 | 86,36 | 1,8 | 1,0 | 3,8 | 7 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,85E+07 | 47,31 | 5,6 | Reconstrução | 48,8 | 30,1 | Reciclagem |
| 24 | 228 | + 40,00 | 228 | + 690,00 | 650,00 | 72,69 | 109,42 | 2,1 | 2,0 | 2,9 | 10 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,85E+07 | 47,31 | 7,5 | Deflectométrico | 48,8 | 30,1 | Reciclagem |
| 25 | 240 | + 580,00 | 241 | + 200,00 | 620,00 | 52,83 | 118,48 | 2,3 | 2,0 | 3,5 | 4 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,85E+07 | 47,31 | 1,9 | Deflectométrico | 48,8 | 30,1 | Reciclagem |
| 26 | 249 | + 900,00 | 250 | + 800,00 | 900,00 | 55,22 | 92,83 | 1,5 | 0,8 | 3,5 | 1 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,85E+07 | 47,31 | 2,7 | Reconstrução | 48,8 | 30,1 | Reciclagem |
| 27 | 250 | + 800,00 | 251 | + 405,00 | 605,00 | 72,29 | 197,91 | 1,3 | 0,4 | 4,0 | 4 | ≥ 15 | ≥ 56 | 66,8 | 8,9 | 3,85E+07 | 47,31 | 7,4 | Deflectométrico | 48,8 | 30,1 | Reciclagem |

### iii. Capacidade de suporte do subleito

O ISC do subleito foi definido conforme item 4.5 – Estudos Geotécnicos, a partir de poços de inspeção amostrais dos segmentos de projeto tendo sido definido o ISC característico de projeto no valor de 8,9%. O subleito é composto por variações de argilas siltosas vermelhas e areias argilosas vermelhas.

### iv. Concepção das camadas, coeficientes de equivalência estrutural e módulo de resiliência

Previamente à execução do dimensionamento, foram definidos os materiais disponíveis para emprego nas camadas do pavimento e estipuladas as suas características técnicas em função das práticas observadas e previstas no Manual de Pavimentação IPR 726/2006, IP-DE-P00/001 do DER/SP e na base de dados do software MeDiNa.

**Tabela 5.3.26 – Concepção das camadas – características técnicas.**

| CAMADA | TIPO | COEFICIENTE ESTRUTURAL | MÓDULO DE RESILIÊNCIA (MPa) | COEFICIENTE DE POISSON |
|---|---|---|---|---|
| Revestimento em CAPFLEX SBS 60/85 | Concreto betuminoso | 2,00 | 5.000 | 0,30 |
| Base com reciclagem e incorporação de asfalto | Cimentícia | 1,40 | 7.000 (sigmoidal) | 0,20 |
| Sub-base de brita mal graduada | Granular | 1,00 | 250 | 0,35 |
| Subleito argiloso | Solos finos | - | 150 | 0,45 |

### v. Dimensionamento pelo método do Engº Murilo Lopes

**1 – DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS $H_n$ e $H_{20}$**

A determinação da $H_n$ (espessura total do pavimento) e $H_{20}$ (espessura do pavimento sobre a sub-base) pode ser obtida diretamente pela aplicação da seguinte equação:

$$H = 77{,}67N^{0{,}0482} \times ISC^{-0{,}598}$$

Da qual se obtém para ISC projeto = 8,9% e "N" = 3,85 x $10^7$

$H_n$ – Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com ISC = n:

$H_n$ = 48,8 cm

$H_{20}$ – Espessura de camada do pavimento necessária para proteger a sub-base

$H_{20}$ = 30,1 cm

## 2 – ESPESSURA DO REVESTIMENTO – (R)

A espessura do revestimento é determinada com base na tabela a seguir, compilado do Manual de Pavimentação do DNIT/2006.

**Tabela 5.3.27 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.**

| N | Espessura Mínima de Revestimento |
|---|---|
| $N \leq 10^6$ | Tratamentos superficiais betuminosos |
| $10^6 \leq N \leq 5 \times 10^6$ | Revestimentos betuminosos com 5 cm de espessura |
| $5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$ | Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura |
| **$10^7 \leq N \leq 5 \times 10^7$** | **Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura** |
| $N \geq 5 \times 10^7$ | Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura |

Dessa forma, adotou-se a espessura mínima do revestimento (R) para o trecho considerando N = 3,85 x $10^7$, segundo a metodologia do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 10,0 cm de CBUQ.

## 3 – ESPESSURA DA BASE – (B)

A espessura da base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB \geq H_{20}$

$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,4) \geq 30,1 \Rightarrow B \geq 7,2 \therefore$

Desta forma, adotou-se B = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção da sub-base com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

**4 – ESPESSURA DA SUB-BASE – (SB)**

$R_{CBUQ}$ x $K_{CBUQ}$ + B x KB + SB x KSB ≥ Hn

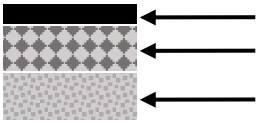
(10,0 x 2,0) + (15,0 x 1,4) + (SB x 1,0) ≥ 48,8 ⇒ SB ≥ 7,8 ∴

Desta forma, adotou-se SB = 15 cm, garantindo assim a camada de proteção do subleito com espessura suficiente ao suporte das tensões sujeitas ao pavimento em função das solicitações do tráfego com o revestimento de CBUQ com 10,0 cm de espessura.

**5 – SOLUÇÃO RECOMENDADA**

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 23 a 27 – Zona 4**



Revestimento CBUQ Faixa "C" (e = 10,0 cm)
Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 15,0 cm)
Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base e sub-base, porém em se tratando de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita deve-se garantir que a espessura mínima de trabalho seja superior a espessura do revestimento betuminoso existente considerando a eliminação do efeito de reflexão de trincas pelo envelhecimento/degradação da camada asfáltica existente.

A seguir serão apresentadas as demais metodologias para obtenção da solução de projeto adotada.

**vi. Dimensionamento pelo Método da Resiliência Simplificado**

**1 – NÚMERO EQUIVALENTE DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 tf**

**"N" = 3,85 x $10^7$**

**2 – VALOR DO CBR DO SUBLEITO DE PROJETO**

**CBR = 8,9%**

## 3 – CLASSIFICAÇÃO DO SOLO DO SUBLEITO QUANTO A RESILIÊNCIA

A classificação do solo quanto a resiliência é feita utilizando o critério recomendado no método mencionado onde os solos são divididos em três grupos: I, II ou III, em função da combinação do valor de CBR e da percentagem de silte presente na fração fina do solo do subleito, conforme a tabela transcrita a seguir.

**Tabela 5.3.28 – Percentual de silte na fração que passa na peneira 200.**

| CBR (%) | S (%) | | |
|---|---|---|---|
| | ≤ 35 | 35 a 65 | > 65 |
| ≥ 10 | I | II | III |
| 6 a 9 | II | **II** | III |
| 2 a 5 | II | III | III |

Onde CBR(%) é o ISC característico de projeto do subleito e S(%) é a proporção de silte presente na fração fina do solo do subleito. Pelos resultados dos ensaios determinou-se o CBR = 8,9%. Já o percentual de silte foi estimado entre 35% a 65% em função da análise tátil visual resultando em uma classificação quanto a resiliência em Solo tipo II.

## 5 – CÁLCULO DA DEFLEXÃO PREVISTA NA SUPERFÍCIE DO REVESTIMENTO (Dp) PARA "N"= 1,29 x $10^7$:

Log Dp = 3,148 – 0,188 log N $\Rightarrow$ Dp = $10^{3,148 - 0,188 \log N}$ $\Rightarrow$ **Dp = 52,71 (0,01mm)**

## 6 – CÁLCULO DA ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO:

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_P} + 0,972 \times I_1 + 4,101 \times I_2$$

Onde I1 e I2 são constantes relacionadas às características resilientes do subleito. Para o caso de material do tipo II são utilizados os valores descritos abaixo.

$I_1 = 1$ e $I_2 = 0$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{52,71} + 0,972 \Rightarrow \mathbf{H_{CB} = 10,6\ cm}$$

Assim a espessura de 10,0 cm de CBUQ adotada no item v dever ser acrescida de 0,6 cm para atender a espessura mínima recomendada por este método de dimensionamento.

## 7 – VALOR ESTRUTURAL DO REVESTIMENTO BETUMINOSO (CBUQ):

A seguir é apresentada a tabela de cálculo do coeficiente estrutural do revestimento betuminoso (VE) em função das características elásticas do sistema estrutural do pavimento.

**Tabela 5.3.29 – Coeficiente estrutural para camadas betuminosas.**

| Tipo de Subleito | "N" | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^7$ | $10^8$ |
| I | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 2,8 | 2,8 |
| II | 3,0 | 3,0 | 3,0 | **2,8** | **2,8** |
| III | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |

Considerando o tipo do material do subleito e interpolando os valores de "N" = 3,85 x $10^7$, tem-se VE = 2,80.

## 8 – ESPESSURA DE CAMADA GRANULAR:

$H_{CB}$ x VE + $H_{CG}$ = $H_t$ $\Rightarrow$ 10,6 x 2,8 + $H_{CG}$ = 48,8 $\Rightarrow$ **$H_{CG}$ = 19,1 cm**

## 9 – ESPESSURA DA CAMADA DE BASE:

$$H_B + H_{SB} \geq H_{CG} \geq 19{,}1 \text{ cm}$$

Como a sub-base indicada é 15,0 cm, qualquer espessura de base superior a 3,3 cm atende ao mínimo especificado pela inequação.

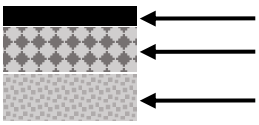
**$H_{SB}$ adotado = 15 cm logo $H_B$ > 4,1 cm**

Assim a espessura de 15,0 cm de base adotada no item v atende o mínimo sugerido pela metodologia citada acima.

## 10 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

**Pavimento: Segmento 23 a 27 – Zona 4**



Revestimento CBUQ Faixa “C” (e = 10,6 cm)

Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 15,0 cm)

Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base e sub-base, porém em se tratando de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita deve-se garantir que a espessura mínima de trabalho seja superior a espessura do revestimento betuminoso existente considerando a eliminação do efeito de reflexão de trincas pelo envelhecimento/degradação da camada asfáltica existente.

Portanto, para a definição da solução de projeto que será adotada foi considerada a análise pelo Método Mecanístico que será apresentado a seguir. Nele, foram consideradas as espessuras mínimas de trabalho para reciclagem com incorporação do revestimento betuminoso e o comportamento dos diferentes tipos de materiais na estrutura do pavimento.

### vii. Dimensionamento pelo Método Mecanístico (MeDiNa)

O dimensionamento pelo Método Mecanístico-Empírico foi desenvolvido a partir das definições do Guia para Utilização de Método Mecanístico-Empírico do DNIT referente ao Projeto DNIT TED nº 682/2014 utilizando-se o software MeDiNa.

As premissas iniciais foram definidas a partir dos dados geotécnicos definidos na Tabela 5.3.26. A definição do pavimento é realizada por tentativa definindo-se como partida os resultados observados no item v e vi. Os resultados do dimensionamento são apresentados a seguir.

Os dados de tráfego utilizados para evolução e definição do número N ao longo da vida útil do pavimento foram baseados naqueles apresentados no item 4.3 – Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança e a vida útil definida como 5 anos para a implantação do pavimento betuminoso.

O sistema computacional do software MeDiNa baseia-se na solução de problemas de elasticidade linear em sistemas de multicamadas e contínuos considerando os materiais elásticos lineares, isotrópicos e homogêneos, a lei de Hooke é válida e o módulo de compressão é semelhante ao de tração, as camadas são ilimitadas na direção horizontal, todas as camadas possuem espessura finita, a exceção da camada inferior que é considerada semi-infinita, a superfície da camada superior não está sujeita a tensões fora da área carregada ocorrendo apenas tensões normais, a carga aplicada é considerada elástica e uniformemente distribuída em toda área circular de contato, a grandes profundidades as tensões e deformações são nulas e as condições de aderência na interface das camadas podem variar de totalmente aderida para lisa ou sem aderência.

A solução final adotada levou em consideração os resultados dos métodos acima expostos e as simulações da estrutura no programa MeDina resultando em maior confiabilidade ao projeto da estrutura do pavimento. De fato, as metodologias anteriormente descritas não levam em consideração a rigidez, ou seja, o módulo de resiliência do material no comportamento da estrutura do pavimento projetado.

Observou-se nas simulações, em função do elevado tráfego previsto para o período de projeto, a necessidade de indicação de bases cimentadas (reciclagem com adição de cimento e espuma asfáltica) e concretos asfálticos de alto módulo de resiliência.

Com isso, visando adequar as propriedades da mistura betuminosa às premissas de projeto foi indicado o uso de concreto asfáltico modificado por polímero CAPFLEX SBS 60/85. Essa alteração traz consigo algumas vantagens que é módulo de resiliência superior ao da mistura asfáltica produzida com CAP 50/70 (sem polímero), ponto de amolecimento maior (60º C para SBS 60/85 contra 46º C para CAP 50/70, maior viscosidade e maior recuperação elástica quanto comparado ao CAP 50/70.

Com a adoção da reciclagem para execução de uma nova camada de base e a definição da solução de pavimento semi-rígido foram necessários cuidados adicionais. A técnica de reciclagem utilizada foi aquela com utilização de espuma asfáltica e adição de cimento. A consorciação da espuma asfáltica com cimento contribui para a obtenção de bases com alto módulo sem o uso de teores elevados de cimento (≥ 4%).

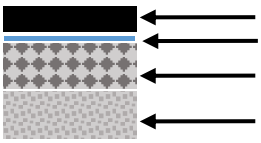
Para evitar a eventual abertura de fissura de retração da base foi indicada a aplicação de pintura impermeabilizante com emulsão asfáltica, que permite a cura adequada da camada cimentícia.

Destaca-se que o tráfego pesado em baixas velocidades em terceiras faixas pode causar eventuais defeitos de trilhas de rodas reduzindo a vida útil dos pavimentos. Dessa forma, foi indicada a execução de camada de geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade com manta não tecida em forma de grelha (40x40) mm, bidirecional com resistência de 50 kN/m nas faixas lentas para aumentar a resistência a fluência evitando o aparecimento destes defeitos no pavimento.

Das simulações realizadas verificou-se que o revestimento asfáltico deve ter espessura mínima de 10,6 cm assim como calculado no item vi. A espessura da camada granular de sub-base indicada (Brita mal graduada) foi de 15 cm em função da observação da espessura mínima existente para os segmentos de projeto e a espessura da camada de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita foi de 25 cm. Nota-se, portanto, que a avaliação pelo método do MeDiNa conduziu a uma espessura de base maior do que aquelas calculadas pelas metodologias anteriormente descritas. Esse acréscimo na espessura da base é o suficiente para garantir adequada vida útil ao pavimento dimensionado, além de permitir a espessura mínima de trabalho para a execução da reciclagem com incorporação do revestimento asfáltico.

Dessa forma, a solução final adotada segue a definição a seguir.

**Pavimento: Segmento 23 a 27 – Zona 4**



Revestimento CAPFLEX SBS 60/85 Faixa “C” (e = 10,6 cm)
Camada de reforço : Geogrelha de poliéster de alta tenacidade, bidirecional 50 kN/m
Base : Reciclagem com incorp. de camada asfáltica e adição de cimento e brita (e = 25,0 cm)
Sub-base : Brita mal graduada existente (e ≥ 15,0 cm)

Os cálculos realizados são apresentados a seguir.

# Programa MeDiNa v.1.1.3.0 - set/2019

Cópia registrada para Diegles (diegles@gmail.com), da empresa LABTRANS.

## Dimensionamento do pavimento

Empresa: **LABTRANS**
Nome do Projeto: **TERCEIRA FAIXA - SEGMENTO 23 a 27 - ZONA 4**
Responsável pelo projeto: **DIEGLES**

Seção do pavimento dimensionada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Tipo de via: **Sistema Arterial Principal**
Nível de confiabilidade: **95%**
Período de projeto: **5** anos. **- O autor do projeto declara estar ciente do tempo de projeto lançado no programa.**

Análise realizada em **03/06/2020 às 15:23:27** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **17,1%**
>>Atenção: o programa não calcula a Área Trincada proveniente da reflexão de trincas da base estabilizada.
***Análise encerrou por haver atingido a espessura mínima da camada.***
Afundamento de Trilha de Roda previsto no pavimento no fim do período: **1,0mm**

*ATENÇÃO: O programa MeDiNa é apenas uma ferramenta de cálculo que auxilia o projetista no dimensionamento ou na avaliação de pavimentos, conforme descrito no Guia do Método Mecnístico Empírico. O conhecimento das propriedades dos materiais a serem aplicados na estrutura do pavimento, por meio de ensaios de laboratório, assim como o conhecimento detalhado do tráfego são imprescindíveis para a elaboração do projeto. O sucesso do projeto somente será alcançado se as propriedades dos materiais consideradas no dimensionamento sejam aplicadas no campo e verificadas a partir de ensaios geotécnicos com um controle de qualidade rigoroso.*
*Portanto, **a responsabilidade pelo projeto é exclusivamente do engenheiro projetista**, que deve entender e avaliar criteriosamente os resultados gerados pelo programa, antes de aprovar o projeto para a execução no campo.*

## Estrutura do pavimento

| Cam | Material | Espessura (cm) | Módulo de Resiliência | Coef de Poisson |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO CAPFLEX SBS 60/85 | 10,6 | Resiliente Linear<br>MR = 5000 MPa | 0,30 |
| 2 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC)<br>Reciclagem com esp. asf e incorp. revest. | 25,0 | Sigmoidal<br>Ei (MPa) = 7000 (1º mês)<br>Ef (MPa) = 6257 (fim período) | 0,20 |
| 3 | MATERIAL GRANULAR<br>Brita mal graduada | 15,0 | Resiliente Linear<br>MR = 250 MPa | 0,35 |
| 4 | SUBLEITO<br>Solo argiloso | SL | Resiliente Linear<br>MR = 150 MPa | 0,45 |

## Materiais

### 1 - CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO: CAPFLEX SBS 60/85

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Tipo de CAP = Asf. Modificado por polímero | Ensaio de Fadiga |
| Aditivo Modificador = SBS | -Modelo: **k1 .(et ^ k2)** |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 2,4 | -Coeficiente de Regressão (k1): ≥ **1,11e-13** |
| Resistência à tração (MPa) = 1,3 | -Coeficiente de Regressão (k2): ≥ **-3,979** |
| Teor de asfalto (%) = 5,9 | -Classe de Fadiga: ≥ **1** |
| Volume de vazios (%) = 4 | -FFM (100μ a 250μ): ≥ **0,86** |
| Faixa Granulométrica = C | Flow Number Mínimo |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | - Condição de Tráfego Normal: ≥ **510** ciclos |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 15/17 | - Condição de Tráfego Severa: ≥ **1335** ciclos |

### 2 - BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC): Reciclagem com esp. asf e incorp. revest.

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Reciclagem com incorp. asfalto, cimento e brita | |
| Teor ótimo de cimento = 46 | |
| Resistência à tração (MPa) = 1,0 | |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 2,300 | |
| Umidade Ótima (%) = 6 | |
| Energia Compactação = Modificado | |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 32/05 | |

### 3 - MATERIAL GRANULAR: Brita mal graduada

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Descrição do Material = Brita mal graduada (sub-base existente) | Ensaio de Deformação Permanente |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 2,177 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Umidade Ótima (%) = 8,87 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,1010** |
| Energia Compactação = Modificado | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,1825** |
| Abrasão Los Angeles (%) = 40 | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,9091** |
| Faixa Granulométrica = FF | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0753** |
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 05/18 | |

### 4 - SUBLEITO: Solo argiloso

| Propriedades | Modelos |
|---|---|

| Propriedades | Modelos |
|---|---|
| Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 01/05 | |
| Energia Compactação = Normal | Ensaio de Deformação Permanente |
| Umidade Ótima (%) = 27,58 | Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)** |
| Massa específica (g/cm$^3$) = 1,52 | Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,244** |
| MCT - Índice e' = | Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **0,419** |
| MCT - Coeficiente c' = | Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,309** |
| Grupo MCT = | Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,069** |
| Descrição do Material = Solo argiloso | |

## Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **1251**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **15,78**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **7,21e+06**
% Veículos na faixa de projeto: **100%**
Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **7,21e+06**
Taxa de crescimento do tráfego: **3,4%**
Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **3,85e+07**

| Eixo | Tipo | FE | Carga (ton) | FC | FVi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eixo Simples | 100% | 6,00 | 0,278 | 0,278 |
| 2 | Eixo simples de roda dupla | 88% | 10,00 | 3,289 | 2,894 |
| 3 | Dois eixos duplos em tandem | 100% | 17,00 | 8,549 | 8,549 |
| 4 | Três eixos duplos em tandem | 26% | 25,50 | 9,300 | 2,454 |
| 5 | Eixo Simples | 1% | 6,00 | 0,278 | 0,003 |
| 6 | Dois eixos duplos em tandem | 19% | 17,00 | 8,549 | 1,603 |

## Evolução dos danos no pavimento

| Mês | N Equiv | Área Trincada | ATR (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 5,914e+05 | 1,84% | 0,7 |
| 6 | 3,573e+06 | 3,61% | 0,8 |
| 12 | 7,206e+06 | 4,91% | 0,9 |
| 18 | 1,090e+07 | 6,06% | 0,9 |
| 24 | 1,465e+07 | 7,21% | 0,9 |
| 30 | 1,847e+07 | 8,42% | 0,9 |
| 36 | 2,235e+07 | 9,74% | 0,9 |
| 42 | 2,630e+07 | 11,21% | 0,9 |
| 48 | 3,031e+07 | 12,89% | 1,0 |

| Mês | N Equiv | Área Trincada | ATR (mm) |
|---|---|---|---|
| 54 | 3,439e+07 | 14,82% | 1,0 |
| 60 | 3,853e+07 | 17,06% | 1,0 |

## Análise de Afundamento de Trilha de Roda

| Cam | Material | Afundamento de Trilha de Roda (mm) |
|---|---|---|
| 1 | CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO | 0,00 |
| 2 | BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) | 0,00 |
| 3 | MATERIAL GRANULAR | 0,45 |
| 4 | SUBLEITO | 0,54 |
| | **Afundamento de Trilha de Roda (mm)** | **1,0** |

## Controle por Deflexões

*As bacias foram calculadas considerando as camadas aderidas e um fator de segurança, após avaliados dados de campo comparativos entre FWD e Viga Benkelman. Os resultados apresentados estão a favor do dimensionamento.*

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: CONCRETO ASFÁLTICO MODIFICADO - CAPFLEX SBS 60/85

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 25 | 23 | 22 | 21 | 20 | 17 | 14 | 12 | 11 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC) - Reciclagem com esp. asf e incorp. revest.

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 30 | 28 | 27 | 24 | 22 | 18 | 14 | 12 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 16 | 14 | 13 | 11 | 10 | 7 | 6 | 4 | 4 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: MATERIAL GRANULAR - Brita mal graduada

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 77 | 49 | 37 | 27 | 22 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 70 | 33 | 22 | 14 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Solo argiloso

| Equipamento | Sensor 1 0 cm | Sensor 2 20 cm | Sensor 3 30 cm | Sensor 4 45 cm | Sensor 5 60 cm | Sensor 6 90 cm | Sensor 7 120 cm | Sensor 8 150 cm | Sensor 9 180 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga Benkelman Raio = 10,8 cm Carga = 8,2 ton | 76 | 46 | 35 | 26 | 21 | 16 | 13 | 11 | 10 |
| FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton | 79 | 32 | 20 | 13 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 |

## viii. Especificações e critérios

A seguir são apresentadas as especificações dos serviços e critérios de liberação de camadas do pavimento semi-rígido.

- Para a camada de revestimento betuminoso devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Concreto asfáltico modificado por polímero Faixa “C” – CAPFLEX SBS 60/85 (DER-PR ES-P 15/17);
    - Controle deflectométrico: ≤ 25 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 12 x $10^{-2}$ (FWD).
- Para a camada de reforço devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Geogrelha de reforço de camadas asfálticas constituída por poliéster de alta tenacidade, impregnada com revestimento betuminoso, combinada a não-tecido com resistência bidirecional de 50 kN/m e deformação máxima de 12%, MacGrid® AR 5G.2 ou similar (DER-SP ET-DE-P00/043).

- Para a camada de Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita devem ser garantidas as seguintes especificações:
    - Mistura de camada asfáltica (≈ 15 cm), base de brita mal graduada (≈ 10 cm), espuma asfáltica, cimento e brita (DER-PR ES-P 32/05);
    - Consumo mínimo de CAP 50/70 = 39 kg/m³ (tolerância máxima +15%);
    - Consumo mínimo de cimento = 46 kg/m³ (tolerância máxima +10%);
    - Consumo mínimo de brita graduada = 0,106 m³/m³ ou 159 kg/m³;
    - Energia de compactação: Proctor Modificado;
    - Controle deflectométrico: ≤ 30 x $10^{-2}$ (Viga Benkelman) e ≤ 16 x $10^{-2}$ (FWD).

As camadas de sub-base e subleito não serão objeto de controle deflectométrico em função da metodologia de execução da camada de base reciclada com reaproveitamento das camadas de asfalto e parte da camada de base existente com adição de brita e cimento.

A expectativa de espessura média do revestimento asfáltico é da ordem de 15 cm, o que significa que será reaproveitado cerca de 10 cm da camada de base granular. A adição de brita visa a correção granular da mistura (a mistura reciclada deve atender a Faixa I ou II da norma DER-PR ES-P 32/05) e do desnível existente nos acostamentos.

No item 5.3.5.6 foi apresentada a simulação da composição granulométrica obtida a partir das estimativas de espessura de concreto asfáltico e brita, considerando as variações granulométricas possíveis e a adição de cimento e emulsão asfáltica.

Na execução da camada da base reciclada deve ser garantida a espessura compactada definida em projeto. Em função da compactação da nova estrutura poderá haver variação da cota do greide da pista existente. Aliado a isto, em função do acréscimo de espessura obtido pela adição da nova camada de asfalto haverá elevação do greide em até 10,6 cm. Entretanto, na região de transição deverá ser garantida a continuidade com o greide existente. Para isso, será necessário o rebaixo da camada de base reciclada na zona de transição (início ou fim do projeto e taper) que possui extensão não inferior a 10 m (variação inferior a 1%, 1 cm por metro).

### 5.3.5.6 Composição granulométrica da base reciclada

Este item traz uma abordagem relativa a variabilidade da faixa granulométrica da mistura obtida pela reciclagem com incorporação do asfalto existente, espuma asfáltica e cimento com adição de brita.

Primeiramente, destaca-se que a técnica indicada apresenta vantagens como a redução de gastos com transporte de materiais, a redução de geração de resíduos de construção, a redução de exploração de materiais nobres (pedreiras), além de permitir a obtenção de camadas com alto módulo de resiliência. Outro fator relevante é a capacidade de homogeneização das recicladoras que é capaz de revolver todo o material envolvido na mistura, de forma a se obter misturas adequadas para a camada de pavimento proposta.

Para tanto, torna-se importante estabelecer a espessura mínima de reciclagem garantindo que todo o material residual da camada asfáltica seja misturado com a camada de base existente, cimento, espuma asfáltica e brita de forma a se obter granulometria dentro das faixas I ou II especificadas pela norma DER/PR ES-P 32/05, admitidas as tolerâncias da norma.

Em visita as regionais na área de abrangência da PR-280 foram coletadas informações sobre os recapeamentos, as restaurações e as pavimentações realizadas na rodovia. Foi consenso de que a espessura máxima representativa de asfalto seria da ordem de 15 cm. Isso conduziu a definição de uma espessura mínima de reciclagem de 25 cm relacionada ao método executivo e as premissas do dimensionamento em função das camadas do pavimento existente.

Entretanto, considerando a possibilidade de variações localizadas foram avaliadas hipóteses de variação de espessura e composição granulométrica teórica, sendo simuladas espessuras de 10, 15 e 20 cm de CBUQ existente e taxa de brita não inferior a 6,9%, em peso, considerando a complementação de volume necessária para corrigir os desníveis existentes nos acostamentos.

As Tabelas 5.3.28 a 5.3.30 mostram as variações da faixa granulométrica da mistura reciclada considerando as simulações propostas. Nota-se que o percentual de

brita e materiais finos (cimento e CAP) foram mantidos constantes como previsto no projeto.

As faixas granulométricas indicadas foram àquelas apresentadas pela Brita 1 da pedreira NS da Luz indicada para o projeto, faixa granulométrica de materiais finos e faixa granulométrica teórica para material asfáltico demolido pela recicladora. Observa-se que as variações de granulometria esperadas em campo para as espessuras consideradas podem ser enquadradas nas faixas granulométricas I ou II do DER-PR consideradas as tolerâncias admissíveis.

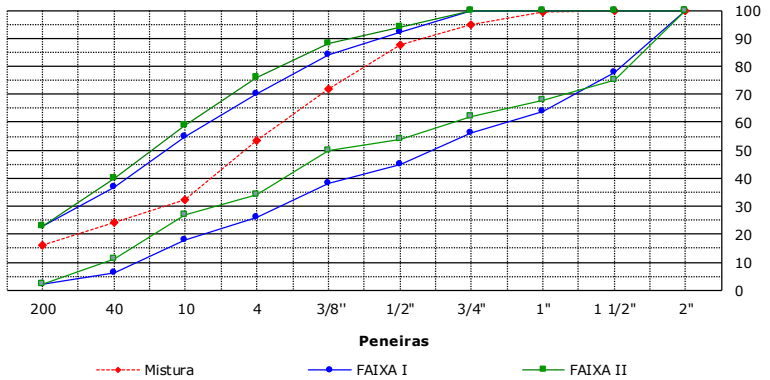
Isso significa que admitindo-se a previsão de espessuras de até 15 cm de CBUQ o resultado da mistura de materiais proposta estará perfeitamente adequada as especificações da norma de base reciclada. Ainda assim, considerando espessuras pontuais de até 20 cm e as propostas de adição de materiais não haverá necessidade de fresagem do CBUQ e a faixa obtida atenderá as especificações do DER-PR.

**Tabela 5.3.28 – Composição granulométrica proposta (espessura de 10 cm de CBUQ / Reciclagem de 25 cm).**

**COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA MISTURA RECICLADA**

| PENEIRA | | CBUQ DEMOLIDO | 37,9% | BASE EXISTENTE | 51,5% | FINOS | 3,7% | BRITA 1 | 6,9% | MIX. | FAIXA I | | FAIXA II | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pol./Nº | Abertura (mm) | | | | | | | | | | MÍN. | MÁX. | MÍN. | MÁX. |
| 2" | 50,8 | 100,0 | 37,9 | 100,0 | 51,5 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1 1/2" | 38,1 | 100,0 | 37,9 | 100,0 | 51,5 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 78 | 100 | 75 | 100 |
| 1" | 25,4 | 100,0 | 37,9 | 98,7 | 50,8 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 99 | 64 | 100 | 68 | 100 |
| 3/4" | 19,1 | 100,0 | 37,9 | 91,4 | 47,1 | 100,0 | 3,7 | 92,1 | 6,4 | 95 | 56 | 100 | 62 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 100,0 | 37,9 | 84,1 | 43,3 | 100,0 | 3,7 | 37,8 | 2,6 | 88 | 45 | 92 | 54 | 94 |
| 3/8'' | 9,5 | 73,8 | 28,0 | 76,8 | 39,6 | 100,0 | 3,7 | 10,2 | 0,7 | 72 | 38 | 84 | 50 | 88 |
| 4 | 4,8 | 58,8 | 22,3 | 53,5 | 27,5 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 54 | 26 | 70 | 34 | 76 |
| 10 | 0,42 | 35,0 | 13,3 | 30,1 | 15,5 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 32 | 18 | 55 | 27 | 59 |
| 40 | 0,18 | 28,8 | 10,9 | 18,4 | 9,5 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 24 | 6 | 37 | 11 | 40 |
| 200 | 0,075 | 13,8 | 5,2 | 14,0 | 7,2 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 16 | 2 | 23 | 2 | 23 |

**GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS**



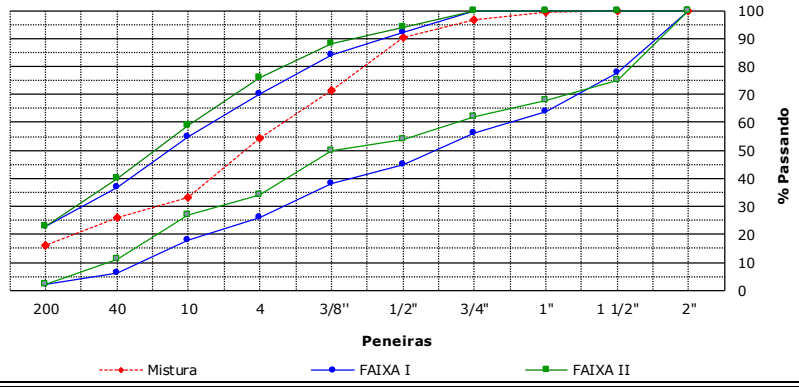

| PROCEDÊNCIA | |
|---|---|
| | |
| CBUQ DEMOLIDO | Pista existente |
| BASE | Pista existente |
| BRITA 1 | Pedreira NS da Luz |
| FINOS | Cimento + CAP |

## Tabela 5.3.29 – Composição granulométrica proposta (espessura de 15 cm de CBUQ / Reciclagem de 25 cm).

**COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA MISTURA RECICLADA**

| PENEIRA | | CBUQ DEMOLIDO | 55,7% | BASE EXISTENTE | 33,7% | FINOS | 3,7% | BRITA 1 | 6,9% | MIX. | FAIXA I | | FAIXA II | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pol./Nº | Abertura (mm) | | | | | | | | | | MÍN. | MÁX. | MÍN. | MÁX. |
| 2" | 50,8 | 100,0 | 55,7 | 100,0 | 33,7 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1 1/2" | 38,1 | 100,0 | 55,7 | 100,0 | 33,7 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 78 | 100 | 75 | 100 |
| 1" | 25,4 | 100,0 | 55,7 | 98,7 | 33,3 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 64 | 100 | 68 | 100 |
| 3/4" | 19,1 | 100,0 | 55,7 | 91,4 | 30,8 | 100,0 | 3,7 | 92,1 | 6,4 | 97 | 56 | 100 | 62 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 100,0 | 55,7 | 84,1 | 28,3 | 100,0 | 3,7 | 37,8 | 2,6 | 90 | 45 | 92 | 54 | 94 |
| 3/8'' | 9,5 | 73,8 | 41,1 | 76,8 | 25,9 | 100,0 | 3,7 | 10,2 | 0,7 | 71 | 38 | 84 | 50 | 88 |
| 4 | 4,8 | 58,8 | 32,7 | 53,5 | 18,0 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 54 | 26 | 70 | 34 | 76 |
| 10 | 0,42 | 35,0 | 19,5 | 30,1 | 10,2 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 33 | 18 | 55 | 27 | 59 |
| 40 | 0,18 | 28,8 | 16,0 | 18,4 | 6,2 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 26 | 6 | 37 | 11 | 40 |
| 200 | 0,075 | 13,8 | 7,7 | 14,0 | 4,7 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 16 | 2 | 23 | 2 | 23 |

**GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS**



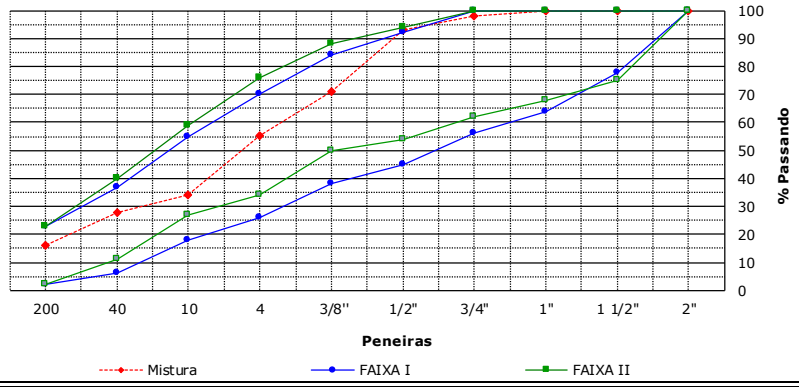

| PROCEDÊNCIA | |
|---|---|
| | |
| CBUQ DEMOLIDO | Pista existente |
| BASE | Pista existente |
| BRITA 1 | Pedreira NS da Luz |
| FINOS | Cimento + CAP |

## Tabela 5.3.30 – Composição granulométrica proposta (espessura de 20 cm de CBUQ / Reciclagem de 25 cm).

**COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA MISTURA RECICLADA**

| PENEIRA | | CBUQ DEMOLIDO | 72,9% | BASE EXISTENTE | 16,5% | FINOS | 3,7% | BRITA 1 | 6,9% | MIX. | FAIXA I | | FAIXA II | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pol./Nº | Abertura (mm) | | | | | | | | | | MÍN. | MÁX. | MÍN. | MÁX. |
| 2" | 50,8 | 100,0 | 72,9 | 100,0 | 16,5 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1 1/2" | 38,1 | 100,0 | 72,9 | 100,0 | 16,5 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 78 | 100 | 75 | 100 |
| 1" | 25,4 | 100,0 | 72,9 | 98,7 | 16,3 | 100,0 | 3,7 | 100,0 | 6,9 | 100 | 64 | 100 | 68 | 100 |
| 3/4" | 19,1 | 100,0 | 72,9 | 91,4 | 15,1 | 100,0 | 3,7 | 92,1 | 6,4 | 98 | 56 | 100 | 62 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 100,0 | 72,9 | 84,1 | 13,9 | 100,0 | 3,7 | 37,8 | 2,6 | 93 | 45 | 92 | 54 | 94 |
| 3/8'' | 9,5 | 73,8 | 53,8 | 76,8 | 12,7 | 100,0 | 3,7 | 10,2 | 0,7 | 71 | 38 | 84 | 50 | 88 |
| 4 | 4,8 | 58,8 | 42,8 | 53,5 | 8,8 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 55 | 26 | 70 | 34 | 76 |
| 10 | 0,42 | 35,0 | 25,5 | 30,1 | 5,0 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 34 | 18 | 55 | 27 | 59 |
| 40 | 0,18 | 28,8 | 21,0 | 18,4 | 3,0 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 28 | 6 | 37 | 11 | 40 |
| 200 | 0,075 | 13,8 | 10,0 | 14,0 | 2,3 | 100,0 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 16 | 2 | 23 | 2 | 23 |

**GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS**




| PROCEDÊNCIA | |
|---|---|
| | |
| CBUQ DEMOLIDO | Pista existente |
| BASE | Pista existente |
| BRITA 1 | Pedreira NS da Luz |
| FINOS | Cimento + CAP |

## 5.4 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

### 5.4.1 Introdução

O Projeto de Sinalização horizontal, vertical e medidas de proteção e segurança viária, parte integrante do Projeto de Engenharia para Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO), foi desenvolvido objetivando regular, advertir e orientar o trânsito, de forma a indicar aos usuários da via a maneira correta e segura de circulação e manobras, a fim de evitar acidentes ou interrupções no tráfego normal. Também são objetivos do projeto definir medidas de proteção e segurança, de forma a assegurar o perfeito funcionamento e operação da rodovia.

### 5.4.2 Metodologia adotada

A metodologia de projeto seguiu, em linhas gerais, as diretrizes do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL. As soluções de projeto também seguiram as recomendações da metodologia iRAP com vistas a adoção de medidas de melhoramentos de baixo custo para aumentar a segurança rodoviária da rodovia.

Em geral, o projeto foi desenvolvido de acordo com a IS-215: Projeto de Sinalização e IS-224: Projeto de Sinalização da Rodovia durante a Execução de Obras e Serviços do Manual de Diretrizes Básicas de Estudos e Projetos Rodoviários – Publicação IPR 726/2006 – DNIT.

Na elaboração do projeto foram consideradas as recomendações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN (Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação, 2007; Volume II - Sinalização Vertical de Advertência, 2007; Volume III - Sinalização Vertical de Indicação, 2014; Volume IV - Sinalização Horizontal, 2007 e Volume VII - Sinalização Temporária, 2017), das resoluções do CONTRAN, do Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias – publicação IPR 738/2010 – DNIT, Manual de Sinalização Rodoviária – publicação IPR 743/2010 – DNIT, do Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL/2015 e do Manual de Codificação de vias do iRAP e Módulo da Metodologia iRAP nº 11 – Medidas.

**Figura 5.4.1 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação.**

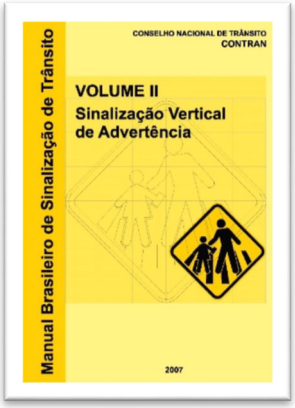



**Figura 5.4.2 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume II - Sinalização Vertical de Advertência.**

**Figura 5.4.3 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume III - Sinalização Vertical de Indicação.**

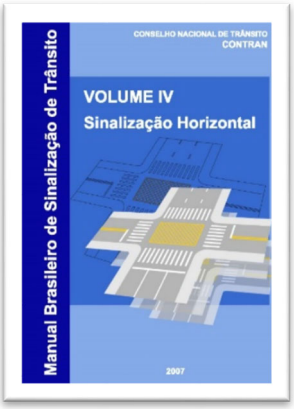



**Figura 5.4.4 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal.**

**Figura 5.4.5 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VII - Sinalização Temporária.**

**Figura 5.4.6 – Manual de Sinalização Rodoviária – 3ª edição.**

**Figura 5.4.7 – Guia Prático Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária - BR-LEGAL.**

**Figura 5.4.8 – Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL.**

**Figura 5.4.9 – Manual de Codificação de vias do iRAP.**

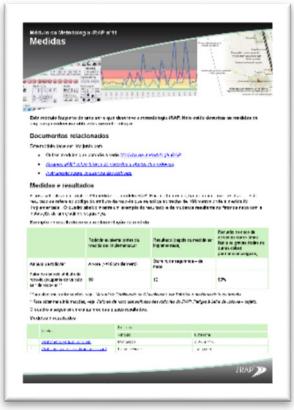



**Figura 5.4.10 – Módulo da Metodologia iRAP nº 11 – Medidas.**

### 5.4.3 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal é realizada através de marcações no pavimento, cuja função é regulamentar, advertir ou indicar aos usuários da via, condutores de veículos ou pedestres, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da mesma. Entende-se por marcações no pavimento, o conjunto de sinais constituídos de linhas, símbolos ou legendas, em tipos e cores diversos, dispostos sobre o pavimento.

O Projeto de Sinalização Horizontal consistirá na correta especificação e detalhamento dos diversos elementos de sinalização ao longo da via em conformidade com o CTB, a norma DNIT 100/2018-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal.

O material a ser utilizado na sinalização horizontal foi escolhido levando-se em consideração o VMDa – Volume médio diário anual de cada zona alvo deste projeto, conforme Tabela 5.4.1.

**Tabela 5.4.1 – VMDa – Volume diário anual.**

| ZONA | SEGMENTO | SEGMENTOS DE IMPLANT. 3ª FAIXA | VMDa 2018 | VMDa 2021 | VMDa 2025 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DIVISA SC/PR - ENTR. BR-153 (A) | 01 | 4.487 | 4.955 | 5.655 |
| 2 | ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (A) | 09 ao 19 | 4.209 | 4.647 | 5.304 |
| 3 | ENTR. BR-280 (A) - ENTR. BR-280 (B) (VITORINO) | 20 ao 22 | 9.908 | 10.940 | 12.486 |
| 4 | ENTR. BR-280 (B) (VITORINO) - ENTR. BR-373 (A) / PR-180 (MARMELEIRO) | 23 ao 27 | 6.593 | 7.280 | 8.309 |

Com base no que é preconizado no Manual do BR-LEGAL em relação a qual tipo de material a ser utilizado na pintura horizontal foi escolhido o material descrito na norma DNER-EM 276/2000 – Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água para os segmentos das zonas de tráfego 1, 2 e 4 e o material descrito na norma NBR 13731/2011 – Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água - Requisitos e métodos de ensaio para os segmentos da zona de tráfego 3.

A seguir é apresentada a Tabela 5.4.2 referente a recomendação do Programa de Segurança e Sinalização – BR-LEGAL.

**Tabela 5.4.2 – Tipo de material e espessura de aplicação em função do VMDa.**

| VMDa | MATERIAL DNIT | ESPESSURA (mm) | GARANTIA meses(1) |
|---|---|---|---|
| Até 5.000 | EM-368 | 0,6 | 18 |
| | EM-276 | 0,5 | 36 |
| 5.000 - 10.000 | EM-276 | 0,5 | 24 |
| 10.000 - 20.000 | NBR 13731 | 0,6 | 24 |
| Acima de 10.000(2) | Termoplástico Alto Relevo NBR 15543 | 2,0 (base) 8,0 (relevo) | 36 |
| 20.000 - 30.000 | Termoplástico EM 372 | 1,5 | 36 |
| Acima de 30.000(3) | Termoplástico EM 372 | 1,5 | 24 |
| Acima de 10.000(4) | Termoplástico Preformado ou elastoplástico | 1 | 24 |

(1) Essa garantia fica condicionada aos valores mínimos de retrorrefletividade inicial e residual;
(2) Em trechos críticos ou especiais;
(3) Em trechos de menor VMD, mas que apresentem na composição do tráfego grande quantidade de veículos comerciais (caminhão, ônibus) ou com larguras de faixa de rolamento inferiores a 3,5 m;

(4) Para sinalização de pequenos trechos em tangente, faixas de retenção, faixas de pedestres, símbolos, legendas.

Outra indicação de material de pintura foi aquela descrita na norma NBR 15543/2015 – Sinalização horizontal viária - Termoplástico alto-relevo aplicado pelo processo de extrusão mecânica indicada apenas em situações especiais ou segmentos críticos de segurança viária seguindo as recomendações da Tabela 5.4.3 e recomendações do iRAP. A pintura será executada com espessura da base de 2,50 mm, altura do relevo de 7,0 mm e distância entre relevos de 350 mm.

Para a sinalização de letras, setas e zebrados foi indicada a sinalização horizontal com material termoplástico por extrusão mecânica com espessura de 3,0 mm.

**Tabela 5.4.3 – Tipo de material para soluções complementares de segurança.**

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

No Projeto de Sinalização Horizontal serão determinados e especificados os seguintes elementos:

- Linhas de bordo (LBO);
- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);
- Linhas de continuidade (LCO);
- Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido (LMS);
- Linhas de estímulo a redução de velocidade (LRV);

- Marcações de Canalização;
- Marcações delimitadoras de parada de veículos específicos;
- Inscrições no Pavimento.

A largura, a cadência e o traço da sinalização horizontal foram definidas em função da velocidade diretriz da rodovia igual a 80 km/h. Todos os serviços de demarcação das faixas de tráfego foram elaborados com os preceitos estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - VOLUME IV - Sinalização Horizontal - Resolução N° 236/2007 - CONTRAN. As marcas longitudinais separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada à circulação de veículos, a sua divisão em faixas de mesmo sentido, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo ou preferencial de espécie de veículo, as faixas reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem e transposição.

### 5.4.3.1 Linhas de bordo (LBO)

As Linhas de Bordo de Pista 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).

As linhas de bordo (LBO) são pintadas de forma contínua, na cor branca, a 0,15m da borda do acostamento, na largura de 0,15m para a pista principal.

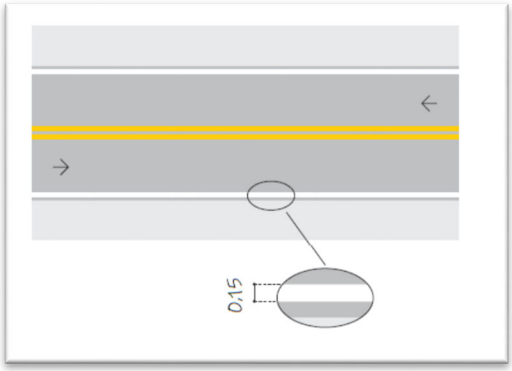



**Figura 5.4.11 – Linhas de bordo.**

### 5.4.3.2 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.

A LFO-2 divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos, pintadas na cor amarela, com largura de 0,15 m na cadência e traço descritos na Tabela 5.4.4.

**Tabela 5.4.4 – Largura, cadência, traço e espaçamento da LFO-2.**

| VELOCIDADE *V* (km/h) | LARGURA DA LINHA *l* (m) | CADÊNCIA t : e | TRAÇO t (m) | ESPAÇAMENTO e (m) |
|---|---|---|---|---|
| v ≥ 80 | 0,15 | 1:3 | 3 | 9 |
| | | **1:3** | **4** | **12** |

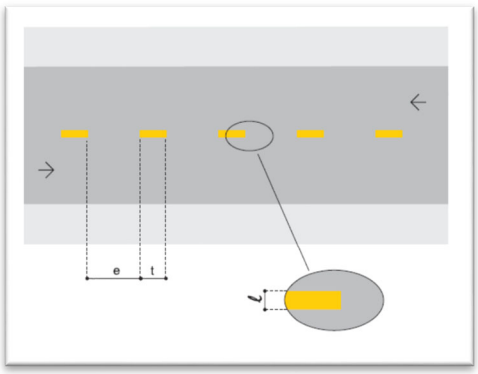



**Figura 5.4.12 – Linhas de divisão de fluxos opostos – LFO-2.**

A LFO-3 deve ser utilizada no projeto nos trechos onde se identificou a impossibilidade de se ultrapassar com segurança, face à existência de restrições de visibilidade, as linhas demarcadoras de faixas de tráfego serão duplas e contínuas, pintadas na cor amarela, com largura de 0,15m e espaçamento conforme descrito na Tabela 5.4.5.

**Tabela 5.4.5 – Largura e espaçamento da LFO-3.**

| LARGURA *l* (m) | ESPAÇAMENTO *d* (m) |
|---|---|
| 0,10 | 0,15 |
| **0,15** | **0,20** |

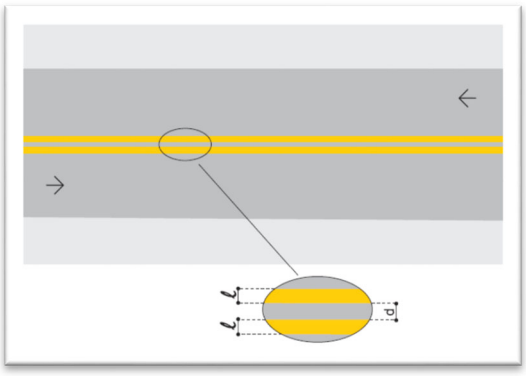


**Figura 5.4.13 – Linhas de divisão de fluxos opostos – LFO-3**

A LFO - 4 divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem, a transposição e deslocamento lateral são proibidos ou permitidos, pintadas na cor amarela, com largura de 0,15m, sua cadência e traço atendem a Tabela 5.4.6.

**Tabela 5.4.6 – Largura, cadência, traço e espaçamento da LFO-4.**

| VELOCIDADE *V* (km/h) | LARGURA DA LINHA *l* (m) | CADÊNCIA t : e | TRAÇO t (m) | ESPAÇAMENTO e (m) |
|---|---|---|---|---|
| v ≥ 80 | 0,15 | 1:3 | 3 | 9 |
| | | **1:3** | **4** | **12** |

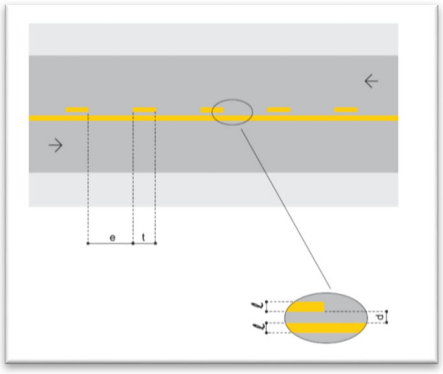


**Figura 5.4.14 – Linhas de divisão de fluxos opostos – LFO-4**

### 5.4.3.3 Linhas de continuidade (LCO)

As linhas de continuidade são aquelas que delimitam faixas de aceleração ou desaceleração ou dão continuidade as linhas de bordo nas entradas e saídas de pista.

As linhas de continuidade (LCO) são pintadas de forma descontínua, na cor branca, na largura da linha que a antecede, pintadas em segmentos de 2,0m espaçados de 2,0m (proporção 1:1), conforme a Tabela 5.4.7.

**Tabela 5.4.7 – Cadência, traço e espaçamento da LCO.**

| VELOCIDADE *v* (km/h) | CADÊNCIA t : e | TRAÇO t (m) | ESPAÇAMENTO e (m) |
|---|---|---|---|
| v ≤ 60 | 1 : 1 | 1,00 | 1,00 |
| **v > 60** | **1 : 1** | **2,00** | **2,00** |

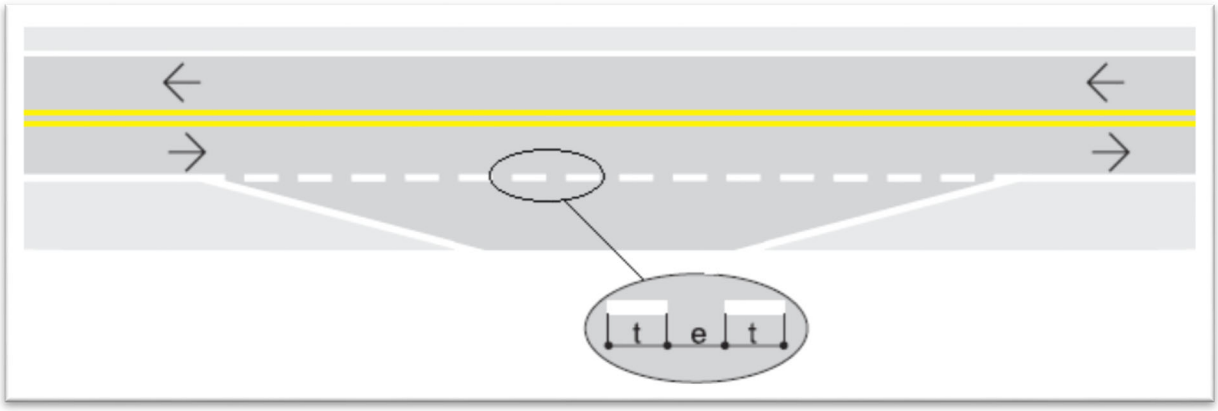



**Figura 5.4.15 – Linhas de continuidade – LCO.**

### 5.4.3.4 Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido (LMS)

As Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido (LMS) separam os movimentos veiculares de mesmo sentido e regulamentam a ultrapassagem e a transposição.

A linha simples contínua (LMS-1) ordena o fluxo de mesmo sentido regulamentando as situações onde são proibidas a ultrapassagem e transposição de faixa de trânsito, sendo pintadas de forma contínua, na cor branca, com 0,15 m de largura.

A linha simples seccionada (LMS-2) ordena fluxos de mesmo sentido, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito indicando os trechos com permissão de ultrapassagem e transposição, sendo pintadas de forma descontínua em segmentos de 4,0m espaçados de 12,0m (proporção 1:3), na cor branca, com 0,15m de largura, conforme Tabela 5.4.8.

**Tabela 5.4.8 – Largura, cadência, traço e espaçamento da LMS.**

| VELOCIDADE *v* km/h) | LARGURA l (m) | CADÊNCIA t : e | TRAÇO t (m) | ESPAÇAMENTO e (m) |
|---|---|---|---|---|
| v < 60 | 0,10 | 1:2 | 1 | 2 |
| | 0,10 | 1:2 | 2 | 4 |
| | | 1:3 | 2 | 6 |
| 60 ≤ v < 80 | 0,10 | 1:2 | 3 | 6 |
| | | 1:2 | 4 | 8 |
| | | 1:3 | 2 | 6 |
| | | 1:3 | 3 | 9 |
| v ≥ 80 | 0,15 | 1:3 | 3 | 9 |
| | | **1:3** | **4** | **12** |

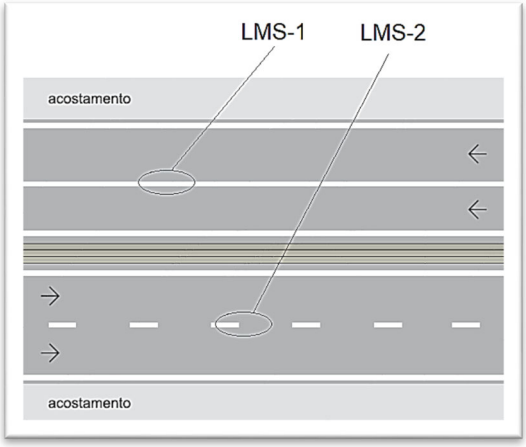



**Figura 5.4.16 – Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido – LMS.**

### 5.4.3.5 Linhas de estímulo a redução de velocidade (LRV)

A LRV é um conjunto de linhas paralelas que, pelo efeito visual, induz o condutor a reduzir a velocidade do veículo, de maneira que esta seja ajustada ao limite desejado em um ponto adiante na via.

As linhas são contínuas, na cor branca com espaçamento entre si variável e decrescente no sentindo do tráfego, de forma a transmitir aos condutores a sensação de aumento de velocidade.

O número de linhas e o espaçamento entre elas é função da velocidade de percurso na aproximação, da velocidade final a que se propõe chegar e, ainda, da taxa de desaceleração considerada.

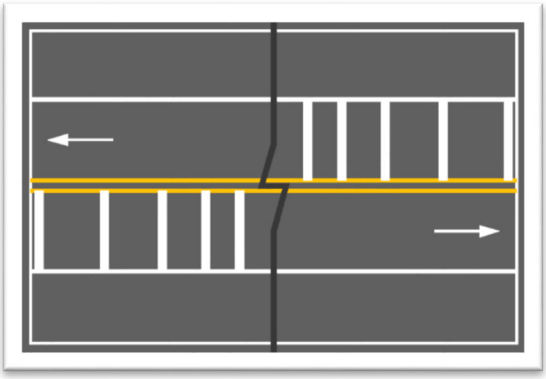


**Figura 5.4.17 – Linhas de estímulo a redução de velocidade - LRV.**

A largura (l) da linha varia de acordo com a velocidade regulamentada na via, conforme tabela a seguir:

**Tabela 5.4.9 – Largura da LRV.**

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | LARGURA DA LINHA – l (m) |
|---|---|
| v < 60 | 0,20 |
| 60 ≤ v ≤ 80 | 0,30 |
| v > 80 | 0,40 |

### 5.4.3.6 Marcações de canalização

As marcas de canalização são constituídas por zebrado de preenchimento de área de pavimento não utilizável, canteiros centrais fictícios e linhas de canalização, sendo utilizadas para direcionar os fluxos veiculares em situações que provoquem alterações de trajetória e mudanças de alinhamento.

O zebrado de preenchimento é composto por linhas diagonais posicionadas em função do sentido do fluxo, de tal forma a sempre conduzir o veículo para a pista trafegável, e formando um ângulo $\alpha$, igual ou próximo de 45º, com a linha de canalização que lhe é adjacente. Por questões de segurança e fluidez do tráfego optou-se por utilizar

0,40m de largura de linha interna “A” e largura de 1,20m para a largura da linha interna “B”, conforme descrito na Tabela 5.4.10 e exemplificado na Figura 5.4.18.

**Tabela 5.4.10 – Marcações de canalização.**

| DIMENSÕES | CIRCULAÇÃO | ÁREA DE PROTEÇÃO DE ESTACIONAMENTO |
|---|---|---|
| Largura da linha interna A | mínima 0,30 m | mínima 0,10 m |
| | máxima 0,50 m | máxima 0,40 m |
| Largura da linha interna B | mínima 1,10 m | mínima 0,30 m |
| | máxima 3,50 m | máxima 0,60 m |

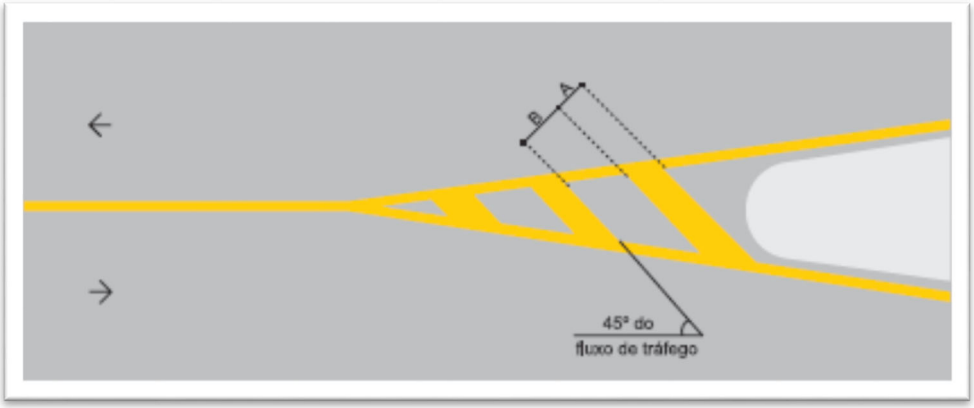



**Figura 5.4.18 – Marcações de canalização.**

### 5.4.3.7 Marcação de transição de largura de pista (MTL)

A MTL é utilizada na alteração da largura de pista disponível para a circulação, orientando a direção do fluxo viário para o consequente aumento ou diminuição do número de faixas. Tendo sua utilização prevista nos inícios e términos das terceiras faixas propostas.

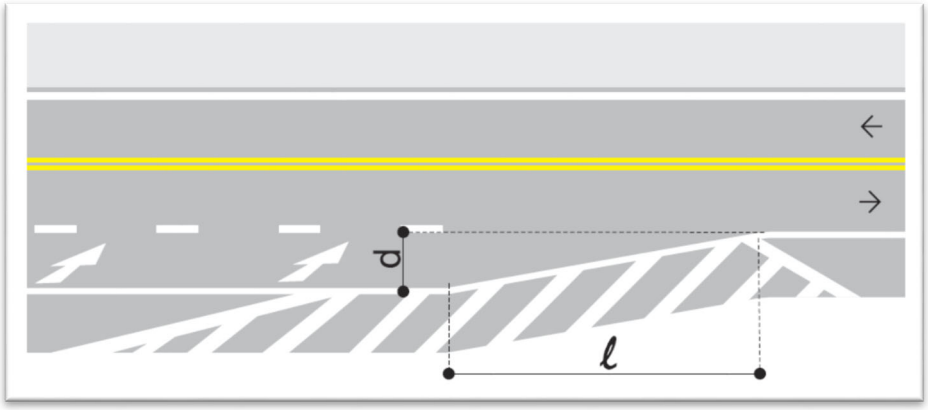



**Figura 5.4.19 – Marcação de transição de largura de pista.**

$$\ell = 0{,}5 \times v \times d$$

onde:

$\ell$ - comprimento do trecho de estreitamento (m);

v - velocidade regulamentada no trecho (km/h);

d - variação na largura da faixa de mesmo sentido (m);

Os valores resultantes podem ser alterados quando estudos de engenharia indiquem a necessidade por questões de segurança.

### 5.4.3.8 Marcações de acostamento pavimentado e de canteiros centrais fictícios

A MAC é utilizada para demarcar o pavimento não destinado a circulação de veículos nos canteiros centrais fictícios e acostamentos não pavimentados.

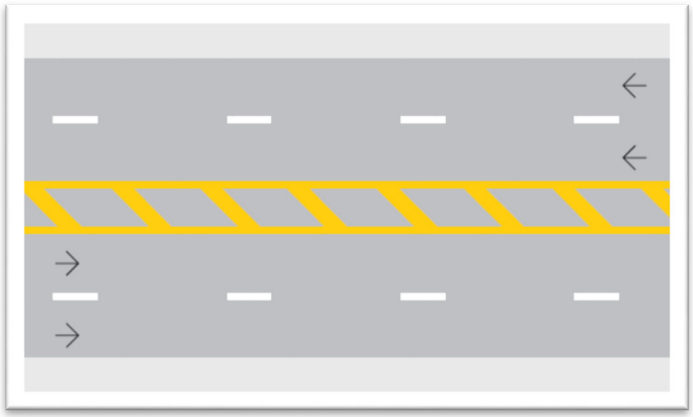


**Figura 5.4.20 – Marcação de canteiro central fictício.**

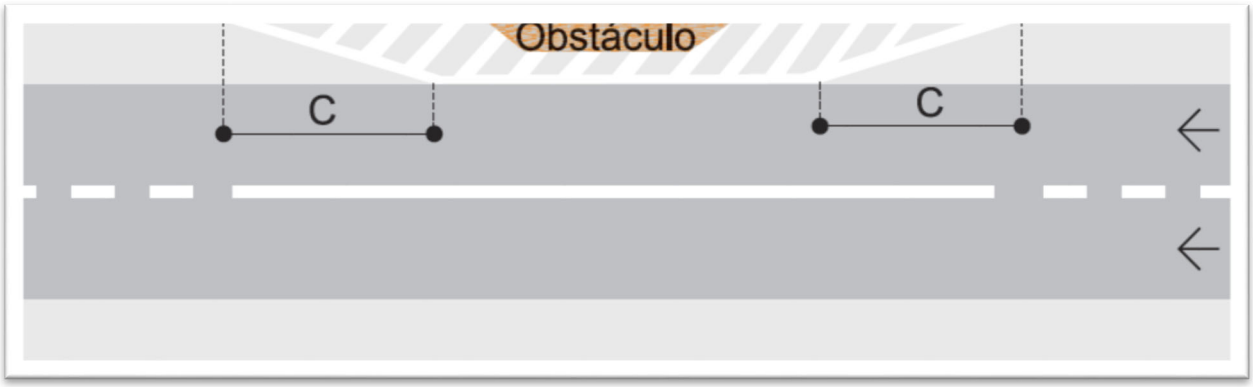



**Figura 5.4.21 – Marcação de demarcação no acostamento.**

### 5.4.3.9 Marcações delimitadoras de parada de veículos específicos

As marcas de delimitação de parada de veículos específicos (MVE) são constituídas de pintura contínua na cor amarela com largura de 0,20 m, sendo destinadas a operação exclusiva de parada de ônibus.

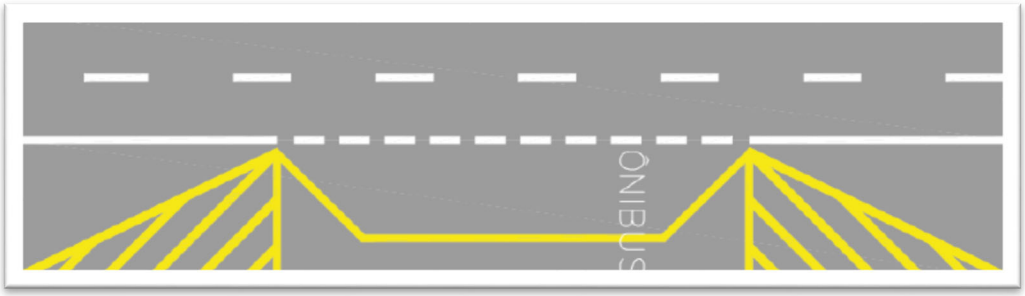



**Figura 5.4.22 – Marcação MVE em baias de ônibus.**

### 5.4.3.10 Inscrições no pavimento

As inscrições no pavimento se apresentam como setas, símbolos ou legendas, aplicados sobre as faixas ou sobre a pista de rolamento, com o objetivo de advertir, orientar e complementar a regulamentação do tráfego, ampliando a percepção do usuário quanto às condições de operação da via, aumentando a segurança viária.

Deverão ser pintadas inscrições, na cor branca, do tipo setas indicativas de posicionamento na pista para execução de movimentos (PEM), conforme Figura 5.4.23 e setas indicativas de mudança obrigatória de faixa (MOF), conforme Figura 5.4.24.

O comprimento das setas PEM e MOF atendem a Tabela 5.4.11.

**Figura 5.4.23 – Inscrições no pavimento – PEM.**

**Figura 5.4.24 – Inscrições no pavimento – MOF.**

**Tabela 5.4.11 – Comprimento das setas PEM e MOF.**

| VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h) | COMPRIMENTO DA SETA (m) |
|---|---|
| v < 60 | 5,00 |
| 60 ≤ v < 80 | 5,00 |
| v ≥ 80 | 7,50 |

## 5.4.4 Sinalização vertical

A sinalização vertical é constituída dos sinais de trânsito, cuja finalidade essencial é transmitir na via pública, normas específicas, mediante símbolos e legendas padronizadas, com objetivo de regulamentar (sinais de regulamentação), advertir (sinais de advertência) e indicar (sinais de indicação) a forma correta e segura para

movimentação de veículos e pedestres. Deve ser adequada de forma a atender critérios que garantam condições mínimas de segurança viária em relação a sua visualização com o veículo em movimento na velocidade praticada na rodovia, de forma a proporcionar tempo hábil para tomada de decisões.

O Projeto de Sinalização Vertical consistirá na correta especificação e posicionamento das placas de regulamentação, de advertência e de indicação ao longo da via em conformidade com o CTB e a norma DNIT 101/2009-ES: Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário ‑ Sinalização vertical, ABNT NBR 14891/2012 ‑Sinalização vertical viária − Placas e a norma ABNT NBR 14644/2013 ‑ Sinalização Vertical Viária ‑ Películas ‑ Requisitos.

As legendas e desenhos das placas de regulamentação, advertência e indicação são padronizados, suas dimensões serão adotadas seguindo as características para as vias rurais com velocidade regulamentada V = 80 km/h.

#### 5.4.4.1 Regulamentação

A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Assim, o desrespeito aos sinais de regulamentação constitui infrações, previstas no capítulo XV do Código de Trânsito Brasileiro - CTB.

As principais placas de regulamentação indicadas foram:

- R-1 – Parada Obrigatória;
- R-2 – Dê a Preferência;
- R-7 – Proibido ultrapassar;
- R-19 – Velocidade máxima permitida;
- R-27 – Ônibus, caminhões e veículos de grande porte mantenham-se à direita.

As características básicas das placas de regulamentação são descritas a seguir:

##### 5.4.4.1.1 Placa Octogonal

- Fundo na cor vermelha;
- Símbolo na cor branca;
- Lado = 0,414 m;

- Orla interna = 0,04 m na cor branca;
- Orla externa = 0,02 m na cor vermelha.

#### 5.4.4.1.2 Placa Circular

- Fundo na cor branca;
- Símbolo na cor preta;
- Diâmetro = 1,00 m (via principal);
- Tarja = 0,10 m na cor vermelha;
- Orla = 0,10 m na cor vermelha.

#### 5.4.4.1.3 Placa Triangular

- Fundo na cor branca;
- Lado = 1,00 m (via principal);
- Tarja = 0,20 m (via principal) na cor vermelha.

As dimensões indicadas acima foram estipuladas em função do tipo de via, conforme recomendações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN, VOLUME I – Sinalização Vertical de Regulamentação, 2007.

### 5.4.4.2 Advertência

A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, quer sejam permanentes ou eventuais.

As principais placas de advertência indicadas foram:

- A-1a – Curva acentuada à esquerda;
- A-2a – Curva à esquerda;
- A-2b – Curva à direita;
- A-18 – Saliência ou lombada;
- A-21e – Alargamento de pista à direita;
- A-21c – Estreitamento de pista à direita;
- A-36 – Animais selvagens;
- PMA-01 – Inicio da terceira faixa a 200 m;

- PMA-02 – Término da terceira faixa a 100 m;
- PMA-03 – Saliência ou lombada a 500 m (composta);
- PMA-04 – Saliência ou lombada a 300 m (composta);
- PMA-05 – Saliência ou lombada a 100 m (composta);
- Marcadores de perigo;
- Delineadores.

As características básicas das placas de advertência são descritas a seguir:

#### 5.4.4.2.1 Placa Quadrada (sendo uma de suas diagonais posicionada na vertical)

- Fundo na cor amarela;
- Símbolo na cor preta;
- Lado = 1,00 m;
- Orla Externa = 0,020 m na cor amarela;
- Orla Interna = 0,040 m na cor preta.

#### 5.4.4.2.2 Placa Composta retangular

- Lado Menor = 1,50 m a 2,0 m;
- Lado Maior = 1,70 m a 2,50 m;
- Fundo na cor amarela;
- Símbolo na cor preta;
- Orla interna = 0,030 m, na cor preta;
- Orla externa = 0,015 m, na cor amarela.

#### 5.4.4.2.3 Placa Marcador de Perigo

- Lado Menor = 0,50 m;
- Lado Maior = 1,50 m;
- Fundo na cor amarela;
- Símbolo na cor preta.

#### 5.4.4.2.4 Placa Delineador

- Lado Menor = 0,50 m;

- Lado Maior = 0,60 m;
- Fundo na cor amarela;
- Símbolo na cor preta.

As dimensões indicadas acima foram estipuladas em função do tipo de via, conforme recomendações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN, VOLUME II – Sinalização Vertical de Advertência, 2007.

### 5.4.5 Sinalização de indicação

A sinalização vertical de indicação é a comunicação efetuada por meio de um conjunto de placas, com a finalidade de identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos e pedestres quanto aos percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares e atrativos turísticos, podendo também ter como função a educação do usuário.

As placas indicativas devem ser contornadas por orlas horizontais e verticais segundo os seguintes padrões:

As placas indicativas possuem orla externa na cor verde e orla interna na cor branca (fundo verde). No caso das placas educativas, a orla externa deverá ser na cor branca e a orla interna na cor preta (fundo branco). Nas placas indicativas de serviços auxiliares, a orla externa deverá ser na cor azul e a orla interna na cor branca (fundo azul).

As características básicas das placas indicativas são descritas a seguir:

- Lado Maior = 2,00 m a 2,50 m;
- Lado Menor = 1,50 m;
- Altura das letras = 0,200 m na cor preta (educativas);
- As dimensões horizontais devem variar em múltiplos de 0,10 m;
- As dimensões verticais devem variar em múltiplos de 0,10 m;
- Suas cores são: fundo na cor branca (educativas).

Para áreas entre $3 < A \leq 6$

- Tarjas = 0,030 m, na cor preta (educativas);
- Orla interna = 0,030 m, na cor preta (educativas);
- Orla externa = 0,015 m, na cor branca (educativas).

Para a sinalização indicativa de serviços auxiliares foi indicado o uso da placa descrita a seguir. As medidas adotadas foram lado menor 0,62 m (horizontal) e lado maior 1,00 m (vertical).

- I-12 – Ônibus.

As dimensões indicadas acima foram estipuladas em função do tipo de via, conforme recomendações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN, VOLUME III – Sinalização Vertical de Indicação, 2014.

### 5.4.6 Substrato e suportes de sustentação de placas

Os substratos a serem utilizados no âmbito do Programa BR-LEGAL são as chapas de aço, as chapas de alumínio e as chapas de poliéster e deverão seguir as especificações da Tabela 5.4.12.

**Tabela 5.4.12 – Substratos para a sinalização vertical.**

| MATERIAL | ESPECIFICAÇÃO DO SERVIÇO |
|---|---|
| Chapa de aço | Chapas planas de aço zincadas n° 16 em conformidade com a norma ABNT NBR 11904:2005. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliester) ou tinta esmalte sintético sem brilho na cor preta de secagem a 140° C |
| Chapa de alumínio | Chapas de aluminio com espessura de 2,0mm conforme ABNT NBR 7823:2007 e NBR 7556:2006 |
| Chapa de poliéster | Chapas planas de poliéster reforçado com fibra de vidro deverão atender a norma ABNT NBR 13275:2006. Os versos das chapas poderão ser na cor branca ou preto opaco. Deverão constar duas inscrições distribuídas proporcionalmente ao tamanho da placa medindo no mínimo 30cm x 20cm “Material Plástico – Não Reciclável – Sem Valor Comercial” |

As placas com áreas inferiores a 3,5 m² deverão ser em chapa de aço, sendo aquelas com área superior a 2,0 m² moduladas e para placas com áreas acima de 3,5 m² deverão ser em laminado de poliéster (fibra de vidro). Placas suspensas deverão ser, preferencialmente, em alumínio ou fibra de vidro.

O tipo de suporte foi definido a partir das recomendações do Manual do Programa BR-Legal em função do VMDa garantindo durabilidade adequada para a vida útil prevista da rodovia, conforme a Tabela 5.4.13.

**Tabela 5.4.13 – Especificação e aplicação dos tipos de suporte.**

| ESPECIFICAÇÃO DO SERVIÇO | APLICAÇÃO |
|---|---|
| Fornecimento e implantação de suporte de madeira | Nos segmentos que apresentarem VDMa < 10.000 |
| Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado | Em 60% das placas a serem implantadas nos segmentos que apresentarem VDMa > 10.000 |
| Fornecimento e implantação de suporte de polimérico de materiais reciclados | Em 40% das placas a serem implantadas nos segmentos que apresentarem VDMa > 10.000 |
| Fornecimento e implantação de placas moduladas em alumínio | Deverão ser utilizadas nas placas suspensas |

Para as placas em solo da zona de tráfego 1, 2 e 4, bem como delineadores e marcadores de perigo serão utilizados suportes de madeira com secção quadrada de 8 cm de lado, comprimento variável de acordo com as características do terreno. Os suportes devem ser confeccionados com madeira de eucalipto tratado, serrada, aparelhada e devidamente tratada com material protetor hidrossolúvel. Os suportes deverão ser pintados com duas demãos com tinta à base de borracha clorada ou esmalte sintético na cor branca.

Para as placas em solo na zona de tráfego 3 serão utilizados suportes metálicos galvanizado a fogo do tipo perfil C nas dimensões 110x70x25x2,00mm, h=3,50m para placas de regulamentação e advertência e 150x85x25x2,70mm, h=4,00m para placas indicativas e de advertência compostas.

Na placa suspensa indicada no projeto deverá ser utilizado semi-pórtico simples 7,20m para placas até 12 m².

As películas retrorefletivas deverão estar de acordo com a norma ABNT NBR 14644/ 2013 - Sinalização Vertical Viária - Películas – Requisitos.

Os suportes metálicos devem atender aos requisitos constantes na norma ABNT NBR 14890/2011 - Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – – Requisitos, devem atender também ao especificado na norma ABNT NBR 14962/2013 - Sinalização vertical viária - Suportes metálicos em aço para placas - Projeto e implantação e ABNT NBR 6323/2016 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

### 5.4.7 Posicionamento das placas

Com objetivo de assegurar boa visibilidade e leitura dos sinais, evitando o reflexo que pode ocorrer com incidência da luz dos faróis ou dos raios solares, as placas serão posicionadas fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via.

Para as placas de regulamentação e advertência recomenda-se que a altura livre entre o bordo inferior da placa e o solo seja no mínimo 1,20m. O afastamento lateral entre o bordo externo da placa e o bordo da pista ou meio fio deverá ser, no mínimo, 1,20m. Nos casos excepcionais de canteiros o afastamento lateral entre o bordo externo da placa e o bordo da pista ou meio fio deverá ser, no mínimo, 0,30m para trechos retos e 0,40 para trechos em curva.

Para as placas indicativas recomenda-se que a altura livre entre o bordo inferior da placa e a superfície da pista ou solo seja maior que 1,20m, sendo recomendado 1,50m. O afastamento lateral entre o bordo externo da placa e o bordo da pista ou acostamento deverá estar entre 1,20m a 3,0m. Nos casos excepcionais de canteiros o afastamento lateral entre o bordo externo da placa e o bordo da pista ou meio fio deverá ser, no mínimo, 0,30m para trechos retos e 0,40 para trechos em curva. No caso de placas suspensas recomenda-se que a altura livre entre o bordo inferior da placa e a superfície da pista seja maior que 5,50m e afastamento lateral mínimo de 1,50m.

Para marcadores de perigo a altura livre entre o bordo inferior da placa e o pavimento deve estar compreendida entre 0,80 m e 1,00m, enquanto os delineadores a altura livre deve ser de 1,20m.

Toda sinalização vertical existente na área do empreendimento foi verificada, sendo indicada a remoção ou substituição de placas em desacordo com a sinalização do projeto da rodovia. As placas existentes, cuja funcionalidade ou estado de conservação estejam adequadas foram mantidas.

### 5.4.8 Dispositivos de segurança viária

Neste item, foram considerados os dispositivos auxiliares de segurança relativos a sinalização de pista, a saber: tachas refletivas, tachões refletivos, sinalizadores e balizadores e, ainda, os dispositivos de proteção e segurança, quais sejam: defensas metálicas e atenuadores de impacto.

#### 5.4.8.1 Tachas refletivas

As tachas refletivas são dispositivos auxiliares à sinalização horizontal, fixadas na superfície do pavimento. Consiste em um corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego, possuindo uma ou duas faces retrorefletivas nas cores compatíveis com a marca viária.

Conforme recomendações do Manual do Programa BR-Legal/2015 na Tabela 5.4.14 a especificação de material das tachas deve obedecer ao VMDa observado na rodovia ou segmento de projeto. Para tanto, definiu-se o uso de Tachas refletivas Tipo III bidirecionais. Os dados de volume de tráfego dos segmentos de projeto foram apresentados na Tabela 5.4.1.

**Tabela 5.4.14 – Especificação e aplicação dos tipos de tachas.**

| ESPECIFICAÇÃO DO SERVIÇO | APLICAÇÃO |
|---|---|
| Tachas refletivas Tipo III monodirecionais e/ou bidirecionais | Nos segmentos que apresentarem VDMa < 20.000 |
| Tachas refletivas metálicas monodirecionais e/ou bidirecionais com 2 pinos | Nos segmentos que apresentarem VDMa > 20.000 |

Foram adotadas tachas bidirecionais na cor branca com elementos refletivos na cor branca e vermelha nas linhas de bordo (LBO) na cadência 1 a cada 16 metros nos segmentos em tangente e 1 a cada 8 m nos trechos em curva. Para os segmentos de terceira faixa a cadência foi reduzida para 1 a cada 8 m nas faixas de aceleração e desaceleração. Nos segmentos críticos de aproximação de obstáculos ou zonas de mudança de faixa em segmentos coincidentes de terceira faixa no sentido decrescente e crescente foi indicada cadência de 1 a cada 4 m.

Foram adotados os dispositivos auxiliares na forma de tacha bidirecional amarela com elemento refletivo na cor amarela sobre a linha de divisão de fluxo opostos (LFO) na cadência de 1 a cada 16 metros em trechos em tangente e 1 a cada 8 metros em trechos em curva. Nos segmentos críticos de aproximação de obstáculos ou zonas de mudança de faixa em segmentos coincidentes de terceira faixa no sentido decrescente e crescente foi indicada cadência de 1 a cada 4 m.

As tachas deves atender as especificações da norma ABNT NBR 14636/2013 - Sinalização horizontal viária – Tachas refletivas viárias – Requisitos.

**Tabela 5.4.15 – Cadência de tachas.**

| CARACTERÍSTICAS DO SEGMENTO | CADÊNCIA |
|---|---|
| Trechos em tangente | 1 a cada 16 metros |
| Trechos em curvas | 1 a cada 8 metros |
| Trechos que antecedem obstáculos ou OAE | 1 a cada 4 metros numa extensão de 150 metros nos dois sentidos |
| Nas marcas de canalização de fluxos | Deve ser colocada em cada área neutra entre as faixas do zebrado ao lado das linhas de canalização |

**Figura 5.4.25 – Tacha refletiva bidirecional.**

### 5.4.8.2 Tachões refletivos

Os tachões são dispositivos auxiliares à sinalização horizontal, fixados na superfície do pavimento. Consiste em um corpo resistente aos esforços provocados pelo

tráfego, possuindo uma ou duas faces retrorefletivas nas cores compatíveis com a marca viária.

Nas marcas de canalização de fluxos foram adotados tachões em cada área neutra entre as faixas do zebrado ao lado das linhas de canalização, na cor amarela com elemento refletivo na cor branca na cadência de 1 a cada 2 m.

Os tachões devem atender ao disposto na norma ABNT NBR 15576/2015 - Sinalização horizontal viária - Tachões refletivos viários - Requisitos e métodos de ensaio.

**Figura 5.4.26 – Tachão refletivo.**

### 5.4.8.3 Sinalizadores

Os sinalizadores ou delineadores são dispositivos refletivos auxiliares utilizados em conjunto as defensas metálicas e barreiras rígidas de concreto. Em geral, estes são utilizados em segmentos com alto risco de acidentes aumentando a percepção dos usuários quanto aos riscos eminentes.

Os sinalizadores são confeccionados em chapa de aço galvanizado a fogo, conforme a norma ABNT NBR 6323/2016 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido ‑ Especificação. O verso da chapa é pintado com tinta epóxi na cor preta fosca, secagem em estufa a 200°. Na face principal é aplicada película refletiva IA (Alta Intensidade) com refletância de acordo com a norma ABNT NBR 14644/ 2013 - Sinalização Vertical Viária - Películas ‑ Requisitos.

**Figura 5.4.27 – Sinalizadores refletivos.**

### 5.4.8.4 Balizadores

Os balizadores são elementos cilíndricos com Ø 0,10 m em concreto fck = 20 MPa dotados de película refletiva IA (alta intensidade) com função de aumentar a visibilidade de ilhas e segmentos críticos de manobras e ultrapassagem, principalmente em período noturno e devem atender a norma ABNT NBR 16592/2017 - Sinalização vertical viária - Dispositivos de sinalização de alerta (marcadores) ‑ Requisitos.

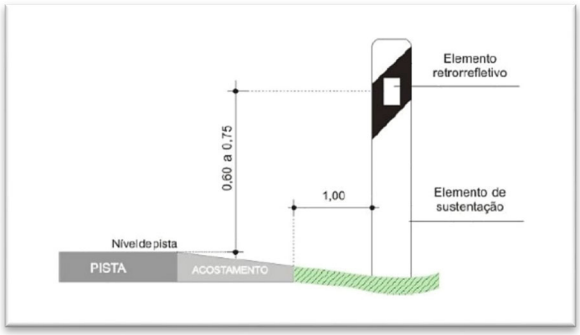



**Figura 5.4.28 – Balizadores refletivos.**

### 5.4.8.5 Defensas metálicas

As defensas são dispositivos de proteção contínuos capazes de possibilitar que os veículos desgovernados sejam reconduzidos à pista, sem brusca redução de velocidade, nem perda de direção, causando o mínimo de danos ao veículo, aos seus ocupantes e ao próprio dispositivo.

Indicou-se a utilização de defensa metálica com nível de contenção H1, severidade de impacto A e largura de área trabalho W4, composta por um perfil W horizontal e contínuo suportado por postes verticais "C-120" dispostos a cada 4m.

As defensas estão previstas, de forma geral, em segmentos que antecedem e sucedem obstáculos ou em locais potencialmente perigosos, tais como: aterros de altura elevada superior a 3,0m, trechos com combinação de curvas acentuadas e aterros de altura significativa superior a 2,50m e segmentos de aproximação de obstáculos isolados (postes de iluminação, árvores, pórticos e semi-pórticos) considerando as indicações da norma ABNT NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto, e das normas ABNT NBR 6971/2012 - Segurança no tráfego – Defensas metálicas – Implantação e ABNT NBR 6970/2012 - Segurança no tráfego — Defensas metálicas zincadas por imersão a quente, além das diretrizes gerais indicadas na metodologia iRAP.

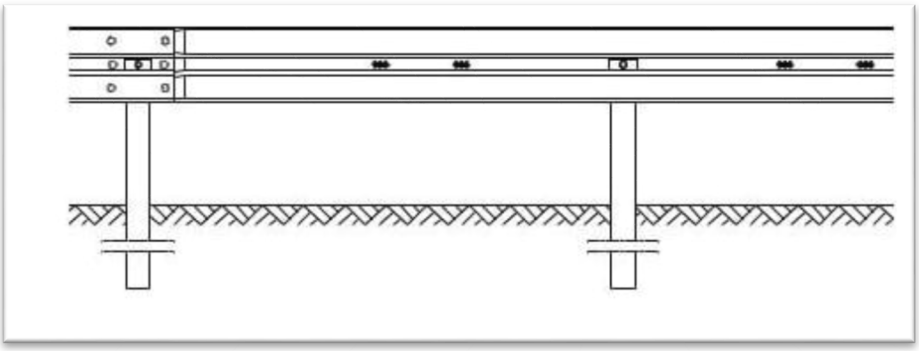


**Figura 5.4.29 – Defensas metálicas.**

A descrição dos segmentos e memória justificativa de implantação de defensas é apresentada no item 4.4.8 do Volume 3 – Memória Justificativa.

### 5.4.8.6 Atenuadores de impacto

Conforme indicações da norma ABNT 15486/2016 - Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto todo sistema de contenção deve ser introduzido ou encerrado de maneira adequada e com segurança. Dessa forma, os ditos terminais cumprem a função de minimizar os efeitos do impacto de um veículo desgovernado.

Da mesma forma, a metodologia iRAP estabelece que as extremidades de defensas metálicas com possibilidade de colisão com veículos deve ser dotada de atenuadores de impacto não sendo indicados terminais enterrados ou abatidos.

Para tanto, foi indicado o dispositivo atenuador de impacto descrito a seguir:

- Terminal absorvedor de energia, de abertura, composto de três lâminas dupla onda e demais acessórios para defensa metálica de acordo com a norma ABNT 15486 para velocidade de 100 km/h.

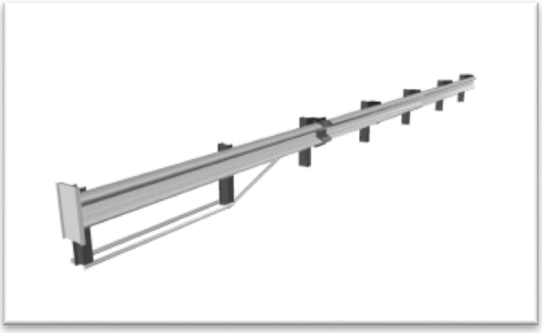


**Figura 5.4.30 – Terminal absorvedor de energia.**

### 5.4.9 Segurança contra riscos de colisão por saída de pista

A metodologia iRap foi concebida para ajudar a combater o alto custo social e econômico provocado pelos acidentes de trânsito. Esta metodologia tem por finalidade tornar as vias mais seguras para os usuários e para isso utiliza um sistema de codificação que terá como resultado final a classificação da rodovia dentro de parâmetros pré-estabelecidos.

Uma das codificações de maior risco aos usuários são aqueles atributos que estão à margem da via, como árvores e postes, por exemplo. Na metodologia aplicada pelo iRap, quanto mais próximo da via, maior o risco de acidente e consequentemente da perda de vidas.

A fim de melhorar a classificação da rodovia e concomitantemente garantir a segurança dos usuários, estão sendo previstas a remoção de árvores que estejam muito próximas ao bordo da rodovia. No caso da existência de suportes de pórticos e semi-pórticos ou postes de energia elétrica será realizada a proteção destes dispositivos com defensa metálica ou, para o caso de postes de energia, o seu remanejamento. Sendo assim, foram indicados os serviços descritos a seguir.

- Desmatamento e limpeza diâmetro até 30cm;
- Corte/limpeza, classificação, carga, transporte e enleiramento de árvores (volume estéreo);
- Limpeza de área e destocamento até 30 cm;
- Carga e transporte de material de limpeza;
- Remanejamento postes linha transmissão.

Os itens de desmatamento, corte, limpeza e carga descritos anteriormente são apresentados no grupo TERRAPLENAGEM da planilha orçamentária, enquanto que o item de remanejamento é apresentado no grupo SERVIÇOS COMPLEMENTARES.

Outros itens que podem afetar a segurança da rodovia, tais como: as valetas profundas de drenagem, o delineamento, as defensas danificadas ou não protegidas, os declives de aterros com inclinação superior a 1:4 e queda maior que 1,0 m, bem como a aderência da pista e a condição do pavimento da via foram objeto de análise dos itens 5.4.3 a 5.4.5 deste Projeto de Sinalização e Segurança Viária e do Projeto de Pavimentação.

As sarjetas existentes com desníveis acentuados ou aquelas cuja nova diretriz de pavimentação possam gerar desníveis e, consequentemente, riscos de acidentes foram devidamente substituídas no Projeto de Drenagem.

No tocante a condição do pavimento seja com relação a sua aderência quanto ao estado de conservação destacam-se que foram utilizadas técnicas de reciclagem do pavimento com implantação de nova camada asfáltica garantindo assim a segurança adequada quanto a estes atributos da via.

### 5.4.10 Sinalização de obras

A sinalização deverá estar sempre adaptada às características da obra e da rodovia onde será implantada. Deverá apresentar boa legibilidade, visibilidade e credibilidade. A sinalização de obras terá características próprias, conforme o tempo necessário a execução das obras, que podem ser de curta ou de longa duração.

As frentes de serviço para desvio de tráfego referem-se a:

1 – Obras no acostamento;

2 – Obras na pista com sistema SIGA e PARE.

A sinalização das obras deve seguir os modelos do DNIT: Projeto Tipo nº 02: Bloqueio do acostamento Pista Simples (1 faixa por sentido) e Projeto Tipo nº 06: Bloqueio de ½ Pista com circulação alternada Pista Única, considerando os itens apresentados a seguir.

- Placa de regulamentação para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel - D = 1,00 m;
- Placa de advertência para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, lado 1,00 m;
- Placas Indicativas de Obras (SIMPLES) medidas 1,25 x 0,40
- Placas Indicativas de Obras (COMPOSTA) medidas 2,20 x 1,3, 2,0 x 1,30 e 1,70 x 1,30;
- Placas Indicativas de Obras (FIM DE OBRAS) medidas 1,40 x 0,90;
- Barreira de sinalização tipo II de direcionamento ou bloqueio;
- Cilindro canalizador de tráfego com base quadrada de 111 x 56 x 56 cm;
- Cone plástico para canalização de trânsito;
- Dispositivo de canalização de trânsito com luz de advertência e bateria;
- Barreira plástica monobloco para canalização de trânsito medindo 101 x 50 x 55 cm;
- Operação de sinalização por bandeirola de tecido ou com placa metálica.

# 6. QUANTITATIVOS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

## 6.1 QUADRO DE QUANTIDADES

Apresentam-se a seguir os Quadros de Quantidades de Serviços previstos para todos os itens de projeto, levando-se em consideração a codificação e a itemização constantes do Referencial de Preços do DER/PR.

## 6.1.1 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO E LIGANTES BETUMINOSOS

A seguir estão apresentados os resumos de quantidades previstos para o Projeto de Pavimentação e Ligantes Betuminosos.

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| 1.1 | PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO - TRECHO A | | | | | |
| 505000 | Fresagem contínua a frio | DER/PR ES-P 31/05 | m³ | 48,06 | | |
| 505100 | Fresagem descontínua a frio | DER/PR ES-P 31/05 | m³ | 1,91 | | |
| 512050 | Demolição mecânica de pavimento | DER/PR ES-P 27/05 | m³ | 66,92 | | |
| COMP-01 | Remoção mecanizada de camada granular | EC-02 | m³ | 1.598,13 | | |
| 601500 | Desconfinamento lateral de bordo do pavimento c/motoniveladora - terreno natural | EC-01 | m | 484,58 | | |
| COMP-19 | Regularização compac. subleito 100% PI (A) | DER/PR ES-P 01/05 | m² | 3.728,73 | | |
| 531100 | Brita graduada 100% PM | DER/PR ES-P 05/18 | m³ | 566,24 | | |
| 531130 | Brita graduada tratada c/cimento (Cp=4%) 100% PM | DER/PR ES-P 16/18 | m³ | 804,14 | | |
| 560150 | Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão | DER/PR ES-P 17/17 | m² | 3.332,90 | | |
| 583100 | TSD exclusive fornecimento da emulsão | DER/PR ES-P 36/17 | m² | 3.332,90 | | |
| 561120 | Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão | DER/PR ES-P 17/17 | m² | 12.812,83 | | |
| 570370 | C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto | DER/PR ES-P 15/17 | t | 908,28 | | |
| 562690 | Microrevest.asf.a frio e=12mm(sem fibras), excl.fornec.emulsão | DER/PR ES-P 30/17 | m² | 5.076,76 | | |
| COMP-03 | Geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade com manta não tecida em forma de grelha (40x40) mm, bidirecional com resistência de 50 kN/m | DER-SP-ET-DE-P00/043 | m² | 3.387,46 | | |

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| 1.2 | LIGANTES BETUMINOSOS - TRECHO A | | | | | |
| 589040 | Fornecimento de CAP-50/70 com polímero elastomérico (60/85) | DNIT 129/2011-EM | t | 53,59 | | |
| 589180 | Fornecimento de emulsão asfáltica RC-1C-E com polímero | DNIT 128/2011-EM | t | 10,15 | | |
| 589190 | Fornecimento de emulsão asfáltica EAI p/imprimação | DNIT 165/2013-EM | t | 4,00 | | |
| 589530 | Fornecimento de emulsão asfáltica RR-2C-E com polímero | DNIT 128/2011-EM | t | 18,07 | | |

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| **1.1** | **PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO - TRECHO B** | | | | | |
| 505100 | Fresagem descontínua a frio | DER/PR ES-P 31/05 | m³ | 38,13 | | |
| COMP-01 | Remoção mecanizada de camada granular | EC-02 | m³ | 1.332,00 | | |
| 601500 | Desconfinamento lateral de bordo do pavimento c/motoniveladora - terreno natural | EC-01 | m | 13.875,00 | | |
| COMP-19 | Regularização compac. subleito 100% PI (A) | DER/PR ES-P 01/05 | m² | 3.960,00 | | |
| COMP-02 | Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento (46 kg/m³) e brita (159 kg/m³), exclusive fornecimento do CAP (39 kg/m³) | DER/PR ES-P 32/05 | m² | 38.640,50 | | |
| 531100 | Brita graduada 100% PM | DER/PR ES-P 05/18 | m³ | 990,00 | | |
| 560150 | Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão | DER/PR ES-P 17/17 | m² | 154.562,00 | | |
| 561120 | Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão | DER/PR ES-P 17/17 | m² | 196.324,19 | | |
| 570370 | C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto | DER/PR ES-P 15/17 | t | 34.017,26 | | |
| COMP-03 | Geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade com manta não tecida em forma de grelha (40x40) mm, bidirecional com resistência de 50 kN/m | DER-SP-ET-DE-P00/043 | m² | 67.618,33 | | |

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| **1.2** | **LIGANTES BETUMINOSOS - TRECHO B** | | | | | |
| 589040 | Fornecimento de CAP-50/70 com polímero elastomérico (60/85) | DNIT 129/2011-EM | t | 2.007,02 | | |
| 589000 | Fornecimento de CAP-50/70 | DNIT 095/2006-EM | t | 1.510,84 | | |
| 589190 | Fornecimento de emulsão asfáltica EAI p/imprimação | DNIT 165/2013-EM | t | 185,47 | | |
| 589530 | Fornecimento de emulsão asfáltica RR-2C-E com polímero | DNIT 128/2011-EM | t | 98,16 | | |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | DSTP | LFTS | CFFF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DSTP | LFTS | CFFF | 20/09/2020 | - | - |

REVISÃO — DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO: FAPEU — LabTrans

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA: 140340090-3

PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 14/10/2020

DESENHISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — 14/10/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-280 - km 0+000 ao km 5+940
RODOVIA PR-280 - km 70+800 ao km 254+920
MEMÓRIA DE QUANTIDADES
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

DATA: 14/10/2020
ESC.: Sem Escala
FOLHA: 0002/0002
CÓDIGO: MQ-E-PR-280-002-255-06-PV-09-0002-B
REV.: B

## 6.1.2 PROJETO DE DRENAGEM

A seguir estão apresentados os resumos de quantidades previstos para o Projeto de Drenagem.

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| **1.3** | **PROJETO DE DRENAGEM - TRECHO B** | | | | | |
| 600420 | Desobstrução de sarjeta | DER/PR ES-D 14/18 | m | 556,00 | | |
| 600410 | Limpeza de sarjeta | DER/PR ES-D 14/18 | m | 845,00 | | |
| 606700 | Demolição de concreto simples | DER/PR ES-D 11/18 | m³ | 932,72 | | |
| 653000 | Sarjeta trapezoidal concreto - tipo 1 | DER/PR ES-D 01/18 | m | 499,00 | | |
| 653200 | Sarjeta trapezoidal concreto - tipo 2 | DER/PR ES-D 01/18 | m | 11.083,00 | | |
| 655100 | Transp.segmento sarjeta tipo- 1 (ST-1/SZ-2) c/tubo 0,30m | DER/PR ES-D 02/18 | m | 11,00 | | |
| 655200 | Transp.segmento sarjeta tipo- 2 (ST-2/SZ-3) c/tubo 0,30m | DER/PR ES-D 02/18 | m | 278,00 | | |
| 641300 | Dreno profundo em solo - tipo 5(GT) | DER/PR ES-D 06/18 | m | 1.160,00 | | |
| 622100 | Boca de saída dreno profundo - tipo 2 | DER/PR ES-D 06/18 | ud | 4 | | |
| COMP-13 | Dreno sub-superficial | DER/PR ES-D 07/18 | m | 278,00 | | |
| 600600 | Escavação valas de drenagem 1a. cat. | DER/PR ES-T 01/18 | m³ | 580,00 | | |
| COMP-18 | Transporte de material de concreto demolido para bota-fora | - | t | 2.238,52 | | |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | DSTP | LFTS | CFFF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DSTP | LFTS | CFFF | 20/09/2020 | - | - |

REVISÃO — DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO: FAPEU — LabTrans

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA: 140340090-3

PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 14/10/2020

DESENHISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — 14/10/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-280 - km 002+300 ao km 254+920
MEMÓRIA DE QUANTIDADES
PROJETO DE DRENAGEM

CÓDIGO: MQ-E-PR-280-002-255-06-DR-09-0001-B

DATA: 14/10/2020 — ESC.: Sem Escala — FOLHA: 0001/0001 — REV.: B

## 6.1.3 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

A seguir estão apresentados os resumos de quantidades previstos para o Projeto de Sinalização e Segurança Viária.

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| 1.5 | PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA - TRECHO A | | | | | |
| | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | |
| 871000 | Tacha refletiva bidirecional | DER/PR ES-OC 06/18 | ud | 438 | | |
| 873000 | Tachão refletivo bidirecional | DER/PR ES-OC 08/18 | ud | 81 | | |
| 822330 | Pintura de setas e zebrados - termoplástico por extrusão - e=3mm | DER/PR ES-OC 04/18 | m² | 139,33 | | |
| 822100 | Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água | DER/PR ES-OC 02/18 | m² | 623,85 | | |
| | SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | |
| 820000 | Placa sinalização c/ película refletiva | DER/PR ES-OC 09/18 | m² | 14,49 | | |
| COMP-07 | Placa sinalização, modulada, em alumínio c/ película refletiva | DER/PR ES-OC 09/18 | m² | 3,75 | | |
| COMP-08 | Remoção de placas de sinalização | EC-03 | m² | 5,60 | | |
| COMP-09 | Assentamento de placas de sinalização, exclusive fornecimento de material | DER/PR ES-OC 09/18 | m² | 5,60 | | |
| 821000 | Suporte de madeira 3"x3" p/ placa sinalização, h=3,00m | DER/PR ES-OC 09/18 | ud | 15 | | |
| | ELEMENTOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA | | | | | |
| 877200 | Semi-pórtico simples 7,20m p/placa até 12m2(exclusive placa) | DER/PR ES-OC 10/18 | ud | 1 | | |
| 823000 | Defensa simples semi-maleável c/ espaçador e calço | DER/PR ES-OC 07/18 | m | 414,00 | | |
| COMP-10 | Terminal absorvedor de energia, de abertura, composto de três lâminas dupla onda e demais acessórios para defensa metálica de acordo com a norma ABNT 15486 para velocidade de 100 km/h. | ABNT NBR 15486/2016 | ud. | 4 | | |
| COMP-11 | Fornecimento, instalação, balizador (catadióptrico) p/defensa metálica c/ película GT+GT, conforme OP-06-05 | DER/PR ES-OC 07/18 | ud. | 92 | | |
| | SERVIÇOS COMPLEMENTARES | | | | | |
| 844000 | Remanejamento postes linha transmissão | ABNT NBR 5101/2018 | ud | 12 | | |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | DS/FP | LF/FS | CF/FF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DS/FP | LF/FS | CF/FF | 20/09/2020 | - | - |

REVISÃO — DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO: FAPEU — LabTrans

RESP. TÉCNICO: DIEGUES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA 140240030-9

PROJETISTA: DIEGUES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 14/10/2020

DESENHISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — 14/10/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-280 - km 0+000 ao km 5+940
RODOVIA PR-280 - km 70+800 ao km 254+920
MEMÓRIA DE QUANTIDADES
PROJETO DE SINALIZAÇÃO

CÓDIGO: MQ-E-PR-280-002-255-06-SH09-0001-8

DATA: 14/10/2020 — ESC.: Sem Escala — FOLHA: 000110000 — REV.: B

FAPEU — LabTrans Laboratório de Transportes e Logística

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| 1.5 | PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA - TRECHO B | | | | | |
| | SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | |
| 822100 | Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água | DER/PR ES-OC 02/18 | m² | 7511,30 | | |
| COMP-04 | Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água, espessura 0,6 mm | DER/PR ES-OC 02/18 | m² | 1059,95 | | |
| COMP-05 | Faixa de sinalização horizontal c/ termoplástico em alto relevo tipo I - relevo duplo - base | DER/PR ES-OC 04/18 | m² | 832,05 | | |
| 822330 | Pintura de setas e zebrados - termoplástico por extrusão - e=3 mm | DER/PR ES-OC 04/18 | m² | 2086,42 | | |
| 871000 | Tacha refletiva bidirecional | DER/PR ES-OC 06/18 | ud | 4703 | | |
| 873000 | Tachão refletivo bidirecional | DER/PR ES-OC 08/18 | ud | 1918 | | |
| | SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | |
| 820000 | Placa sinalização c/ película refletiva | DER/PR ES-OC 09/18 | m² | 146,13 | | |
| 821000 | Suporte de madeira 3"x3" p/ placa sinalização, h=3,00m | DER/PR ES-OC 09/18 | ud | 292 | | |
| 821110 | Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 110x70x25x2,00mm, h=3,50m | DER/PR ES-OC 09/18 | ud | 16 | | |
| 821020 | Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 150x85x25x2,70mm, h=4,00m | DER/PR ES-OC 09/18 | ud | 15 | | |
| COMP-06 | Placa sinalização, modulada, em fibra de poliéster com fibra de vidro c/ película refletiva | DER/PR ES-OC 09/18 | m² | 161,25 | | |
| COMP-08 | Remoção de placas de sinalização, inclusive transporte | EC-03 | m² | 54,69 | | |
| COMP-09 | Assentamento de placas de sinalização, exclusive fornecimento de material | DER/PR ES-OC 09/18 | m² | 3,50 | | |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAF | DSTF | LFTS | CFFF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DSTF | LFTS | CFFF | 20/09/2020 | - | - |

REVISÃO

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA:

PROJETO: FAPEU / LabTrans

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA: 143840060-5

PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 14/10/2020

DESENHISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — 14/10/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-280 - km 0+000 ao km 5+940
RODOVIA PR-280 - km 70+800 ao km 254+820
MEMÓRIA DE QUANTIDADES
PROJETO DE SINALIZAÇÃO

DATA: 14/10/2020
ESC.: Sem Escala
FOLHA: 0002/0003

CÓDIGO: MQ-E-PR-280-002-255-06-SI-09-0002-B

REV.: B

| CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO | UNID | QUANTIDADE | PREÇOS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | UNITÁRIO | TOTAL |
| | **ELEMENTOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA** | | | | | |
| COMP-10 | Terminal absorvedor de energia, de abertura, composto de três lâminas dupla onda e demais acessórios para defensa metálica de acordo com a norma ABNT 15486 para velocidade de 100 km/h. | ABNT NBR 15486/2016 | ud. | 20 | | |
| 823000 | Defensa simples semi-maleável c/ espaçador e calço | DER/PR ES-OC 07/18 | m | 1174,00 | | |
| COMP-11 | Fornecimento, instalação, balizador (catadióptrico) p/defensa metálica c/ película GT+GT, conforme OP-06-05 | DER/PR ES-OC 07/18 | ud. | 268 | | |
| COMP-12 | Remoção de cefensa metálica, inclusive transporte | EC-04 | m | 70,00 | | |
| COMP-15 | Balizador de concreto (fornecimento e assentamento) | DNIT 101/2009 | un. | 124 | | |
| 401010 | Destocamento árvores diam. > 30cm | DER/PR ES-T-01/18 | ud | 76 | | |
| COMP-14 | Corte/limpeza, classificação, carga, transporte e enleiramento de árvores (volume estéreo) | DER/PR ES-T-01/18 | m³ | 752,15 | | |
| COMP-16 | Limpeza de área e destocamento até 30 cm | DER/PR ES-T-01/18 | m² | 85035,00 | | |
| COMP-17 | Carga e transporte de material de limpeza | DER/PR ES-T-01/18 | m³ | 12755,25 | | |
| 850000 | Abrigo em parada de ônibus | DER/PR ES-OC-17/18 | ud | 1 | | |
| 606600 | Demolição de concreto armado | DER/PR ES-D-11/18 | m³ | 2,01 | | |
| COMP-18 | Transporte de material de concreto demolido para bota-fora | - | t | 5,02 | | |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | DSTP | LFTS | CFFF | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | DSTP | LFTS | CFFF | 23/09/2020 | - | - |
| REVISÃO | | | | | | DOCUMENTO DE REFERÊNCIA | |

NOTA

PROJETO

RESP. TÉCNICO: DIEGO LESSA SIMÕES DE ITO LEDO PEREIRA — CREA 140640060-0 — 14/10/2020

PROJETISTA: DIEGO LESSA SIMÕES DE ITO LEDO PEREIRA — 14/10/2020

DESENHISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — 14/10/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-280 - km 0+000 ao km 54+940
RODOVIA PR-280 - km 70+800 ao km 254+920
MEMÓRIA DE QUANTIDADES
PROJETO DE SINALIZAÇÃO

DATA: 14/10/2020
ESC.: Sem Escala
FOLHA: 0000/0000
REV.: B

CÓDIGO: MQ-E-PR-280-002-255-06-SH09-0003-B

## 6.2 MÉMORIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES

As notas de serviços e detalhes referentes as memórias de cálculo de quantidades de todos os serviços previstos no projeto são apresentados no Volume 3E – Memória de Cálculo de Quantidades.

# 7. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

## 7.1 INTRODUÇÃO

O presente Plano de Execução foi elaborado em consonância com as instruções de serviço descritas a seguir:

- IS-222: Apresentação de Plano de Execução da Obra.

O Plano de Execução da Obra, apresentado a seguir, foi elaborado basicamente de informações necessárias para a definição dos seguintes elementos:

- Fatores Condicionantes;
- Organização e Prazos;
- Plano de Ataque dos Serviços.

## 7.2 FATORES CONDICIONANTES

As obras para a Ampliação da Capacidade e Segurança da Rodovia PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 0+000 ao km 5+940 e km 70+800 ao km 254+920 totalizando a extensão de 190,06 km, estão localizadas no sudoeste paranaense.

É fundamental a observação dos seguintes fatores que irão interferir diretamente com o andamento dos serviços:

- Impactos no trânsito;
- Apoio Logístico e Condições de Acesso;
- Fatores Climáticos.

### 7.2.1 Impactos no trânsito

Um dos fatores mais importantes para o bom andamento dos serviços é a análise dos impactos a serem gerados no trânsito devido as inevitáveis interdições de faixas de tráfego na rodovia. As interdições deverão ser informadas com antecedência aos órgãos responsáveis pelo controle de tráfego da região, seja municipal ou estadual. A possibilidade de trabalho noturno deverá ser avaliada visando a minoração destes impactos.

### 7.2.2 Apoio logístico e Condições de Acesso

A obra está localizada no sudoeste do estado do Paraná, o trecho (A) tem início no município de União da Vitória até o Entroncamento com A BR-153 (A). O trecho (B) inicia no Entroncamento com BR-153 (B) até o Entroncamento com a BR-280, passando pelos municípios de General Carneiro, Palmas, Clevelândia, Mariópolis, Pato Branco, Vitorino, Renascença e Marmeleiro.

Há grande disponibilidade de mão-de-obra na área de influência direta e indireta, sendo a mão de obra técnica e especializada encontrada, principalmente nas cidades de Pato Branco e Francisco Beltrão.

Como estamos falando de dois segmentos distantes, foram indicados dois canteiros de obras. O local sugerido para a instalação do canteiro CO-01 situa-se a cerca de 0,05 km do bordo direito da PR-280 no km 3,20 nas coordenadas E = 487659.00, N = 7097693.00. O canteiro de Obras CO-02 situa-se a cerca de 0,05 km do bordo esquerdo da PR-280 no km 156,6 nas coordenadas E = 377387.00, N = 7072261.00. Nesta áreas, também serão realizadas a estocagem dos materiais e onde estarão localizadas as estruturas administrativas da obra, conforme apresentado no Diagrama Linear de Ocorrências.

Para otimização da localização do canteiro de obras foi realizada avaliação da posição das fontes de materiais, facilidade de acesso, movimentação de materiais, proximidade de áreas urbanas e alternativas de áreas disponíveis para implantação.

Para o fornecimento de massa asfáltica para o trecho A indicou-se a Usina de Asfalto Paula Freitas, localizada na rodovia João Maria Bueno – PR-281 (acesso a BR-276), área industrial 23, no bairro Área Industrial, no município de Paula Freitas, nas coordenadas E = 507133.00 m e N = 7103886.00 m. Para o trecho B, indicou-se a usina da empresa CEGE Engenharia, localizada na rodovia PR-280, km 167,7, no município de Clevelândia, nas coordenadas E = 367728.00 m e N = 7075266.00 m.

Com relação as fontes de materiais têm-se os seguintes aspectos: os materiais betuminosos serão provenientes da Refinaria Presidente Getúlio Vargas - REPAR, localizada na rodovia BR-476 – Rodovia do Xisto, km 16, nas coordenadas E = 663808.00 m e N = 7171472.00 m.

Para o trecho A, o material pétreo será procedente da Pedreira Kerber & Cia localizada na Estrada Velha de Palmas, s/n, no bairro Rio D'Areia, no município de Porto União, nas coordenadas E = 489492.00 m e S = 7093531.00 m. Já para o trecho B, foi indicada a Pedreira Nossa Senhora da Luz, situada na Rua General Osório, s/n, no bairro Claret, no município de Clevelândia, nas coordenadas E = 367009.00 m e S = 7080960.00 m.

A areia será obtida no Areal Hobi & Cia Ltda - A-01, localizado na Autovia João Paulo Reolon, n° 2105, bairro de São Gabriel, no município de União da Vitória, nas coordenadas E = 488483.00 m e S = 7096513.00 m.

O cimento poderá ser obtido diretamente da Cimentos Itambé, localizada na Rodovia BR-277, no município de Campo Largo, nas coordenadas E = 639769.00 m e N = 7183942.00 m.

As peças de reposição de veículos, máquinas e equipamentos poderão ser adquiridas na cidade de Pato Branco ou de Francisco Beltrão, que oferecem boas condições de comércio.

Nota-se, com relação às condições de acesso, que as vias pavimentadas e não pavimentadas estão em boas condições de tráfego.

### 7.2.3 Fatores Climáticos

De acordo com a classificação de Wladimir Köppen, a área em estudo está contida nas regiões de clima "Cfa" e "Cfb", conforme a Figura 7.1.1 a seguir. Nos climas do Grupo Cf, as chuvas são igualmente distribuídas durante o ano, sem uma estação seca bem definida, a diferença entre o mês mais chuvoso e o mês mais seco é menor do que os regimes de outros tipos de clima do grupo C, a altura de chuva correspondente ao mês mais seco ultrapassa os 30 mm.

No clima "Cfa", temos a ocorrência de verões quentes, com a temperatura média do mês mais quente se mantendo acima de 22ºC. Já no clima "Cfb" temos a ocorrência de verões brandos, com a temperatura média do mês mais quente ficando abaixo de 22ºC.

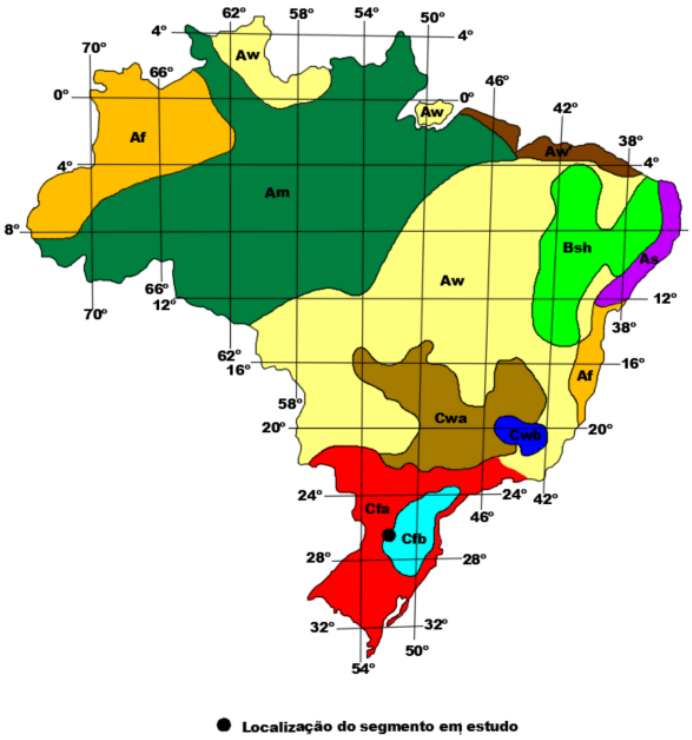



**Figura 7.1.1 – Mapa climatológico.**

Para uma melhor caracterização do regime climático da região, buscou-se no Sistema de Informações Hidrológicas - “HIDROWEB, pertencente a ANA (Agência Nacional de Águas), os postos mais próximos aos segmentos em estudo. Além dos postos operados pela ANA, o sistema ainda indica a existência de postos operados por outros órgãos públicos como o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), bem como por empresas particulares. Quando cadastrados no sistema, os dados destes postos encontram-se incompletos e/ou com séries históricas antigas.

Assim sendo, o posto em operação e com dados disponíveis para consulta mais próximo aos pontos de interesse e que melhor representa a região em estudo é o posto 2652003 - Clevelândia, com 1.970,7 mm em aproximadamente 134 dias de chuvas. Os dados desse posto pluviográfico, permitiram a elaboração de histogramas (Figura 7.1.2) de máximas, médias e mínimas de dias de chuvas e de totais mensais de precipitações, assim como de média das máximas e de máximas precipitações em 24 horas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nome: | Clevelândia | Latitude: | -26.4167 |
| Prefixo: | 2652003 | Longitude: | -52.35 |
| Município: | Clevelândia | Altitude: | 930 |
| Período: | 1983 a 2012 | | |

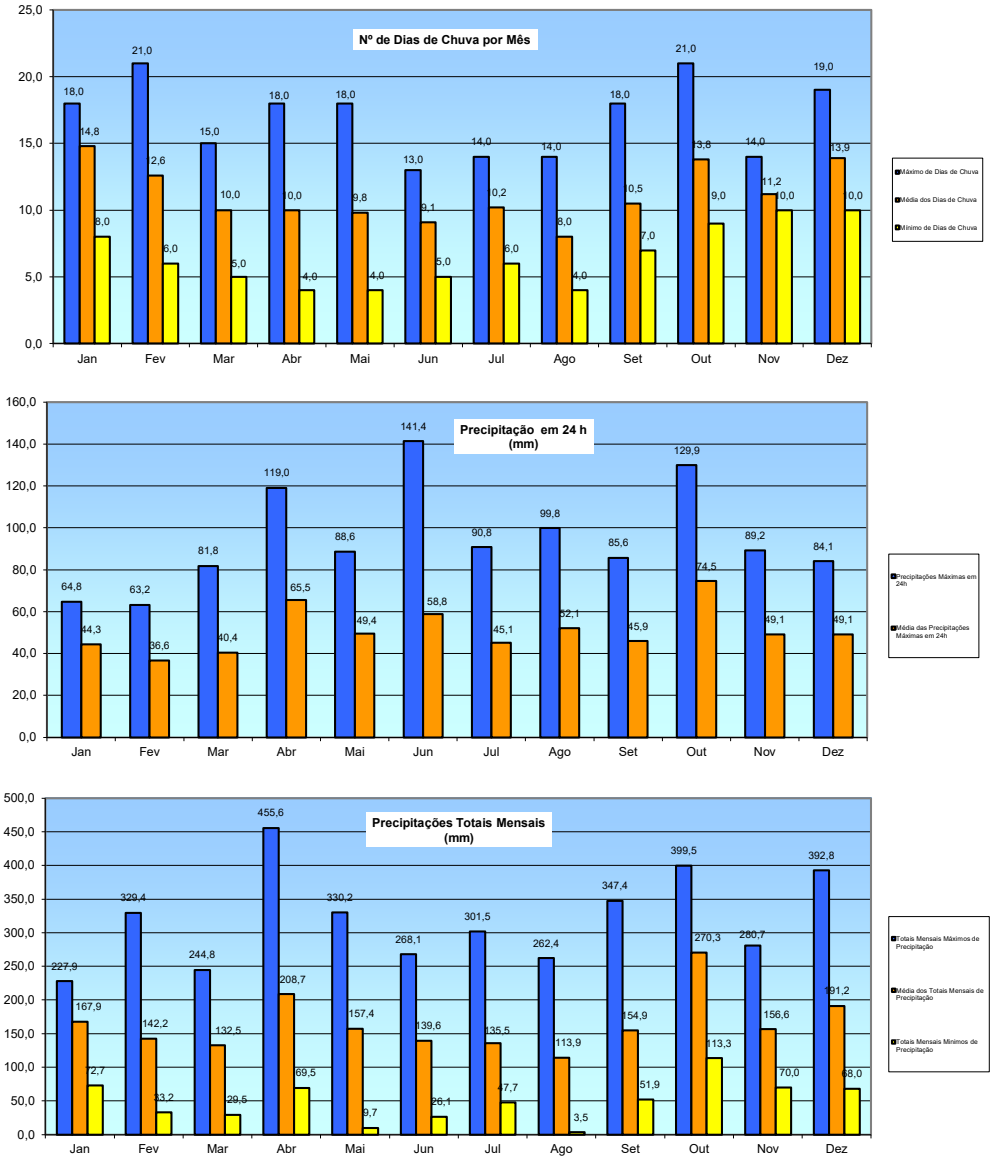



**Figura 7.1.2 – Histogramas de precipitações e de número de dias de chuva.**

Com o intuito de fornecer elementos para a programação das futuras obras, buscou-se na publicação “Normais Climatológicas”, do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, referente ao período de 1981/2010, os dados relativos às estações de Curitiba (83842) para o trecho (A) e de Chapecó (83883) para o trecho (B), cujos dados estão apresentados nas Tabelas 7.1.1 e 7.1.2 a seguir. Estas estações foram escolhidas em detrimento das demais por possuírem completas todas as séries de dados escolhidas.

## Tabela 7.1.1 – Normais climatológicas - posto Curitiba.

**ÍNDICES CLIMÁTICOS**

**Posto:** 83842 - Curitiba **Latitude:** -25,43 **Longitude:** -49,27 **Altitude:** 923,5 **Período:** 1981-2010 **Órgão:** INMET

| Mês | Pressão Atmosférica ( hPa ) | Temperatura | | | | | | | Umidade Relativa ( % ) | Nebulosidade ( 0 - 10 ) | Precipitação | | | Evaporação Total ( mm ) | Insolação Total ( horas ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Média das Máximas ( °C ) | Média das Mínimas ( °C ) | Máxima Absoluta | | Mínima Absoluta | | Média Compensada ( °C ) | | | Altura Total ( mm ) | Máxima em 24 horas | | | |
| | | | | Graus | Ano | Graus | Ano | | | | | Altura ( mm ) | Ano | | |
| Janeiro | 1013,1 | 26,8 | 17,2 | 34,3 | 2006 | 10,2 | 1985 | 20,9 | 81,2 | 0,6 | 218,3 | 121,0 | 1995 | 75,7 | 160,5 |
| Fevereiro | 1014,4 | 26,8 | 17,4 | 33,5 | 2003 | 10,8 | 1991 | 21,0 | 81,3 | 0,6 | 166,2 | 146,2 | 1999 | 68,7 | 151,3 |
| Março | 1015,2 | 26,0 | 16,5 | 33,9 | 2005 | 6,6 | 1987 | 20,1 | 82,2 | 0,6 | 147,0 | 78,5 | 2008 | 70,4 | 163,1 |
| Abril | 1017,3 | 24,0 | 14,6 | 31,8 | 1996 | 2,5 | 1999 | 18,3 | 82,5 | 0,6 | 95,7 | 71,6 | 2008 | 63,0 | 155,5 |
| Maio | 1019,4 | 20,8 | 11,2 | 29,4 | 1995 | -1,3 | 2007 | 15,1 | 83,4 | 0,5 | 113,5 | 95,3 | 1993 | 56,8 | 148,8 |
| Junho | 1021,0 | 20,1 | 9,7 | 27,3 | 1992 | -1,6 | 1994 | 13,9 | 82,3 | 0,5 | 94,1 | 83,0 | 1982 | 60,2 | 141,3 |
| Julho | 1022,1 | 19,7 | 9,0 | 28,2 | 2006 | -3,5 | 2000 | 13,5 | 80,4 | 0,5 | 108,3 | 93,4 | 2003 | 68,0 | 162,1 |
| Agosto | 1021,1 | 21,5 | 9,6 | 31,6 | 1994 | -1,9 | 1999 | 14,6 | 77,1 | 0,5 | 74,0 | 81,4 | 1998 | 80,5 | 173,0 |
| Setembro | 1019,6 | 21,4 | 11,1 | 33,7 | 2004 | 0,4 | 2006 | 15,3 | 80,8 | 0,6 | 141,4 | 93,1 | 1998 | 68,7 | 124,3 |
| Outubro | 1017,0 | 23,1 | 13,2 | 33,1 | 2002 | 2,6 | 1982 | 17,1 | 81,7 | 0,7 | 138,7 | 65,9 | 1982 | 67,1 | 136,7 |
| Novembro | 1014,7 | 25,0 | 14,9 | 34,0 | 1985 | 7,1 | 2006 | 18,9 | 79,2 | 0,6 | 124,4 | 77,9 | 2009 | 76,7 | 163,5 |
| Dezembro | 1013,2 | 26,2 | 16,2 | 33,6 | 1996 | 9,0 | 1982 | 20,2 | 79,6 | 0,6 | 154,2 | 100,3 | 2010 | 78,0 | 164,7 |
| **Ano** | **1.017,3** | **23,5** | **13,4** | **34,3** | **nov/85** | **-3,5** | **jul/00** | **17,4** | **81,0** | **0,6** | **1.575,8** | **146,2** | **fev/99** | **833,8** | **1.844,8** |

**Fonte de Informação:** NORMAIS CLIMATOLÓGICAS - 1981 a 2010
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Instituto Nacional de Meteorologia

## Tabela 7.1.2 – Normais climatológicas - posto Chapecó.

**ÍNDICES CLIMÁTICOS**

**Posto:** 83883 - Chapecó **Latitude:** -27,09 **Longitude:** -52,64 **Altitude:** 687 **Período:** 1981-2010 **Órgão:** INMET

| Mês | Pressão Atmosférica ( hPa ) | Temperatura | | | | | | | Umidade Relativa ( % ) | Nebulosidade ( 0 - 10 ) | Precipitação | | | Evaporação Total ( mm ) | Insolação Total ( horas ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Média das Máximas ( °C ) | Média das Mínimas ( °C ) | Máxima Absoluta | | Mínima Absoluta | | Média Compensada ( °C ) | | | Altura Total ( mm ) | Máxima em 24 horas | | | |
| | | | | Graus | Ano | Graus | Ano | | | | | Altura ( mm ) | Ano | | |
| Janeiro | 1012,1 | 29,3 | 18,9 | 35,4 | 2006 | 11,0 | 1994 | 23,5 | 72,0 | 0,4 | 177,6 | 70,9 | 1999 | 98,7 | 220,6 |
| Fevereiro | 1013,6 | 28,7 | 18,7 | 35,6 | 2005 | 11,4 | 1996 | 22,9 | 75,5 | 0,4 | 210,1 | 100,0 | 1985 | 75,0 | 189,1 |
| Março | 1014,5 | 28,1 | 17,7 | 37,7 | 2005 | 6,8 | 1998 | 22,0 | 74,7 | 0,4 | 131,9 | 90,9 | 1998 | 81,9 | 212,5 |
| Abril | 1016,9 | 25,2 | 15,1 | 32,3 | 2004 | 1,0 | 1999 | 19,3 | 76,0 | 0,4 | 172,1 | 99,1 | 2008 | 64,9 | 188,5 |
| Maio | 1019,2 | 21,7 | 12,1 | 30,0 | 1984 | -0,6 | 2007 | 15,9 | 77,9 | 0,4 | 174,1 | 146,7 | 1983 | 58,0 | 174,8 |
| Junho | 1020,4 | 20,2 | 11,2 | 28,0 | 1981 | -1,6 | 2008 | 14,8 | 77,6 | 0,4 | 159,1 | 80,1 | 2005 | 62,9 | 146,8 |
| Julho | 1021,4 | 20,1 | 10,3 | 28,8 | 1994 | -4,5 | 2000 | 14,4 | 74,2 | 0,4 | 191,4 | 141,0 | 1994 | 73,2 | 166,9 |
| Agosto | 1020,3 | 22,3 | 11,7 | 33,0 | 1994 | -4,0 | 1999 | 16,1 | 68,2 | 0,4 | 141,9 | 106,0 | 1996 | 98,2 | 179,9 |
| Setembro | 1018,6 | 23,0 | 12,6 | 33,9 | 2003 | -1,0 | 2006 | 17,1 | 70,9 | 0,4 | 194,2 | 87,9 | 2000 | 89,1 | 163,4 |
| Outubro | 1015,8 | 25,7 | 15,2 | 34,6 | 2006 | 3,2 | 1985 | 19,8 | 72,0 | 0,4 | 246,9 | 113,0 | 1996 | 86,9 | 188,1 |
| Novembro | 1013,5 | 27,5 | 16,3 | 37,2 | 1985 | 6,0 | 1992 | 21,4 | 68,0 | 0,4 | 157,2 | 85,8 | 2007 | 101,1 | 227,2 |
| Dezembro | 1012,2 | 28,9 | 18,0 | 37,0 | 1985 | 8,0 | 2010 | 23,0 | 68,3 | 0,4 | 168,1 | 89,1 | 2006 | 109,7 | 226,0 |
| **Ano** | **1.016,5** | **25,1** | **14,8** | **37,7** | **mar/05** | **-4,5** | **jul/00** | **19,2** | **72,9** | **0,4** | **2.124,6** | **146,7** | **mai/83** | **999,6** | **2.283,8** |

**Fonte de informação:** NORMAIS CLIMATOLÓGICAS - 1981 a 2010
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Instituto Nacional de Meteorologia

## 7.3 ORGANIZAÇÃO E PRAZOS

O Prazo previsto para a execução das obras é de 300 dias corridos (aproximadamente 10 meses), assim, a construtora deverá dispor de estrutura compatível (pessoal, equipamentos, canteiro de obras) para a realização de todos os serviços previstos ao longo deste período.

Dentre os objetivos do empreendimento ressalta-se que a restauração com melhoramentos da rodovia PR-280 definida para os 20 (vinte) segmentos priorizados para implantação de terceira faixas está diretamente ligada ao aumento da capacidade de tráfego e a necessidade de aumento da segurança viária na rodovia.

Ressalta-se que a implantação das terceiras faixas está distribuída ao longo da rodovia PR-280 exigindo esforços adicionais quanto a mobilização de frentes de serviços, sinalização de obras e controles de qualidade necessários. Outro fator considerado é a definição de fontes de materiais que eventualmente pode ser diferentes para o trecho A da rodovia localizada em União da Vitória e o trecho B mais ao sul que liga o entroncamento com a BR-153 a Marmeleiro.

Destaca-se que a metodologia de execução da obra no trecho A será distinta daquela prevista para o trecho B. Na primeira, temos a preservação do pavimento asfáltico existente com a incorporação de terceira faixa, faixa de segurança e acostamento. Para o entrosamento da nova estrutura do pavimento com a estrutura existente foi indicada a utilização de fresagem ao longo dos bordos da camada de pavimento flexível e ao ser completada a execução das faixas adicionais será realizado o rejuvenescimento do revestimento asfáltico com microrevestimento sobre as faixas de tráfego projetadas. Dessa forma, as obras no trecho A serão executadas em seu maior tempo nos bordos da pista.

Já para trecho B temos uma metodologia distinta que considera o deslocamento do eixo da pista com a reciclagem e incorporação do revestimento asfáltico à base e implantação de nova camada asfáltica. Esta técnica exigirá o bloqueio do tráfego em meia pista com uso de sistema pare e siga. Neste caso, devem ser tomados cuidados adicionais com a sinalização de obras. Recomenda-se o uso de painéis de mensagem variáveis para reforçar a sinalização.

Cabe ressaltar ainda, que as frentes de serviço devem atuar simultaneamente nos diversos segmentos da rodovia PR-280 otimizando-se o andamento das diversas etapas previstas no projeto visando o cumprimento do prazo previsto.

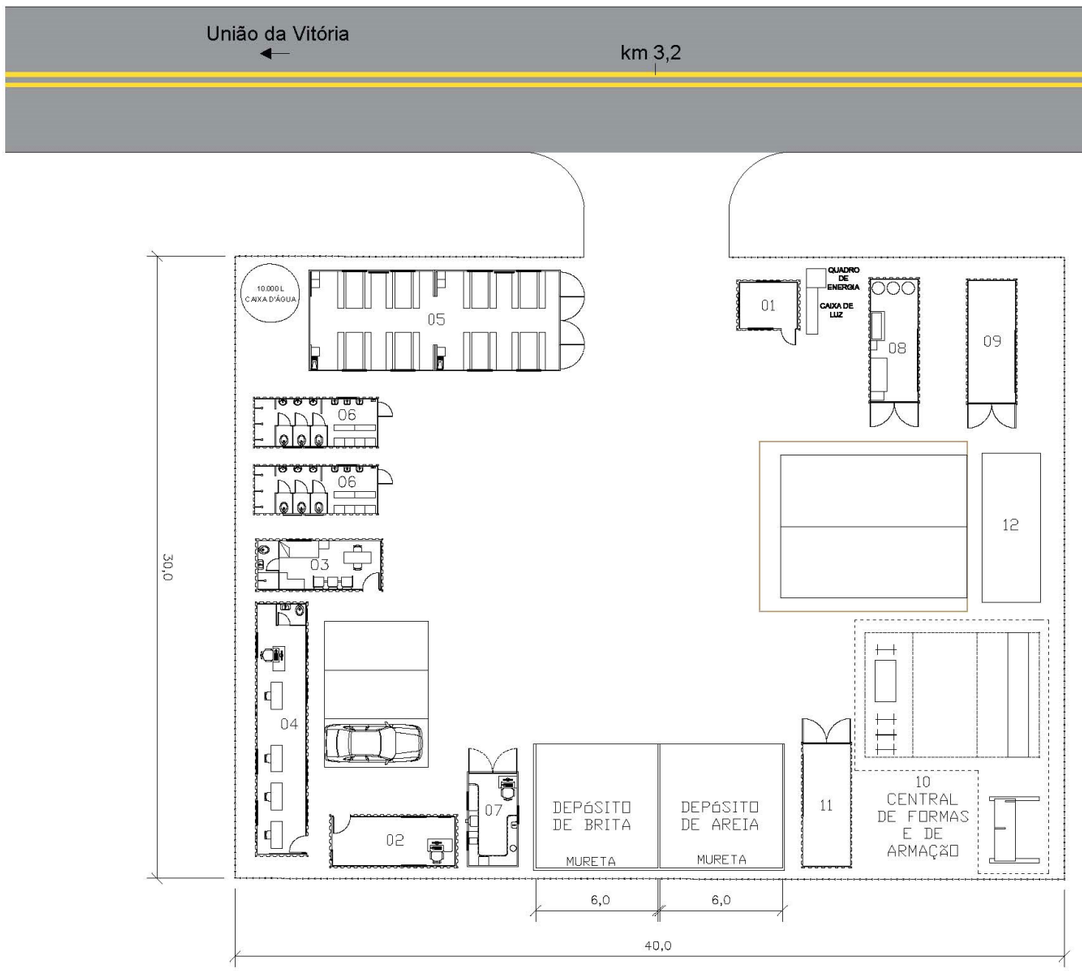
### 7.3.1 Esquema dos canteiros de obras

Para a instalação do canteiro de obras foram previstas a utilização de duas áreas livres, com 1.200 m² cada uma, com localização no km 3,20 a cerca de 50 m do bordo direito da pista nas proximidades de União da Vitória e com localização no km 156,6 a cerca de 50 m no bordo esquerdo da pista nas proximidades de Clevelândia.

Todas as instalações devem ser construídas atendendo as disposições relativas à proteção ambiental, tais como: sistema de tratamento de esgoto doméstico e sistema de separação de água e óleo, com canaletas ao longo de todo o perímetro das áreas destinadas à oficina, depósitos de óleo e tanques de combustível com previsão de áreas de sanitário/vestiário e refeitórios compatíveis com a expectativa de funcionários na obra.

A seguir são apresentados os esquemas sugeridos para os canteiros de obras e áreas de apoio.

# CROQUI DE SUGESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS




| CANTEIRO DE SERVIÇOS 1.200,00 m² | | |
|---|---|---|
| 1 | GUARITA | 6,00m² |
| 2 | ALMOXARIFADO | 15,00m² |
| 3 | AMBULATÓRIO MÉDICO | 15,00m² |
| 4 | ESCRITÓRIO | 30,00m² |
| 5 | REFEITÓRIO | 60,00m² |
| 6 | VESTIÁRIO / SANITÁRIO | 30,00m² |
| 7 | LABORATÓRIO | 15,00m² |
| 8 | BORRACHARIA | 15,00m² |
| 9 | LUBRIFICAÇÃO | 15,00m² |
| 10 | CENTRAL DE FORMAS E DE ARMAÇÃO | 48,00m² |
| 11 | DEPÓSITO DE CIMENTO | 15,00m² |
| 12 | POSTO DE ABASTECIMENTO | 20,00m² |
| - | LASTRO DE BRITA | 124,00m³ |
| - | CERCA DE ARAME FARPADO | 133,00m |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | CFFF | LFTS | DSTP | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | CFFF | LFTS | DSTP | 20/09/2020 | - | - |
| | REVISÃO | | | | | DOCUMENTO DE REFERÊNCIA | |

NOTA

PROJETO: FAPEU LabTrans

| RESP. TÉCNICO | CREA |
|---|---|
| CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO | 200599496-0 |
| PROJETISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO | 14/10/2020 |
| DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS | 14/10/2020 |

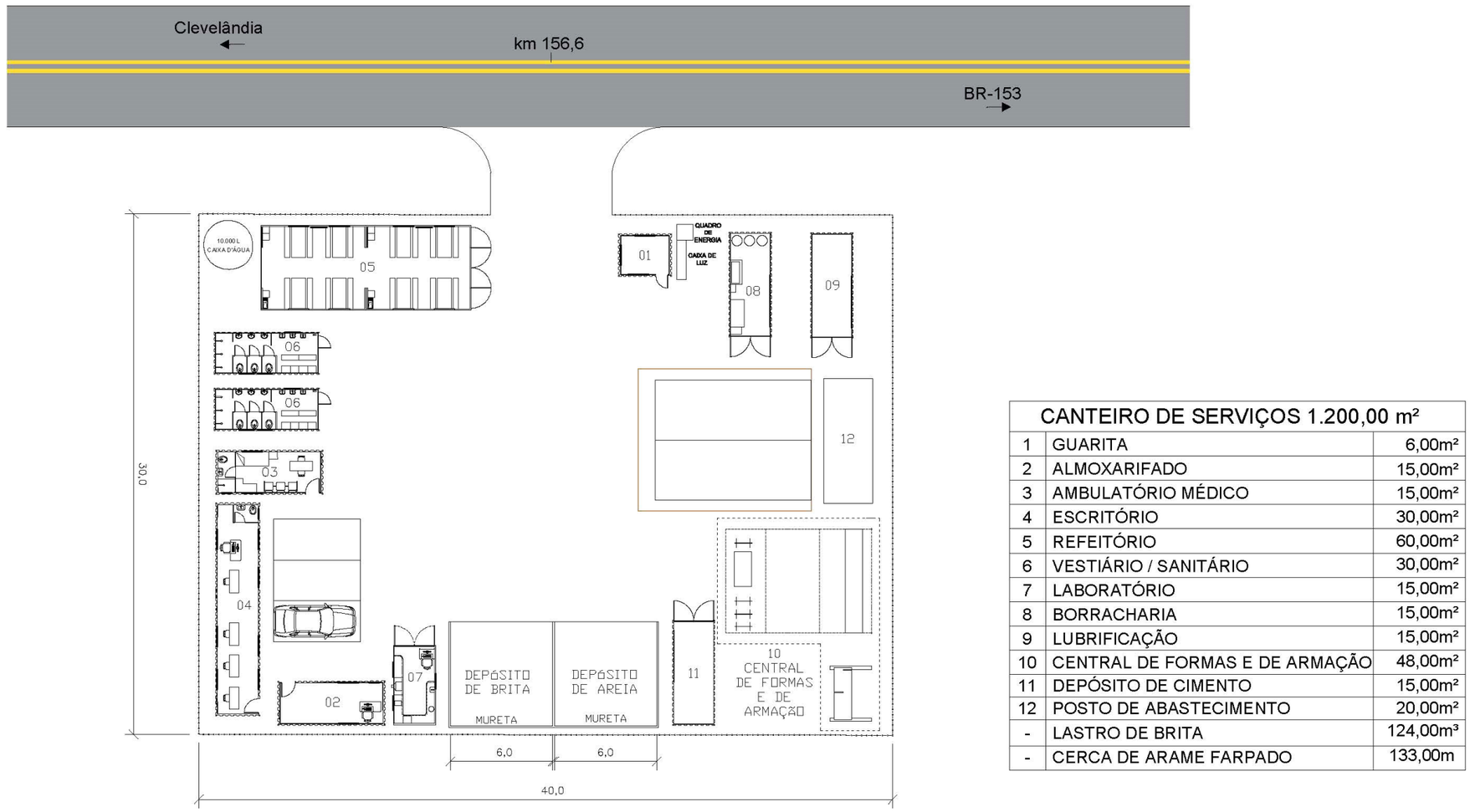
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANA

RODOVIA PR-280 - km 0+000 ao km 5+940
PLANO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS
CROQUI DE SUGESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS-01

| | |
|---|---|
| DATA | 14/10/2020 |
| ESC. | Sem Escala |
| FOLHA | 0001/0001 |
| REV. | B |
| CÓDIGO | DE-E-PR-280-000-006-06-PO-09-0001-B |

FORMATO A1 - (420x297mm)

# CROQUI DE SUGESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS




| CANTEIRO DE SERVIÇOS 1.200,00 m² | | |
|---|---|---|
| 1 | GUARITA | 6,00m² |
| 2 | ALMOXARIFADO | 15,00m² |
| 3 | AMBULATÓRIO MÉDICO | 15,00m² |
| 4 | ESCRITÓRIO | 30,00m² |
| 5 | REFEITÓRIO | 60,00m² |
| 6 | VESTIÁRIO / SANITÁRIO | 30,00m² |
| 7 | LABORATÓRIO | 15,00m² |
| 8 | BORRACHARIA | 15,00m² |
| 9 | LUBRIFICAÇÃO | 15,00m² |
| 10 | CENTRAL DE FORMAS E DE ARMAÇÃO | 48,00m² |
| 11 | DEPÓSITO DE CIMENTO | 15,00m² |
| 12 | POSTO DE ABASTECIMENTO | 20,00m² |
| - | LASTRO DE BRITA | 124,00m³ |
| - | CERCA DE ARAME FARPADO | 133,00m |

| Nº | DESCRIÇÃO | PRJ. | VER. | APR. | DATA | CÓDIGO | OBJETO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | ANÁLISE RAP | CFFF | LFTS | DSTP | 14/10/2020 | - | - |
| A | EMISSÃO INICIAL | CFFF | LFTS | DSTP | 20/09/2020 | - | - |
| | REVISÃO | | | | | DOCUMENTO DE REFERÊNCIA | |

NOTA

PROJETO: FAPEU LabTrans

RESP. TÉCNICO: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — CREA: 200599496-0

PROJETISTA: CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO — 14/10/2020

DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS — 14/10/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANA

RODOVIA PR-280 - km 70+800 ao km 254+920
PLANO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS
CROQUI DE SUGESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS-02

DATA: 14/10/2020
ESC.: Sem Escala
FOLHA: 0001/0001
REV.: B

CÓDIGO: DE-E-PR-280-070-255-06-PO-09-0001-B

FORMATO A1 - (420x297mm)

### 7.3.1.1 Relação da equipe técnica mínima

A seguir é apresentada a relação de equipe técnica mínima para execução da obra.

**Tabela 7.1.3 – Quadro de equipe técnica mínima.**

| Equipe Mínima | | | |
|---|---|---|---|
| **Código** | **Descrição** | **Quantidade** | **Tipo** |
| 200020 | Apontador | 2 | Elementar |
| 200230 | Armador | 1 | Elementar |
| 200240 | Carpinteiro | 1 | Elementar |
| 210060 | Encarregado de Serviço | 5 | Elementar |
| 200250 | Feitor | 2 | Elementar |
| 200060 | Marteleiro | 2 | Elementar |
| 200290 | Montador | 1 | Elementar |
| 200260 | Pedreiro | 2 | Elementar |
| 200270 | Pintor | 1 | Elementar |
| 210070 | Pré-marcador (sinalização) | 1 | Elementar |
| 210090 | Serralheiro | 1 | Elementar |
| 200130 | Servente | 8 | Elementar |
| 200120 | Operador da leve | 2 | Especializado |
| 210050 | Operador da pesada | 4 | Especializado |
| 210080 | Topógrafo | 1 | Especializado |
| 200160 | Operador de equipamento manuais | 1 | Especializado |
| 200140 | Motorista de veículo leve | 1 | Especializado |
| 200180 | Motorista de veículo médio | 1 | Especializado |
| - | Engenheiro Sênior | 1 | Superior |
| - | Engenheiro Pleno | 1 | Superior |
| - | Técnico de Segurança | 1 | Médio |
| - | Auxiliar técnico | 1 | Médio |
| - | Secretária | 1 | Médio |
| | **TOTAL** | **42** | |

### 7.3.1.2 Relação de equipamento mínimo

A seguir é apresentada a relação de equipamento mínimo para execução da obra.

**Tabela 7.1.4 – Quadro de equipamento mínimo.**

| Equipamento Mínimo | | |
|---|---|---|
| **Código** | **Equipamento** | **Quantidade** |
| 304000 | Bate estacas leve | 1 |
| 373200 | Betoneira 600 l gasolina | 2 |
| 323140 | Cam. bascul. 2426/48 6m3 média | 2 |
| 321810 | Cam. bascul. 2426/48 9m3 média | 1 |
| 346050 | Cam. chassi 1419 | 1 |
| 342300 | Cam. chassi 17.230 | 1 |
| 343800 | Cam. chassi VM-330 p/ microrevestimento | 1 |
| 346020 | Caminhão c/ guindauto | 1 |
| 346000 | Caminhão carroceria 1419 14 t | 2 |
| 346080 | Caminhão carroceria 815/37 6 t | 3 |
| 346060 | Caminhão irrigador 6000 l | 2 |
| 346070 | Caminhão pipa 6000 l | 1 |
| 329300 | Carreg. frontal pneus 924-K média | 2 |
| 301800 | Carrinho de concretagem 80 l | 4 |
| 340800 | Compressor de ar 175 pcm | 1 |
| E9507 | Computador, plotter de recorte e software | 1 |
| 300130 | Distr. agregados rebocável 1,3 m3 | 1 |
| 340320 | Distr. agregados rebocável 9 m³ | 1 |
| 370400 | Equipamento aplicação termoplástico Spray/ Extrusão | 1 |
| 370060 | Espargidor de asfalto 6000 l | 1 |

| Equipamento Mínimo | | |
|---|---|---|
| **Código** | **Equipamento** | **Quantidade** |
| 351000 | Fresadora asfalto a frio W-1000 | 1 |
| 352000 | Fresadora asfalto a frio W-200 F | 1 |
| 371200 | Furadeira elétrica de impacto | 1 |
| 300240 | Grade de discos | 2 |
| 340300 | Grupo gerador 7 KVA | 1 |
| 341810 | Grupo gerador 150 KVA | 1 |
| 343600 | Grupo gerador 450 KVA | 1 |
| E9623 | Máquina de bancada guilhotina - 4 Kw | 1 |
| E9622 | Máquina de bancada universal para corte de chapa - 1,5 kW | 1 |
| 370440 | Máquina pintura de faixas | 1 |
| 307000 | Martelete elétrico TE-70 | 1 |
| 327530 | Minicarregadeira de pneus S-450 c/vassoura | 1 |
| 311200 | Motoniveladora 120-K leve | 1 |
| 310400 | Motoniveladora 140-K leve | 1 |
| 311400 | Motoniveladora c/ escarificador 140-K leve | 1 |
| 321400 | Motoniveladora c/ escarificador 140-K média | 1 |
| 325010 | Recicl. a frio WR-240 p/espuma de asfalto | 1 |
| 312520 | Retroescavadeira 580N leve | 2 |
| 322520 | Retroescavadeira 580N média | 1 |
| 340150 | Rolo pé de carneiro autopropelido VAP-70 PT | 2 |

| Equipamento Mínimo | | |
|---|---|---|
| **Código** | **Equipamento** | **Quantidade** |
| 345500 | Rolo pneus autopropelido 21 t | 1 |
| 340270 | Rolo pneus autopropelido 27 t | 2 |
| 340620 | Rolo tandem liso 6-8 t | 1 |
| 342220 | Rolo tandem liso autopropelido CC-4200 | 1 |
| 341840 | Rolo vibratório corrug. autopr. CP-54 B | 1 |
| 340250 | Rolo vibratório liso autoprop. 3411 | 1 |
| 341680 | Rolo vibratório liso autoprop. CS-44 B | 1 |
| 300310 | Rompedor manual 28 kg | 1 |
| 370120 | Serra circular gasolina | 1 |
| 337050 | Soprador a gasolina | 1 |
| 341000 | Trator agrícola 5105 4x4 | 1 |
| 341100 | Trator agrícola BH-174 4x4 | 1 |
| 300090 | Vassoura mecânica rebocável | 1 |
| 370020 | Veículo furgão 4,30m | 2 |
| 370030 | Veículo furgão 7,80m | 1 |
| 370450 | Vibrador imersão gasolina 45mm | 2 |
| 340410 | Vibro acabadora esteiras | 2 |

### 7.3.1.3 Cronograma de execução das obras

O Cronograma Físico apresentado a seguir mostra a relação das etapas construtivas, bem como daquelas relacionadas a mobilização e desmobilização e os custos administrativos da obra distribuídos mensalmente ou o equivalente em número de dias. Neste, estão previstos os percentuais físicos previstos ao longo do contrato com previsão total de 10 meses.

## CRONOGRAMA FÍSICO

| SERVIÇO | MESES / DIAS | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |
| **1 - PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA** | | | | | | | | | | |
| TERRAPLENAGEM | | | | 15,00% | 15,00% | 15,00% | 15,00% | 15,00% | 25,00% | |
| PAVIMENTAÇÃO | 8,00% | 10,50% | 10,50% | 10,50% | 10,50% | 10,50% | 10,50% | 10,50% | 10,50% | 8,00% |
| LIGANTES BETUMINOSOS | 8,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 8,00% | |
| DRENAGEM | | 12,50% | 12,50% | 12,50% | 12,50% | 12,50% | 12,50% | 12,50% | 12,50% | |
| SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA | | 10,00% | 10,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 12,00% | 8,00% |
| SERVIÇOS COMPLEMENTARES | 30,00% | 70,00% | | | | | | | | |
| **2 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO** | | | | | | | | | | |
| MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO | 25,00% | 20,00% | 7,00% | 7,00% | 7,00% | 7,00% | 7,00% | 7,00% | 7,00% | 6,00% |

RODOVIA : PR-280
TRECHO (A) : Divisa PR/SC - Entr. BR-153 (A)
TRECHO (B) : Entr. BR-153 (B) - Entr. BR-280 (Marmeleiro)
EXTENSÃO : 190,06

## 7.4 PLANO DE ATAQUE DOS SERVIÇOS

Para início dos trabalhos, a empreiteira responsável pela execução dos serviços, deverá tomar providências para a uma imediata mobilização inicial de forma que não haja contratempos no cumprimento das metas estabelecidas em contrato.

A elaboração do plano de ataque dos serviços deve considerar os aspectos relacionados à eventual ocupação urbana da região, que estão ligados ao fluxo de veículos de passeios, motos, ônibus, ciclistas e pedestres e a zonas de alto volume de tráfego.

Também devem ser considerados os aspectos relacionados aos remanejamentos das redes de postes indicadas no projeto, remoção de interferências no bordo da rodovia (placas e defensas com estado de conservação ou padronização inadequados e árvores com indicação de risco pelo projeto) e logística para execução simultânea das obras dos diversos segmentos da rodovia PR-280.

O plano de ataque deve considerar também as atividades de carga e transporte dos materiais da pedreira e dos areais para usinagem de solos, bem como o transporte de materiais betuminosos e material da pedreira para o canteiro de obras e para a pista. O avanço das atividades de pavimentação, a produtividade das usinas e as operações de carga e transporte de materiais devem ser cuidadosamente programados.

A construtora deve elaborar o Plano de Controle e Gestão da Qualidade (PCGQ) e o Plano de Trabalho (PT), bem como os Relatórios Mensais de andamento da obra.

A seguir procura-se dar uma diretriz e discorrer de uma forma geral sobre alguns dos principais tópicos relativos às providências, para o início das obras.

### 7.4.1 Registros, Anotações de Responsabilidade, Alvarás, Licenças e Liberações

Os registros e anotações de responsabilidade serão providenciados junto aos órgãos que controlam e fiscalizam as atividades que envolvem os projetos em pauta. Alvarás para instalação de canteiro, usinas e desenvolvimento das atividades inerentes às obras também deverão ser providenciados. Licenças e Liberações dos órgãos do meio ambiente, também deverão ser obtidas para utilização de pedreiras e areais previstos e necessários na execução dos serviços.

### 7.4.2 Água, Energia e Telecomunicações

A imediata solicitação dos serviços de fornecimento de água, energia e de telecomunicações deverão ser solicitados junto às concessionárias desses serviços.

Atenção especial deve ser dada aos serviços de remanejamento de postes de energia elétrica. Deverá ser realizada a comunicação prévia a COPEL – Companhia Paranaense de Energia sobre a execução dos serviços e a necessidade de interrupção do fornecimento de energia durante os mesmos.

### 7.4.3 Prevenção de impactos ambientais

Com o objetivo de prevenir e/ou mitigar impactos ambientais ou urbanos é necessário que antes do início das obras, o profissional técnico especializado na área, inspecione os locais dos serviços, bem como as áreas em interface com estes, de forma que seja possível estabelecer uma diretriz de atuação para a execução do projeto atento a prevenção de impactos ambientais.

Ressalte-se quanto ao item exposto que o método de execução de implantação das terceiras faixas e reabilitação do pavimento utilizam quase todo o material das camadas do pavimento por meio da técnica de reciclagem com incorporação do revestimento betuminoso reduzindo os resíduos de obras.

Em situações excepcionais de transição entre o novo pavimento e a estrutura existente serão necessários serviços de fresagem. Todo o material deverá ser destinado a reposição de camadas granulares de áreas de acostamento não pavimentados ou acessos lindeiros a rodovia PR-280, conforme quadro de DMT apresentado no Volume 4 – Orçamento da Obra.

### 7.4.4 Frentes de serviços

Para que as etapas de trabalho referentes ao projeto, sejam cumpridas a contento, deverá ser elaborado um planejamento detalhado, verificando-se a interface e/ou interligação entre os serviços nas suas referidas etapas.

É essencial o dimensionamento e a utilização de equipamentos apropriados para cada etapa de serviço, de pessoal qualificado envolvido em cada atividade, bem como, estabelecimento de estratégias de transportes de forma a agilizar os trabalhos.

Vale ressaltar uma vez mais, que a sinalização de advertência e segurança nas obras é de vital importância para evitar acidentes no decorrer da execução dos serviços (especialmente a sinalização noturna).

As frentes de serviços das obras de engenharia para ampliação da capacidade e segurança viária, que contemplam a restauração com melhoramentos da rodovia PR-280, estão listadas a seguir, conforme a sequência executiva definida em projeto:

- Mobilização e Instalação do Canteiro de Obras;
- Serviços preliminares;
- Drenagem;
- Pavimentação e Ligantes betuminosos;
- Sinalização e Segurança Viária;
- Desmobilização.

**a) Mobilização e Instalação do Canteiro de Obras**

A empresa vencedora do processo licitatório, deverá iniciar a sua mobilização e instalação do canteiro de obras, imediatamente após a assinatura do contrato. A mobilização compreende a instalação inicial e a colocação nos canteiros da obra os recursos necessários ao início da execução dos serviços.

A instalação inicial deverá se processar de modo a prever local adequado para o escritório técnico e administrativo, oficina de manutenção, posto de abastecimento e escritório da supervisão. Recomenda-se a instalação dos canteiros às margens da rodovia PR-280 no km 3,2 e km 156,6.

Na fase inicial de mobilização também é de suma importância o contato com as fornecedoras de materiais comerciais indicadas no projeto para planejamento das atividades e adequação às demandas e especificações previstas para a obra.

**b) Serviços preliminares**

Os serviços preliminares do projeto referem-se as atividades de demolição, desconfinamento lateral de bordo de pavimento, remoção de placas e defensas, remoção de árvores, remanejamento de rede elétrica que deverão preceder as atividades de pavimentação, drenagem e sinalização.

Ressalta-se que os elementos indicados em projeto para remoção são imprescindíveis para continuidades dos serviços e também para garantia da segurança viária. Notam-se diversas árvores com risco iminente de colisão por saída lateral que devem ser destocadas reduzindo a probabilidade de perda de vidas. Serviços de limpeza e desmatamento também são importantes na eliminação destes riscos aumentando também a visibilidade na rodovia.

Durante a fase dos serviços preliminares também devem ser realizadas as locações de projeto indicadas nos Estudos Topográficos.

Verificar e checar as condições de materialização dos marcos geodésicos implantados próximos as áreas de interesse do projeto em estudo Tabelas 7.1.5 a 7.1.7 a seguir.

**Tabela 7.1.5 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0019.**

| NOME DO MARCO: ANYX-M-0019 | | |
|---|---|---|
| DADOS ANALÍTICOS | | |
| **COORDENADAS GEODÉSICAS** | **COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S** | **COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS** |
| LAT = - 26°26'06,60320"<br>LONG - 52°19'42,33870" | N = 7075438,959<br>E = 367540,507<br>ELEV. ELIPSOIDAL = 957,530<br>ELEV. ORTOMETRICA = 951,780 | Y = 7075438,959<br>X = 367540,507 |

**Tabela 7.1.6 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0229.**

| NOME DO MARCO: ANYX-M-0229 | | |
|---|---|---|
| DADOS ANALÍTICOS | | |
| **COORDENADAS GEODÉSICAS** | **COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S** | **COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS** |
| LAT = - 26°35'09,98330"<br>LONG - 51°48'35,76320" | N = 7059150,800<br>E = 419348,499<br>ELEV. ELIPSOIDAL = 1251,210<br>ELEV. ORTOMETRICA = 1244,080 | Y = 7059150,800<br>X = 419348,499 |

**Tabela 7.1.7 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0021.**

| NOME DO MARCO: ANYX-M-0021 | | |
|---|---|---|
| DADOS ANALÍTICOS | | |
| **COORDENADAS GEODÉSICAS** | **COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S** | **COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS** |
| LAT = - 26°15'58,53590"<br>LONG - 52°41'54,60690" | N = 7093716,226<br>E = 330387,688<br>ELEV. ELIPSOIDAL = 878,560<br>ELEV. ORTOMETRICA = 873,890 | Y = 7093716,226<br>X = 330387,688 |

Deve ser realizadas marcações topográficas com intuito de delimitar as áreas de pavimentação. Portanto, deve ser realizada a locação dos eixos a serem implantados nos locais onde serão construídas as terceiras faixas, piquetear ou pintar a cada 20 metros as tangentes e a cada 10 metros as curvas e as transições de pista nas bordas da plataforma com as respectivas alturas a serem alcançadas.

**c) Drenagem**

Toda a rede de drenagem deverá ser implantada durante a fase dos serviços de pavimentação. Atenção especial deverá ser dada ao projeto de drenagem profunda indicada para o segmento 17.

A implantação da drenagem superficial tem o intuito de proteger os serviços de pavimentação sendo indispensável sua realização antes da liberação ao tráfego.

Os projetos tipo adotados atendem as recomendações do DER-PR e fazem parte do Álbum de Projetos Tipo disponibilizado.

**d) Pavimentação e ligantes betuminosos**

Assim que forem finalizados os serviços preliminares pela construtora serão iniciadas as obras de pavimentação. Os serviços constituem a parte mais significativa da obra representando cerca de 90% dos custos. Isso significa que os serviços de pavimentação têm forte influência no cumprimento dos prazos estabelecidos.

Observa-se a necessidade de instalação e calibragem de usinas misturadoras de solos, principalmente quanto as misturas de base e sub-base indicadas em projeto e usinas de asfalto, cabendo a avaliação dos materiais, que serão obtidos comercialmente, em função das especificações vigentes.

Quanto a execução da reciclagem do material do pavimento existente ao longo da pista existente que constituirão as camadas da nova base ressalta-se alguns aspectos relevantes: 1 – A camada final da base será obtida da mistura in loco do material reciclado das camadas do pavimento existente na espessura de 25 cm com a incorporação de cimento e espuma asfáltica nas proporções indicadas em projeto; 2 – A adição de brita deve ser realizada para correção granulométrica e complementação de volume nos desníveis entre a pista e o acostamento; 3 – As etapas de reciclagem das camadas do pavimento existente com espuma asfáltica devem procedidas obrigatoriamente com o auxílio de recicladora, distribuidores de agregado e cimento; 4 – O material asfáltico indicado é o CAP 50/70 nas proporções indicadas em projeto; 5 – Devem ser realizadas pistas experimentais para validação das equipes, equipamentos e materiais e 6 – As faixas de tráfego devem ser executadas em meia pista devendo ser realizado o deslocamento do eixo.

A concepção do projeto de restauração da pista e implantação de terceira faixas tem o objetivo de utilizar toda a plataforma existente distribuindo-se as novas faixas indicadas no projeto, inclusive acostamentos. Entretanto, percebeu-se que em alguns segmentos a pista existente sofre variações de largura que afetaram a distribuição do novo projeto. Nestes casos, será necessária a complementação de largura da camada

de sub-base e, posterior, execução da camada de base reciclada. Estes locais estão indicados no Quadro Demonstrativo da Pavimentação no item 6.2 deste relatório.

Com relação aos ligantes betuminosos frisa-se que foram indicados materiais de alto desempenho em função das altas demandas de tráfego previstas para a rodovia. Sendo assim, devem ser seguidas as orientações de uso de CAP com polímero SBS para camadas de revestimento asfáltico e emulsões asfálticas com polímero para uso em microrevestimento, pintura de ligação e tratamento superficial duplo.

Cuidados especiais devem ser tomados no controle de armazenagem e logística garantindo que não haverá falta de materiais betuminosos para as frentes de serviços de pavimentação.

Para o segmento 1 foram indicadas camadas de base de brita graduada tratada com cimento e sub-base de brita graduada a 100% PM. Para execução do pavimento será necessária a remoção de camada granular e demolição mecânica de fina camada de revestimento asfáltico do acostamento com regularização do subleito, fresagem para transição entre o pavimento existente e o novo, execução de camada de bloqueio em TSD e reforço com Geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade com manta não tecida em forma de grelha (40x40) mm, bidirecional com resistência de 50 kN/m e C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero com espessura de 10,0 cm. Nas faixas de rolamento devem ser aplicadas camadas de microrevestimento para rejuvenescimento do pavimento asfáltico existente.

Para os demais segmentos com aplicação da técnica de reciclagem estão previstos os serviços de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita, camada de reforço nas faixas adicionais (3ª faixa) com geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade e C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero com espessuras de 10,0 cm a 10,6 cm.

**e) Sinalização e Segurança Viária**

Com relação a sinalização e segurança viária atenta-se primeiramente para a adequada sinalização de obras, sendo fundamental o planejamento e organização para orientar os usuários da rodovia com relação as condições de tráfego e eventuais perigos de acidentes. Ressalta-se que em função da programação simultânea das atividades ao

longo dos diversos segmentos da rodovia PR-280 há de se disponibilizar equipes em todas as frentes de serviço, conforme recomendações do Projeto de Sinalização.

As sinalizações vertical, horizontal e os dispositivos auxiliares de segurança serão implementadas antes da liberação de segmentos da pista ao tráfego.

Além dos sinais usuais de regulamentação, advertência e indicação são também medidas de segurança indispensável ao controle de tráfego durante a fase de obras os seguintes dispositivos: cavaletes e barreiras para fechamento parcial ou total da pista, balizadores, cones, tela de proteção de pedestres (em zonas de passagens de pedestres) e iluminação noturna para indicação de obstruções e orientação de trânsito.

Para a elaboração do projeto de sinalização de obras foram seguidas as diretrizes constantes no Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias, Publicação IPR 738/2010, sendo adotados para o projeto em questão o Projeto - Tipo n° 02: Sinalização de Obras - Bloqueio do Acostamento - Pista Simples (1 faixa por sentido) e o Projeto - Tipo n° 06: Sinalização de Obras - Bloqueio de 1/2 Pista com Circulação Alternada Pista Única, conforme Figura 7.1.3.

Os dispositivos de controle de trânsito deverão permanecer nos seus lugares durante todo o tempo que for necessário.

Foram indicados itens complementares de segurança e conforto que deverão ser executados de acordo com sua função. Tais elementos referem-se a defensas, a terminais absorvedores de impacto, a balizadores e outros elementos, que devem ser tratados ao longo da execução da obra em função da liberação ao tráfego dos segmentos concluídos.

O projeto de sinalização e segurança viária previu de forma imperativa a indicação de terminas absorvedores de impacto nas entradas e saídas de defensas já que a rodovia é de pista simples e existe a possibilidade de impacto em ambos os sentidos desses elementos de proteção (esta indicação atende a metodologia iRAP).

Os itens indicados no projeto atendem as premissas indicadas pelo programa BR-Legal e seguem as orientações de aplicação de contramedidas para aumento da segurança viária da rodovia. Isso significa que as definições do projeto devem ser

seguidas em sua plenitude visando o alcance dos objetivos de redução de mortes e traumas graves.

Antes de iniciar a pintura das faixas da sinalização horizontal, a superfície do pavimento deve estar limpa, seca, livre de contaminantes prejudiciais à pintura. Devem ser retirados quaisquer corpos estranhos aderentes ou partículas de pavimento.

Deve ser executada a pré-marcação de todo o trecho a ser pintado, a fim de garantir o alinhamento e a configuração geométrica da sinalização horizontal, só então deve-se executar a pintura utilizando o equipamento adequado para cada tipo de pintura, observando as indicações do projeto executivo.

Os serviços não podem ser executados quando a temperatura ambiente estiver acima dos 30°C ou abaixo dos 3°C, quando da ocorrência e chuvas 2 horas antes da aplicação.

Quando da aplicação de material termoplástico, a temperatura de aplicação não deve ser inferior a 165°C ou superior a 180°C.

As placas de sinalização vertical deverão ser encomendadas ou confeccionadas de acordo com os padrões apresentados no projeto executivo.

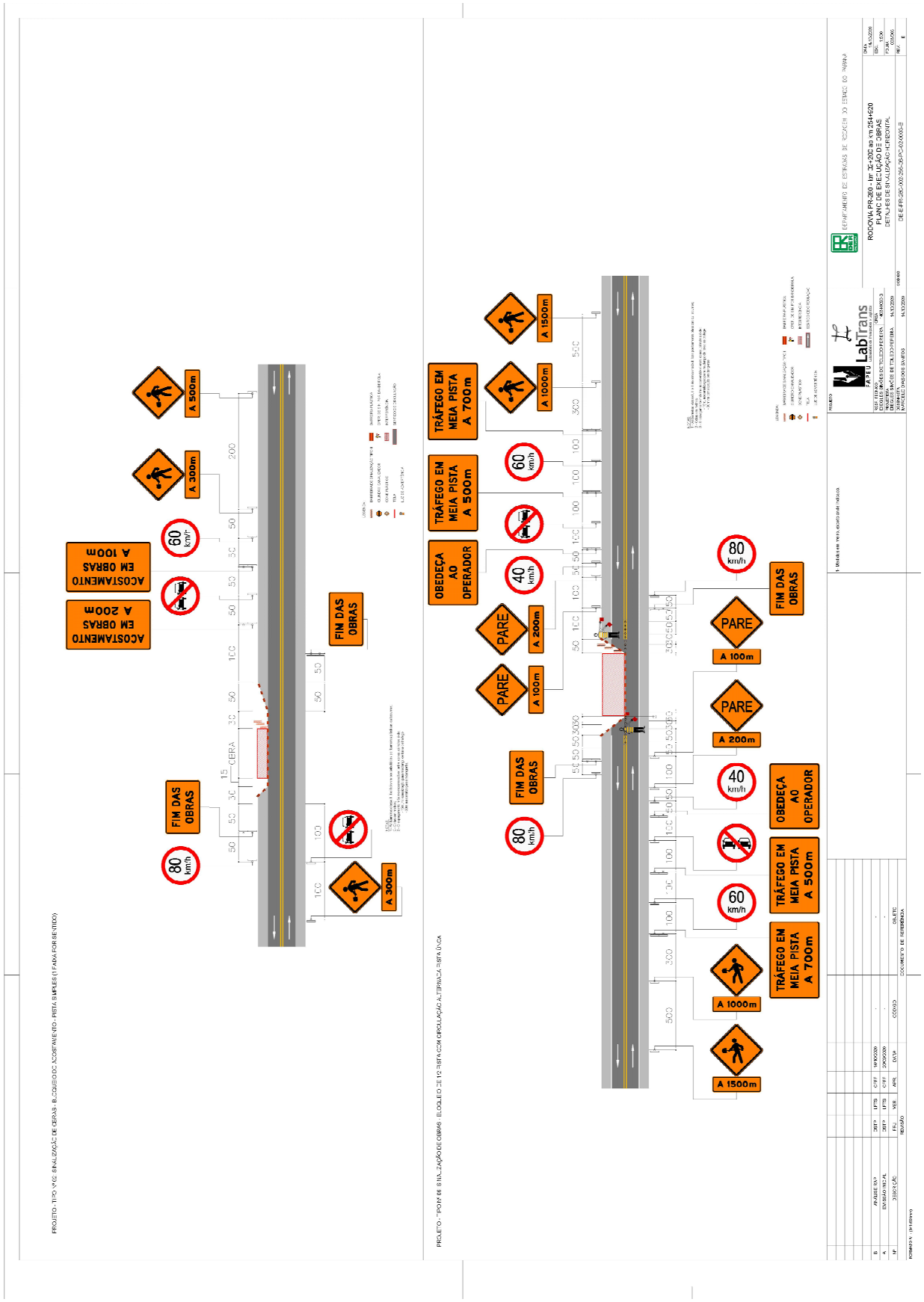
Os locais de implantação das placas, definidos no projeto executivo, deverão ser previamente marcados e limpos, deverão ser implantadas com os suportes definidos para cada uma delas.

As fundações dos semi-pórticos deverão ser executadas logo após aos serviços preliminares, e sua instalação deve ser concluída após o final da pavimentação.

A implantação das tachas e tachões deve ser executada após a conclusão da sinalização horizontal.

A instalação de defensa metálicas, dos dispositivos de contenção (terminal absorvedor de energia), bem como dos demais dispositivos de segurança devem ser executadas à medida que os serviços de pavimentação sejam concluídos.

**Figura 7.1.3 – Esquema de sinalização de obras e desvio.**



**f) Desmobilização**

A contratada deverá iniciar a desmobilização do seu canteiro de obra tão logo se dê o final dos serviços deixando a área reconformada e revegetada sem prejuízos ao meio ambiente. Além disso, devem ser atendidas as demais condicionantes ambientais para a entrega da obra. Sugere-se que a desmobilização do canteiro de obras do trecho A seja realizada tão logo os serviços de sinalização e segurança viária estejam concluídos para o segmento 1 em União da Vitória.

# 8. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

A seguir apresentamos as especificações de serviços que deverão ser atendidas na execução das obras.

| PAVIMENTAÇÃO |
|---|

| Especificação de Serviço | Objeto da Especificação |
|---|---|
| DER/PR ES-P 01/05 | Regularização do Subleito |
| DER/PR ES-P 05/18 | Brita Graduada |
| DER/PR ES-P 15/17 | Concreto Asfáltico Usinado à Quente com Asfalto Polímero |
| DER/PR ES-P 16/18 | Brita Graduada Tratada com Cimento |
| DER/PR ES-P 17/17 | Pinturas Asfálticas |
| DER/PR ES-P 27/05 | Demolição de Pavimentos |
| DER/PR ES-P 30/17 | Micro Revestimento Asfáltico a Frio com Emulsão Modificada por Polímeros Elastoméricos |
| DER/PR ES-P 31/05 | Fresagem a frio |
| DER/PR ES-P 32/05 | Reciclagem de Pavimento a Frio "In Situ" com Espuma de Asfalto |
| DER/PR ES-P 36/17 | Tratamentos Superficiais - Ligantes Convencionais e Modificados |
| DER-SP-ET-DE-P00/043 | Geogrelha |
| EC-01 | Desconfinamento Lateral de Bordo do Pavimento |
| EC-02 | Remoção Mecanizada de Camada Granular |

| DRENAGEM |
|---|

| Especificação de Serviço | Objeto da Especificação |
|---|---|
| DER/PR ES-D 01/18 | Sarjetas e Valetas |
| DER/PR ES-D 02/18 | Transposição de Segmentos de Sarjetas |
| DER/PR ES-D 06/18 | Drenos Longitudinais Profundos |
| DER/PR ES-D 07/18 | Drenos Sub-Superficiais |
| DER/PR ES-D 11/18 | Demolição de Dispositivos de Concreto |
| DER/PR ES-D 14/18 | Limpeza e Desobstrução de Dispositivos de Drenagem |

| SINALIZAÇÃO |
|---|

| Especificação de Serviço | Objeto da Especificação |
|---|---|
| DER/PR ES-OC 02/18 | Sinalização Horizontal com Tinta à Base de Resina Acrílica Emulsionada em Água, Retrorrefletiva |
| DER/PR ES-OC 03/18 | Sinalização Horizontal com Tinta à Base de Resina Acrílica, Retrorrefletiva |
| DER/PR ES-OC 04/18 | Sinalização Horizontal com Material Termoplástico Aplicado pelo Processo de Extrusão, Retrorrefletivo |
| DER/PR ES-OC 06/18 | Tachas Refletivas |
| DER/PR ES-OC 07/18 | Defensas Metálicas |
| DER/PR ES-OC 08/18 | Tachões Refletivos |
| DER/PR ES-OC 09/18 | Fornecimento e Implantação de Placas Laterais para Sinalização Vertical |
| DER/PR ES-OC 10/18 | Pórticos e semipórticos de Sinalização Vertical |
| DER/PR ES-T 01/18 | Serviços Preliminares |
| ABNT NBR 15486/2016 | Segurança no Tráfego - Dispositivos de Contenção Viária - Diretrizes de Projeto e Ensaios de Impacto |
| EC-03 | Remoção de Placas de Sinalização |
| DNIT101/2009 - ES | Balizador de Concreto |
| ABNT NBR 5101/2018 | Remanejamento de Postes |
| EC-04 | Remoção de Defensas Metálicas |

# 9. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

A seguir apresentamos a relação das especificações de materiais para serviços rodoviários.

| Especificação | Material |
|---|---|
| DNIT 165/2013-EM | Emulsões Asfálticas para Pavimentação |
| DNIT 128/2010-EM | Emulsões Asfálticas Catiônicas Modificadas por Polímeros Elastoméricos |
| DNIT 095/2006 - EM | Cimentos asfálticos de petróleo |
| DNIT 129/2011-EM | Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero Eslastomérico |
| DNER-EM 374/97 | Fios e Barras de Aço para Concreto Armado |
| DNER-EM 034/97 | Água para Argamassa e Concreto de Cimento Portland |
| DNER-EM 037/97 | Agregado Graúdo para Concreto de Cimento |
| DNER-EM 038/97 | Agregado Miúdo para Concreto de Cimento |
| DNER-EM 035/98 | Agregados - determinação da abrasão "Los Angeles" |
| ABNT NBR 7211/2005 | Agregados para Concreto - Especificações |
| ABNT NBR 16697/2018 | Cimento Portland - Requisitos |
| ABNT NBR 7175/2003 | Cal Hidratada para Argamassas - Requisitos |
| ABNT NBR 12655/2015 | Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento |
| DNER-EM 276/00 | Tinta para Sinalização Rodoviária Horizontal, a Base de Resina Acrílica Emulsionada em Água |
| DNER-EM 370/97 | Defensas Metálicas de Perfis Zincados |
| DNER-EM 372/00 | Material Termoplástico para Sinalização Horizontal Rodoviária |
| DNER-EM 373/00 | Microesferas de Vidro Retrorrefletivas para Sinalização Horizontal Rodoviária |
| DNER-EM 379/98 | Esferas de Vidro para Sinalização Rodoviária Horizontal |

| Especificação | Material |
|---|---|
| ABNT NBR 13731/2011 | Aeroportos - Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água |
| ABNT NBR 14636/2013 | Sinalização Horizontal Viária - Tachas Refletivas Viárias - Requisitos |
| ABNT NBR 15543/2015 | Sinalização Horizontal Viária - Termoplástico Alto-relevo Aplicado pelo Processo de Extrusão Mecânica |
| ABNT NBR 15576/2015 | Sinalização Horizontal Viária - Tachões Refletivos Viários - Requisitos e Métodos de Ensaio |
| ABNT NBR 16184/2013 | Sinalização Horizontal Viária — Esferas e Microesferas de Vidro — Requisitos e Métodos de Ensaio |
| ABNT NBR 14428/2013 | Sinalização Vertical Viária - Pórticos e Semipórticos Zincados - Projeto, Montagem e Manutenção |
| ABNT NBR 14429/2013 | Sinalização Vertical Viária - Pórticos e Semipórticos Zincados por Imersão a Quente - Requisitos |
| ABNT NBR 14644/2013 | Sinalização Vertical Viária – Películas – Requisitos |
| ABNT NBR 14890/2011 | Sinalização Vertical Viária - Suportes Metálicos em Aço para Placas - Requisitos |
| ABNT NBR 14962/2013 | Sinalização Vertical Viária - Suportes Metálicos em Aço para Placas - Projeto e Implantação |
| ABNT NBR 15486/2016 | Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto |
| ABNT NBR 16592/2017 | Sinalização Vertical Viária - Dispositivos de Sinalização de Alerta (Marcadores) - Requisitos |
| ABNT NBR 6970/2012 | Segurança no Tráfego - Defensas Metálicas Zincadas por Imersão a Quente |
| ABNT NBR 6971/2012 | Segurança no Tráfego - Defensas Metálicas - Implantação |
| ABNT NBR 15486/2016 | Segurança no Tráfego - Dispositivos de Contenção Viária - Diretrizes de Projeto e Ensaios de Impacto |
| ABNT NBR 6323/2016 | Galvanização de Produtos de Aço ou Ferro Fundido - Especificação |

# 10. ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES

## EC-01 – Desconfinamento Lateral de Bordo do Pavimento

**Objetivo:**

Definir e orientar os procedimentos a serem seguidos na execução de desconfinamento lateral de bordo de pavimento/solo, para melhoria da drenagem da estrutura do pavimento, proporcionando alivio de tensões hidráulicas e maior durabilidade das camadas constituintes do pavimento existente em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

**Referências:**

- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR
- Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT

**Definição:**

Trata-se de dispositivo de drenagem do pavimento que tem por objetivo desobstruir a saia do pavimento, em especial, em pavimentos flexíveis com camadas granulares, de forma que a água superficial infiltrada na estrutura do pavimento possa ser drenada lateralmente, para o terreno natural, com velocidade adequada de escoamento, evitando-se o envelopamento da estrutura e a redução da vida útil do pavimento.

**Execução:**

1 - Remover a camada de solo vegetal do bordo externo do pavimento, na forma de “leiras” e da saia do pavimento, com emprego de motoniveladora 120 – H leve, ou similar, com a lâmina inclinada, de forma a remover uma seção média de 1,0 m de largura por 0,3 m de espessura, por metro linear, correspondente a 0,30 m³/m. A produção média de remoção com motoniveladora é de 70 m³/h, que corresponde a 233 m/h para seção especificada.

2 - Carregar o material removido com emprego de retroescavadeira 4 x 4 leve. A produção média de carregamento é da ordem de 35 m³/h, o que requer o uso de duas retroescavadeiras para atender a produção horária estimada para o serviço.

3 - Transportar o material removido e carregado com caminhões basculantes de capacidade de 9 m³. Considera-se que a distância média de transporte para depósito e estocagem do material removido é de 2 km, percorridos a uma velocidade média de 30 km/h, o que permite fazer cada ciclo em aproximadamente 15 minutos, ou seja, cada caminhão transporte em média 35 m³/h. Necessita-se de dois caminhões basculantes para atender a produção horária estimada do serviço.

4 - A seleção do local para depósito e estocagem do material deve ser definido pela fiscalização do DER/PR.

5 – Deverá ser implantada sinalização adequada composta de placas de sinalização de serviços (placas de solo) e “bandeirinhas” para garantia da segurança dos trabalhos e dos usuários.

**Dados para Composição:**

Produção diária estimada: 1.864 m

Produção horária: 233 m

**Mão de Obra:**

- 1 apontador de serviço;

- 2 serventes (“bandeirinhas”)

**Equipamento:**

- 1 motoniveladora 120 – H leve, ou similar;

- 2 retroescavadeiras 4 x 4 leve, ou similar;

- 2 caminhões basculantes com capacidade de 9 m³.

**Medição e Pagamento**

Os serviços serão medidos e pagos por metro linear, estando neles incluídos todos os materiais e o transporte, mão-de-obra e encargos para a completa execução dos trabalhos.

## EC-02 – Remoção mecanizada de Camada Granular

**Objetivo:**

Definir e orientar os procedimentos a serem seguidos na execução da remoção da camada granular do pavimento, em virtude da necessidade de reconstrução da camada de base e/ou sub-base.

**Referências:**

- Norma DNIT 154/2010-ES – Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos – Especificação de Serviço;
- Norma DER/PR ES-P 01/05 – Regularização do Subleito
- Norma DER/PR ES-P 05/18 – Brita Graduada
- Norma DER/PR ES-P 16/18 – Brita Graduada Tratada com Cimento

**Definição:**

Substituição de uma ou mais camadas granulares inferiores do pavimento.

**Execução:**

1 – Iniciar a marcação do perímetro da área degradada a ser aberta;

2 – O serviço de corte ou demolição do revestimento asfáltico não está incluso neste serviço. Porém, caso necessário, deve ser realizada a remoção do pavimento existente, até uma profundidade tal que se permita a remoção da camada granular contaminada, definida nesta especificação;

3 – Escavar a camada granular contaminada, que constitui a base e/ou sub-base, até a espessura definida no projeto;

4 – Transportar o material escavado para o depósito identificado no projeto;

5 - Proceder com a regularização do subleito remanescente conforme a norma DER/PR ES-P 01/05 – Regularização do Subleito, mantendo-se as declividades longitudinais e transversais da plataforma, de modo a assegurar a compactação de pelo menos 15 cm da camada de pavimento ou subleito remanescente, com uma massa específica aparente seca máxima de 100%.

6 – Executar as nova camadas granulares do pavimento, conforme especificação do projeto.

**Dados para Composição:**

Produção diária estimada: 542,72m³

Produção horária: 67,84 m³

**Mão de Obra:**

- 0,4 encarregado de serviço;

- 4 serventes;

**Equipamento:**

- 1 carregadeira frontal de pneus 924-k média;

- 1 motoniveladora com escarificador 140-K média;

**Medição e Pagamento**

Os serviços serão medidos e pagos em metros cúbicos, estando neles incluídos todos os materiais e o transporte, mão-de-obra e encargos para a completa execução dos trabalhos.

## EC-03 – Remoção de Placas de Sinalização

**Objetivo:**

Definir os critérios que orientam a execução e medição de remoção de sinalização vertical e defensas metálicas, em obras rodoviárias.

**Referências:**

- Norma DER/SP ET-DE-B00/004 - Remoção de Cercas, Defensas Metálicas, Canalização, Guias Pré-Moldadas, Estacas de Eucalipto, Tachas Refletivas e Pintura Demarcatória de Via

**Definição:**

Os serviços consistem de desmontagem, transporte e estocagem, cuidadosamente executados, dos elementos para reinstalação dos materiais reaproveitáveis, ou dos materiais que não possibilitem reaproveitamento, em locais determinados pela fiscalização do DER/PR

**Execução:**

1 – Todos os materiais removidos são de propriedade do DER/PR;

2 – Os materiais reaproveitáveis removidos devem ser transportados para local previamente determinado pela fiscalização, onde deverão ser selecionados, armazenados e abrigados. A custódia do armazenamento dos materiais removidos é da executante até a conclusão dos trabalhos, após a conclusão dos trabalhos, o DER/PR deve definir o destino dos materiais;

3 – Os materiais removidos não aproveitáveis, incluindo os fragmentos, devem ser transportados e postos fora do corpo estradal, em locais previamente selecionados destinados a sucatas, com a prévia aprovação da fiscalização.

4 – Nos serviços de remoções deve-se tomar o cuidado para que durante o trabalho os materiais não obstruam cursos d'água, vias públicas ou causem danos a terceiros.

**Dados para Composição Remoção de Placas de Sinalização:**

Produção diária estimada: 8 m²

Produção horária: 1 m²

**Mão de Obra:**

- 0,5 servente;

Equipamento:

- 1 caminhão  carroceria 815/37 6t;

**Medição e Pagamento**

Os serviços serão medidos e pagos na unidade de m², estando neles incluídos todos os materiais e o transporte, mão-de-obra e encargos para a completa execução dos trabalhos.

## EC-04 – Remoção de Defensas Metálicas

**Objetivo:**

Definir os critérios que orientam a execução e medição de remoção de sinalização vertical e defensas metálicas, em obras rodoviárias.

**Referências:**

- Norma DER/SP ET-DE-B00/004 - Remoção de Cercas, Defensas Metálicas, Canalização, Guias Pré-Moldadas, Estacas de Eucalipto, Tachas Refletivas e Pintura Demarcatória de Via

**Definição:**

Os serviços consistem de desmontagem, transporte e estocagem, cuidadosamente executados, dos elementos para reinstalação dos materiais reaproveitáveis, ou dos materiais que não possibilitem reaproveitamento, em locais determinados pela fiscalização do DER/PR

**Execução:**

1 – Todos os materiais removidos são de propriedade do DER/PR;

2 – Os materiais reaproveitáveis removidos devem ser transportados para local previamente determinado pela fiscalização, onde deverão ser selecionados, armazenados e abrigados. A custódia do armazenamento dos materiais removidos é da executante até a conclusão dos trabalhos, após a conclusão dos trabalhos, o DER/PR deve definir o destino dos materiais;

3 – Os materiais removidos não aproveitáveis, incluindo os fragmentos, devem ser transportados e postos fora do corpo estradal, em locais previamente selecionados destinados a sucatas, com a prévia aprovação da fiscalização.

4 – Nos serviços de remoções deve-se tomar o cuidado para que durante o trabalho os materiais não obstruam cursos d'água, vias públicas ou causem danos a terceiros.

**Dados para Composição Remoção de Defensa Metálica:**

Produção diária estimada: 96 m

Produção horária: 12 m

**Mão de Obra:**

- 1 montador;

- 1 servente;

**Equipamento:**

- 1 caminhão  carroceria 815/37 6t;

- 1 retroescavadeira 580N média;

**Medição e Pagamento**

Os serviços serão medidos e pagos por metro linear, estando neles incluídos todos os materiais e o transporte, mão-de-obra e encargos para a completa execução dos trabalhos.

# 11. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

# 11.1 RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS

Apresenta-se a seguir a relação dos profissionais responsáveis pela elaboração dos estudos e projetos do PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280.

| ITENS DO PROJETO | ENGENHEIRO RESPONSÁVEL | CREA | ART Nº |
|---|---|---|---|
| RESPONSÁVEL TÉCNICO DO PROGRAMA PRSV | GUSTAVO GARCIA OTTO | 250054220-3 | 7478926-3 |
| COORDENAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO | DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 | 7512606-8 |
| ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E SEGURANÇA | DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 | 7512696-3 |
| ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS | CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO | 200599496-0 | 7512898-8 |
| ESTUDOS GEOTÉCNICOS | DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 | 7512696-3 |
| PROJETO GEOMÉTRICO | DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 | 7512696-3 |
| PROJETO DE DRENAGEM | CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO | 200599496-0 | 7512898-8 |
| PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO | DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 | 7512696-3 |
| PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA | DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA | 140340090-3 | 7512696-3 |
| ORÇAMENTO E PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA | CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO | 200599496-0 | 7512898-8 |

## 11.2 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Apresenta-se a seguir a declaração de responsabilidade pelos quantitativos do PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280.

# DECLARAÇÃO

Eu, Engº **DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA** portador do registro no CREA Nacional nº 140340090-3, responsável pelo(s) projeto(s) de **Projeto Geométrico, Projeto de Pavimentação e Projeto de Sinalização e Segurança Viária** e pelo(s) estudo(s) **Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança e Estudos Geotécnicos**, e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária ‑FAPEU por meio do seu corpo técnico do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) da Universidade Federal de Santa Catarina, aqui representado pelo seu coordenador técnico do projeto da PR-280, o Engº **DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA**, "DECLARAMOS" para que se produza os devidos fins, que calculamos, dimensionamos e verificamos, os quantitativos relativos ao PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 0+000 ao km 5+940 e km 70+800 ao km 254+920, pelos quais assumimos total responsabilidade.

Por ser a expressão da verdade firmo à presente para que surta os efeitos legais.

Florianópolis, 14/10/2020.

**DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA**
CREA 140340090-3

**DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA**
CREA 140340090-3

# DECLARAÇÃO

Eu, Engº **CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO** portador do registro no CREA Nacional nº 200599496-0, responsável pelo(s) projeto(s) de **Projeto de Drenagem, Orçamento e Plano de Execução da Obra** e pelo(s) estudo(s) **Estudos Topográficos e Cadastrais**, e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária ‑FAPEU por meio do seu corpo técnico do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans) da Universidade Federal de Santa Catarina, aqui representado pelo seu coordenador técnico do projeto da PR-280, o Engº **DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA**, "DECLARAMOS" para que se produza os devidos fins, que calculamos, dimensionamos e verificamos, os quantitativos relativos ao PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 0+000 ao km 5+940 e km 70+800 ao km 254+920, pelos quais assumimos total responsabilidade.

Por ser a expressão da verdade firmo à presente para que surta os efeitos legais.

Florianópolis, 14/10/2020.

**CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO**
CREA 200599496-0

**DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA**
CREA 140340090-3

## 11.3 CÓPIA DA ART PRINCIPAL E COMPROVANTE DE PAGAMENTO

Apresenta-se a seguir a cópia da ART principal, bem como o comprovante de pagamento.

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART** **CREA-SC**
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

**ART OBRA OU SERVIÇO**
25 2020 **7478926-3**
**Inicial**
**Equipe - ART Principal**

1. Responsável Técnico

**GUSTAVO GARCIA OTTO**
Título Profissional: Engenheiro Civil
RNP: 2500542203
Registro: 078134-5-SC

Empresa Contratada: FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSAO UNIVERSI
Registro: 048628-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 3.479.931,76
Honorários:
Ação Institucional:
Contrato:
Celebrado em: 10/07/2020
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Data de Início: 20/07/2020
Data de Término: 16/05/2021
Coordenadas Geográficas:
Finalidade: Infra-estrutura
Código:

4. Atividade Técnica

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Estudo | Consultoria | Est.Viab.Téc.e Econômica | | Projeto |
| **Rodovia** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Planejamento | Coordenação | | |
| **Gestão de Projetos** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Planejamento | | Assessoria |
| **Transporte Rodoviário de Carga** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Planejamento | | Padronização |
| **Serviço não relacionado em vias e/ou tipos de transporte** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Planejamento | | Projeto |
| **Pavimentação Asfáltica** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilograma(s) | |
| Estudo | Análise | Especificação | | Projeto |
| **Sinalização** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Análise | Elaboração | Desenho Técnico | | Projeto |
| **Traçado viário - projeto geométrico** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Padronização | | Projeto |
| **Defensa em rodovia** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Dimensionamento | | Projeto |
| **Drenagem** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Mensuração | | Planejamento |
| **Tráfego** | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Levantamento | Detalhamento | | Memorial Descritivo |
| **Fotogrametria** | Dimensão do Trabalho: | 560,40 | Hectare(s) | |
| Estudo | Levantamento | Detalhamento | | Memorial Descritivo |
| **Serviço topografico Planialtimétrico** | Dimensão do Trabalho: | 560,40 | Hectare(s) | |

5. Observações

Resp. Téc pela Exec. dos Estudos para implant. da 1ª fase do Programa de Revitalização da Segurança Viária – PRSV, contemplando as rodovias PR-323, PR-092 e PR-280

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ACE - 1

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R$ 233,94 | Data Vencimento: 28/08/2020 | Registrada em: 18/08/2020
Valor Pago: R$ 233,94 | Data Pagamento: 20/08/2020 | Nosso Número: 14002004000338516
. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

www.crea-sc.org.br falecom@crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2000 Fax: (48) 3331-2107

CREA-SC

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 18 de Agosto de 2020

GUSTAVO GARCIA OTTO
005.753.169-26

Rui Cezar Quadros Assad
- DER/PR
RG 1.181.534-0

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
76.669.324/0001-89

Luiz Carlos de Cristo
Diretor Técnico - DER/PR
RG 612.713-4 - CREA/PR-5127/D

CORPORATE

## Emissão de comprovantes

G3372508532132061
25/08/2020 08:57:01

```
25/08/2020    -  BANCO  DO  BRASIL  -    08:56:57
358203582                                     0001

     COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: UFSC PROJ EXTENSAO
AGENCIA: 3582-3          CONTA:        203.142-6
================================================
CAIXA ECONOMICA FEDERAL
------------------------------------------------
10490511529500210044400033851635583610000023394
BENEFICIARIO:
CREA-SC
NOME FANTASIA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
SACADOR AVALISTA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
PAGADOR:
FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSA
CNPJ: 83.476.911/0001-17
------------------------------------------------
NR. DOCUMENTO                             82.002
DATA DE VENCIMENTO                   28/08/2020
DATA DO PAGAMENTO                    20/08/2020
VALOR DO DOCUMENTO                       233,94
VALOR COBRADO                            233,94
================================================
NR.AUTENTICACAO            F.84A.336.C55.9CC.EC2
================================================
Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes e cancelamento de
produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais
habituais: agencia, SAC e demais canais de
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de
cartao, outros produtos e servicos de Ouvidoria.
```

Transação efetuada com sucesso por: JA891517 GESSICA SEBERINO PE.

# 11.4 CÓPIA DA ART DE COORDENAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E COMPROVANTES DE PAGAMENTO

Apresenta-se a seguir a cópia da ART de Coordenação Técnica do Projeto, bem como os comprovantes de pagamento.

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART** **CREA-SC**
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

**ART OBRA OU SERVIÇO**
25 2020 **7512606-8**
**Inicial**
**Equipe - ART 7478926-3**

1. Responsável Técnico

**DIEGLES SIMOES DE TOLEDO PEREIRA**
Título Profissional: Engenheiro Civil
RNP: 1403400903
Registro: 170712-3-SC

Empresa Contratada: FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSAO UNIVERSI
Registro: 048628-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 3.479.931,76 Honorários: Ação Institucional:
Contrato: 055/2020 Celebrado em: 10/07/2020 Vinculado à ART: Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Data de Início: 20/07/2020 Data de Término: 16/05/2021 Coordenadas Geográficas:
Código:
Finalidade: Infra-estrutura

4. Atividade Técnica

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Coordenação **Gestão de Projetos** | Direção | Estudo | Planejamento | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Coordenação de Projetos** | Direção | Planejamento | Execução | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Rodovia** | Análise | Projeto | Orçamento | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Geotecnia** | Análise | Avaliação | Projeto | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Pavimentação Asfáltica** | Análise | Restauração | Projeto | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilograma(s) | |
| Coordenação **Sinalização** | Análise | Especificação | Projeto | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Fiscalização **Traçado viário - projeto geométrico** | Elaboração | Desenho Técnico | Projeto | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Defensa em rodovia** | Análise | Padronização | Projeto | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Drenagem** | Análise | Dimensionamento | Projeto | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Tráfego** | Análise | Mensuração | Planejamento | |
| | Dimensão do Trabalho: | 492,28 | Quilômetros(s) | |
| Coordenação **Fotogrametria** | Levantamento | Detalhamento | Memorial Descritivo | |
| | Dimensão do Trabalho: | 560,40 | Hectare(s) | |
| Coordenação **Serviço topografico Planialtimétrico** | Levantamento | Detalhamento | Memorial Descritivo | |
| | Dimensão do Trabalho: | 560,40 | Hectare(s) | |

5. Observações

Coordenação de projetos de ampliação da capacidade e segurança viária da 1ª fase do Programa PRSV, contemplando as rodovias PR-323, PR-092 e PR-280 totalizando a extensão de 492,28 km

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ACE - 1

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R$ 88,78 | Data Vencimento: 28/09/2020 | Registrada em: 16/09/2020
Valor Pago: R$ 88,78 | Data Pagamento: 22/09/2020 | Nosso Número: 14002004000375081
. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

www.crea-sc.org.br falecom@crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2000 Fax: (48) 3331-2107

CREA-SC

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 16 de Setembro de 2020

DIEGLES SIMOES DE TOLEDO PEREIRA
045.966.876-82

Rui Cezar Quadros Assaf
- DER/PR
161.534-0

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
76.669.324/0001-89

Luiz Carlos de Cristo
Diretor Técnico - DER/PR
RG 612.713-4 - CREA/PR-5127/D

CORPORATE

## CobranÃ§a / TÃ-tulos

G332221121706425 1
22/09/2020 11:46:20

22/09/2020 - BANCO DO BRASIL - 11:46:19
358203582 0003

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: UFSC PROJ EXTENSAO
AGENCIA: 3582-3 CONTA: 203.142-6
==========
CAIXA ECONOMICA FEDERAL
---
10490511529500210044400037508132583920000008878
BENEFICIARIO:
CREA-SC
NOME FANTASIA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
SACADOR AVALISTA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
PAGADOR:
FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSA
CNPJ: 83.476.911/0001-17
---
NR. DOCUMENTO 92.209
DATA DE VENCIMENTO 28/09/2020
DATA DO PAGAMENTO 22/09/2020
VALOR DO DOCUMENTO 88,78
VALOR COBRADO 88,78
==========
NR.AUTENTICACAO 7.F02.345.74A.8AC.223
==========
Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes e cancelamento de
produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais
habituais: agencia, SAC e demais canais de
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de
cartao, outros produtos e servicos de Ouvidoria.

TransaÃ§Ã£o efetuada com sucesso por: JA691517 GESSICA SEBERINO PE .

# 11.5 CÓPIA DAS ART'S DOS PROFISSIONAIS E COMPROVANTES DE PAGAMENTO

Apresentam-se a seguir as cópias das ART's dos profissionais, bem como os comprovantes de pagamento.

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART** **CREA-SC**
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

**ART OBRA OU SERVIÇO**
25 2020 **7512696-3**
**Inicial**
**Equipe - ART 7478926-3**

1. Responsável Técnico

**DIEGLES SIMOES DE TOLEDO PEREIRA**
Título Profissional: Engenheiro Civil
RNP: 1403400903
Registro: 170712-3-SC

Empresa Contratada: FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSAO UNIVERSI
Registro: 048628-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 3.479.931,76
Honorários:
Ação Institucional:
Contrato: 065/2020
Celebrado em: 10/07/2020
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Data de Início: 20/07/2020
Data de Término: 16/05/2021
Coordenadas Geográficas:
Finalidade: Infra-estrutura
Código:

4. Atividade Técnica

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Estudo | Execução | Análise | | Projeto |
| **Rodovia** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Avaliação | | Projeto |
| **Geotecnia** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Análise | Especificação | | Projeto |
| **Sinalização** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Elaboração | Projeto | Manutenção | | Restauração |
| **Pavimentação Asfáltica** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilograma(s) | |
| Elaboração | Análise | Padronização | | Projeto |
| **Defensa em rodovia** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Execução | Elaboração | Desenho Técnico | | Projeto |
| **Traçado viário - projeto geométrico** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Avaliação | Análise | Mensuração | | Planejamento |
| **Tráfego** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |

5. Observações

Resp. Téc pela Exec. dos Est. de Tráfego, Capac. e Seg., Est. Geotécnicos e Projetos Geom., Pavimentação, Sinaliz. e Segur. Viária (iRAP/BR-Legal) para implant. da 1ª fase do Programa PRSV da PR-280

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ACE - 1

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R$ 88,78 | Data Vencimento: 28/09/2020 | Registrada em: 16/09/2020
Valor Pago: R$ 88,78 | Data Pagamento: 22/09/2020 | Nosso Número: 14002004000375183
. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

www.crea-sc.org.br Fone: (48) 3331-2000 falecom@crea-sc.org.br Fax: (48) 3331-2107 CREA-SC

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 16 de Setembro de 2020

DIEGLES SIMOES DE TOLEDO PEREIRA
045.996.876-82

Rui Cezar Quadros Ass - DER/
RG 1.181.534-0

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
76.669.324/0001-89

P/ Luiz Carlos de Cristo
Diretor Técnico - DER/PR
RG 612.713-4 - CREA/PR-5127/D

CORPORATE

## CobranÃ§a / TÃ-tulos

G332221121706425 1
22/09/2020 11:43:21

22/09/2020 - BANCO DO BRASIL - 11:43:20
358203582 0007

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: UFSC PROJ EXTENSAO
AGENCIA: 3582-3 CONTA: 203.142-6
==========
CAIXA ECONOMICA FEDERAL
---
10490511529500210044400037518362183920000008878
BENEFICIARIO:
CREA-SC
NOME FANTASIA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
SACADOR AVALISTA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
PAGADOR:
FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSA
CNPJ: 83.476.911/0001-17
---
NR. DOCUMENTO 92.207
DATA DE VENCIMENTO 28/09/2020
DATA DO PAGAMENTO 22/09/2020
VALOR DO DOCUMENTO 88,78
VALOR COBRADO 88,78
==========
NR.AUTENTICACAO 5.F35.8C8.E12.C37.D17
==========
Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes e cancelamento de
produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais
habituais: agencia, SAC e demais canais de
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de
cartao, outros produtos e servicos de Ouvidoria.

TransaÃ§Ã£o efetuada com sucesso por: JA691517 GESSICA SEBERINO PE .

**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART** **CREA-SC**
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

**ART OBRA OU SERVIÇO**
25 2020 **7512898-8**
**Inicial**
**Equipe - ART 7478926-3**

1. Responsável Técnico

**CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO**
Título Profissional: Engenheiro Civil
RNP: 2005994960
Registro: 174203-0-SC

Empresa Contratada: FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSAO UNIVERSI
Registro: 048628-0-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 3.479.931,76
Honorários:
Ação Institucional:
Contrato: 065/2020
Celebrado em: 10/07/2020
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
CPF/CNPJ: 76.669.324/0001-89
Endereço: AVENIDA IGUACU, n 420
Nº: -
Complemento: PR323/PR092/PR280
Bairro: REBOUCAS
Cidade: CURITIBA
UF: PR
CEP: 80230-020
Data de Início: 20/07/2020
Data de Término: 16/05/2021
Coordenadas Geográficas:
Finalidade: Infra-estrutura
Código:

4. Atividade Técnica

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Estudo | Análise | Projeto | | Orçamento |
| **Rodovia** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Elaboração | Análise | Dimensionamento | | Projeto |
| **Drenagem** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 190,06 | Quilômetros(s) | |
| Estudo | Levantamento | Detalhamento | | Memorial Descritivo |
| **Fotogrametria** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 162,30 | Hectare(s) | |
| Estudo | Levantamento | Detalhamento | | Memorial Descritivo |
| **Serviço topografico Planialtimétrico** | | | | |
| | Dimensão do Trabalho: | 162,30 | Hectare(s) | |

5. Observações

Resp. Téc pela Exec. dos Estudos Topograficos e Cadastrais, Projeto de Drenagem, Orçamento e Plano de Execução da Obra para implant. da 1ª fase do Programa de Revital. da Seg. Viária – PRSV da PR-280

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação especifica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ACE - 1

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART: TAXA DA ART PAGA
Valor ART: R$ 88,78 | Data Vencimento: 28/09/2020 | Registrada em: 16/09/2020
Valor Pago: R$ 88,78 | Data Pagamento: 22/09/2020 | Nosso Número: 14002004000375414
. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

www.crea-sc.org.br
Fone: (48) 3331-2000
falecom@crea-sc.org.br
Fax: (48) 3331-2107
CREA-SC

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 16 de Setembro de 2020

CARLOS FELIPE FERNANDES FIGUEIREDO
108.874.617-94

Rui Cezar Quadros Assad
- DER/PR
RG. 1.181.534-0

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA
76.669.324/0001-89

Luiz Carlos de Cristo
Diretor Técnico - DER/PR
RG 612.713-4 - CREA/PR-5127/D

CORPORATE

## CobranÃ§a / TÃ-tulos

G332221121706425 1
22/09/2020 11:39:46

22/09/2020 - BANCO DO BRASIL - 11:39:45
358203582 0001

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: UFSC PROJ EXTENSAO
AGENCIA: 3582-3 CONTA: 203.142-6
==========
CAIXA ECONOMICA FEDERAL
---
10490511529500210044400037541422683920000008878
BENEFICIARIO:
CREA-SC
NOME FANTASIA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
SACADOR AVALISTA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
PAGADOR:
FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSA
CNPJ: 83.476.911/0001-17
---
NR. DOCUMENTO 92.205
DATA DE VENCIMENTO 28/09/2020
DATA DO PAGAMENTO 22/09/2020
VALOR DO DOCUMENTO 88,78
VALOR COBRADO 88,78
==========
NR.AUTENTICACAO 1.764.0DE.C8D.423.9F9
==========
Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes e cancelamento de
produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais
habituais: agencia, SAC e demais canais de
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de
cartao, outros produtos e servicos de Ouvidoria.

TransaÃ§Ã£o efetuada com sucesso por: JA691517 GESSICA SEBERINO PE .

# 12. TERMO DE ENCERRAMENTO

# 12 TERMO DE ENCERRAMENTO

O Volume 1 – Relatório do Projeto, parte integrante do PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA PR-280, no trecho (A): DIVISA PR/SC - ENTR. BR-153 (A) e no trecho (B) ENTR. BR-153 (B) - ENTR. BR-280 (MARMELEIRO) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 0+000 ao km 5+940 e km 70+800 ao km 254+920, é composto por 369 páginas, numeradas sequencialmente a partir do ÍNDICE, sendo esta a última página do relatório.

Florianópolis, 14 de outubro de 2020.

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA 140340090-3