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-092

km 200+190 ao km 327+300

RODOVIA:	PR-092
TRECHO:	AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A)
FASE:	EXECUTIVO
EXTENSÃO:	127,11 km

VOLUME 1

RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA CONCORRÊNCIA

FAPEU

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

DER PARANÁ

DEZEMBRO / 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-092

km 200+190 ao km 327+300

RODOVIA: PR-092

TRECHO: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A)

FASE: EXECUTIVO

EXTENSÃO: 127,11 km

VOLUME 1

RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA CONCORRÊNCIA

Revisão	Data	Descrição
A	10/12/2020	Emissão inicial
B	18/12/2020	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 10
3.3 IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM 11
4. ESTUDOS REALIZADOS 12
4.1 INTRODUÇÃO 13
4.2 COLETA DE DADOS 14
4.3 ESTUDOS DE TRÁFEGO, CAPACIDADE E SEGURANÇA 36
4.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS 79
4.5 ESTUDOS GEOTÉCNICOS 105
5. PROJETOS ELABORADOS 131
5.1 PROJETO GEOMÉTRICO 132
5.2 PROJETO DE DRENAGEM 140
5.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 147
5.4 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA 200
6. QUANTITATIVOS DE MATERIAIS E SERVIÇOS 232
6.1 QUADRO DE QUANTIDADES 233
6.2 MÉMORIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES 242
7. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA 243
7.1 INTRODUÇÃO 244
7.2 FATORES CONDICIONANTES 244
7.3 ORGANIZAÇÃO E PRAZOS 252
7.4 PLANO DE ATAQUE DOS SERVIÇOS 262
8. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS 277
9. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS 281
10. ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES 284
11. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 293
11.1 RELAÇÃO DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS 294
11.2 DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE 295
11.3 CÓPIA DA ART PRINCIPAL E COMPROVANTE DE PAGAMENTO 298

11.4 CÓPIA DA ART DE COORDENAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E COMPROVANTES DE PAGAMENTO 301

11.5 CÓPIA DAS ART'S DOS PROFISSIONAIS E COMPROVANTES DE PAGAMENTO.....304

12. TERMO DE ENCERRAMENTO.....308

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária – FAPEU por meio do seu corpo técnico 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300 totalizando a extensão de 127,11 km.

Os segmentos objeto do projeto pertencem a Superintendência Regional Campos Gerais sob a qual está vinculado o Escritório Regional Cerne e a Superintendência Regional Norte sob a qual está vinculado o Escritório Regional Norte Pinheiro.

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, 18 dezembro de 2020.

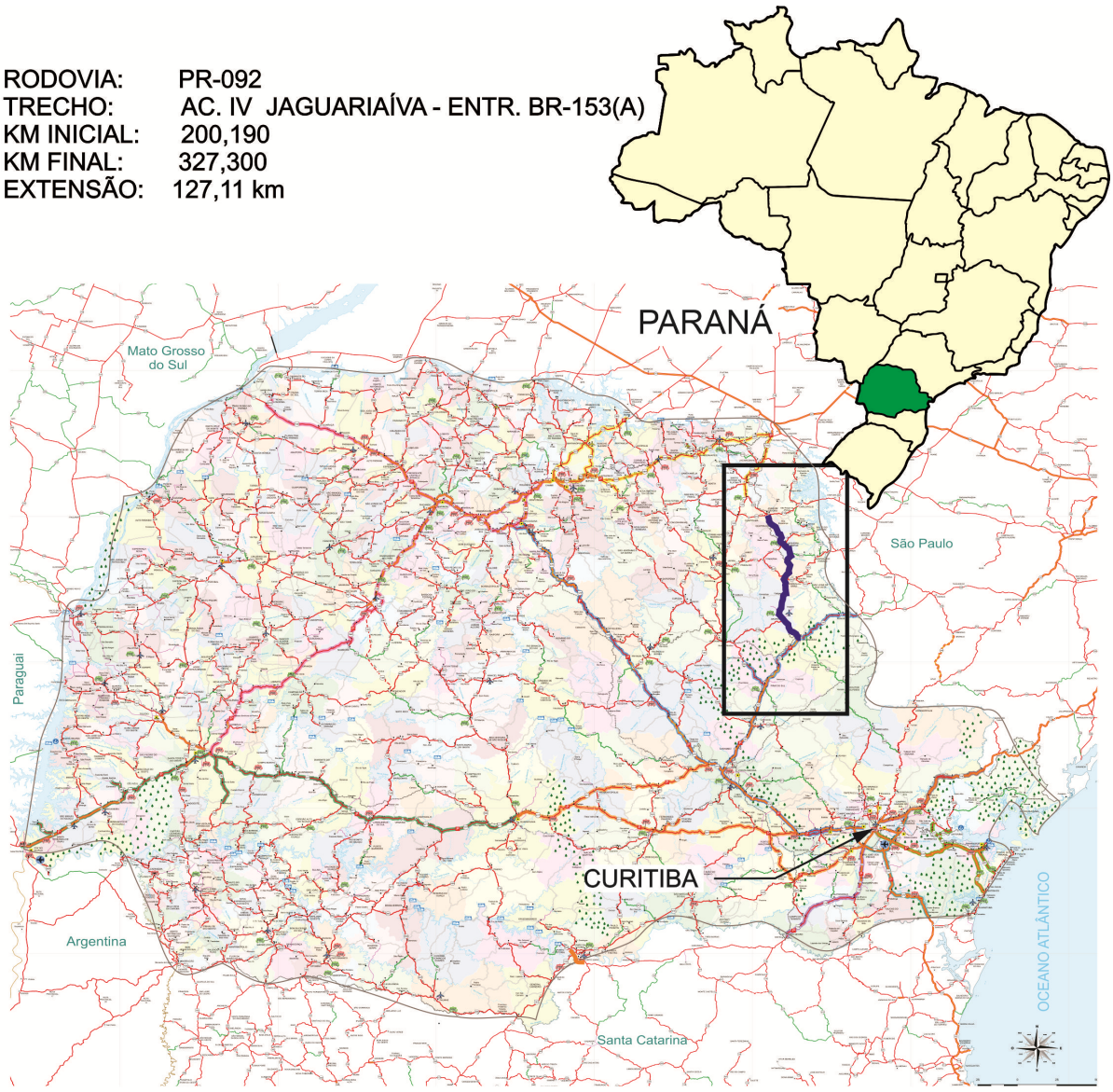
Gustavo Garcia Otto
Responsável Técnico

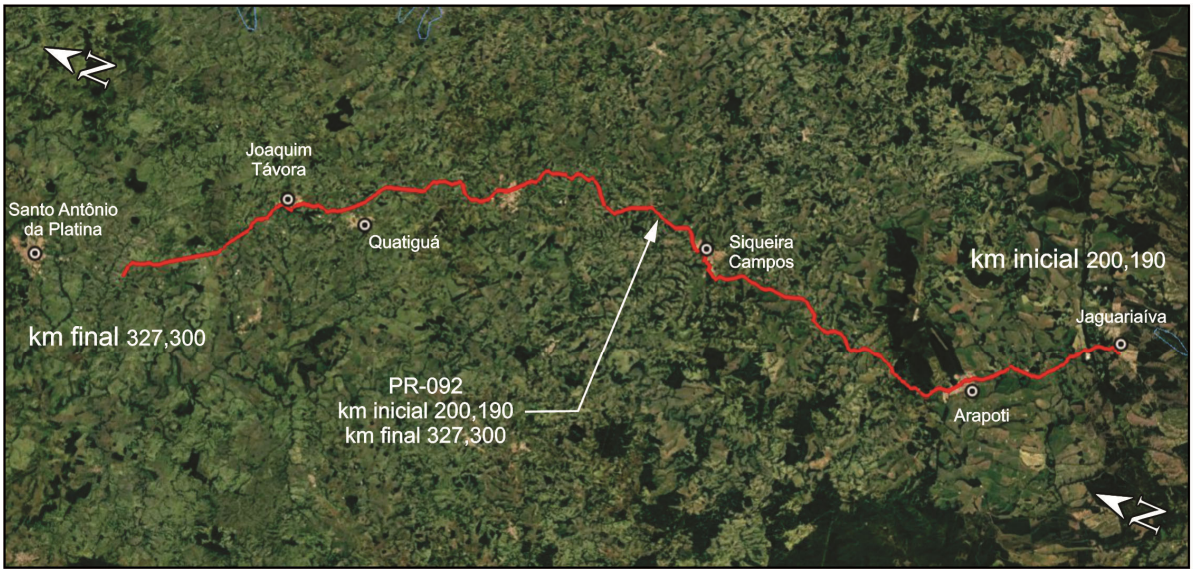
Diegles Simões de Toledo Pereira
Coordenador do Projeto

2. MAPA DE SITUAÇÃO

2. MAPA DE SITUAÇÃO

RODOVIA: PR-092
TRECHO: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153(A)
KM INICIAL: 200,190
KM FINAL: 327,300
EXTENSÃO: 127,11 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 foi conduzida 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 e extensão de rampas e níveis de serviço. Com isso, foram definidos 16 segmentos objeto do projeto de implantação de terceiras faixas.

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-092, 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.

A solução de reciclagem do pavimento apresenta base cimentada, porém com teor de cimento de apenas 2,0% devido ao uso de espuma asfáltica, o que diminui consideravelmente a probabilidade de reflexão de trincas.

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 do ligante betuminoso a ser utilizado no concreto betuminoso levou 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 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 estes 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-092 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 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.

No Projeto de Drenagem referente ao trecho A entre Jaguariaíva e Wenceslau Braz foram realizadas análises adicionais quanto a implantação de novos dispositivos de drenagem superficial considerando o tipo de sub-base observada (material susceptível a deformação em função de presença de água). Este cuidado adicional visa evitar a infiltração de água nos bordos dos cortes.

No segmento 4 observou-se processo de erosão incipiente no deságue da sarjeta, sendo indicada a proteção com camada de alvenaria de pedra de mão argamassada para conter o processo erosivo no bordo da rodovia.

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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300 totalizando a extensão de 127,11 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-092 na Sede do DER-PR, na Superintendência Regional Campos Gerais em Ponta Grossa e nos escritórios regionais Cerne em Piraí do Sul e Norte Pinheiro em Jacarezinho.

A rodovia em questão faz parte do Corredor Nordeste (Rodovia Governador Parigot de Souza), compreendido por trechos das rodovias PR-092, PRC-422, PRC-218 e PRC-272. Tendo em vista sua importância como infraestrutura de transportes para o estado, o segmento da rodovia PR-092 está sendo avaliado dentro de um Programa de Parcerias Público-Privada iniciado pela Empresa de Planejamento e Logística – EPL. Dessa forma, uma parcela dos dados coletados para desenvolvimento dos projetos foram obtidas juntamente a EPL ou dos escritórios regionais.

Outros dados relativos a 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.

No trecho da rodovia PR-092 objeto deste projeto foram identificados apenas contratos do tipo CREMEP, cujos detalhes são apresentados a seguir.

4.2.1.2 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	t	DER/PR ES-P 21/05

Código	Serviços	Unidade	Especificação de Serviço
	(mecânico), excl. fornec. do CAP		
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
570510	Reperf.c/C.B.U.Q.(massa fina) excl.fornec.CAP (acima de 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
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: FAPEU (2020) adaptado de DER/PR (2017).

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.

4.2.1.3 Contratos em vigência

Os trechos em estudo compreendem diversos lotes de conservação e manutenção, conforme descrito a seguir na Tabela 4.2.2.

Tabela 4.2.2 – Dados dos contratos de conservação e manutenção da PR-092.

Rodovia	Programa	Lote	Superintendência Regional	Contrato	Data Abertura	Empresa
PR-092	CREMEP II	3	Campos Gerais	CO079/2018DOP	27/04/2017	Compasa
	CREMEP II	6	Norte	CO086/2018DT	02/08/2017	Compasa

Fonte: FAPEU (2020) adaptado de DER/PR (2017).

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-092, 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 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

O trecho da rodovia PR-092 a ser tratado neste projeto se inicia no acesso IV Jaguariaíva e vai até o Entr. BR-153 (A) com extensão de 127,11 km de extensão, estando sob a jurisdição da Superintendência Regional Campos Gerais, localizada na cidade de Ponta Grossa e de seu escritório Regional Cerne em Piraí do Sul e também da Superintendência Regional Norte, localizada na cidade de Londrina, e de seu escritório Regional Norte Pinheiro em Jacarezinho.

O segmento sob a responsabilidade do Escritório Regional Cerne possui 51,84 km de extensão e está compreendido entre o acesso IV Jaguariaíva e o Entr. PR-422 (Wenceslau Braz). A equipe de campo foi apresentada a Engenheira Patricia Sales Silva e ao Engº Leno Fanchin. Já no segmento sob a responsabilidade do Escritório

Regional Norte Pinheiro possui 75,27 km de extensão e está compreendido entre o Entr. PR-422 (Wenceslau Braz) e o Entr. BR-153 (A). A equipe foi recebida pelo Engenheiro Carlos Roque Franco Neto. Na ocasião foram informados sobre os levantamentos com vídeo registro, levantamentos topográficos e sondagens amostrais.

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 sob a responsabilidade do engenheiro Diegles Simões de Toledo Pereira.

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, 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-092. 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 possuem desnível entre a faixa de rolamento e o acostamento bem superior ao máximo recomendado de 5,0 cm. Notam-se casos em que o desnível atinge cerca de 13 cm comprometendo a segurança viária.

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-092 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 da quais serão indicadas as soluções complementares de segurança ao longo de toda rodovia 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-092, 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 Nordeste (Rodovia Governador Parigot de Souza), compreendido por trechos das rodovias PR-092, PRC-422, PRC-218 e PRC-272, 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 Contagem de Tráfego e taxas de crescimento

4.2.5.1 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-092.

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-092 foi proposta uma metodologia de cálculo a partir de índices com impacto sobre o transporte rodoviário de cargas, conforme apresentado a seguir.

4.2.5.2 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:

- 1 estimativa de Volume Médio Diário (VMD), obtida das simulações de tráfego realizadas no âmbito do PNCT (Modelagem para o ano de 2018):
  - Posto 3888 – PR-092 - Trecho coincidente com a BR-272

- 1 posto de contagem volumétrica classificatória permanente (praça de pedágio) de onde foram obtidas as contagens totais mensais (anos 2015 a 2019)
    - P5-4 (Rodonorte) – PR-151 km 223+200 – Município de Jaguariaíva.
- 1 posto de contagem volumétrica classificatória com abrangência de 24 horas durante 7 dias:
    - Posto 237 – BR-153 - 02/07/2016 a 08/07/2016

Os cálculos do volume médio diário anual para a rodovia PR-092 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).

4.2.5.3 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 Estatistica – 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 P5-4 (PR-151 km 223+200 – Município de Jaguariaíva) da Concessionária Rodonorte.

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-092.

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 4.2.3 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 4.2.3 – 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: FAPEU (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-092 frente ao transporte de milho. Com isso, atingiu-se a taxa média de crescimento anual de 4,43%, conforme apresentado na Tabela 4.2.4.

Tabela 4.2.4 – 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: FAPEU (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 4.2.5 apresentada a seguir. A taxa média de crescimento anual atingiu o valor de -0,54%.

Tabela 4.2.5 – Dados de contagem contínua anual - VMDa (2015 a 2019).

ANOS	Veículos Leves	Variação	Média	Veículos Pesado	Variação	Média
2015	3031	-	-0,34%	4010	-	-0,54%
2016	2893	-4,53		3576	-10,83	
2017	2965	2,49		3950	10,49	
2018	2860	-3,57		3931	-0,49	
2019	2981	4,26		3879	-1,32	

Fonte: FAPEU (2020) adaptado da Praça de Pedágio P5-4 (Concessionária Rodonorte).

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.

4.2.6 Dados de Acidentes

4.2.6.1 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-092, 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.

4.2.6.2 Dados estatísticos de acidentes da rodovia PR-092

Os acidentes ocorridos na rodovia PR-092 são apresentados para o segmento AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A), entre os quilômetros 200,1 ao 327,3, totalizando 127,2 quilômetros de extensão.

Nesse segmento, entre os anos de 2016 e 2019, foram registrados 1.388 acidentes, que totalizaram 712 vítimas feridas e 84 vítimas fatais, conforme apresentado na Figura 4.2.4.

É possível observar uma taxa média do aumento no número de acidentes da ordem de 18,4% entre os anos de 2016 a 2019. Já para o número de vítimas fatais observa-se uma queda de 28,0% entre o ano de 2016 e 2017 e uma retomada crescente do número de vítimas com taxa média de crescimento, a partir do ano de 2017, igual a 8,1%. 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.

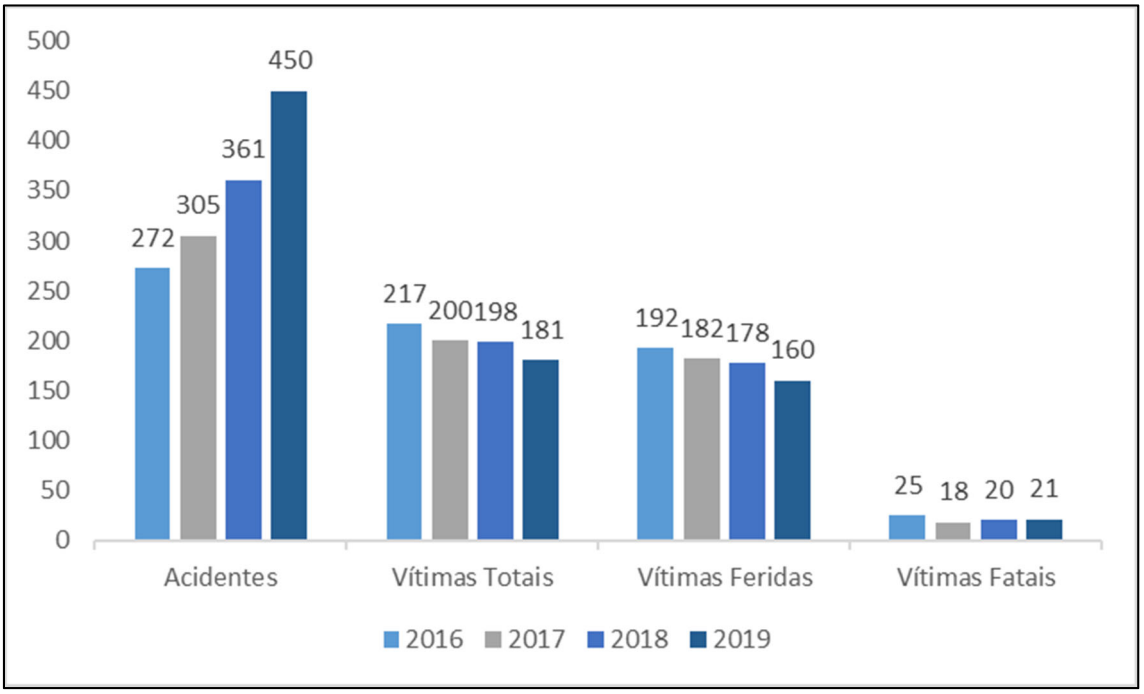


Figura 4.2.4 – Quantidade de acidentes e vítimas ocorridos na rodovia PR-092 entre os anos de 2016 e 2019.

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. Observa-se que a taxa média de crescimento para colisões longitudinais e aquelas não caracterizadas (outros) é superior aos demais tipos de acidentes.

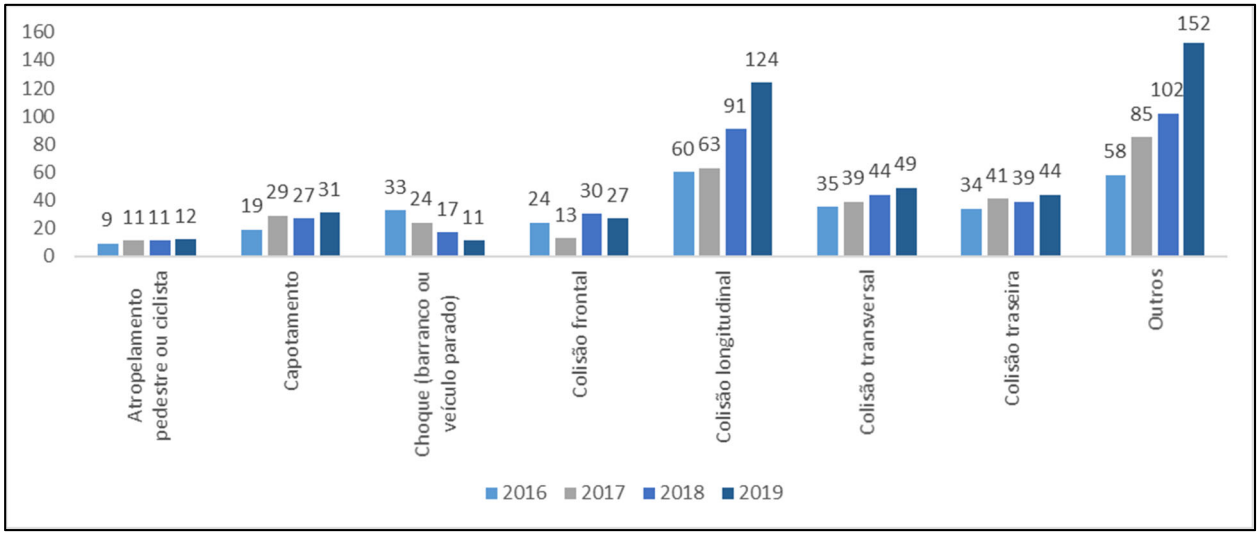


Figura 4.2.5 – Distribuição por tipo de acidente ocorrido na rodovia PR-092 entre os anos de 2016 e 2019.

Além disso, os acidentes ocorridos na rodovia PR-092 entre o AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A), nesse período, são apresentados na Figura 3.2.6 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 motociclistas, pedestres e ciclistas, sucessivamente.

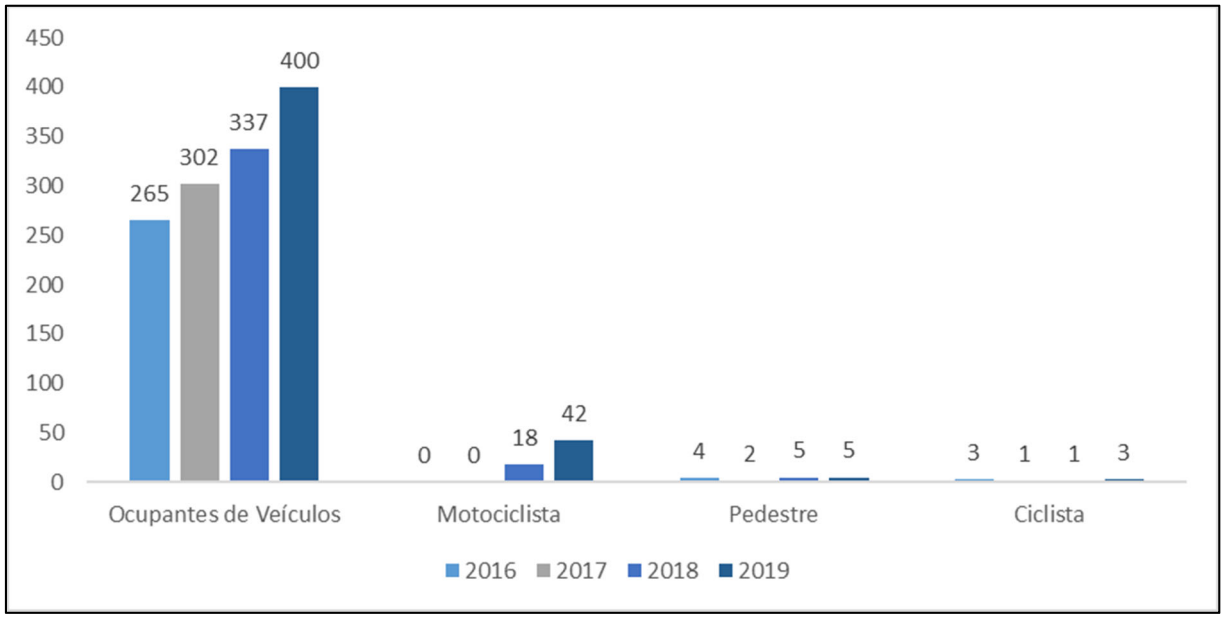


Figura 4.2.6 – Distribuição por tipo de usuário dos acidentes ocorrido na rodovia PR-092 entre os anos de 2016 e 2019.

Observa-se da rodovia PR-092 um número ínfimo de acidentes com pedestres revelando que o trecho possui características predominantemente rurais, embora ao longo do trecho existam núcleos urbanos. O crescimento do número de acidentes com motociclistas entre o ano de 2018 e 2019 sugere que seja realizada análise criteriosa deste deslocamento pela rodovia.

4.2.7 Perfil de velocidade

4.2.7.1 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.

4.2.7.2 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-092. 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 4.2.7, para registrar as coordenadas e velocidade de deslocamento do veículo de registro.

Figura 4.2.7 – 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 4.2.8 e 4.2.9. 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 4.2.10). Em seguida

as informações foram exportadas para planilhas de cálculo que permitiram associar os dados de georreferenciamento com a quilometragem da rodovia (Figuras 4.2.11).

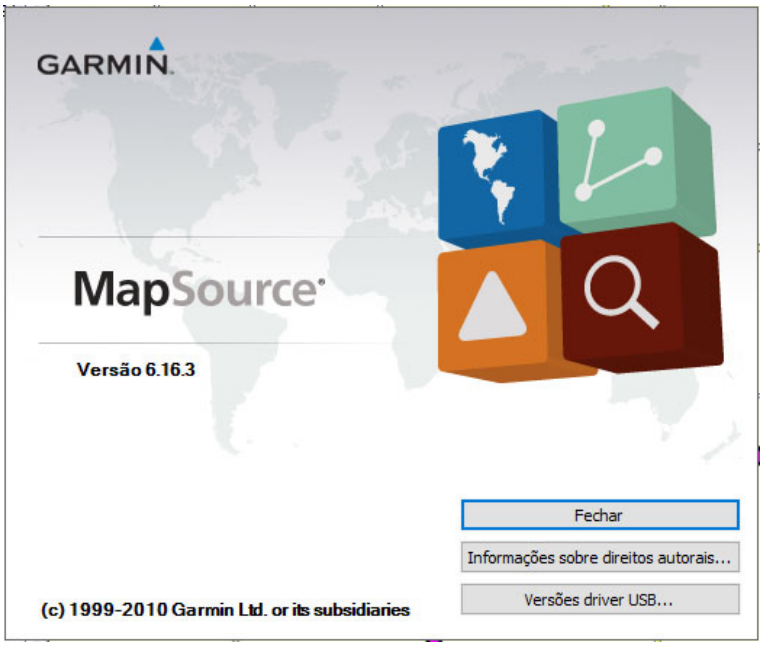


Figura 4.2.8 – Identificação do software MapSource.

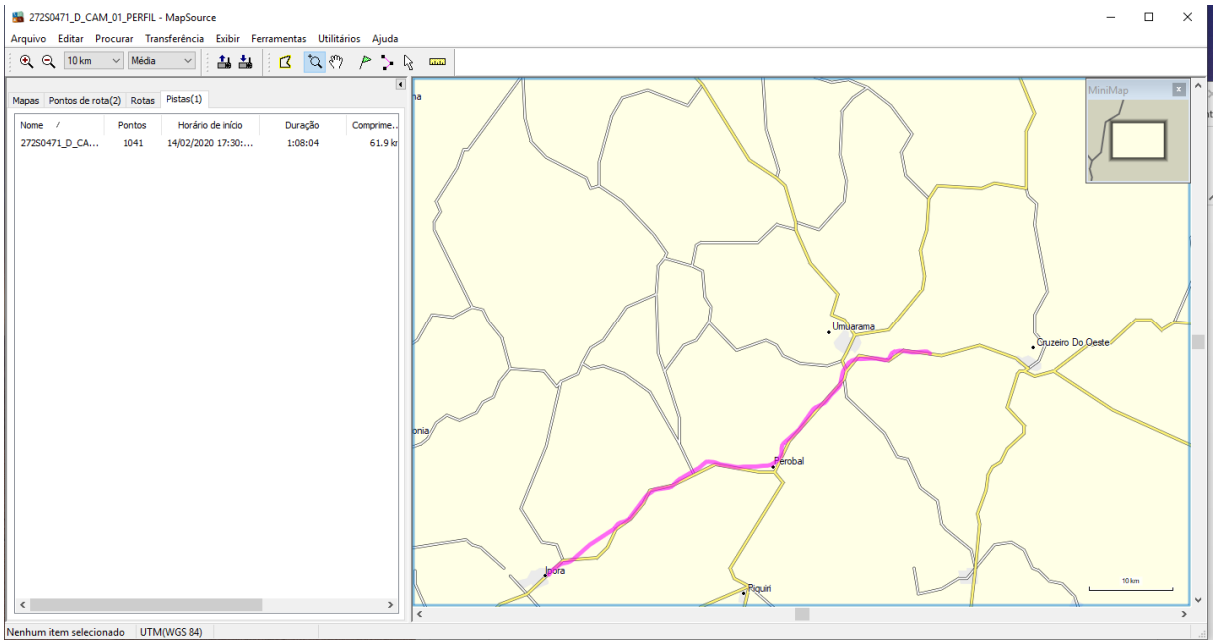


Figura 4.2.9 – Exemplo da Representação do rastreio no software MapSource.

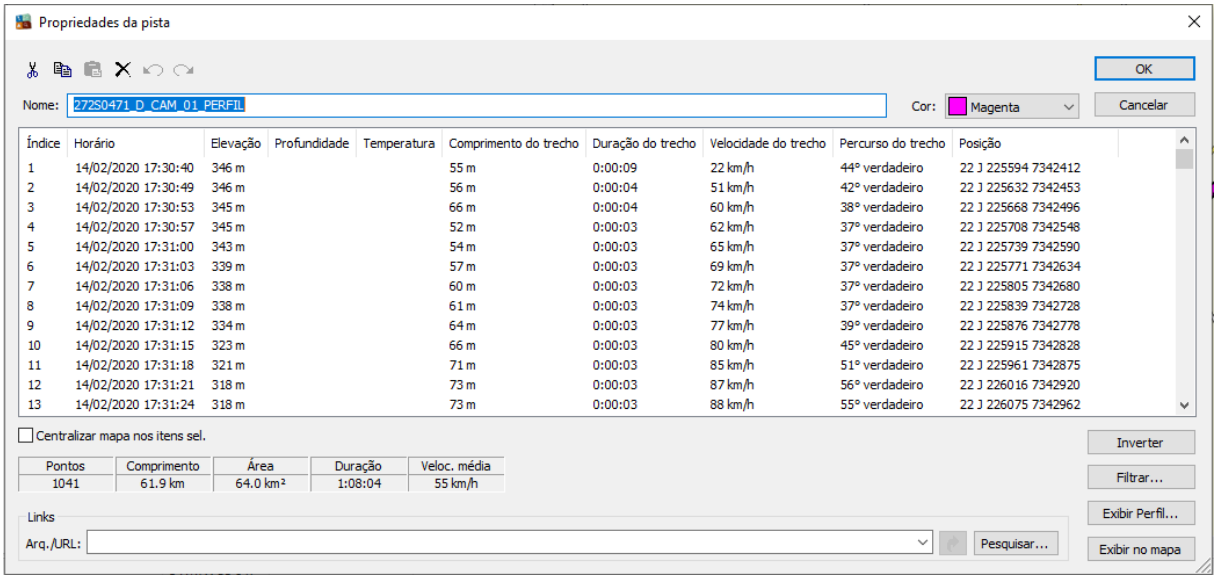


Figura 4.2.10 – Exemplo de Dados da rota registrada.

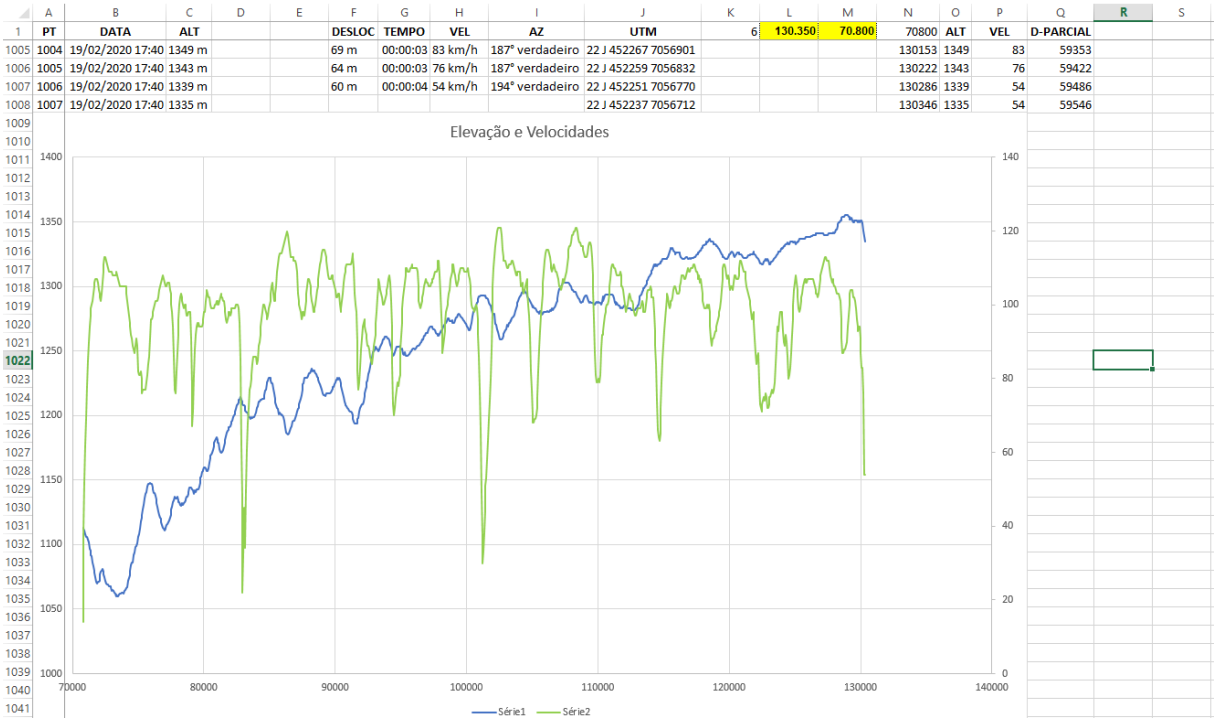


Figura 4.2.11 – Exemplo da Representação de elevação da via e velocidade de deslocamento ao longo do percurso amostrado.

4.2.7.3 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-092 foi apresentado de forma contínua, considerando a extensão do levantamento, da seguinte forma:

- - C_CAR_01 – Carro de passeio 01, no sentido crescente da rodovia PR-092
- C_CAR_02 – Carro de passeio 02, no sentido crescente da rodovia PR-092
- D_CAR_01 – Carro de passeio 01, no sentido decrescente da rodovia PR-092
- D_CAR_02 – Carro de passeio 02, no sentido decrescente da rodovia PR-092
- C_CAM_01 – Caminhão carregado 01, no sentido crescente da rodovia PR-092
- C_CAM_02 – Caminhão carregado 02, no sentido crescente da rodovia PR-092
- D_CAM_01 – Caminhão carregado 01, no sentido decrescente da rodovia PR-092
- D_CAM_02 – Caminhão carregado 02, no sentido decrescente da rodovia PR-092

Os perfis de velocidades obtidos estão apresentados no item 3.2.7 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 4.2.5 – Dados de contagens de tráfego e taxa de crescimento, no item 4.2.6 – Dados de acidentes e no item 4.2.7 – 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 Rodonorte e dados de simulação de tráfego do DNIT (PNCT), conforme a seguir.

- 1 posto de contagem volumétrica classificatória – 7 dias, 24 horas
    - Posto 237 – BR-153 - 02/07/2016 a 08/07/2016

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).

O posto escolhido foi definido pelo seu posicionamento geográfico e similaridade do tráfego em relação ao trecho definido para o projeto.

- 1 posto de contagem volumétrica classificatória permanente (praça de pedágio) de onde foram obtidas as contagens totais mensais (anos 2015 a 2019)
    - P5-4 (Rodonorte) – PR-151 km 223+200 – Município de Jaguariaíva.

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 norte para sul (rodovias longitudinais/radiais) e pela disponibilidade de praças de pedágio dentro dos programas de concessão do estado do Paraná.

- 1 estimativa de Volume Médio Diário (VMD), obtida das simulações de tráfego realizadas no âmbito do PNCT (Modelagem para o ano de 2018)
    - Posto 3888 – PR-092 - Trecho coincidente com a BR-272

Esta simulação de tráfego foi utilizada como base para obtenção do VMD das diversas zonas de tráfego observadas ao longo da rodovia PR-092. Este posto foi escolhido em função do seu posicionamento na rodovia PR-092 e as zonas de tráfego estabelecidas, buscando a melhor representatividade do tráfego local.

4.3.2 Contagens volumétricas classificatórias

Apresenta-se a seguir a Tabela 4.3.1 com a contagem volumétrica e classificatória do posto de contagem indicado anteriormente.

Tabela 4.3.1 – Contagem de Tráfego Volumétrica Classificatória – Posto 237.

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

Rodovia: BR-153 | Posto: 237 | SNV: 153BFR1230 | Sentido: | AB: Entr PR-431(b) ao Entr PR-092(a) (p/ Barra do Jacaré) | BA: Entr PR-092(a) (p/ Barra do Jacaré) ao Entr PR-431(b)

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	1.608	1.582	3.190	1.466	1.394	2.860	1.806	1.706	3.512	1.743	1.606	3.349	1.672	1.845	3.517	1.856	1.659	3.515	1.932	2.005	3.937	1.726	1.657	3.383	47,52
	P2	35	28	63	32	21	53	77	74	151	71	86	157	91	79	170	85	72	157	100	85	185	70	64	134	1,88
	P3	251	308	559	181	197	378	248	390	638	329	382	711	370	308	678	407	444	851	425	393	818	316	346	662	9,3
	O1	36	36	72	24	21	45	43	65	108	57	70	127	60	69	129	77	73	150	57	54	111	51	55	106	1,49
	O2	9	13	22	15	12	27	14	16	30	9	8	17	13	8	21	11	4	15	12	10	22	12	10	22	0,31
	O3	1	2	3	2	0	2	0	4	4	7	1	8	2	0	2	1	4	5	1	1	2	2	2	4	0,05
	C1	79	94	173	40	49	89	133	168	301	143	159	302	166	199	365	194	162	356	168	193	361	132	146	278	3,91
	C2	132	157	289	191	137	328	211	175	386	203	229	432	234	265	499	260	212	472	223	218	441	208	199	407	5,71
	C3	6	14	20	8	7	15	13	11	24	5	2	7	5	8	13	5	1	6	5	5	10	7	7	14	0,19
	C4	33	56	89	49	64	113	41	39	80	49	72	121	64	81	145	61	38	99	46	53	99	49	58	107	1,5
	C5	2	9	11	4	1	5	2	4	6	6	6	12	6	7	13	6	6	12	24	2	26	7	5	12	0,17
	R1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,01
	R2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	1	0	1	2	0	2	0	5	5	1	1	2	0,02
	R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0	1	0,01
	R4	0	0	0	0	2	2	1	2	3	0	0	0	1	1	2	8	6	14	19	7	26	4	3	7	0,09
	R5	2	1	3	0	3	3	1	0	1	2	0	2	0	0	0	2	0	2	1	1	2	1	1	2	0,03
	R6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	S1	6	3	9	2	3	5	6	11	17	4	0	4	1	0	1	1	1	2	8	6	14	4	3	7	0,1
	S2	50	45	95	45	20	65	46	15	61	23	16	39	24	16	40	20	42	62	36	22	58	35	25	60	0,84
	S3	88	59	147	125	42	167	78	51	129	71	61	132	59	71	130	71	104	175	72	91	163	81	68	149	2,09
	S4	1	18	19	3	1	4	0	1	1	1	1	2	2	1	3	3	2	5	5	5	10	2	4	6	0,09
	S5	19	48	67	28	46	74	18	38	56	14	33	47	9	36	45	18	45	63	22	33	55	18	40	58	0,82
	S6	447	427	874	566	364	930	328	269	597	417	440	857	561	499	1.060	506	428	934	369	511	880	456	420	876	12,31
	SE1	253	119	372	219	142	361	184	130	314	181	175	356	203	152	355	215	186	401	214	166	380	210	153	363	5,1
	SE2	45	16	61	34	19	53	21	24	45	26	18	44	56	17	73	34	24	58	49	39	88	38	22	60	0,85
	SE3	1	3	4	0	3	3	0	1	1	6	0	6	5	0	5	2	0	2	8	0	8	3	1	4	0,06
	SE4	1	6	7	1	6	7	0	0	0	6	0	6	6	2	8	3	9	12	4	2	6	3	4	7	0,09
	SE5	85	80	165	73	50	123	46	45	91	63	65	128	70	63	133	75	85	160	65	54	119	68	63	131	1,84
	MOTO	143	130	273	99	116	215	164	160	324	144	146	290	129	121	250	112	98	210	129	111	240	131	126	257	3,62
	TOTAL	3.333	3.255	6.588	3.207	2.722	5.929	3.462	3.400	6.862	3.584	3.577	7.161	3.810	3.648	7.458	4.038	3.705	7.743	3.994	4.073	8.067	3.635	3.483	7.118	100
	(%)	50,6	49,4	100	54,1	45,9	100	50,6	49,4	100	50	50	100	51,1	48,9	100	52,2	47,8	100	49,5	50,5	100	51,1	48,9	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:

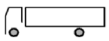
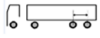
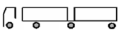
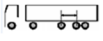
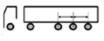
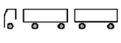
- Volume médio diário anual – VMDa;
- Composição da frota;
- Projeções do tráfego;
- Número “N”.

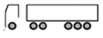
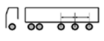
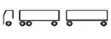
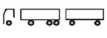
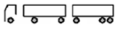
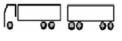
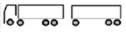
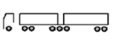
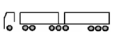
4.3.3.2 Volume médio diário anual - VMDa

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 4.3.2 a seguir.

Tabela 4.3.2 – 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-092 – Acesso IV Jaguariaíva – Entr. 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 4.3.3 a seguir.

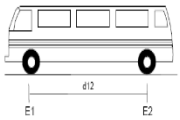
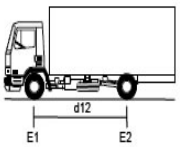
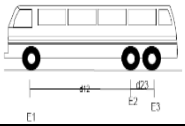
Tabela 4.3.3 – Classificação Veicular (PNCT).

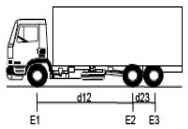
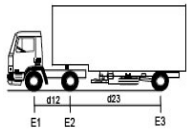
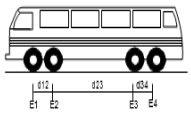
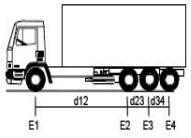
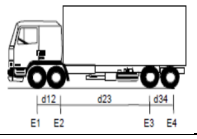
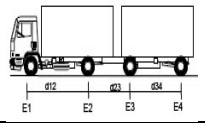
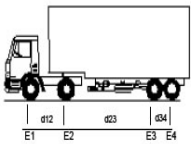
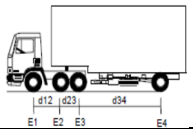
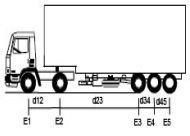
RESUMO DA SIMULAÇÂO DE TRÁFEGO (PNCT)													
Rodovia:	PR-092			Posto:	3888		Sentido:		AB:	ENTR PR-092(A)			
PNV:	272BPR0260			Ano:	2018				BA:	ENTR PR-424 (SIQUEIRA CAMPOS)			
SENTIDO	CATEGORIA										TOTAL	VEÍCULO LEVE	VEÍCULO PESADO
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
AB (ENTR PR-092(A))	88	76	51	36	111	59	0	26	864	87	1.398	950	447
BA (ENTR PR-424 (SIQUEIRA CAMPOS))	81	69	47	32	98	52	0	23	904	91	1.398	995	404
VMDa	**168**	**145**	**98**	**69**	**210**	**111**	**1**	**50**	**1767**	**177**	**2.796**	**1.945**	**851**

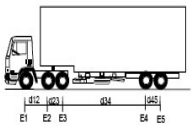
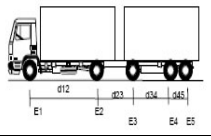
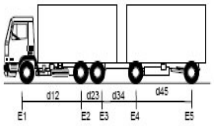
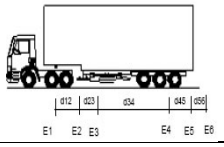
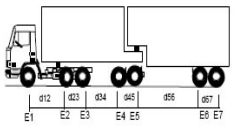
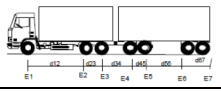
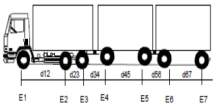
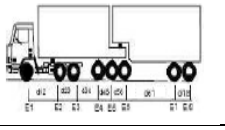
4.3.3.3.1 Composição do tráfego

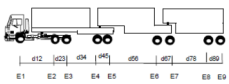
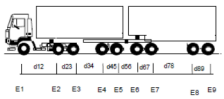
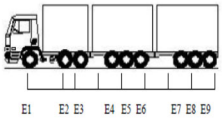
Para definição da composição do tráfego foi necessário a utilização do Posto de Contagem 237 do PNT 2016 do DNIT a partir do qual se definiu a correlação entre a simulação do PNCT e a classificação do Quadro de Fabricantes de Veículos adotada pelo DNIT. A Tabela 4.3.4 apresentada a seguir mostra as correlações obtidas.

Tabela 4.3.4 – 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	27,60
C1	2	2	**Caminhão**		2C	72,40
O2	3	3	**Ônibus**		3CB	4,91

Classe (PNT 2016/DNIT)	Categoria (Concessões)	Qtde. Eixos	Composições	Silhuetas	Classes (nomenclatura DNIT)	% veíc. do Eixo
C2 / C5	3	3	**Caminhão Trucado**		3C	93,53
S1	3	3	**Caminhão Trator + Semi-Reboque**		2S1	1,56
O3	4	4	**Ônibus**		4CB	2,07
C3	4	4	**Caminhão Simples**		4C	7,25
C4	4	4	**Caminhão Duplo Direcional**		4CD	55,44
R2	4	4	**Caminhão + Reboque**		2C2	1,04
S2	4	4	**Caminhão Trator + Semi-Reboque**		2S2	31,09
S4	4	4	**Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque**		3S1	3,11
S3	5	5	**Caminhão Trator + Semi-Reboque**		2S3	69,30

Classe (PNT 2016/DNIT)	Categoria (Concessões)	Qtde. Eixos	Composições	Silhuetas	Classes (nomenclatura DNIT)	% veíc. do Eixo
S5	5	5	**Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque**		3S2	26,98
R3	5	5	**Caminhão + Reboque**		2C3	0,47
R4	5	5	**Caminhão Trucado + Reboque**		3C2	3,26
S6	6	6	**Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque**		3S3	99,77
R5	6	6	**Caminhão Trucado +Reboque**		3C3	0,23
SE1	7	7	**Bitrem Articulado (Caminhão Trator Trucado + Dois Semi-Reboques)**		3T4	99,73
R6	7	7	**Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)**		3D4	0,00
R1	7	7	**Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)**		3Q4	0,27
SE4	8	8	**Caminhão Trator Trucado + dois Semi-Reboques**		3V5	100,00

Classe (PNT 2016/DNIT)	Categoria (Concessões)	Qtde. Eixos	Composições	Silhuetas	Classes (nomenclatura DNIT)	% veíc. do Eixo
SE3	9	9	**Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques)**		3T6	2,05
SE2	9	9	**Rodotrem (caminhão trator trucado + dois semi reboques com dolly)**		3T6	30,77
SE5	9	9	**Treminhão de 9 eixos (caminhão trucado + dois reboques)**		3Q6	67,18

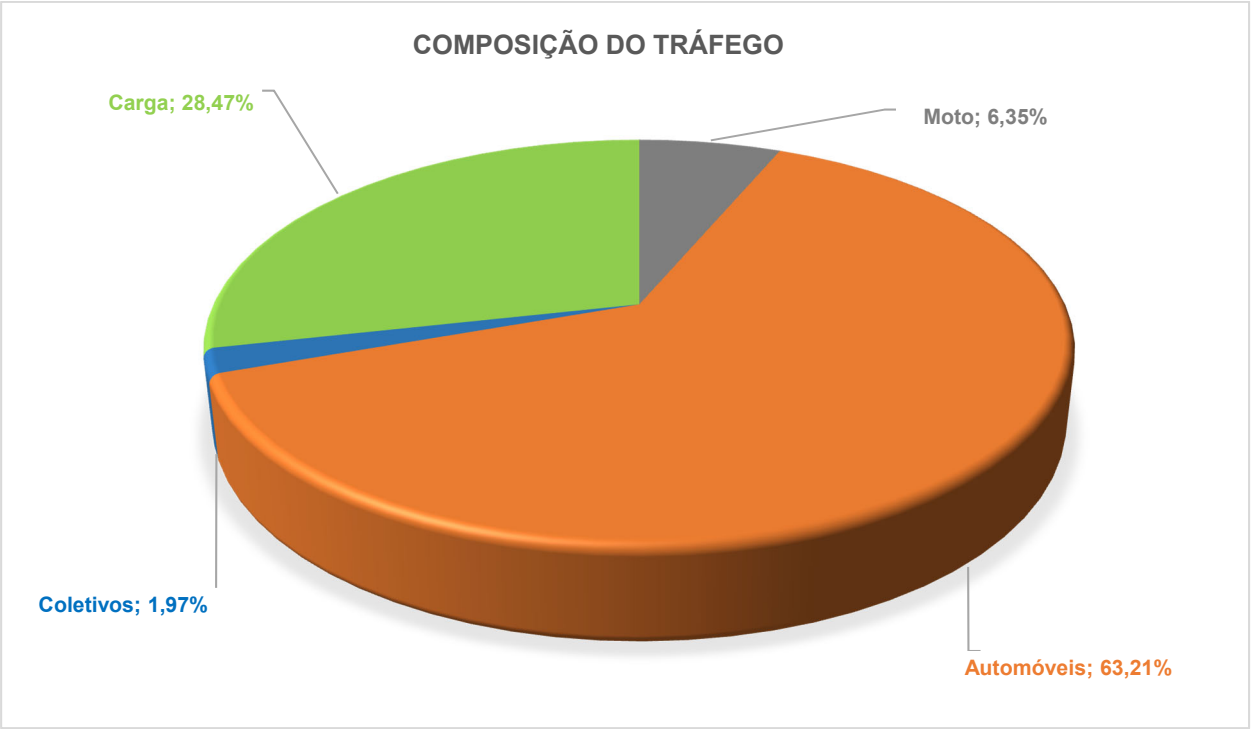
A partir dos percentuais de veículos definidos para cada quantidade de eixos descritos na Tabela 4.3.4 elaborou-se a Tabela 4.3.5 que apresenta o Volume médio diário anual – VMDa 2018 de acordo com a classificação adotada pelo DNIT. Esta correlação permite maior acurácia na apuração do Fator de Veículo médio da frota, conforme apresentado a seguir.

Tabela 4.3.5 – Volume médio diário anual – VMDa 2018.

RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS								
	Rodovia:	SNV:	SENTIDO			AB	BA	**VMDa**
	PR-092	272BPR0260	CLASSIFICAÇÃO DO VEÍCULO	Moto		87	91	**177**
				Auto		864	904	**1767**
				Ônibus	2C	24	22	**46**
					3CB	4	3	**7**
					4CB	1	1	**2**
	Posto:	Ano:		Caminhões	2C	63	60	**123**
					3C	71	66	**137**
					4C	4	3	**7**
	3888	2018			4CD	28	26	**54**
	Sentido:			Semi-Reboque	2S1	1	1	**2**
					2S2	16	15	**31**
					2S3	25	22	**47**
					3S1	2	1	**3**
					3S2	10	9	**19**
	AB:	BA:			3S3	111	98	**209**
					3T4	59	52	**111**
					3V5	0	0	**0**
					3T6	9	7	**16**
	ENTR PR-092(A)	ENTR PR-424 (SIQUEIRA CAMPOS)		Reboque	2C2	1	0	**1**
					2C3	0	0	**0**
					3C2	1	1	**2**
					3C3	0	0	**0**
					3D4	0	0	**0**
					3Q4	0	0	**0**
					3Q6	18	16	**34**
			TOTAL			1.398	1.398	**2.796**

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-092.



4.3.3.3.2 Projeções do tráfego

Para a projeção do tráfego normal obtido simulações de tráfego, primeiramente, foram analisadas as taxas de crescimento do tráfego da praça de pedágio P5-4 da PR-151 (Concessionária Rodonorte) ao longo dos anos de 2015 a 2019 e obtidas as taxas médias de crescimento anual para veículos pesados e leves

Na Tabela 4.3.6 apresentada a seguir temos o VMDa para os anos de 2015 a 2019 e, posteriormente, é apresentada a Figura 3.3.2 onde pode ser identificada a taxa de crescimento média anual de -0,54% para veículos pesados

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) de 4,43%; a média do crescimento anual do PIB do estado do Paraná (2014 a 2018) de 5,33% e da taxa média de crescimento anual de veículos, já mencionada (2015 a 2019) de -0,54%. Desta forma, chegou-se a um percentual adotado de crescimento de 3,10%.

Tabela 4.3.6 – Volume médio diário anual no período de 2015 a 2019 na Praça P5-4.

RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIAR RODONORTE)																			
Rodovia: PR-151					Posto:			P5-4			Município:			Jaguariaíva					
KM 223+200					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)	2961	348	73	16	703	65	3	339	3	374	1372	572	3	0	156	51	7040	3.031	4.010
BA (OESTE)	2961	348	73	16	703	65	3	339	3	374	1372	572	3	0	156	51	7040	3.031	4.010
VMDa	**2961**	**348**	**73**	**16**	**703**	**65**	**3**	**339**	**3**	**374**	**1372**	**572**	**3**	**0**	**156**	**51**	**7040**	**3031**	**4010**

RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIAR RODONORTE)																			
Rodovia: PR-151					Posto:			P5-4			Município:			Jaguariaíva					
KM 223+200					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)	2824	272	77	15	589	62	3	210	4	326	1353	533	1	0	150	52	6469	2.893	3.576
BA (OESTE)	2824	272	77	15	589	62	3	210	4	326	1353	533	1	0	150	52	6469	2.893	3.576
VMDa	**2824**	**272**	**77**	**15**	**589**	**62**	**3**	**210**	**4**	**326**	**1353**	**533**	**1**	**0**	**150**	**52**	**6469**	**2893**	**3576**

RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIAR RODONORTE)																			
Rodovia: PR-151					Posto:			P5-4			Município:			Jaguariaíva					
KM 223+200					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)	2893	277	83	15	619	51	3	228	9	343	1531	628	1	0	181	54	6916	2.965	3.950
BA (OESTE)	2893	277	83	15	619	51	3	228	9	343	1531	628	1	0	181	54	6916	2.965	3.950
VMDa	**2893**	**277**	**83**	**15**	**619**	**51**	**3**	**228**	**9**	**343**	**1531**	**628**	**1**	**0**	**181**	**54**	**6916**	**2965**	**3950**

RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIAR RODONORTE)																			
Rodovia: PR-151					Posto:			P5-4			Município:			Jaguariaíva					
KM 223+200					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)	2789	380	73	15	619	44	3	389	11	357	1304	565	1	106	82	52	6791	2.860	3.931
BA (OESTE)	2789	380	73	15	619	44	3	389	11	357	1304	565	1	106	82	52	6791	2.860	3.931
VMDa	**2789**	**380**	**73**	**15**	**619**	**44**	**3**	**389**	**11**	**357**	**1304**	**565**	**1**	**106**	**82**	**52**	**6791**	**2860**	**3931**

RESUMO DA CONTAGEM DE TRÁFEGO VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS (CONCESSIONÁRIAR RODONORTE)																			
Rodovia: PR-151					Posto:			P5-4			Município:			Jaguariaíva					
KM 223+200					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)	2901	460	77	16	595	55	3	469	13	352	1136	505	2	217	0	61	6861	2.981	3.879
BA (OESTE)	2901	460	77	16	595	55	3	469	13	352	1136	505	2	217	0	61	6861	2.981	3.879
VMDa	**2901**	**460**	**77**	**16**	**595**	**55**	**3**	**469**	**13**	**352**	**1136**	**505**	**2**	**217**	**0**	**61**	**6861**	**2981**	**3879**

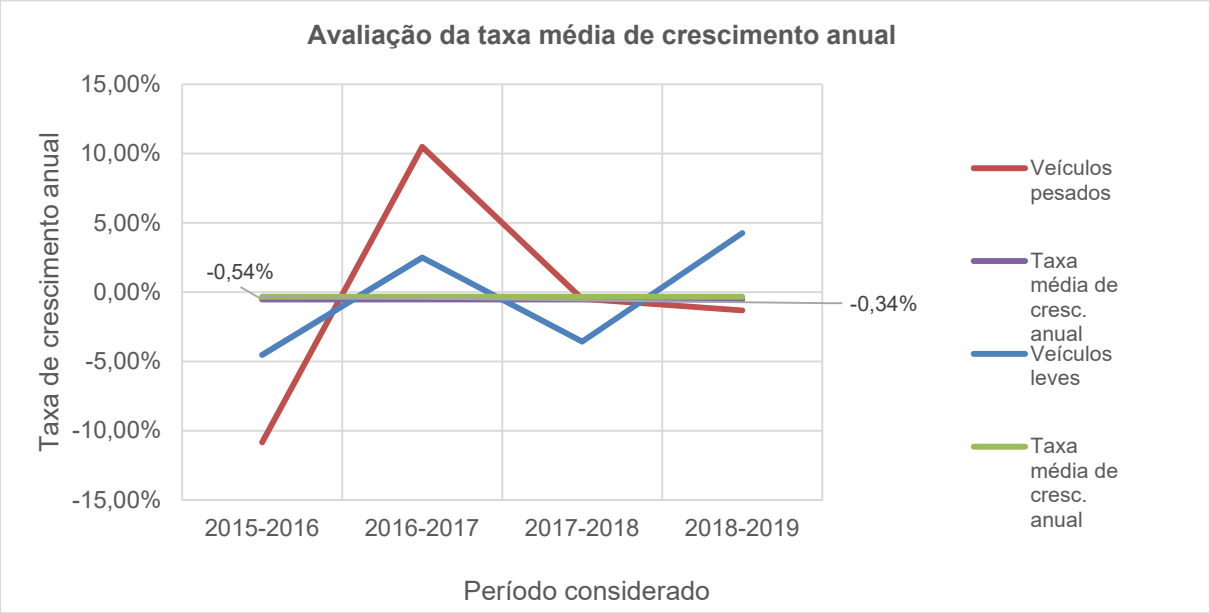


Figura 4.3.2 – Avaliação da taxa média de crescimento anual na Praça P5-4.

A Tabela 4.3.7 apresentada a seguir mostra a projeção do trafego atual até o ano horizonte de 2025 do projeto utilizando-se a taxa de crescimento de 3,10% proposta.

Tabela 4.3.7 – Tráfego atual projetado para a PR-092.

PROJEÇÃO DE TRÁFEGO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA PARA AMBOS SENTIDOS																										
Rodovia:	PR-323					Posto:			6980			SNV:				487BPR0130				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	102	2018	62	14	8	183	171	12	83	4	14	21	2	10	93	197	0	8	2	2	4	2	0	0	6	3.017
2019	107	2115	65	15	8	192	179	13	87	4	15	22	2	10	97	206	0	8	2	2	4	2	0	0	6	3.163
2020	112	2216	68	15	9	201	188	13	91	4	15	23	2	11	102	216	0	9	2	2	4	2	0	0	7	3.315
2021	117	2323	71	16	9	211	197	14	96	5	16	24	2	12	107	227	0	9	2	2	5	2	0	0	7	3.474
2022	123	2435	75	17	10	221	206	14	100	5	17	25	2	12	112	238	0	10	2	2	5	2	0	0	7	3.641
2023	129	2552	78	18	10	231	216	15	105	5	18	27	3	13	118	249	0	10	3	3	5	3	0	0	8	3.816
2024	135	2675	82	19	11	243	227	16	110	5	19	28	3	13	123	261	0	11	3	3	5	3	0	0	8	4.000
2025	141	2803	86	19	11	254	238	17	115	6	19	29	3	14	129	274	0	11	3	3	6	3	0	0	8	4.192

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 nº 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 4.3.8 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

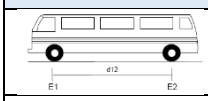
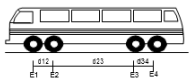
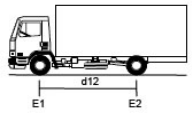
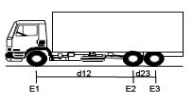
Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FC = (P / 7,77)^{4,32}$
Simples de rodagem dupla	$FC = (P / 8,17)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15,08)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P /22,95)^{4,22}$

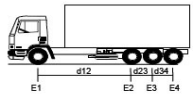
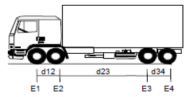
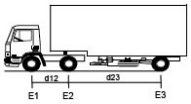
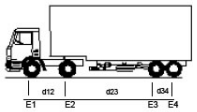
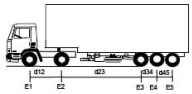
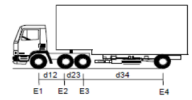
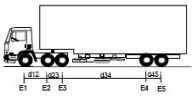
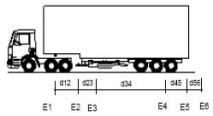
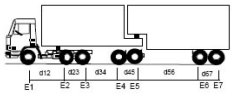
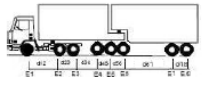
Fatores de equivalência de carga do USACE

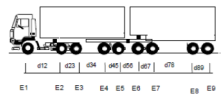
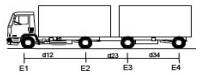
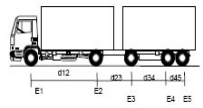
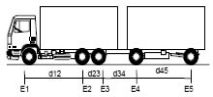
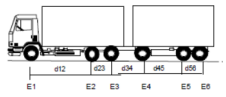
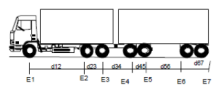
Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
Dianteiro simples e traseiro simples	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,242}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
Tandem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

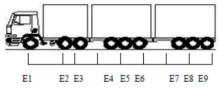
Obs: P = Peso bruto total sobre o eixo

Tabela 4.3.8 – Quadro de Fabricantes de veículos (Classificação DNIT).

SILHUETA	Nº EIXOS	PBT / CMT MAX. (t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16 (16,8)	**Ônibus** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.	2C
	3	19,5 (20,5)	**Ônibus** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 13,5 ton.	3CB
	4	25,5 (26,8)	**Ônibus** E1E2 = conjunto de eixos direcionais; carga máxima 12,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 13,5 ton.	4CB
	2	16 (16,8)	**Caminhão** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.	2C
	3	23 (24,2)	**Caminhão Trucado** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	3C

SILHUETA	Nº EIXOS	PBT / CMT MAX. (t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	31,50 (33,10)	**Caminhão Simples** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton.	4C
	4	29 (30,5)	**Caminhão Duplo Direcional** E1E2 = conjunto de eixos direcionais; carga máxima 12 ton. E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	4CD
	4	26 (27,3)	**Caminhão Trator + Semi-Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E3 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.	2S1
	4	33 (34,7)	**Caminhão Trator + Semi-Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	2S2
	5	**41,5** (43,6)	**Caminhão Trator + Semi-Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E3E4E5 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton.	2S3
	4	**33** (34,7)	**Caminhão Trator Trucado + Semi Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.	3S1
	5	**40** (42)	**Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	3S2
	6	**48,5** (50,93) Res. Contran 184/2005 desde que atenda o critério do comprimento	**Caminhão Trator Trucado + Semi-Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. 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)** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. 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** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4E5E6 = conjunto de eixos em tandem triplo; carga máxima 25,5 ton. E7E8 = conjunto de eixos em tandem duplo carga máxima 17 ton.	3V5

SILHUETA	Nº EIXOS	PBT / CMT MAX. (t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	**74** (77,7)	**Tri Trem (caminhão trator trucado + três semi reboques)** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. 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)** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E8E9 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	3T6
	5	**36** (37,80)	**Caminhão + Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E3 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.	2C2
	5	**43** (45,2)	**Caminhão + Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton. E3 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton. E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	2C3
	5	**43** (45,2)	**Caminhão Trucado + Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton. E5 = eixo duplo; carga máxima 10,0 ton.	3C2
	6	**50** (52,5)	**Caminhão Trucado +Reboque** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E5E6 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	3C3
	7	**57** (59,9)	**Romeu e Julieta (caminhão trucado + reboque)** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4E5 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E6E7 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton.	3D4
	7	**63** (66,2)	**Treminhão (caminhão trucado + dois reboques)** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E5 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E6 = eixo duplo; carga máxima 10 ton. E7 = eixo duplo; carga máxima 10 ton.	3Q4

SILHUETA	Nº EIXOS	PBT / CMT MAX. (t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	**74** (77,7)	**Treminhão de 9 eixos (caminhão trucado + dois reboques)** E1 = eixo simples; carga máxima 6,0 ton. E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo; carga máxima 17 ton. E4E5E6 = eixo triplo; carga máxima 25,5 ton. 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 4.3.9 apresentada a seguir.

Tabela 4.3.9 – 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	5,41	3,897	1,486	0,172	6,213	1,578	0,261
Onibus	3CB	3	7	0,82	1,191	0,469	0,008	4,291	1,287	0,028
Onibus	4CB	4	2	0,24	6,189	2,375	0,012	14,286	3,724	0,026
Caminhão	2C	2	123	14,45	3,897	1,486	0,459	6,213	1,578	0,697
Caminhão	3C	3	137	16,10	2,662	1,053	0,351	14,614	4,321	1,856
Caminhão	4C	4	7	0,82	2,485	0,968	0,017	15,964	4,614	0,103
Caminhão	4CD	4	54	6,35	7,332	2,834	0,380	23,680	6,535	1,176
Semi-Reboque	2S1	3	2	0,24	6,574	2,507	0,013	9,991	2,522	0,018
Semi-Reboque	2S2	4	31	3,64	5,147	2,001	0,153	17,976	5,165	0,515
Semi-Reboque	2S3	5	47	5,52	4,957	1,910	0,223	19,317	5,454	0,837
Semi-Reboque	3S1	4	3	0,35	6,194	2,400	0,018	20,517	5,772	0,057
Semi-Reboque	3S2	5	19	2,23	4,978	1,975	0,091	28,931	8,521	0,509
Semi-Reboque	3S3	6	209	24,56	4,275	1,676	0,858	24,632	7,177	4,763
Semi-Reboque	3T4	7	111	13,04	6,505	2,577	0,695	34,768	10,262	3,576
Semi-Reboque	3V5	8	0	0,00	6,256	2,462	0,000	35,388	10,507	0,000
Semi-Reboque	3T6	9	16	1,88	8,563	3,393	0,132	46,272	13,649	0,686
Reboque	2C2	4	1	0,12	9,906	3,778	0,009	15,473	3,871	0,014
Reboque	2C3	5	0	0,00	8,662	3,341	0,000	23,867	6,611	0,000
Reboque	3C2	5	2	0,24	7,956	3,072	0,015	22,059	6,181	0,041
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	34	4,00	6,181	2,419	0,202	36,548	6,053	1,095
Total			**851**	**100,00**		$\sum FV_{frota(AASHTO)}$	**3,806**		$\sum FV_{frota(USACE)}$	**16,257**

A Tabela 4.3.10 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 4.3.10 – Cálculo do número “N”.

Ano	VMD_{com}	AASHTO		USACE	
		Número "N"		Número "N"	
		Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
2018	426				
2019	439				
2020	452				
2021 (*)	466	647.760	6,48E+05	2.767.014	2,77E+06
2022	481	667.840	1,32E+06	2.852.792	5,62E+06
2023	496	688.544	2,00E+06	2.941.228	8,56E+06
2024	511	709.888	2,71E+06	3.032.407	1,16E+07
2025 (**)	**527**	731.895	**3,45E+06**	3.126.411	**1,47E+07**

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

4.3.3.3.3.3 Resultados obtidos

A partir das definições do tráfego, quais sejam: 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 4.3.11 – Planilha resumo dos cálculos do Número “N”.

Zona	Segmento	VMDAc 2018	VMDAc 2021	VMDAc 2025	Número “N” AASTHO (2025)	Número “N” USACE (2025)
1	AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A)	426	466	527	3,45E+06	**1,47E+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-092.

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 4.3.12, 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 400 m. No Critério II apresentado na Tabela 4.3.13 estabeleceu-se que seria recomendada a implantação de terceira faixa em rampas maior ou igual a 3,8%, porém com extensão acima de 600 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 3,8 % e menor que 4,5% na qual a extensão é maior que 600 m. Os trechos acima de 4,5% cuja rampa supera a extensão de 400 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 4.3.12 – Avaliação de inclinação e extensão de rampas na PR-092 (Critério I).

km INI	km FIM	COTA	Extensão	Desnível	Rampa	Sentido	3ª Faixa
200,600	203,190	855,120	2,590	133,550	5,39%	C	Existente
204,270	205,190	989,405	0,920	-51,797	-4,60%	D	Sugerido
206,730	208,740	987,772	2,010	-83,583	-4,76%	D	Sugerido
249,100	250,460	825,488	1,360	-79,926	-4,75%	D	Sugerido
263,760	264,250	735,256	0,490	19,430	4,51%	C	Sugerido
276,090	278,570	568,665	2,480	98,544	4,51%	C	Existente
289,250	289,950	696,450	0,700	-27,794	-4,61%	D	Sugerido
295,180	295,890	620,229	0,710	29,365	4,64%	C	Existente
305,410	306,150	620,083	0,740	-28,985	-4,57%	D	Urbano
307,570	309,680	599,752	2,110	-88,519	-4,79%	D	Existe / Interseção
310,540	311,400	520,124	0,860	38,453	4,89%	C	Existente
322,780	323,390	501,860	0,610	24,442	4,53%	C	Sugerido
323,590	324,170	526,312	0,580	-25,210	-4,90%	D	Sugerido

Tabela 4.3.13 – Avaliação de inclinação e extensão de rampas na PR-092 (Critério II).

km INI	km FIM	COTA	Extensão	Desnível	Rampa	Sentido	3ª Faixa
205,190	206,730	937,608	1,540	50,164	4,10%	C	Sugerido
211,060	212,110	967,544	1,050	-34,740	-4,07%	D	Sugerido
217,950	219,420	837,788	1,470	47,772	3,91%	C	Urbano
220,340	221,500	858,286	1,160	36,683	4,03%	C	Sugerido
223,600	224,570	884,350	0,970	-32,545	-4,11%	D	Existente
235,510	236,710	807,886	1,200	39,788	4,02%	C	Sugerido
245,470	246,170	816,511	0,700	-24,921	-4,28%	D	Sugerido
250,460	252,140	745,562	1,680	66,056	4,47%	C	Existente
254,970	256,120	803,206	1,150	-42,548	-4,39%	D	Sugerido
267,380	268,000	739,811	0,620	-18,634	-4,01%	D	Sugerido
268,540	271,730	732,703	3,190	-112,417	-4,25%	D	Existente
271,730	272,940	620,286	1,210	47,310	4,46%	C	Existente
272,940	276,090	667,596	3,150	-98,931	-3,92%	D	Existente
281,120	281,990	697,847	0,870	-26,298	-3,82%	D	Urbano / Interseção
287,130	289,190	621,983	2,060	74,497	4,22%	C	Existente
300,480	301,190	667,802	0,710	-23,377	-4,05%	D	Sugerido
301,190	302,420	644,425	1,230	40,864	3,97%	C	Existente
302,920	305,080	686,284	2,160	-66,634	-3,87%	D	Existente
316,160	316,800	542,253	0,640	-19,555	-4,01%	D	Sugerido

As Tabelas 4.3.12 e 4.3.13 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 “Existente” 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 4.2.7 – 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-092, somando um total de 16 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.

Todos os segmentos homogêneos selecionados possuem terreno greide específico e Classe I, sendo localizados em regiões com adensamento rural.

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 4.2.7 – 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 4.2.5 – Dados de contagem de tráfego e taxas de crescimento. Para a PR-092 foi utilizada a estimativa de VMDa disponível no respectivo trecho SNV (Sistema Nacional de Viação) analisado, sendo ele:

- 3888: Entr. PR-092(A) – Entr. PR-424 (Siqueira Campos).

Do SNV indicado, 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.

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 44 da BR-153/PR, com dados disponíveis para o ano de

2018. Este posto foi selecionado devido à proximidade geográfica ao trecho, características de volume e coerência com o SNV utilizado.

Um dos dados obtidos a partir do registro ao longo de um ano é o fator K 50, 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 K 50 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 e para o segmento 9 foi adotado o valor de 0,90.

A Tabela 4.3.14 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 3,10%, 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 é atingido desde o ano de 2021 nos segmentos 6 e 8.

Tabela 4.3.14 – 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	01	204,270	205,190	0,920	D	129	B	B	B	B	B
1	02	205,190	206,730	1,540	C	121	D	D	D	D	D
1	03	206,730	208,740	2,010	D	129	B	B	B	C	C
1	04	211,060	212,110	1,050	D	129	B	B	B	B	C
1	05	220,340	221,500	1,160	C	121	C	C	C	C	C
1	06	235,510	236,710	1,200	C	121	E	E	E	E	E
1	07	245,470	246,170	0,700	D	129	B	B	C	C	C
1	08	249,100	250,460	1,360	D	129	E	E	E	E	E
1	09	254,970	256,120	1,150	D	129	B	B	B	B	B
1	10	263,760	264,250	0,490	C	121	B	B	B	B	B
1	11	267,380	268,000	0,620	D	129	B	B	C	C	C
1	12	289,250	289,950	0,700	D	129	C	C	C	C	C
1	13	300,480	301,190	0,710	D	129	B	C	C	C	C
1	14	316,160	316,800	0,640	D	129	B	C	C	C	C
1	15	322,780	323,390	0,610	C	121	B	B	B	B	B
1	16	323,590	324,170	0,580	D	129	B	B	B	C	C

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 4.3.15.

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 4.2.7 – 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 para o segmento 8 no qual tem-se o BFFS inferior a 72,42 km/h, sendo adotado o valor da velocidade média da rodovia no sentido decrescente.

Tabela 4.3.15 – 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	01	204,270	205,190	0,920	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	02	205,190	206,730	1,540	Crescente	121	B	B	B	C	C
1	03	206,730	208,740	2,010	Decrescente	129	A	A	A	B	B
1	04	211,060	212,110	1,050	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	05	220,340	221,500	1,160	Crescente	121	B	B	B	B	B
1	06	235,510	236,710	1,200	Crescente	121	D	D	D	D	D
1	07	245,470	246,170	0,700	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	08	249,100	250,460	1,360	Decrescente	129	B	B	B	B	B
1	09	254,970	256,120	1,150	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	10	263,760	264,250	0,490	Crescente	121	A	A	A	A	A
1	11	267,380	268,000	0,620	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	12	289,250	289,950	0,700	Decrescente	129	B	B	C	C	C
1	13	300,480	301,190	0,710	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	14	316,160	316,800	0,640	Decrescente	129	A	A	A	A	A
1	15	322,780	323,390	0,610	Crescente	121	A	A	A	A	A
1	16	323,590	324,170	0,580	Decrescente	129	A	A	A	A	A

Nos resultados expostos na Tabela 4.3.15 é possível verificar que em todos os segmentos houve melhora no NS com a implantação de terceira faixa já no ano de 2021. Já comparando os resultados de NS para o horizonte do ano de 2025, observa-se que os segmentos apresentam NS melhores do que se comparados a não implantação de terceira faixa, exceto no segmento 12, que se manteve com NS C.

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 4.3.3 (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 4.3.3 – 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 4.3.4 (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).

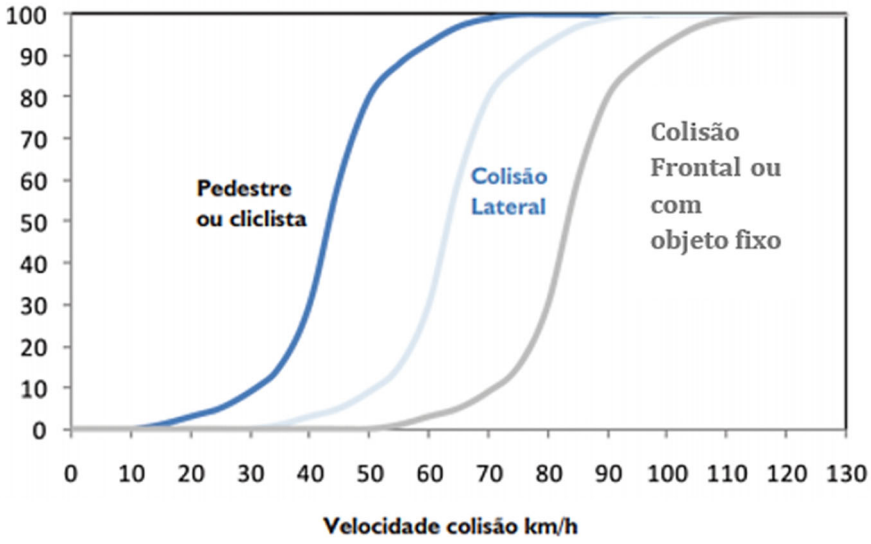


Figura 4.3.4 – Risco de fatalidade em diferentes velocidades de impacto.

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 4.3.16 (Fonte: iRAP, 2020). Outras informações podem ser encontradas no Road Safety Toolkit (http://toolkit.irap.org).

Tabela 4.3.16 – 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 4.3.5. 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.

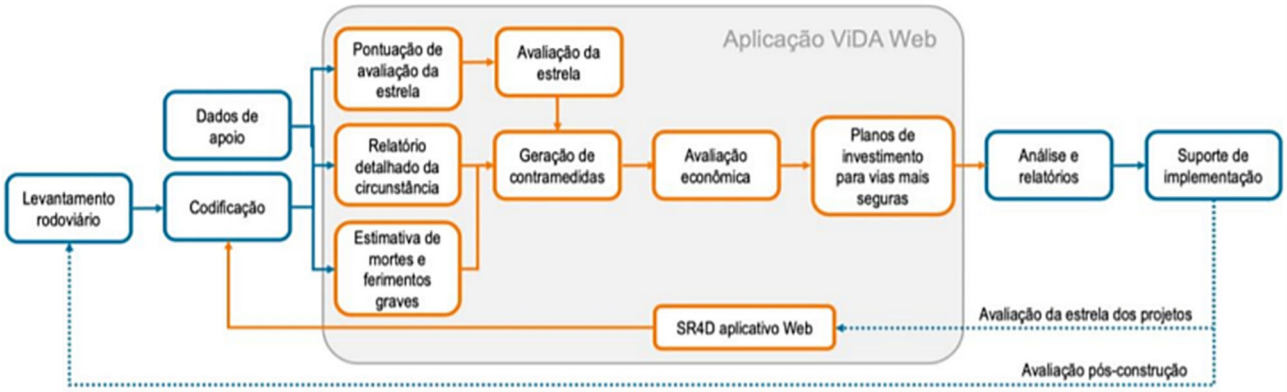


Figura 4.3.5 – Processo de avaliação do iRAP.

4.3.5.5.1 Levantamento da rodovia PR-092

A PR-092 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 4.2.7 – 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 da FAPEU. 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 4.3.17 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 4.3.17 – Principais atributos registrados nos trechos analisados.

Atributo da Via	Categoria	Detalhes/resultados chaves
Fluxo de tráfego (VMDA em veículos)	1000 - 5000	100%
Número de faixas (por sentido)	Uma	74%
	Duas e uma	26%
Curvatura	Reta ou ligeiramente curva	63%
	Moderada	24%
	Fechada	12%
	Muito fechada	1%
Qualidade da curva	Adequada	36%
	Não se aplica	63%
	Deficiente	1%
Delineamento (balizamento)	Adequada	69%
	Não adequada	31%
Estado do pavimento	Bom	82%
	Regular	18%
Severidade de perigo na beira da via - objeto do lado do condutor	Árvore com tronco >=10 cm de diâmetro	66%
	Parede agressiva de rocha ou de pedra	9%
	Colunas/postes de sustentação com diâmetro >= 10 cm	6%
	Declive (>= 15°)	5%
	Talude de corte –	4%

Atributo da Via	Categoria	Detalhes/resultados chaves
	inclinação podendo resultar em capotamento	
	Sem objetos	3%
	Estrutura ou edificação semirrígida	2%
	Defensa/Barreira de segurança não protegida, sem terminal amortecedor	2%
	Barreira de segurança de metal	1%
	Rochas grandes de altura >= 20 cm	1%
	Talude de corte sem inclinação suficiente para causar capotamento (>= 75°)	0,5%
Severidade de perigo na beira da via - distância do lado do condutor	0 a <1 m	2%
	1 a <5 m	78%
	5 a <10 m	11%
	>= 10m	9%
Severidade de perigo na beira da via - objeto do lado do passageiro	Árvore com diâmetro >= 10 cm	68%
	Parede agressiva de rocha ou pedra	10%
	Colunas/postes de sustentação com diâmetro >= 10 cm	9%
	Talude de corte – inclinação podendo resultar em capotamento	2%
	Declive (>= 15°)	2%
	Estrutura ou edificação semirrígida	2%
	Defensa/Barreira de segurança não protegida, sem terminal amortecedor	2%
	Barreira de segurança – metal	1%
	Estrutura rígida/ponte ou edificação	1%
	Rochas grandes de altura >= 20 cm	1%
	Sem objetos	1%
	Barreira de segurança – concreto	0,5%
	Talude de corte sem inclinação suficiente para causar capotamento (>=	0,5%

Atributo da Via	Categoria	Detalhes/resultados chaves
	75°)	
Severidade de perigo na beira da via - distância do lado do passageiro	0 a <1 m	1%
	1 a <5 m	78%
	5 a <10 m	16%
	>= 10m	5%
Tipo de canteiro central	Demarcação central larga (0,3m a 1m)	88%
	Linha central divisória	10%
	Físico com largura >= 1 m a < 5 m	1%
	Canteiro central fictício	1%
Interseções	Nenhum	89,2%
	3 aproximações (sem semáforos) sem faixa protegida para conversões	9%
	Faixa de convergência	0,9%
	4 aproximações (sem semáforos) sem faixa protegida para conversões	0,6%
	4 aproximações (sem semáforos) com faixa protegida para conversões	0,1%
	3 aproximações (sem semáforos) com faixa protegida para conversões	0,1%
	Cruzamento de canteiro central – formal	0,1%
Qualidade da interseção	Adequado	0,4%
	Deficiente	10,4%
	Não se aplica	89,2%
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-092 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 4.3.18 apresenta as Classificações por Estrelas para os trechos analisados na rodovia PR-092 (Fonte: Vida, 2020).

Tabela 4.3.18 – Tabela de Classificações por Estrelas - Rodovia PR-092.

	Ocupante de veículo		Motociclista		Pedestre		Ciclista	
Classificação por Estrelas	Extensão (kms)	Porcentagem	Extensão (kms)	Porcentagem	Extensão (kms)	Porcentagem	Extensão (kms)	Porcentagem
5 Estrelas	6.60	5.27%	4.10	3.27%	0.40	0.32%	0.40	0.32%
4 Estrelas	13.00	10.38%	12.00	9.58%	0.30	0.24%	8.60	6.87%
3 Estrelas	52.60	42.01%	50.20	40.10%	8.60	6.87%	15.40	12.30%
2 Estrelas	37.50	29.95%	39.50	31.55%	5.90	4.71%	3.80	3.04%
1 Estrela	15.50	12.38%	19.40	15.50%	9.50	7.59%	1.80	1.44%
Não se aplica	0.00	0.00%	0.00	0.00%	100.50	80.27%	95.20	76.04%
Totais	125.20	100.00%	125.20	100.00%	125.20	100.00%	125.20	100.00%

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

De acordo com a Tabela 4.3.18, a classificação por estrelas para ocupantes de veículos mostram que, no presente projeto, apenas 5,27% dos trechos analisados foi classificado como 5-estrelas, 10,38% foram classificados como 4-estrelas, 42,01% foram classificados como 3-estrelas, 29,95% foram classificados como 2-estrelas e 12,38% foram avaliados como 1-estrela. Para os motociclistas, 3,27% dos trechos foram classificados como 5-estrelas, 9,58% foram classificados como 4-estrelas, 40,10% foram classificados como 3-estrelas, 31,55% foram classificados como 2-estrelas e 15,50% foram classificadas como 1-estrela. Para os pedestres e ciclistas, onde a classificação por estrelas se aplica, a maior parte dos trechos foi classificada como 3-estrelas ou menos. A Figura 4.3.6 e a Figura 4.3.7 apresentam graficamente e em mapa, respectivamente, esses resultados.

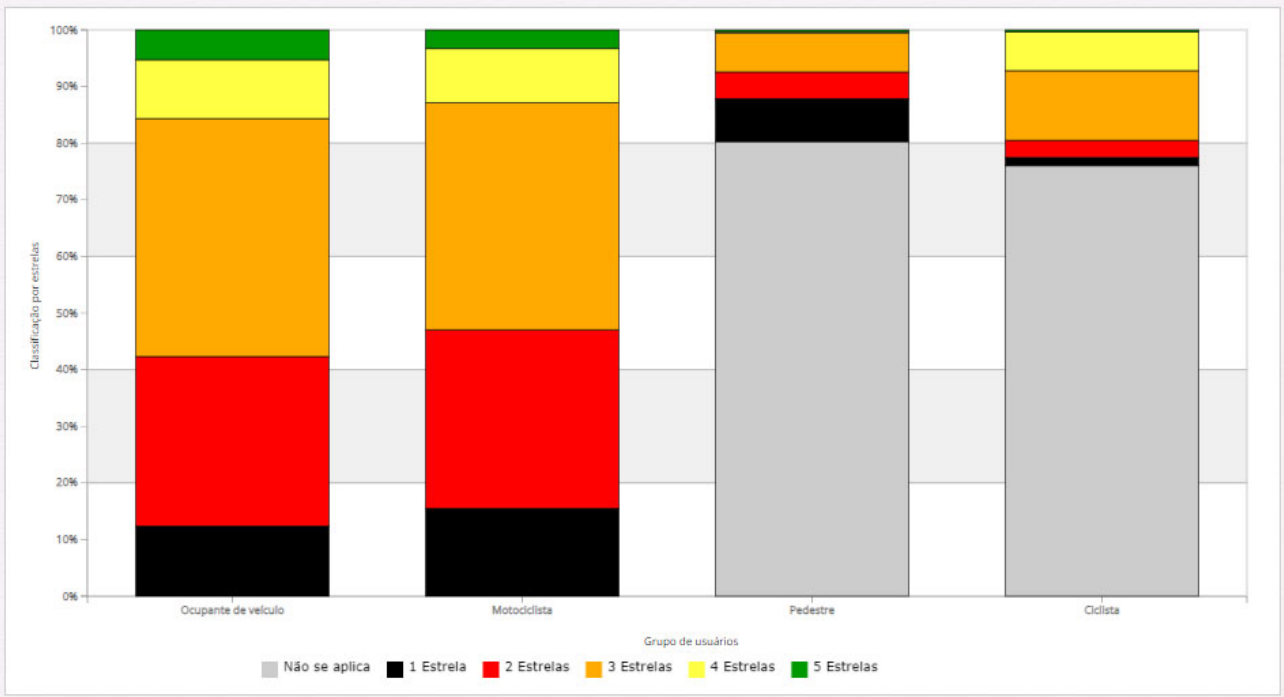


Figura 4.3.6 – Gráfico de Classificação por estrelas – Rodovia PR-092.

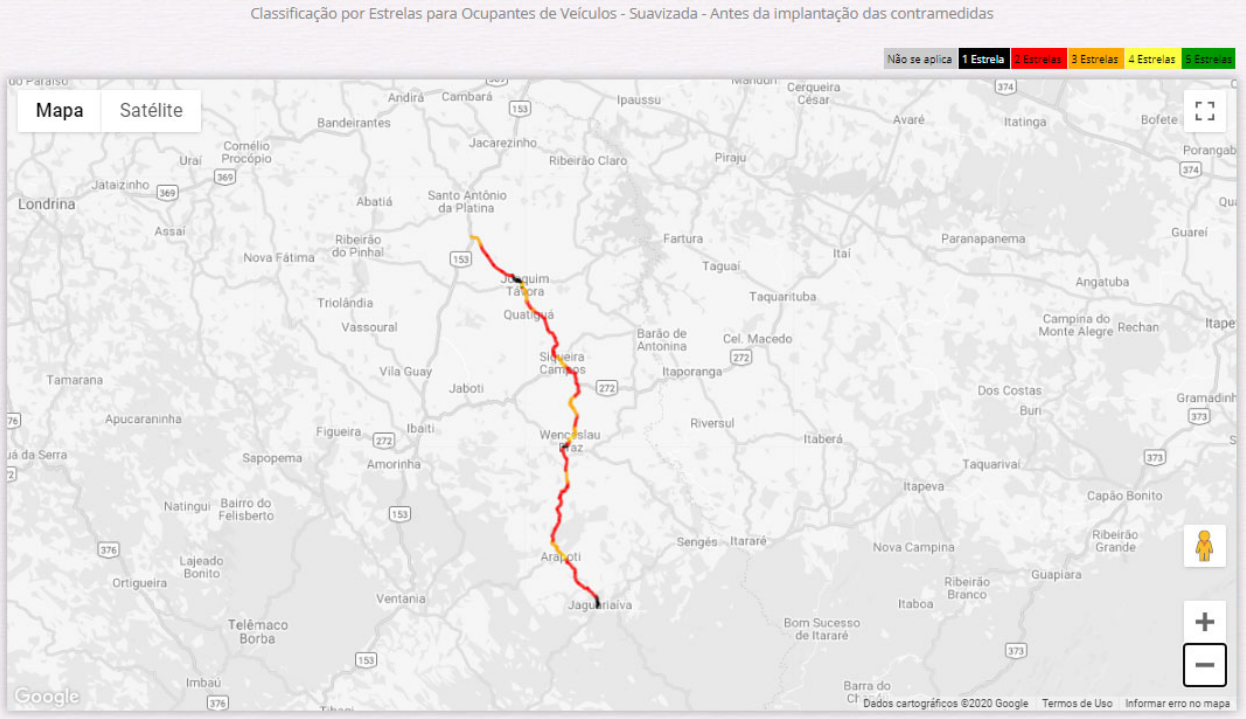


Figura 4.3.7 – Mapa de Classificações por Estrelas para Ocupantes de Veículos – Rodovia PR-092.

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-092, entre os municípios de Jaguariaíva-PR e Santo Antônio da Platina-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 16 (dezesseis) pontos da Rodovia PR-092, 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		Extensão Aproximada (m)	Coordenadas Início		Coordenadas Final	
	Inicial	Final		E	N	E	N
A1	203+970	205+190	1220	627727.564	7318882.60	626921.990	7319703.15
A2	205+190	206+730	1540	626922.518	7319705.31	625819.344	7320516.17
A3	206+730	209+240	2510	625818,404	7320514,14	623876,510	7322030,34
A4	210+760	212+610	1850	623001,414	7323185,91	623003,826	7325015,35
A5	219+840	221+800	1960	618657.366	7330283.08	617805.474	7331921.40
A6	235+010	237+010	2000	619430.179	7343018.14	619066.178	7344899.80
A7	245+170	246+670	1500	620669,295	7351943,91	620807,333	7353401,77
A8	248+800	250+960	2160	620505,915	7355328,92	619629,991	7357175,30
A9	254+640	356+620	1950	621760.071	7359665.67	622774.815	7360981.33
A10	263+260	264+550	1290	623503.593	7366970.70	622943.163	7368130.40
A11	267+080	268+500	1420	622167.534	7370229.65	623061.530	7371284.29
A12	288+950	290+450	1500	618148,566	7386619,77	617484,098	7387945,22
A13	300+180	304+690	1510	611599,125	7394889,07	610849,454	7396174,86
A14	315+860	317+300	1440	602692.879	7405293.85	601703.619	7406283.09
A15	322+280	323+490	1210	598879.629	7410380.88	598417.076	7411442.69
A16	323+490	324+670	1180	598415.279	7411443.35	597957.026	7412510.10

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 174 pontos de controle e/ou checagem para serem pré-sinalizados e servirem de apoio fotogramétrico (suplementar). Também foram programados 15 (quinze) 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.

Figura 4.4.2 – Pré-sinalização ao voo e rastreio GNSS.

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 4.4.3 – Levantamento GNSS.

Figura 4.4.4 – Levantamento de apoio básico.

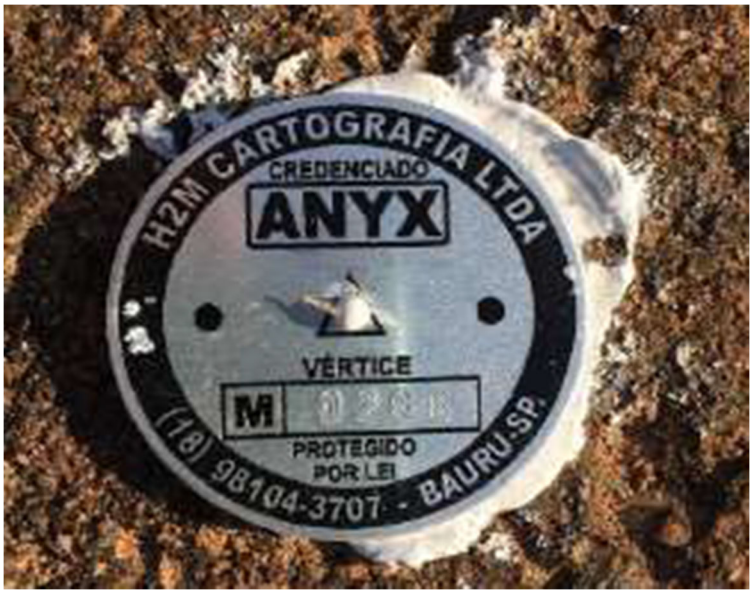


Figura 4.4.5 – Marco de apoio básico.

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.

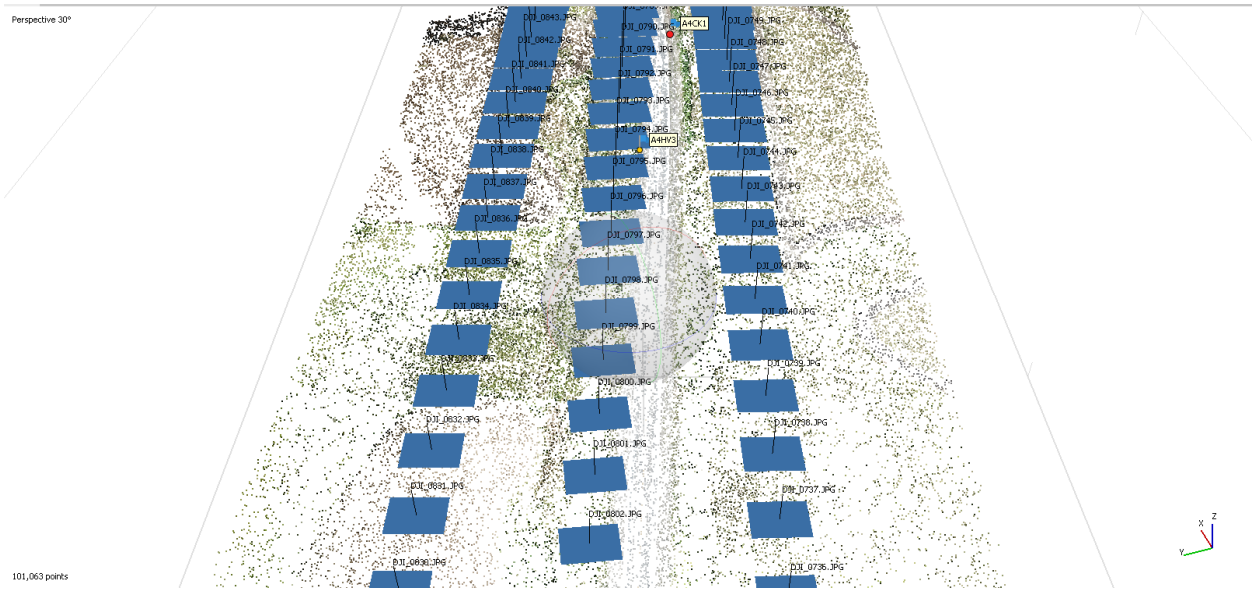


Figura 4.4.6 – Aerotriangulação em execução.

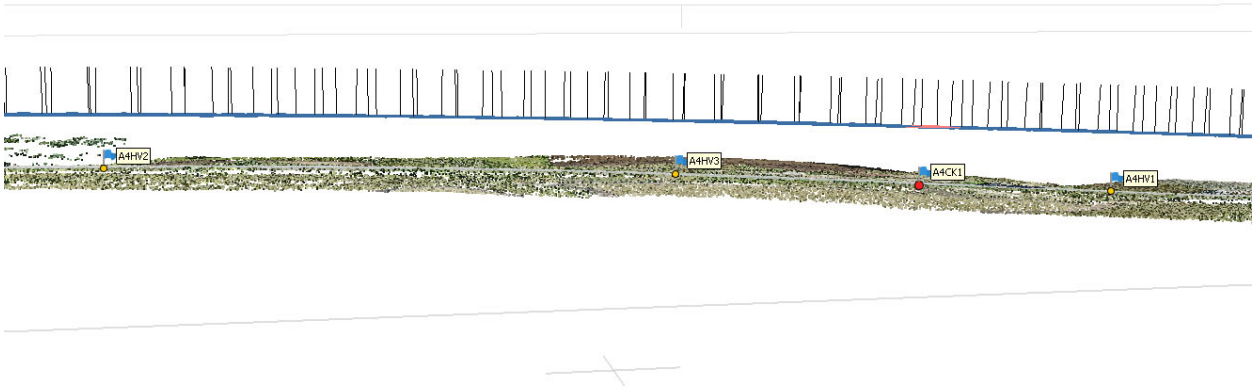


Figura 4.4.7 – Inserção de pontos de controle.

Figura 4.4.8 – Pontos de controle lido na imagem.

Figura 4.4.9 – Verificação da plotagem de um ponto de check.

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).

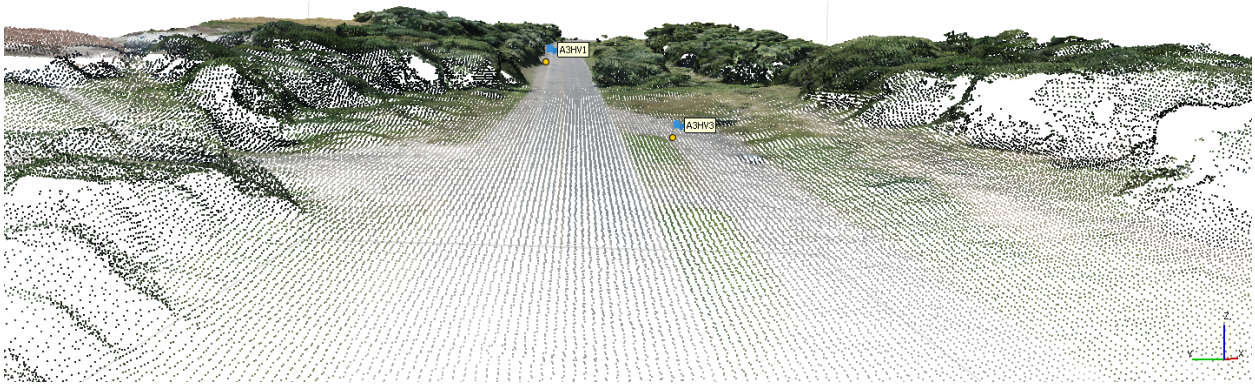


Figura 4.4.10 – Nuvem de pontos 3D (com cores RGB).

Figura 4.4.11 – 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.

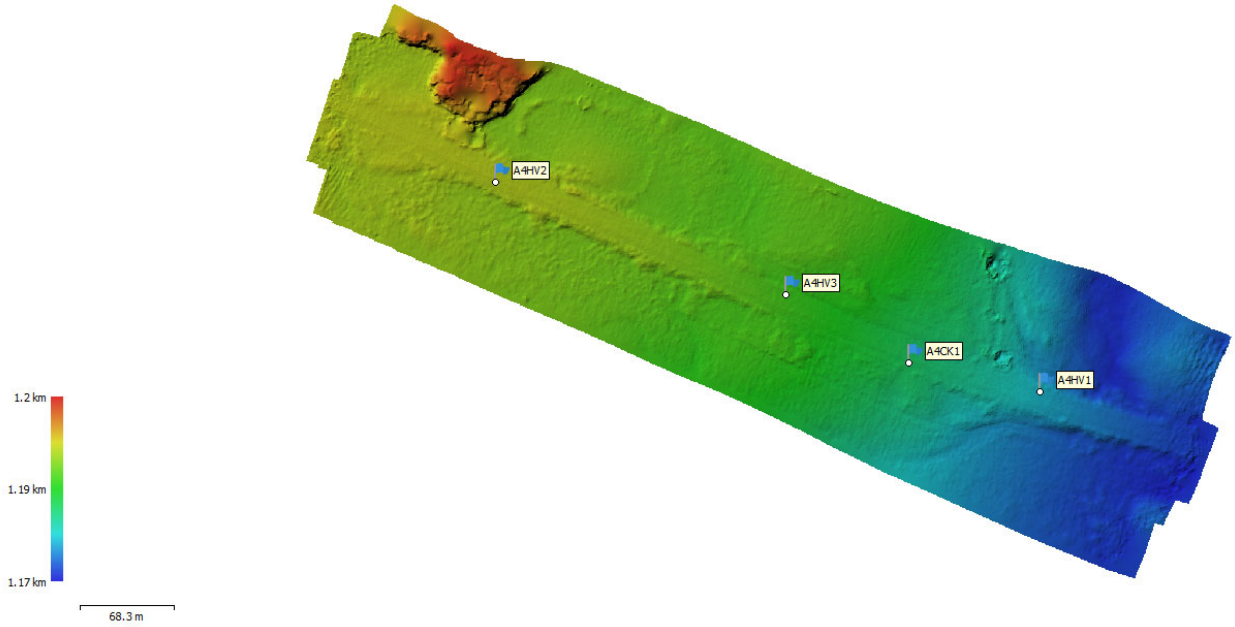


Figura 4.4.12 – Exemplo de MDT gerado no projeto.

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 4.4.13 – 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 4.4.14 – Curvas de nível geradas em trecho do projeto.

O Sistema de projeção utilizado foi o UTM (Universal Transversa de Mercator) no fuso 22ºS, com o Datum Planimétrico SIRGAS 2000 e Datum Altimétrico o Marégrafo de Imbituba e as coordenadas ortométricas foram obtidas a partir do modelo geoidal do IBGE MAPGEO 2015. 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-092.

MONOGRAFIA DO MARCO GEODÉSICO

Marco: ANYX−M−0101	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Santo Antônio da Platina	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 04/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h02min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7411832,325	598267,27	0,011	0,011	0,03

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°24'01,27956"S	50°02'17,85661"W	511,387	514,897

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−0102	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Santo Antônio da Platina	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 05/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h33min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7411064,038	598451,759	0,001	0,011	0,030

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°24'26,21971"S	50°02'11,17662"W	514,996	518,476

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−0103	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Joaquim Távora	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 05/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h19min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7405439,488	602376,335	0,012	0,013	0,031

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°27'28,22465"S	49°59'51,53656"W	542,224	545,474

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−0104	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Quatiguá	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 06/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h47min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7395533,313	611124,686	0,011	0,014	0,033

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°32'48,23288"S	49°54'40,57868"W	654,476	657,326

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−0105	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Siqueira Campos	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 08/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h13min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7387299,371	617868,202	0,012	0,013	0,036

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

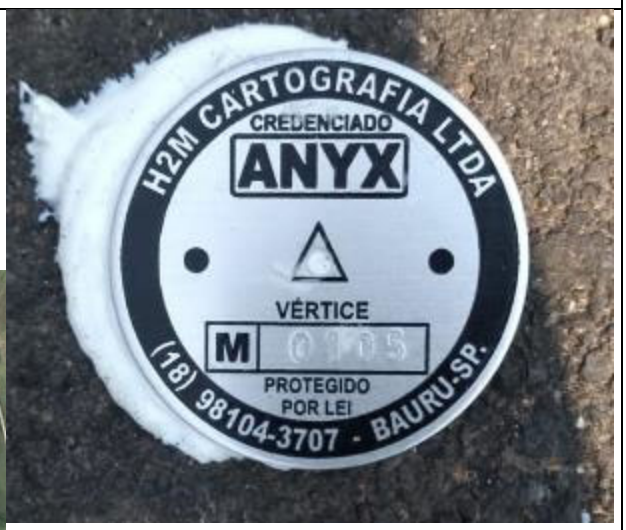
Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°37'14,21446"S	49°50'40,42501"W	681,111	683,621

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−0106	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Wenceslau Braz	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 08/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio: 0**h55min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7370857,899	622566,242	0,014	0,015	0,039

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

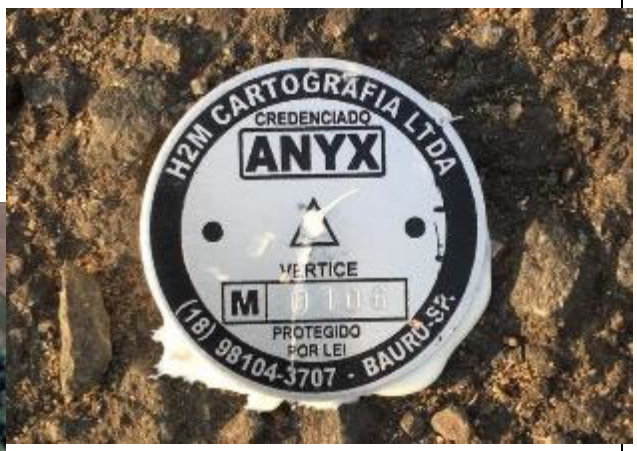
Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°46'07,47332"S	49°47'49,76381"W	727,749	729,469

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−0107	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Wenceslau Braz	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 09/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h05min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7367454,704	623266,629	0,016	0,016	0,039

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

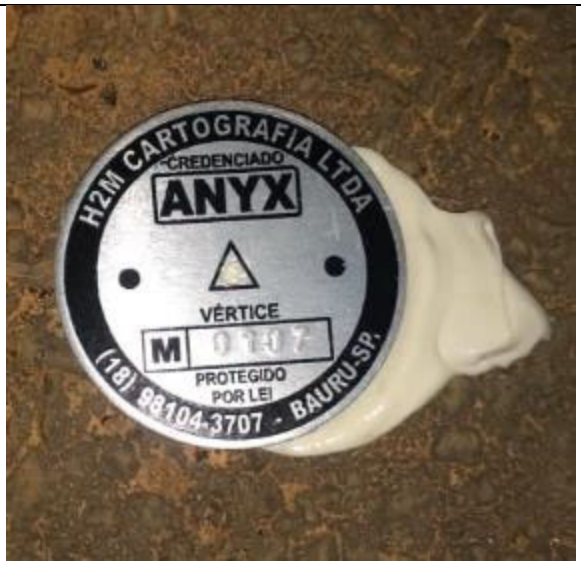
Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°47'57,91748"S	49°47'23,99960"W	737,813	739,373

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−0108	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Wenceslau Braz	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 12/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h57min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7356498,365	620058,339	0,016	0,014	0,043

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°53'54,98505"S	49°49'14,13297"W	761,569	762,499

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−0109	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Wenceslau Braz	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 09/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h31min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7352947,207	620780,263	0,008	0,023	0,030

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23° 55´ 50,2272"S	49° 48´ 47,5521"S	796,07	796,830

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−0110	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Arapoti	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 13/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 2h27min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7343835,541	619368,24	0,018	0,018	0,044

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
24°00'46,83469"S	49°49'34,80977"W	818,744	818,914

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−0111	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Wenceslau Braz	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 14/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 2h19min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7360483,86	621961,01	0,016	0,015	0,042

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
23°51'44,89819709"S	49°48'08,04913259" W	446,260	445,490

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−0112	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Arapoti	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 18/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 2h08min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7331061,042	618180,584	0,017	0,019	0,047

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

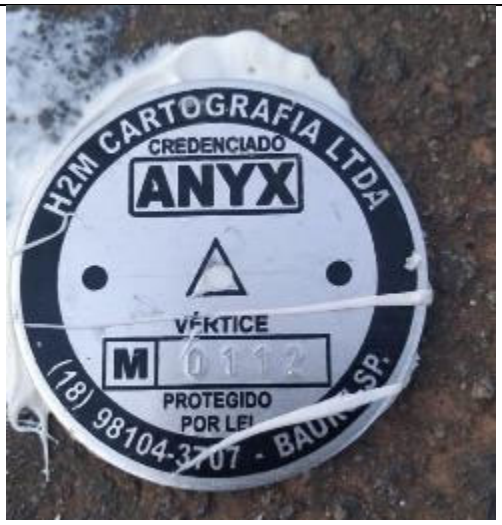
Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
24°07'42,44390720"S	49°50'13,09807386" W	876,593	875,843

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−0113	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Arapoti	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:**18/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h49min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7324200,343	623001,730	0,015	0,026	0,046

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
24°11'24,14611536"S	49°47'20,22111889" W	943,395	942,215

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−0114	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Jaguariaíva	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 19/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h41min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7319592,479	627055,227	0,017	0,018	0,005

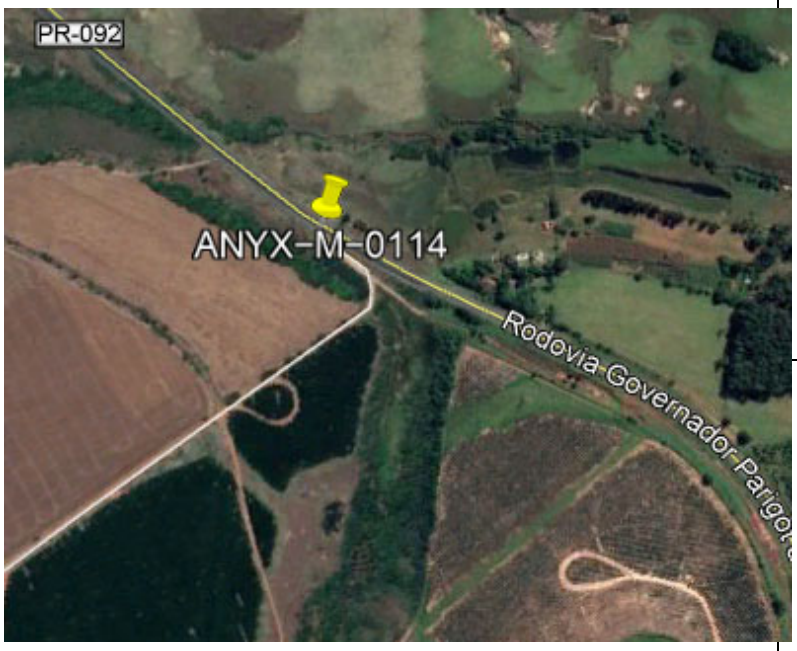
COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
24°13'52,77627516"S	49°44'55,10908445" W	945,839	944,459

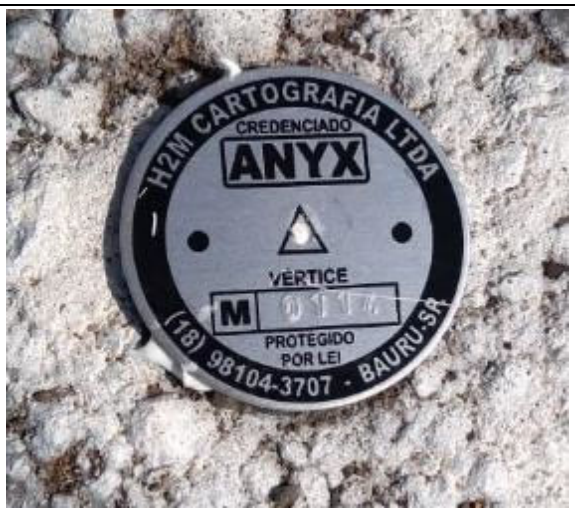
Obs.: Ajustamento das coordenadas garantido no teste global (Qui-quadrado), ao nível de confiança de 95%.

* Altitude Ortométrica obtida através do Software MAPGEO 2015.

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



FOTOS PANORÂMICAS



MONOGRAFIA DO MARCO GEODÉSICO

Marco: ANYX−M−0115	**Datum Horiz.:** SIRGAS2000	**Datum Vertical:** Imbituba - SC
Município: Jaguariaíva	**Estado:** Paraná	**Data do Rastreio GNSS:** 19/09/2020
Equipamento: Hi Target 30	**Software:** Topcon Tools	**Tempo de Rastreio:** 1h25min

COORDENADAS DO MARCO / PROJEÇÃO UTM – FUSO 22º SUL

Norte	Este	δ N (m)	δ E (m)	δ h (m)
7321254,077	624695,557	0,007	0,016	0,030

COORDENADAS DO MARCO / GEOGRÁFICAS

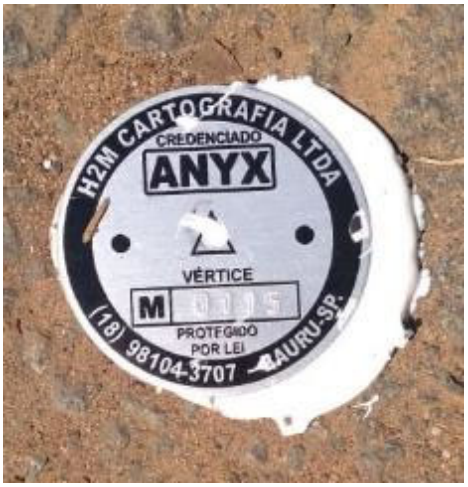
Latitude	Longitude	Altitude Geométrica h (m)	Altitude Ortométrica H (m)
24° 12´ 59,4427” S	49° 46´ 19,2768” W	931,34	930,000

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- PR-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A), 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 a FAPEU e o Departamento de Estradas de Rodagem foram obtidos dados das condições estruturais e funcionais da rodovia PR-092 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-092 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-092 foram obtidos nas vistorias técnicas realizadas nos escritórios regionais, conforme informações do item 4.2.2 – Vistoria de Campo. Foi mencionado que a pavimentação da rodovia PR-092 se deu no ano de 1974, com camadas de revestimento asfáltico (T.S. sobre acostamentos + CBUQ nas faixas de rolamento) sobre base e sub-base de brita graduada. A espessura de base definida em projeto foi de 16 cm, enquanto que a sub-base foi definida com 20 cm ou 27 cm em função do subleito local.

As obras de manutenção e conserva do pavimento, em sua grande maioria, ocorreram por meio de sobreposição de camadas de revestimento asfáltico (reperfilagem e capa).

Ocorreram obras de restauração de Jaguariaíva a BR-153 entre 1981 a 1983 com aplicação de PMQ (com espessura da ordem de 4 cm a 8 cm) e CBUQ (5 cm).

Já entre 2007 a 2010 foram realizadas obras de restauração com soluções de reciclagem com correção granulométrica e adição de cimento, remendos superficiais e profundos e aplicação de reforço com CBUQ Faixa B e CBUQ Faixa D com polímero no trecho entre Jaguariaíva e Wenceslau Braz.

No ano de 2002 foram iniciadas obras de reciclagem do revestimento com espuma asfáltica e reforço com CBUQ Faixa B e C entre Wenceslau Braz e o entroncamento com a BR-153, porém esta obra foi paralisada. A maior parte do trecho já havia recebido reforço com CBUQ Faixa B e C e uma parte apenas com CBUQ Faixa B. Relatos dos engenheiros residentes revelam que estas obras tiveram alguns insucessos relativos a espessura de reciclagem do revestimento existente.

Já entre o ano de 2003 e 2006 foram retomadas as obras, porém com soluções distintas daquelas previstas considerando-se a execução de camada de brita graduada, remendos superficiais e CBUQ Faixa C ou conforme a Faixa da Engelog em todo o trecho entre Wenceslau Braz e o entroncamento com a BR-153. Uma parte do trecho recebeu revestimento asfáltico com asfalto borracha. Mais uma vez registraram-se insucessos, porém desta vez com relação ao asfalto borracha.

Pode-se considerar que no primeiro caso a espessura limitada de reciclagem conduziu ao efeito de reflexão de trincas, o que reduziu sobremaneira a vida útil do pavimento e, no segundo, em função da desagregação do material asfáltico e a massa também ocorreu a mesma consequência.

Estas obras com sobreposição de camadas de revestimento asfáltico na pista de rolamento, sem o devido preenchimento dos acostamentos, resultaram, ao longo dos anos, em desníveis entre a pista e o acostamento com até 13 cm, colocando em risco a segurança viária.

Complementarmente, devido ao elevado tráfego da rodovia, foram implantados alguns segmentos de terceiras faixas sobre os acostamentos, sem o alargamento da plataforma. 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 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-092 referente ao trecho indicado no projeto está contemplada 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.

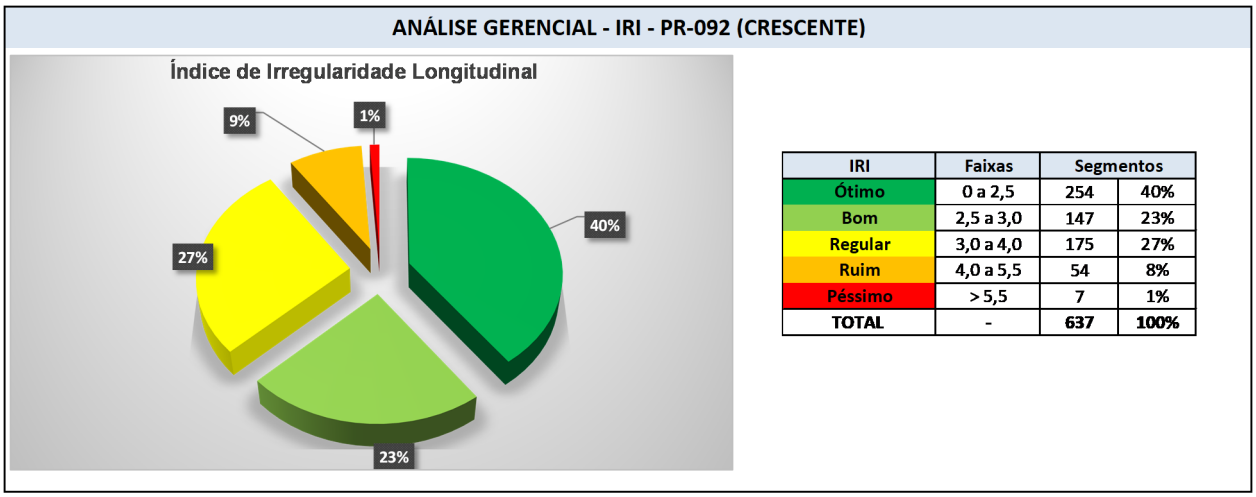
4.5.2.3 Medidas de Irregularidade Longitudinal do Pavimento

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 e decrescente da via.

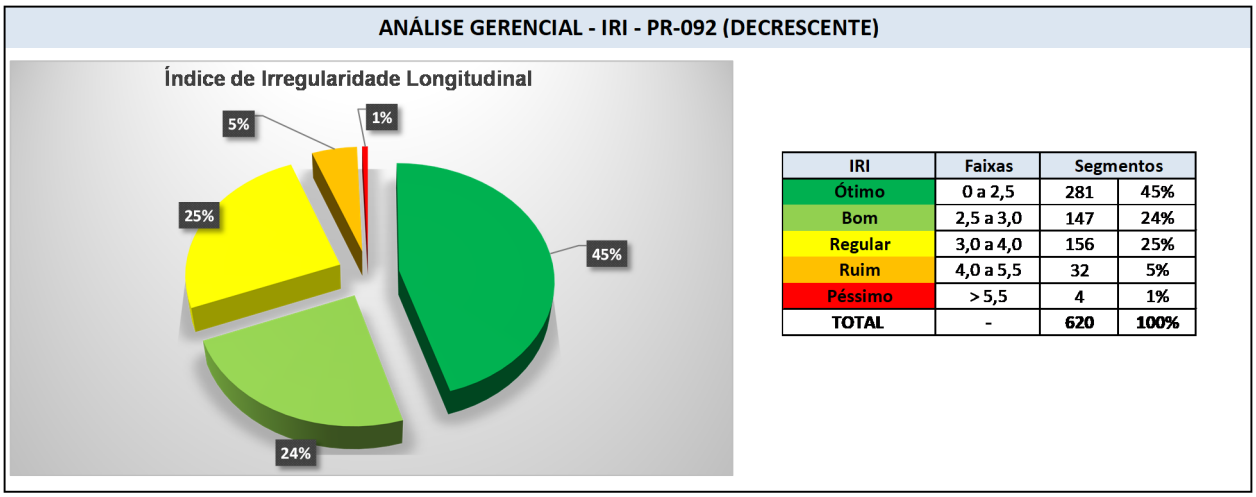
Os resultados obtidos dos levantamentos são apresentados no item 3.5 – Estudos Geotécnicos do Volume 3 – Memória Justificativa.

A rodovia PR-092 apresenta a classificação relativa a avaliação de IRI expressa na Figura 4.5.1 e Figura 4.5.2 no sentido crescente e decrescente. Nota-se que cerca de 6% a 11% da rodovia apresenta classificação Ruim ou Péssima, cerca de 25% a 27% com classificação Regular e cerca de 63% a 69% apresenta classificação Ótimo ou Bom.



IRI	Faixas	Segmentos	
Ótimo	0 a 2,5	254	40%
Bom	2,5 a 3,0	147	23%
Regular	3,0 a 4,0	175	27%
Ruim	4,0 a 5,5	54	8%
Péssimo	> 5,5	7	1%
TOTAL	-	637	100%

Figura 4.5.1 – Avaliação da irregularidade longitudinal do pavimento – IRI (sentido crescente).



IRI	Faixas	Segmentos	
Ótimo	0 a 2,5	281	45%
Bom	2,5 a 3,0	147	24%
Regular	3,0 a 4,0	156	25%
Ruim	4,0 a 5,5	32	5%
Péssimo	> 5,5	4	1%
TOTAL	-	620	100%

Figura 4.5.2 – Avaliação da irregularidade longitudinal do pavimento – IRI (sentido decrescente).

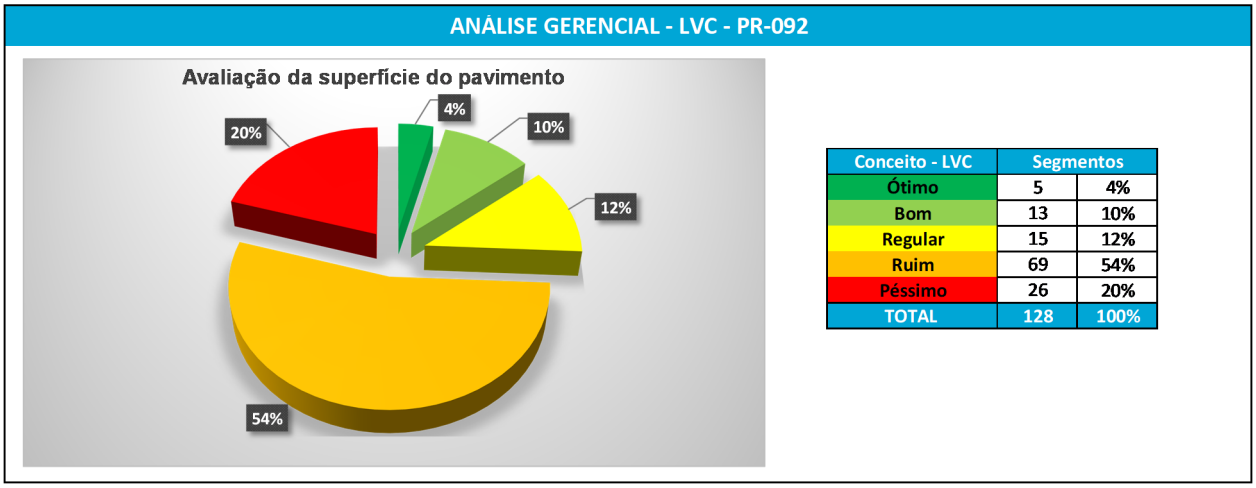
4.5.2.4 Inventário do Estado de Superfície do Pavimento

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-092 apresenta a classificação relativa a avaliação da superfície do pavimento expressa na Figura 4.5.3. Nota-se que 74% da rodovia apresenta classificação Ruim ou Péssima.



Conceito - LVC	Segmentos	
Ótimo	5	4%
Bom	13	10%
Regular	15	12%
Ruim	69	54%
Péssimo	26	20%
TOTAL	128	100%

Figura 4.5.3 – 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 por meio de sondagens realizadas com apoio dos escritórios regionais do DER-PR.

Os dados obtidos visam complementar as informações da estrutura do pavimento da rodovia PR-092 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 com serra, para abertura da janela no revestimento asfáltico, e com trado.

Localização:

- PR-092-1: E = 627431.85 m e N = 7319407.26 m, km = 204+600, sentido: Decrescente.
- PR-092-2: E = 625026.98 m e N = 7321019.74 m, km = 207+700, sentido: Decrescente.
- PR-092-3: E = 618183.54 m e N = 7331126.87 m, km = 220+880, sentido: Crescente.
- PR-92-4: E = 619262.13 m e N = 7344093.33 m, km = 236+120, sentido: Crescente.
- PR-092-5: E = 622044.39 m e N = 7360527.5 m, km = 255+740, sentido: Decrescente.
- PR-092-6: E = 622450.3 m e N = 7370769.97 m, km = 267+700, sentido: Decrescente.
- PR-092-7: E = 611202.81 m e N = 7395416.57 m, km = 300+840, sentido: Decrescente.
- PR-092-8: E = 598469.18 m e N = 7411020.16 m, km = 323+050, 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 são contempladas por camada de revestimento asfáltico de espessura variável, com média de 5 cm, sendo registrados desníveis para a camada de asfalto da pista existente. Este fato também foi registrado no item 4.2.2 – Vistoria de Campo.

O trecho da rodovia PR-092 entre o km 200,190 e 327,300 apresenta subleito de areia fina argilosa na cor vermelha, em sua grande maioria. As indicações de histórico do pavimento relevaram camadas de base e sub-base de brita graduada simples, porém percebeu-se que no trecho entre Jaguariaíva e Wenceslau Braz (trecho A) a camada de sub-base dos acostamentos é composta por areia fina argilosa e areia argilosa com pedregulhos. No trecho entre Wenceslau Braz e o entroncamento com a BR-153 (trecho B) identificou-se camadas de sub-base com pedregulho mal graduado. As camadas de base ao longo de toda rodovia revelaram pedregulho mal graduado.

As espessuras de sub-base variaram de 15 cm a 26 cm e as de base de 15 cm a 25 cm. O revestimento asfáltico dos acostamentos foi executado, em geral, em CBUQ ou PMF apresentando diversos segmentos com degradação do revestimento. Observam-se camadas de 3 cm a 9 cm de espessura.

Tabela 4.5.1 – Boletim de sondagem da estrutura do pavimento.

BOLETIM DE SONDAGEM
Cliente: DER-PR
Rodovia: PR-092
Trecho: km 200+190 ao km 327+300

Interessado:	LABTRANS	Procedência:	PR-092	Sondador:
Finalidade:	RELATÓRIO DE COLETA			MIQUÉIAS

LOCAL	CÓDIGO	Coordenadas	Coleta					Descrição	
			Camada	EQP.	Registro	Profundidade:		Classificação Táctil e Visual	Cor
RODOVIA PR-092	km 204 + 600	E =627431.85 m e N = 7319407.26 m	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,05	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					NC	0,05	0,15	Brita graduada com emulsão	Cinza escuro
					1-26G	0,15	0,40	Areia fina silto-argilosa	Vermelha
					1-12G	0,40	1,46	Areia fina argilosa	Vermelha
	km 207+700	E =625026.98 m e N = 7321019.74 m	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,04	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					2-55G	0,04	0,19	Pedregulho mal graduado	Cinza
					2-26G	0,19	0,43	Areia fina argilosa	Vermelha
					2-12G	0,43	1,45	Areia argilosa	Vermelha
	km 220 + 880	E =618183.54 m e N = 7331126.87 m	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,05	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					3-55G	0,05	0,29	Pedregulho mal graduado	Cinza
					3-26G	0,29	0,49	Areia fina argilosa	Vermelha
					3-12G	0,49	1,40	Areia fina argilosa	Vermelha
	km 236 + 120	E =619262.13 m e N = 7344093.33 m	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,03	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					4-55G	0,03	0,29	Pedregulho mal graduado	Cinza
					4-26G	0,29	0,49	Areia argilosa com pedregulho	Vermelha
					4-12G	0,49	1,30	Argila arenosa	Vermelha
	km 255 + 740	E =622044.39 m e N = 7360527.5 m	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,06	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					5-55G	0,06	0,22	Pedregulho mal graduado	Cinza
					5-26G	0,22	0,37	Pedregulho mal graduado	Cinza
					5-12G	0,37	1,49	Areia fina silto-argilosa	Vermelha
	km 267 + 700	E =622450.3 m e N = 7370769.97 m	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,03	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					6-55G	0,03	0,18	Pedregulho mal graduado	Cinza
					6-26G	0,18	**0,33**	Pedregulho mal graduado	Cinza
					6-12G	0,33	1,50	Areia fina argilosa	Vermelha
	km 300 + 840	**E =611202.81 m e N = 7395416.57 m**	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	**0,09**	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					7-55G	0,09	**0,29**	Pedregulho mal graduado	Cinza
					7-26G	0,29	0,49	Pedregulho mal graduado	Cinza
					7-12G	0,49	1,49	Areia fina argilosa	Vermelha
	km 323 + 050	**E =598469.18 m e N = 7411020.16 m**	ESTRUTURA DO PAVIMENTO	SERRA / TRADO	NC	0,00	0,03	Revest. Asfáltico	Cinza escuro
					8-55G	0,03	0,28	Pedregulho mal graduado	Cinza
					8-26G	0,28	0,53	Pedregulho mal graduado	Cinza
					8-12G	0,53	1,75	Areia fina argilosa	Vermelha

Na Tabela 4.5.2 são apresentados os resultados das amostras do subleito da rodovia PR-092. Verificam-se resultados de ISC acima de 11,5%, com média da ordem de 15,1%, 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-092
Trecho: km 200+190 ao km 327+300

Furo			PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092		
Estaca/Localização			km 204 + 600	km 207 + 700	km 220 + 880	KM 236 + 120	KM 255 + 740	KM 267 + 700	KM 300 + 840	KM 323 + 050		
Registro			1-12G	2-12G	3-12G	4-12G	5-12G	6-12G	7-12G	8-12G		
Estudo			SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO		
Profundidade			0,4 a 1,46	0,43 a 1,45	0,49 a 1,4	0,49 a 1,3	0,37 a 1,49	0,33 a 1,5	0,49 a 1,49	0,53 a 1,75		
Data			30/09/2020	22/09/2020	30/09/2020	25/09/2020	30/09/2020	24/09/2020	30/09/2020	23/09/2020		
GRANULOMETRIA	% PESO	PASSANDO	1 1/2"	100,00	100,00	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	100,00	100,00		
			3/8"	99,87	99,78	99,47	100,00	99,72	99,91	100,00	100,00		
			4	99,68	99,07	99,28	99,85	99,58	99,75	99,65	99,79		
			10	98,52	97,91	98,12	99,57	98,88	99,33	99,07	98,93		
			40	73,75	84,90	71,00	90,12	96,26	87,64	97,83	92,77		
			200	35,99	18,41	35,20	60,48	36,18	38,20	47,17	42,74		
LIMITE DE LIQUIDEZ		LL	31,1	NP	31,0	25,3	18,8	26,5	34,0	23,6		
LIMITE DE PLASTICIDADE		LP	16,7	NP	8,8	9,7	15,1	8,7	18,8	12,1		
ÍNDICE DE PLASTICIDADE		IP	14,4	-	22,2	15,6	3,7	17,8	15,2	11,4		
INDICE DE GRUPO		-	1	0	3	7	0	2	4	2		
CLASSIFICACAO HRB		-	A-6	A-2-4	A-6	A-6	A-4	A-6	A-6	A-6		
CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL			Areia fina argilosa	Areia argilosa	Areia fina argilosa	Argila arenosa	Areia fina silto-argilosa	Areia fina argilosa	Areia fina argilosa	Areia fina argilosa		
COR			Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha		
ENERGIA DE COMPACTAÇÃO (Nº GOLPES)			NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL		
COMPACTAÇÃO DE LABORATÓRIO	UMID. (%)		14,7	9,0	14,9	16,0	13,0	15,7	18,0	15,4		
	DENS.(kg/m³)		1,806	1,809	1,780	1,796	1,913	1,734	1,683	1,791		
ISC FINAL (%)			11,5	13,0	18,5	13,0	15,5	14,8	20,4	13,7		
EXPANSÃO (%)			0,05	0,11	0,03	0,14	0,06	0,06	0,13	0,08		
ENSAIOS IN SITU	UMID. IN SITU (%)		-	-	-	-	-	-	-	-		
	DENS. INSITU(kg/m³)		-	-	-	-	-	-	-	-		
	GR.DE COMP. (%)		-	-	-	-	-	-	-	-		

Na Tabela 4.5.3 são apresentadas as análises estatísticas dos resultados do subleito.

Observou-se que a classificação dos solos foi, de forma preponderante, A-6 correspondente a areias finas argilosas. Pela análise estatística observou-se que o ISCp (Índice de suporte de projeto) = 11,6%. A densidade máxima observada é da ordem de 1,789 t/m³ e os níveis de expansão apresentam valor máximo da ordem de 0,13%.

Tabela 4.5.3 – Análise estatística dos ensaios do subleito – Rodovia PR-092.

SUBLEITO DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO						
ANÁLISE ESTATÍSTICA						
		X	δ	N	$X_{mín.}$	$X_{máx.}$
GRANULOMETRIA PENEIRAS % PASSANDO	1 1/2"	100,00	0,00	8	100,00	100,00
	1"	100,00	0,00	8	100,00	100,00
	3/8"	99,84	0,18	8	99,63	100,00
	Nº 4	99,58	0,27	8	99,27	99,89
	Nº 10	98,79	0,57	8	98,14	99,44
	Nº 40	86,78	9,87	8	75,57	98,00
	Nº 200	39,30	11,94	8	25,73	52,86
FAIXA DNIT		F.F.				
L.L.		27,2	5,2	8	21,3	33,1
L.P.		12,8	4,1	8	8,2	17,5
I.P.		14,3	5,7	8	7,8	20,9
I.G.		2	2	8	0	5
CLASSIF. T.R.B.		A-6				
AASHTO NORMAL 12 GOLPES	UMID. ÓTIMA	14,59	2,66	8	11,57	17,61
	DENS. MÁX.	1,789	0,066	8	1,714	1,864
	I.S.C	15,1	3,0	8	11,6	18,5
	EXPANSÃO	0,08	0,04	8	0,04	0,13

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-092	**RESUMO DE ENSAIOS**
Rodovia: PR-092	**SUBLEITO DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO**
Trecho: Acesso IV Jaguariaíva - Entr. BR-153 (A)	

Na Tabela 4.5.4 são apresentados os resultados das amostras da camada de sub-base da rodovia PR-092, enquanto na Tabela 4.5.5 e Tabela 4.5.6 são apresentados os resultados das análises estatísticas separadas por segmentos homogêneos.

Nota-se pelo boletim de sondagens que a camada de sub-base para os furos realizados entre Jaguariaíva e Wenceslau Braz são compostas basicamente de solos arenosos finos com coloração vermelha e já entre Wenceslau Braz e o entroncamento com a BR-153 são compostas de brita mal graduada. Essa diferença de material sugeriu a distinção da rodovia em dois trechos considerados homogêneos.

Tabela 4.5.4 – Quadro resumo dos ensaios da sub-base – Rodovia PR-092.

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Cliente: DER-PR
Rodovia: PR-092
Trecho: km 200+190 ao km 327+300

Furo			PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092		
Estaca/Localização			km 204 + 600	km 207 + 700	km 220 + 880	KM 236 + 120	KM 255 + 740	KM 267 + 700	KM 300 + 840	KM 323 + 050		
Registro			1-12G	2-12G	3-12G	4-12G	5-12G	6-12G	7-12G	8-12G		
Estudo			SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO	SUBLEITO		
Profundidade			0,4 a 1,46	0,43 a 1,45	0,49 a 1,4	0,49 a 1,3	0,37 a 1,49	0,33 a 1,5	0,49 a 1,49	0,53 a 1,75		
Data			30/09/2020	22/09/2020	30/09/2020	25/09/2020	30/09/2020	24/09/2020	30/09/2020	23/09/2020		
GRANULOMETRIA	% PESO	PASSANDO	1 1/2"	100,00	100,00	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	100,00	100,00		
			3/8"	99,87	99,78	99,47	100,00	99,72	99,91	100,00	100,00		
			4	99,68	99,07	99,28	99,85	99,58	99,75	99,65	99,79		
			10	98,52	97,91	98,12	99,57	98,88	99,33	99,07	98,93		
			40	73,75	84,90	71,00	90,12	96,26	87,64	97,83	92,77		
			200	35,99	18,41	35,20	60,48	36,18	38,20	47,17	42,74		
LIMITE DE LIQUIDEZ			LL	31,1	NP	31,0	25,3	18,8	26,5	34,0	23,6		
LIMITE DE PLASTICIDADE			LP	16,7	NP	8,8	9,7	15,1	8,7	18,8	12,1		
ÍNDICE DE PLASTICIDADE			IP	14,4	-	22,2	15,6	3,7	17,8	15,2	11,4		
INDICE DE GRUPO			-	1	0	3	7	0	2	4	2		
CLASSIFICACAO HRB			-	A-6	A-2-4	A-6	A-6	A-4	A-6	A-6	A-6		
CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL				Areia fina argilosa	Areia argilosa	Areia fina argilosa	Argila arenosa	Areia fina silto-argilosa	Areia fina argilosa	Areia fina argilosa	Areia fina argilosa		
COR				Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha		
ENERGIA DE COMPACTAÇÃO (Nº GOLPES)				NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL		
COMPACTAÇÃO DE LABORATÓRIO	UMID. (%)			14,7	9,0	14,9	16,0	13,0	15,7	18,0	15,4		
	DENS.(kg/m³)			1,806	1,809	1,780	1,796	1,913	1,734	1,683	1,791		
ISC FINAL (%)				11,5	13,0	18,5	13,0	15,5	14,8	20,4	13,7		
EXPANSÃO (%)				0,05	0,11	0,03	0,14	0,06	0,06	0,13	0,08		
ENSAIOS IN SITU	UMID. IN SITU (%)			-	-	-	-	-	-	-	-		
	DENS. INSITU(kg/m³)			-	-	-	-	-	-	-	-		
	GR.DE COMP. (%)			-	-	-	-	-	-	-	-		

Para o trecho A verificam-se resultados individuais de ISC acima de 26,8% e inferior a 44,9% (ISC ≥ 20, valor recomendado no Manual de Pavimentação IPR-719/2006), porém com IG variável entre 1 e 3 (IG = 0, valor recomendado IPR-719/2006). O ISCp foi determinado igual a 22,9%, o que representa valores estatísticos acima do valor mínimo recomendado.

Ainda assim, avaliando-se os resultados obtidos pelas recomendações da norma DER/PR – ES-P 08/05 percebe-se que o % passante na peneira nº 40 tem média = 78,94% < 85% (valor recomendado); % passante na peneira nº 200 tem média = 36,17%, que está entre 20% e 40% (faixa de valor recomendada); IP tem média de 16,6%, sendo recomendada a faixa entre 0,0% e 10%; ISC tem média = 35,4% < 40% (valor recomendado); expansão da ordem de 0,09% < 0,1% (valor recomendado) e teor de argila mínimo da ordem de 21% > 12% (valor recomendado).

Contudo, percebe-se que em se tratando de sub-base existente e considerando-se os custos para reconstrução da estrutura do pavimento afirma-se que a sub-base pode ser considerada adequada à previsão de tráfego para o horizonte de 5 anos devendo ser tomadas precauções quanto a infiltração de água no pavimento e a capacidade de suporte das camadas superiores. No tocante ao IG, por exemplo, percebe-se que a faixa dos valores individuais obtidos se aproximam do IG indicado pelo IPR-719/2006.

Para o trecho B verificam-se resultados individuais de ISC acima de 49,1% e inferior a 69,5% (ISC ≥ 20, valor recomendado no Manual de Pavimentação IPR-719/2006) e IG = 0 (valor recomendado IPR-719/2006). O ISCp foi determinado igual a 40,3%, o que representa valores estatísticos acima do valor mínimo recomendado. Este material quando analisado em função das recomendações da norma DER/PR ES-P 05/18 apresenta variações fora das faixas granulométricas indicadas e também com relação ao percentual de material que passa na peneira nº 200 em relação aquele que passa na peneira nº 40.

O material da sub-base do trecho B apresenta classificação A-1-a e resultados de LL < 25% e IP = NP. A capacidade de suporte observada é em média de 54,0%, com níveis de expansão nulos e densidade máxima da ordem de 2,114 t/m³.

Da mesma forma, os materiais da sub-base existente para o trecho B podem ser considerados adequados à previsão de tráfego para o horizonte de 5 anos.

Tabela 4.5.5 – Análise estatística dos ensaios da sub-base – Rodovia PR-092 (Trecho A).

SUB-BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO A)						
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"	99,84	0,25	4	99,51	100,00
	Nº 4	99,61	0,28	4	99,23	99,98
	Nº 10	98,76	1,06	4	97,35	100,00
	Nº 40	78,94	14,79	4	59,34	98,54
	Nº 200	36,17	11,33	4	21,16	51,18
FAIXA DNIT		F.F.				
L.L.		32,2	4,3	4	26,4	37,9
L.P.		15,6	11,9	4	0,0	31,3
I.P.		16,6	8,2	4	5,7	27,5
I.G.		2	1	4	1	4
CLASSIF. T.R.B.		A-6				
AASHTO INTERMEDIÁRIO 26 GOLPES	UMID. ÓTIMA	13,35	3,48	4	8,74	17,96
	DENS. MÁX.	1,877	0,062	4	1,794	1,960
	I.S.C	35,4	9,4	4	22,9	47,8
	EXPANSÃO	0,09	0,03	4	0,05	0,12

Laboratorista Chefe

Miquéias Silva de Castro

CPF: 006161967-17

Engenheiro Residente

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA: MG 85665/D

Observações:
A avaliação do solo da sub-base existente foi dividida em dois trechos em função do material identificado nas sondagens dos acostamentos.

Obra: Ampliação da capacidade da rodovia PR-092	**RESUMO DE ENSAIOS**
Rodovia: PR-092	**SUB-BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO A)**
Trecho (A): Acesso IV Jaguariaíva - Wenceslau Braz	

Tabela 4.5.6 – Análise estatística dos ensaios da sub-base – Rodovia PR-092 (Trecho B).

SUB-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	4	100,00	100,00
	1"	96,69	3,50	4	92,05	100,00
	3/8"	56,65	15,24	4	36,46	76,84
	Nº 4	36,67	11,92	4	20,88	52,46
	Nº 10	23,40	7,35	4	13,65	33,14
	Nº 40	13,87	4,97	4	7,29	20,46
	Nº 200	7,14	4,47	4	1,22	13,06
FAIXA DNIT		F.F.				
L.L.		NL				
L.P.		NP				
I.P.		-				
I.G.		0	0	4	0	0
CLASSIF. T.R.B.		A-1-a				
AASHTO INTERMEDIÁRIA 26 GOLPES	UMID. ÓTIMA	4,85	0,52	4	4,16	5,54
	DENS. MÁX.	2,114	0,013	4	2,097	2,131
	I.S.C	54,0	10,3	4	40,3	67,7
	EXPANSÃO	0,00	0,00	4	0,00	0,00

Laboratorista Chefe

Miquéias Silva de Castro

CPF: 006161967-17

Engenheiro Residente

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA: MG 85665/D

Observações:
A avaliação do solo da sub-base existente foi dividida em dois trechos em função do material identificado nas sondagens dos acostamentos.

Obra: Ampliação da capacidade da rodovia PR-092 **Rodovia: PR-092** **Trecho (B): Wenceslau Braz - Entr. BR-153 (A)**	**RESUMO DE ENSAIOS** **SUB-BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO (TRECHO B)**

Na Tabela 4.5.7 são apresentados os resultados das amostras da camada de base para a rodovia PR-092.

Verificam-se resultados individuais de ISC acima de 68,4% e inferior a 83,9% (próximo ao 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 e resultados de LL < 25% e IP = NP. A capacidade de suporte observada é em média de 75,6% e ISCp = 69,2%, com níveis de expansão inexpressivos e densidade máxima da ordem de 2,209 t/m³, conforme Tabela 4.5.8.

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 45 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 4.5.7 – Quadro resumo dos ensaios da base – Rodovia PR-092.

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Cliente: DER-PR
Rodovia: PR-092
Trecho: km 200+190 ao km 327+300

Furo				PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092	PR-092		
Estaca/Localização				km 207 + 700	km 220 + 880	KM 236 + 120	KM 255 + 740	KM 267 + 700	KM 300 + 840	KM 323 + 050		
Registro				2-55G	3-55G	4-55G	5-55G	6-55G	7-55G	8-55G		
Estudo				BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE	BASE		
Profundidade				0,04 a 0,19	0,05 a 0,29	0,03 a 0,29	0,06 a 0,22	0,03 a 0,18	0,09 a 0,29	0,03 a 0,28		
Data				22/09/2020	29/09/2020	23/09/2020	29/09/2020	24/09/2020	29/09/2020	25/09/2020		
GRANULOMETRIA	% PESO	PASSANDO	1 1/2"	94,76	100,00	96,94	100,00	100,00	100,00	100,00		
			1"	93,24	95,15	89,68	98,44	91,93	100,00	96,31		
			3/8"	57,69	60,31	56,72	52,73	37,23	72,73	63,59		
			4	38,34	45,60	36,57	37,51	20,28	48,81	39,80		
			10	24,34	31,30	22,70	25,13	13,74	31,50	22,92		
			40	10,17	16,04	10,30	14,96	6,77	18,49	14,84		
			200	0,83	6,92	1,04	8,41	0,52	9,52	9,79		
LIMITE DE LIQUIDEZ			LL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL		
LIMITE DE PLASTICIDADE			LP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP		
ÍNDICE DE PLASTICIDADE			IP	-	-	-	-	-	-	-		
INDICE DE GRUPO			-	0	0	0	0	0	0	0		
CLASSIFICACAO HRB			-	A-1-a	A-1-a	A-1-a	A-1-a	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	Pedregulho mal Graduado		
COR				Cinza	Cinza	Cinza	Cinza	Cinza	Cinza	Cinza		
ENERGIA DE COMPACTAÇÃO (Nº GOLPES)				MODIFICADO	MODIFICADO	MODIFICADO	MODIFICADO	MODIFICADO	MODIFICADO	MODIFICADO		
COMPACTAÇÃO DE LABORATÓRIO	UMID. (%)			4,8	6,20	4,70	6,20	4,70	6,30	5,50		
	DENS.(t/m³)			2,190	2,229	2,238	2,164	2,284	2,159	2,196		
ISC FINAL (%)				81,0	71,9	83,9	68,4	76,4	72,0	75,4		
EXPANSÃO (%)				0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04		
ENSAIOS IN SITU	UMID. IN SITU (%)			14,00	8,00	4,00	16,00	5,00	13,00	9,00		
	DENS. INSITU(t/m³)			2,013	2,248	2,266	2,153	2,103	2,202	1,898		
	GR.DE COMP. (%)			91,9	100,9	101,3	99,5	92,1	102,0	86,4		

Tabela 4.5.8 – Análise estatística dos ensaios da base – Rodovia PR-092.

BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO						
ANÁLISE ESTATÍSTICA						
		X	δ	N	$X_{mín.}$	$X_{máx.}$
GRANULOMETRIA PENEIRAS % PASSANDO	1 1/2"	98,81	2,12	7	96,34	100,00
	1"	94,96	3,64	7	90,72	99,21
	3/8"	57,29	10,89	7	44,57	70,00
	Nº 4	38,13	9,08	7	27,53	48,73
	Nº 10	24,52	6,01	7	17,50	31,54
	Nº 40	13,08	4,10	7	8,30	17,86
	Nº 200	5,29	4,31	7	0,26	10,32
FAIXA DNIT		F.F.				
L.L.		NL				
L.P.		NP				
I.P.		-				
I.G.		0	0	7	0	0
CLASSIF. T.R.B.		A-1-a				
AASHTO MODIFICADO 55 GOLPES	UMID. ÓTIMA	5,49	0,75	7	4,61	6,36
	DENS. MÁX.	2,209	0,045	7	2,157	2,261
	I.S.C	75,6	5,4	7	69,2	81,9
	EXPANSÃO	0,02	0,03	7	0,00	0,05
CAMPO	UMID. NATURAL	9,86	4,60	7	7,62	15,23
	DENS. "IN SITU"	2,126	0,133	7	1,971	2,282
GRAU DE COMPACTAÇÃO		96,3	6,1	7	89,2	103,4

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-092	**RESUMO DE ENSAIOS**
Rodovia: PR-092	**BASE DAS FAIXAS DE ACOSTAMENTO**
Trecho: Acesso IV Jaguariaíva - Entr. BR-153 (A)	

4.5.2.7 Estudo de Ocorrência de Materiais

4.5.2.7.1 Pedreira

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

O material pétreo será procedente da Pedreira Dellai – P-01, localizada na Fazenda Cristalina no município de Tomazina, nas coordenadas E = 604640.00 m e N = 7373325.00 m. A Figura 4.5.4 apresenta a localização da pedreira P-01.

Figura 4.5.4 – Localização da Pedreira P-01.

4.5.2.7.2 Areal

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

A areia será obtida diretamente do Areal Prix – A-01, com fonte de extração localizada às margens do Rio das Cinzas, localizado no município de Arapoti, nas coordenadas E = 605869.00 m e N = 7336064.00 m. A Figura 4.5.5 apresenta a localização do areal A-01.

Figura 4.5.5 – Localização do Areal A-01 (Margens do Rio das Cinzas).

4.5.2.7.3 Ensaios obtidos

O areal e a pedreira 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

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

RELATÓRIO Nº 56015-1 / 20 — Data: 27/11/2020

Cliente: DELLAI, DELLAI E CIA LTDA — Telefone: (43) 99911-8889 - 99978-9534 — E-mail: dellaimineradora@gmail.com
Endereço: FAZENDA CRISTALINA — CEP: 84935-000 — Cidade: TOMAZINA — Estado: Paraná

1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação geral: Brita
Tipo de amostra: Brita
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não aplicável

2. EQUIPAMENTOS

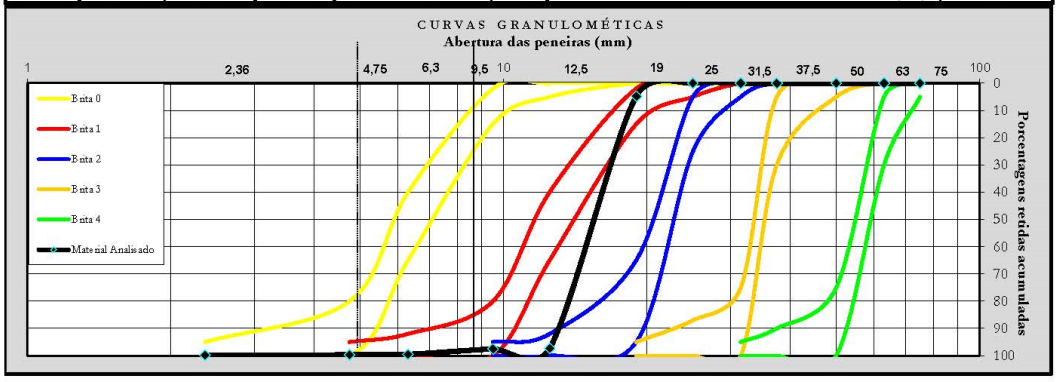
1. Balança - Marte - Modelo AD 5002; Divisão: 0,01; patrimônio 120859
2. Estufa Ethiktechnology Modelo: 402-5D; Número de série 36686/13 Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC.
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01

3. REFERÊRENCIAS

1. NM 26:2009, Agregado - Amostragem
2. NM 27: Agregado - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISSO 3310-1:1996 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. ABNT NBR NM 248, Agregados - Determinação da composição granulométrica.

RESUMO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA BRITA

Abertura das peneiras (mm)	Massa retida (%)		Variação das massas retidas (%) <= 4 %	Media das massas retidas (%)	Massa retida acumulada (%)	Faixas em relação as porcentagens retidas acumuladas									
						Brita Nº 0		Brita Nº 1		Brita Nº 2		Brita Nº 3		Brita Nº 4	
						4,75 / 12,5		9,5 / 25		19 / 31,5		25 / 50		37,5 / 75	
	Ensaio 1	Ensaio 2				Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	5	75	100
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	5	30	90	100
31,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	5	75	100	95	100
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	5	5	25	87	100	-	-
19	1,2%	0,7%	1,49	4,81	4,81	0	0	2	15	65	95	95	100	-	-
12,5	47,5%	48,2%	1,68	92,52	97,33	0	5	40	65	92	100	-	-	-	-
9,5	36,8%	37,8%	0,03	0,21	97,54	2	15	80	100	95	100	-	-	-	-
6,3	12,4%	11,9%	0,10	1,97	99,51	40	65	92	100	-	-	-	-	-	-
4,75	1,1%	1,3%	0,03	0,17	99,68	80	100	95	100	-	-	-	-	-	-
2,36	0,3%	0,2%	0,02	0,10	99,79	95	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundo	0,1%	0,1%	0,0%	Módulo de Finura =		7,01								Dimensão máxima característica (mm) =	19



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.

Karine Coelho Corrêa
CREA-PR 74141/D

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

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

RELATÓRIO Nº 56015-2 / 20

Data 27/11/2020

Cliente: DELLAI, DELLAI E CIA LTDA | Telefone: (43) 99911-8889 - 99978-9534 | E-mail: dellaimineradora@gmail.com
Endereço: FAZENDA CRISTALINA | CEP: 84935-000 | Cidade: TOMAZINA | Estado: Paraná

1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação geral: Pedrisco
Tipo de amostra: Pedrisco
Especificações adicionais da amostra: Não Aplicável
Documentos de referência: Não aplicável

2. EQUIPAMENTOS

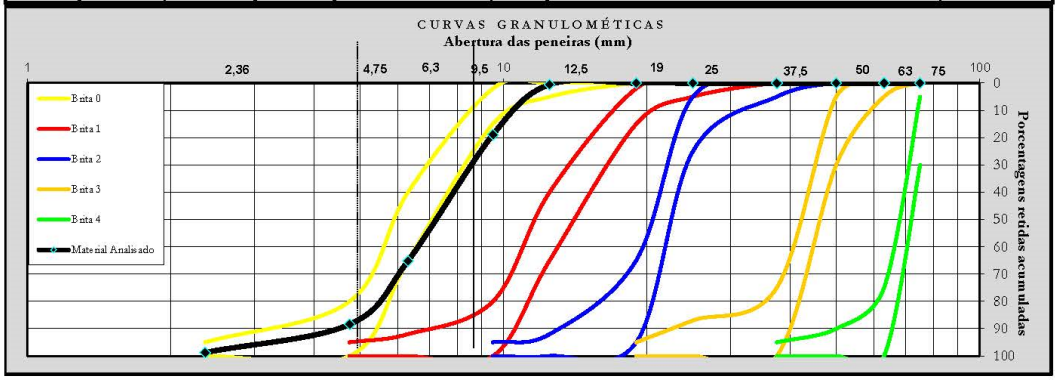
1. Balança - Marte - Modelo AD 5002; Divisão: 0,01; patrimônio 120859
2. Estufa Ethiktechnology Modelo: 402-5D; Número de série 36686/13 Temperatura no Intervalo de (105±5) ºC.
3. Um jogo de peneiras de acordo com os requisitos da NM-ISSO 3310-1; Numero do Equipamento: 01

3. REFERÊRENCIAS

1. NM 26:2009, Agregado - Amostragem
2. NM 27: Agregado - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
3. NM-ISSO 3310-1:1996 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
4. ABNT NBR NM 248, Agregados - Determinação da composição granulométrica.

RESUMO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO PEDRISCO

Abertura das peneiras (mm)	Massa retida (%)		Variação das massas retidas (%) <= 4 %	Media das massas retidas (%)	Massa retida acumulada (%)	Faixas em relação as porcentagens retidas acumuladas									
						Brita Nº 0		Brita Nº 1		Brita Nº 2		Brita Nº 3		Brita Nº 4	
						4,75 / 12,5		9,5 / 25		19 / 31,5		25 / 50		37,5 / 75	
	Ensaio 1	Ensaio 2				Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30
63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	5	75	100
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	5	30	90	100
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	5	75	100	95	100
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	5	5	25	87	100	-	-
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	2	15	65	95	95	100	-	-
12,5	0,59	0,52	0,07	0,55	0,55	0	5	40	65	92	100	-	-	-	-
9,5	19,91	16,81	3,11	18,36	18,91	2	15	80	100	95	100	-	-	-	-
6,3	44,41	48,10	3,69	46,26	65,17	40	65	92	100	-	-	-	-	-	-
4,75	22,85	23,65	0,80	23,25	88,42	80	100	95	100	-	-	-	-	-	-
2,36	10,98	9,70	1,28	10,34	98,76	95	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Fundo	0,5%	0,4%	0,0%	Módulo de Finura =		6,04		Dimensão máxima característica (mm) =						12,5	



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.

Karine Coelho Corrêa
CREA-PR 74141/D

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

Instituto Senai de Tecnologia em Construção Civil — SENAI

REDE SENAI PR DE LABORATÓRIOS
CONSTRUÇÃO CIVIL

RELATÓRIO Nº 56015-3 / 20 Data: 27/11/2020

Cliente: DELLAI, DELLAI E CIA LTDA | Telefone: (43) 99911-8889 - 99978-9534 | E-mail: pedreiragnatta@uol.com.br
Endereço: FAZENDA CRISTALINA | CEP: 84935-000 | Cidade: TOMAZINA | Estado: Paraná

1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação geral: Pó de Pedra
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

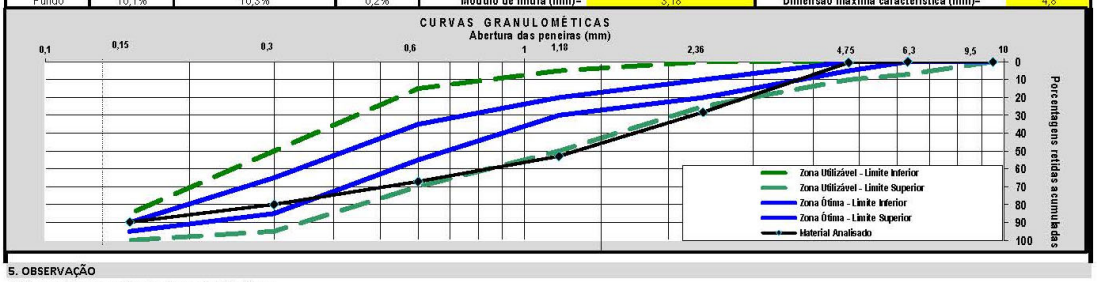
3. REFERÊRENCIAS

1. NM 27: Agregado - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório.
2. NM-ISSO 3310-1:1996 - Peneiras de ensaio - Requisitos Técnicos e verificação - Parte 1 - Peneiras com tela de tecido metálico.
3. ABNT NBR NM 248, Agregados - Determinação da composição granulométrica.

4. RESULTADO DO ENSAIO

RESUMO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO PÓ DE PEDRA

Abertura das Peneiras (mm)	Massa retida (%) Ensaio nº 1	Massa retida (%) Ensaio nº 2	Variação das % retidas <=4 %	Média das massas retidas (%)	Massa retida acumulada (%)	Faixas em relação as % retidas acumuladas – Limites Inferiores Zona Utilizável	Limites Inferiores Zona Ótima	Limites Superiores Zona Utilizável	Limites Superiores Zona Ótima
9,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	0
6,3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	7
4,75	0,4%	0,4%	0,0%	0,4%	0,4%	0	0	5	10
2,36	27,6%	28,1%	0,5%	27,8%	28,2%	0	10	20	25
1,18	24,3%	25,0%	0,8%	24,6%	52,9%	5	20	30	50
0,6	14,7%	13,9%	0,8%	14,3%	67,1%	15	35	55	70
0,3	13,2%	12,4%	0,8%	12,8%	79,9%	50	65	85	95
0,15	9,8%	10,1%	0,2%	9,9%	89,8%	85	90	95	100
Fundo	10,1%	10,3%	0,2%	Módulo de finura (mm)=	3,18	Dimensão máxima característica (mm)=		4,8	



5. OBSERVAÇÃO

5.1 Imprevistos na realização do ensaio: Não Houve

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

Karine Coelho Corrêa
CREA-PR 74141/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 56015-4 / 20 27/11/2020

Cliente: DELLAI, DELLAI E CIA LTDA	Telefone: (43) 99911-8889 - 99978-9534	E-mail: dellaimineradora@gmail.com
Endereço: FAZENDA CRISTALINA	CEP: 84935-000 Cidade: TOMAZINA	Estado: Paraná

1. DADOS DA AMOSTRA

Identificação geral: Brita
Tipo de amostra: Brita
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 Los Angeles"

4. RESULTADO DO ENSAIO

Resultado do ensaio solicitado de Abrasão Los Angeles (LA)

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	"B"	5007	4290	14,32

A amostra analisada apresenta perda por abrasão média de 14,32%. 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 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

Karine Coelho Corrêa
CREA-PR 74141/D

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

RSG-016-144-00

4.5.2.7.3.2 Areal A-01

FIGUEIREDO
CONTROLE TECNOLÓGICO

LABORATÓRIO DE AGREGADOS

ENSAIOS DE AGREGADO MIÚDO (NBR 7211)

LAUDO	MATERIAL	APLICAÇÃO	FOLHA Nº
128	AREIA NAT	FILTRO	142
PROCEDENCIA/FORNECEDOR		OERADOR	DATA
ARAPOTI - PRIX E PRIX LTDA		EDUARDO	17/07/2017

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (NBR 7217)

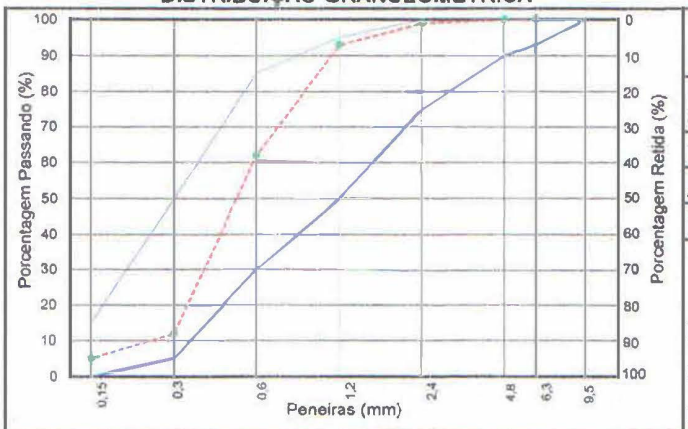
PENEIRAS		AMOSTRA 1			AMOSTRA 2			MÉDIA	LIMITES NBR 7211 Zona 2 (Fina)	
		Peso da Amostra (g)		1346,0	Peso da Amostra (g)		1238,0			
mm	Pol.	Peso Retido Acumul.(g)	% Retida na Peneira	% Retida Acumul.	Peso Retido Acumul.(g)	% Retida na Peneira	% Retida Acumul.	% Retida Acumul.	Porcentagem Retida MÍNIMO	MÁXIMO
9,5	3/8	0,0	0,0	0,0				0,0	0	0
6,3	1/4	0,0	0,0	0,0				0,0	0	7
4,8	Nº 4	4,0	0,3	0,3	2,0	0,2	0,2	0,0	0	10
2,4	Nº 8	20,0	1,2	1,5	14,0	1,0	1,1	1,0	0	25
1,20	Nº 16	35,0	1,1	2,6	132,0	9,5	10,7	7,0	5	50
0,6	Nº 30	469,0	32,2	34,8	506,0	30,2	40,9	38,0	15	70
0,30	Nº 50	1127,0	48,9	83,7	1132,0	50,6	91,4	88,0	50	95
0,15	Nº 100	1207,0	5,9	89,7	1238,0	8,6	100,0	95,0	85	100

FRAÇÕES A ENSAIAR	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	MÉDIA	LIMITES NBR 7211	
Peso Entre # 1,2 e 4,8mm(g)					
Resíduo Retido # 0,6 mm(g)					
Peso > # 4,8mm(g)					
resíduo Retido # 2,4 mm(g)				MÍNIMO	MÁXIMO
Argila e Materiais Friáveis (%)				0,0	1,5

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (NBR 7219)

	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	MÉDIA	LIMITES NBR 7211	
Peso da Amostra Total (g)	1119,0	1171,0			
Peso Retido na # 0,075 mm	1115,0	1167,0		MÍNIMO	MÁXIMO
Material Pulverulento (%)	0,4	0,3	0,3	0,0	12,0

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



RESUMO DOS RESULTADOS

GRADUAÇÃO GRANULOMÉTRICA (NBR 7211) Zona 2 (Fina)	
Dimensão máxima característica (mm)	2,4
Módulo de Finura (%)	2,3
Argila em Torrões (%)	
Material Pulverulento (%)	0,3

Coloração Obtida no ensaio de Impurezas Organicas Húmicas (NBR 7220):

Mais Clara que a Solução Padrão	
Igual à Solução Padrão	X
Mais Escura que a Solução Padrão	

PAREÇER QUANTO À ACEITAÇÃO: **Todos os resultados atendem à NBR 7211.**

Obs: O resultado refere-se exclusivo a amostra entregue ao Laboratório

EDUARDO FIGUEIREDO

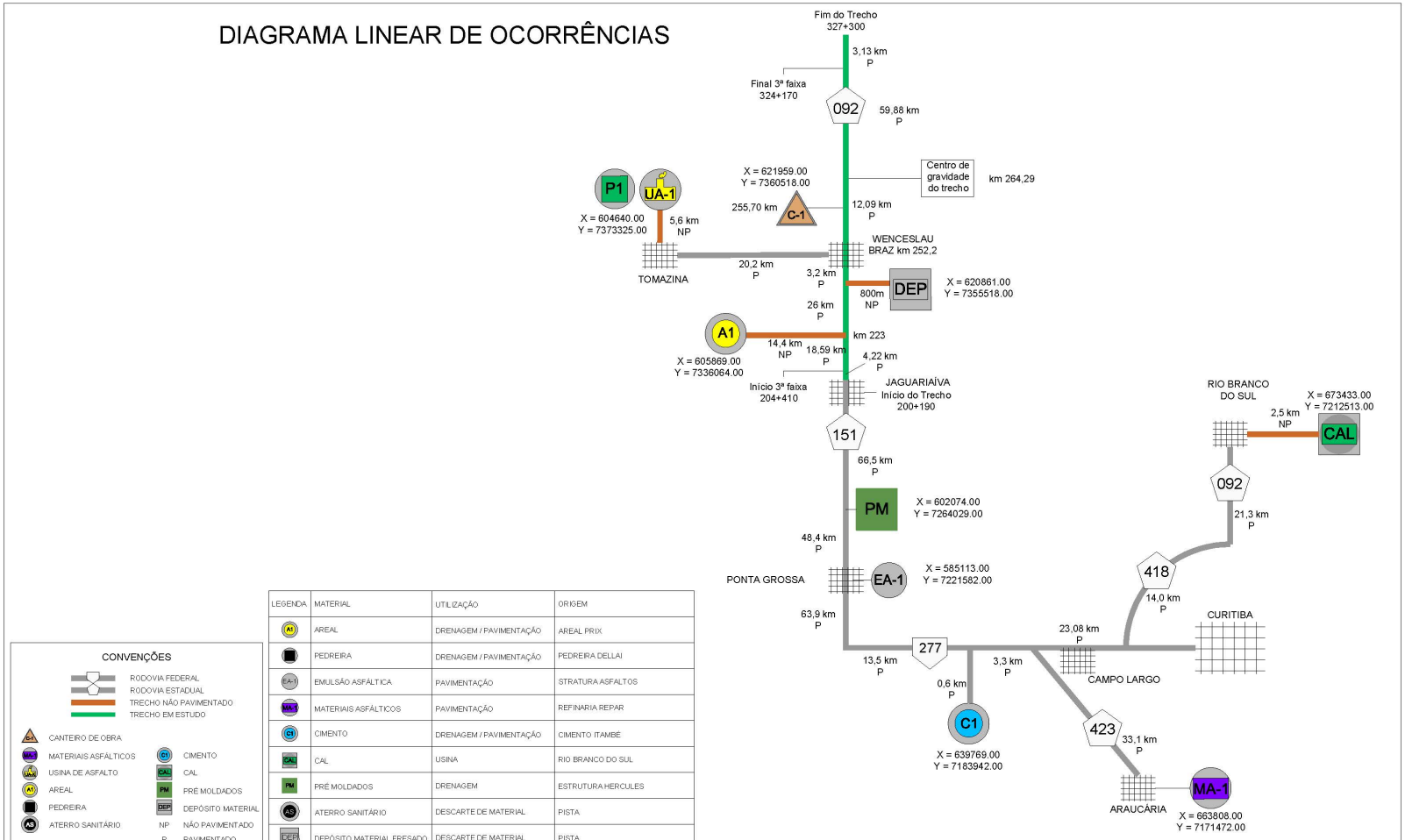
4.5.2.7.4 Licenças Ambientais

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.

DIAGRAMA LINEAR DE OCORRÊNCIAS



CONVENÇÕES

- RODOVIA FEDERAL
- RODOVIA ESTADUAL
- TRECHO NÃO PAVIMENTADO
- TRECHO EM ESTUDO
- CANTEIRO DE OBRA
- MATERIAIS ASFÁLTICOS
- USINA DE ASFALTO
- AREAL
- PEDREIRA
- ATERRO SANITÁRIO
- CIMENTO
- CAL
- PRÉ MOLDADOS
- DEPÓSITO MATERIAL
- NP NÃO PAVIMENTADO
- P PAVIMENTADO

LEGENDA	MATERIAL	UTILIZAÇÃO	ORIGEM
A1	AREAL	DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO	AREAL PRIX
	PEDREIRA	DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO	PEDREIRA DELLAI
EA-1	EMULSÃO ASFÁLTICA	PAVIMENTAÇÃO	STRATURA ASFALTOS
MA-1	MATERIAIS ASFÁLTICOS	PAVIMENTAÇÃO	REFINARIA REPAR
C1	CIMENTO	DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO	CIMENTO ITAMBÉ
CAL	CAL	USINA	RIO BRANCO DO SUL
PM	PRÉ MOLDADOS	DRENAGEM	ESTRUTURA HERCULES
AS	ATERRO SANITÁRIO	DESCARTE DE MATERIAL	PISTA
DEP	DEPÓSITO MATERIAL FRESADO	DESCARTE DE MATERIAL	PISTA

Nº	DESCRIÇÃO	PRJ.	VER.	APR.	DATA	CÓDIGO	OBJETO
B	ANÁLISE RAP	DSTP	LFTS	AJDA	18/12/2020	-	-
A	EMISSÃO INICIAL	DSTP	LFTS	AJDA	10/12/2020	-	-

REVISÃO | DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO: FAPEU

RESP. TÉCNICO	CREA
DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA	140340090-3
PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA	18/12/2020
DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS	18/12/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-092
TRECHO - km 200+190 ao km 300+327
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
DIAGRAMA LINEAR DE OCORRÊNCIAS

DATA: 18/12/2020
ESC.: 1:1000
FOLHA: 0001/0001
REV.: B
CÓDIGO: DE-E-PR-092-200-327-06-PV-09-0001-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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, 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-092.

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, nos segmentos onde já existe faixa de ultrapassagem no sentido oposto foi implementado ajustes nas faixas sem deslocamento no eixo, preservando a largura mínima das terceiras faixas. Assim, no segmento 12, foi necessário adotar uma configuração da seção transversal com 4 (quatro) faixas de 3,25 m, no trecho inicial da faixa implantada, 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 1-2-3, 12 e 15-16 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 1,4m a 1,8 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, seguindo as recomendações preconizadas no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER/1999, foram analisadas as curvas com raio abaixo de 600 m considerando a velocidade diretriz de 80 km/h. Os valores de superlargura calculados foram adotados para as 2 faixas de tráfego da rodovia. A distribuição da superlargura foi realizada de forma simétrica para as faixas principais. Não foi adotada superlargura para a faixa auxiliar, sendo essa adoção dispensável. conforme preconizado pelo próprio Manual (item 5.4.4.1, página 82).

O segmento 9 apresentou curva existente com raio igual a 187 m e velocidade operacional de 60 km/h, conforme placas de sinalização existente. Além disso, o segmento em questão possui proximidade com a área urbana do município de Wenceslau Braz. Diante do exposto e das recomendações do Manual, a superlargura para esse trecho foi adotada em conformidade com a velocidade operacional existente.

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), sendo adotada a extensão de 70 m.

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.

ID	Sentido	Início da Transição	Início do Taper	Início da 3ª Faixa	Final da 3ª Faixa	Final do Taper	Final da Transição	Extensão	Observações
01	D	204,410	204,480	204,550	205,130		205,200	0,790	Transição Entrelaçada dos segmentos 1 e 2
02	C	205,200		205,270	206,670		206,740	1,540	Transições Entrelaçadas dos segmentos 1 e 3
03	D	206,740		206,810	208,660	208,730	208,780	2,040	Transição Entrelaçada dos segmentos 2 e 3
04	D	210,920	210,950	211,020	212,060	212,130	212,160	1,240	
05	C	220,190	220,340	220,410	221,500	221,570	221,740	1,550	Início do segmento prolonga o final da 3ª faixa existente no sentido oposto. Final do segmento recupera pavimento na extensão de 140 m no trecho de encaixe entre o alinhamento existente e o projetado.
06	C	235,500	235,550	235,620	236,920	236,990	237,020	1,520	
07	D	245,360	245,390	245,460	246,070	246,140	246,180	0,820	
08	D	249,180	249,210	249,280	250,380	250,450	250,520	1,340	
09	D	254,930	254,960	255,030	256,350	256,420	256,470	1,540	

ID	Sentido	Início da Transição	Início do Taper	Início da 3ª Faixa	Final da 3ª Faixa	Final do Taper	Final da Transição	Extensão	Observações
10	C	263,740	263,790	263,860	264,220	264,290	264,340	0,600	
11	D	267,260	267,310	267,380	267,970	268,040	268,090	0,830	
12	D	289,000	289,030	289,100	289,820	289,890	289,940	0,940	Início do segmento recupera final da 3ª faixa existente no sentido oposto. Transição de 190 m com 4 faixas de 3,25m.
13	D	300,580	300,610	300,680	301,120	301,190	301,220	0,640	
14	D	316,040	316,070	316,140	316,730	316,800	316,830	0,790	
15	C	322,790	322,820	322,890	323,360		323,430	0,640	Transição Entrelaçada dos segmentos 15 e 16
16	D	323,430		323,500	324,070	324,140	324,170	0,740	Transição Entrelaçada dos segmentos 15 e 16

5.1.4 Seções transversais tipo

As seções transversais tipo foram apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução. Nelas são apresentadas as configurações da seção transversal, bem como as variações de larguras definidas na Tabela 5.1.2.

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.

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: -4,91% / +6,18%.
- Raio mínimo de curva com transição: 187,0 m.
- Raio mínimo de curva simples: 1.730,00 m.
- Velocidade diretriz: 80 km/h e 60 km/h na proximidade urbana (segmento 9).
- Superelevação máxima: 8%.
- Faixa de domínio: definida como 70 m (45 m para o lado esquerdo e 25 m para o lado direito).

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	Observações
01	0,5	3,3	3,5	3,5	0,0	1,0	11,8	Transição Entrelaçada dos segmentos 1 e 2
02	0,5	0,0	3,5	3,5	3,3	0,5	11,3	Transições Entrelaçadas com os segmentos 1 e 3
03	0,5	3,3	3,5	3,5	0,0	1,0	11,8	Transição Entrelaçada dos segmentos 2 e 3 Acostamento variando: LD 1,0 a 1,2
04	0,5	3,3	3,5	3,5	0,0	0,5	11,3	Acostamento variando: LE 0,5 a 0,6 e LD 0,5 a 1,0
05	1,0	0,0	3,5	3,5	3,3	0,6	11,9	Acostamento LE variando de 1,0 a 1,3
06	1,0	0,0	3,5	3,5	3,3	0,5	11,8	
07	0,5	3,3	3,5	3,5	0,0	1,0	11,8	
08	0,6	3,5	3,5	3,5	0,0	1,0	12,1	Acostamento LD variando de 1,0 a 3,0
09	0,5	3,25	3,5	3,5	0,0	0,5	11,25	Acostamento LE e LD variando de 1,0 a 3,0
10	0,5	0,0	3,5	3,5	3,3	0,5	11,3	
11	0,5	3,3	3,5	3,5	0,0	0,5	11,3	Acostamento LD variando de 0,5 a 0,7
12	0,5	3,5	3,5	3,5	0,0	0,5	11,5	Início com 190 m de transição com 4 faixas de 3,25 m
13	0,6	3,5	3,5	3,5	0,0	1,5	12,6	
14	0,6	3,3	3,5	3,5	0,0	0,6	11,5	Acostamento LD variando de 0,6 a 1,2
15	0,5	0,0	3,5	3,5	3,3	0,5	11,3	Transição Entrelaçada dos segmentos 15 e 16 Acostamento variando: LE 0,50 a 1,00
16	0,5	3,3	3,5	3,5	0,0	0,5	11,3	Transição Entrelaçada dos segmentos 15 e 16 Acostamento variando: LD 0,50 a 1,00

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;
- Declividade transversal das pistas;
- Azimutes de direção dos ramos de projeto;
- 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.

O Quadro Resumo de Características Técnicas Básicas do projeto é apresentado 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, 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)	12,50	13,48	14,73	16,39	18,03
P1/P24	0,397	0,395	0,392	0,388	0,384
P0,1/P24	0,098	0,098	0,098	0,098	0,088
P24 (cm)	13,75	14,83	16,20	18,03	19,83
P1 (cm)	5,46	5,86	6,35	6,99	7,62
P0,1 (cm)	1,35	1,45	1,59	1,77	1,75

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 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.

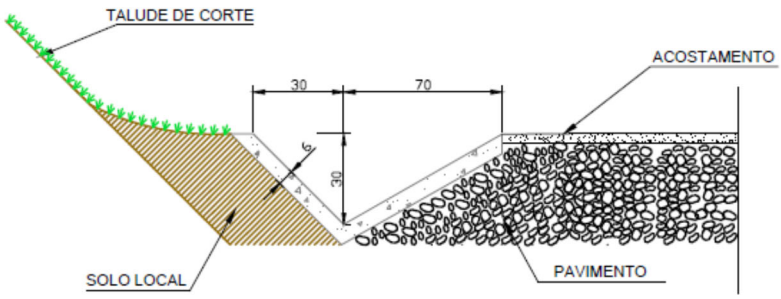


Figura 5.2.2 – Dispositivo STC-Tipo 2.

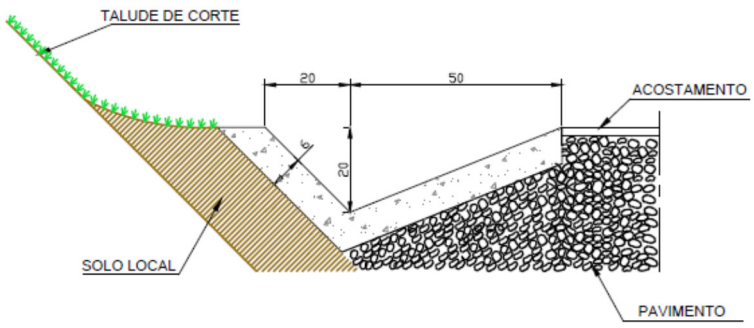


Figura 5.2.3 – Dispositivo STC-Tipo 4.

No segmento 4, lado direito, há um deságue no km 211+742 da sarjeta de corte projetada onde existe o início de um processo de erosão está sendo proposta a construção de um berço de alvenaria de pedra argamassada sob parte da sarjeta

projetada. É proposto o uso de pedra de mão argamassada no entorno da sarjeta e do deságue no fundo da vala existente, essa estrutura tem como finalidade garantir a proteção do pavimento local garantindo que o deságue do dispositivo de drenagem projetado não venha a apresentar falhas relativas a quebra ou erosão da plataforma da pista.

Orienta-se que a vala local identificada próxima ao deságue seja restaurada impedindo o avanço desse processo erosivo para a pista.

Figura 5.2.5 – Processo de erosão da vala de deságue da drenagem existente no segmento 4.

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 2, Tipo 4 e Tipo 6, compatíveis com os tipos de sarjeta escolhidos. O tipo 6 utiliza-se de placas de concreto armado, utilizado na saída de vias de tráfego de veículos pesados, como entrada e saída de terminais fabris.

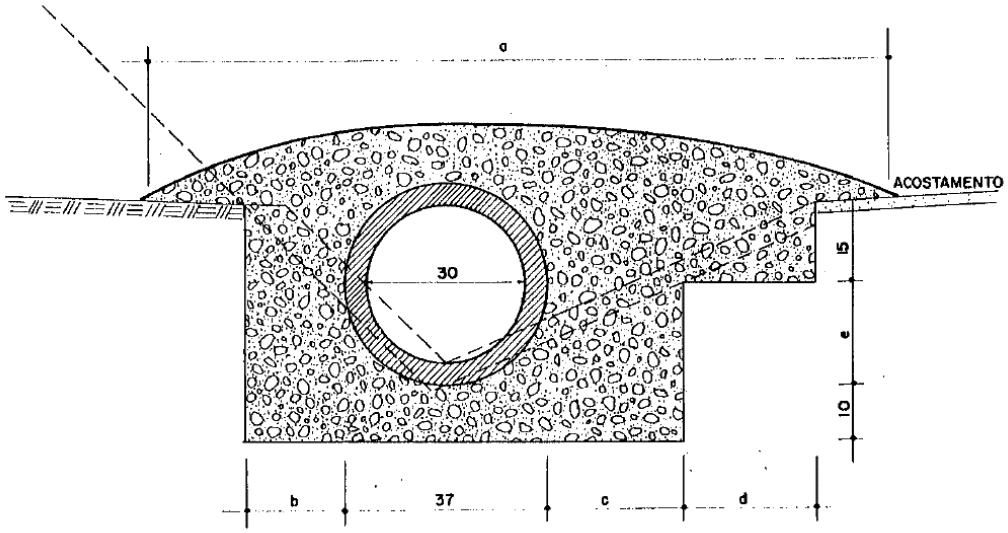


Figura 5.2.6 – Seção transversal do dispositivo TSS-Tipo 2 e Tipo 4.

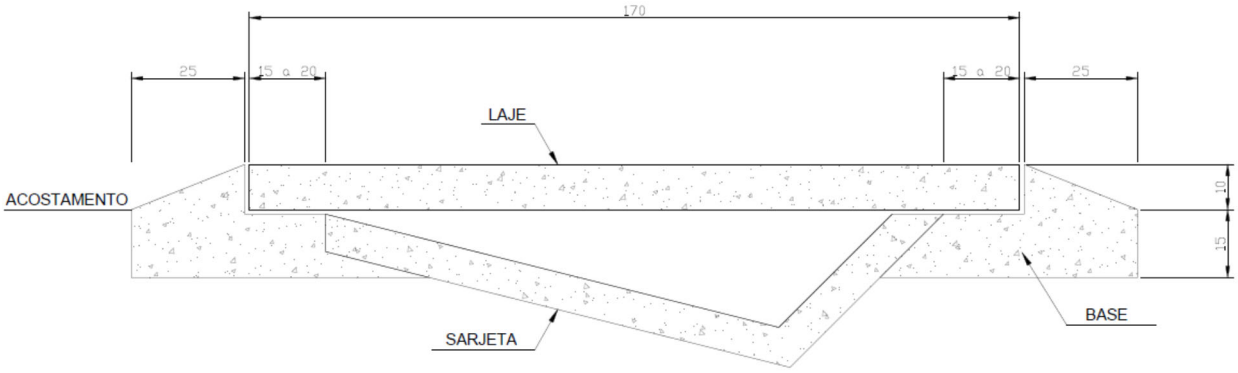


Figura 5.2.7 – Seção transversal do dispositivo TSS-Tipo 6.

Tabela 5.2.2 – Especificações geométricas das transposições.

Tipo	Adaptável em	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)
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 Meio fio de concreto

O dispositivo meio-fio de concreto tipo 02 pré-moldado tem a finalidade de limitar a área da plataforma, orientar o tráfego e conter o revestimento em grama no bordo da ilha do canteiro central, evitando a contaminação do acostamento com material solto e atuando de forma importante na questão da segurança.

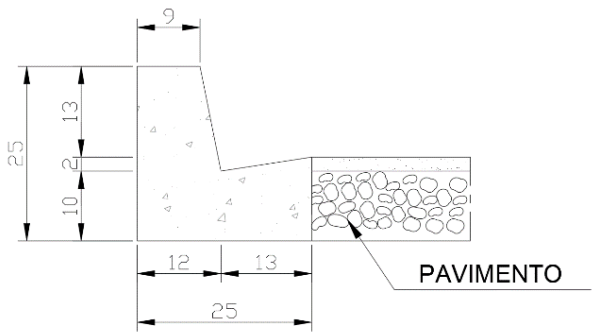


Figura 5.2.8 – Meio Fio de Concreto tipo 2 – MFC 02.

5.2.7 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, 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 pavimentação da rodovia PR-092 se deu no ano de 1974, com camadas de revestimento asfáltico (T.S. sobre acostamentos + CBUQ nas faixas de rolamento) sobre base e sub-base de brita graduada. A espessura de base definida em projeto foi de 16 cm, enquanto que a sub-base foi definida com 20 cm ou 27 cm em função do subleito local.

Ocorreram obras de restauração de Jaguariaíva a BR-153 entre 1981 a 1983 com aplicação de PMQ (com espessura da ordem de 4 cm a 8 cm) e CBUQ (5 cm).

Já entre 2007 a 2010 foram realizadas obras de restauração com soluções de reciclagem com correção granulométrica e adição de cimento, remendos superficiais e profundos e aplicação de reforço com CBUQ Faixa B e CBUQ Faixa D com polímero no trecho entre Jaguariaíva e Wenceslau Braz.

No ano de 2002 foram iniciadas obras de reciclagem do revestimento com espuma asfáltica e reforço com CBUQ Faixa B e C entre Wenceslau Braz e o entroncamento com a BR-153, porém esta obra foi paralisada. A maior parte do trecho já havia recebido reforço com CBUQ Faixa B e C e uma parte apenas com CBUQ Faixa B.

Já entre o ano de 2003 e 2006 foram retomadas as obras, porém com soluções distintas daquelas previstas considerando-se a execução de camada de brita graduada, remendos superficiais e CBUQ Faixa C ou conforme a Faixa da Engelog em todo o trecho entre Wenceslau Braz e o entroncamento com a BR-153. Uma parte do trecho recebeu revestimento asfáltico com asfalto borracha.

Estas obras com sobreposição de camadas de revestimento asfáltico na pista de rolamento, sem o devido preenchimento dos acostamentos, resultaram, ao longo dos anos, em desníveis entre a pista e o acostamento com até 13 cm, colocando em risco a segurança viária. Nota-se que o recapeamento atingiu de forma geral apenas a pista de rolamento.

Recentemente, a rodovia PR-092 referente ao trecho indicado no projeto está contemplada 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-092			FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística				
TRECHO: km 200+190 ao km 327+300							
SH	km ini	km fim	Ext. (m)	Sentido	Trilha Esquerda	Trilha Direita	Média
1	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	C	2,67	2,81	2,74
	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	D	2,76	3,03	2,90
2	205 + 200,00	206 + 740,00	1540,00	C	2,82	2,95	2,88
	205 + 200,00	206 + 740,00	1540,00	D	2,78	3,07	2,92
3	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	C	2,46	2,63	2,55
	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	D	2,60	2,84	2,72
4	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	C	2,39	2,74	2,56
	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	D	2,53	2,48	2,51
5	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	C	3,43	3,35	3,39
	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	D	2,86	2,61	2,74
6	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	C	2,53	2,05	2,29
	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	D	1,98	1,71	1,85
7	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	C	3,19	3,96	3,58
	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	D	2,88	2,11	2,50
8	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	C	1,97	2,00	1,99
	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	D	1,78	1,75	1,77
9	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	C	2,86	2,65	2,76
	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	D	2,16	2,41	2,28
10	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	C	2,59	2,74	2,67
	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	D	2,56	2,61	2,58
11	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	C	2,23	1,95	2,09
	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	D	1,82	1,81	1,82
12	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	C	3,83	4,33	4,08
	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	D	2,94	3,42	3,18
13	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	C	3,91	3,65	3,78
	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	D	3,35	3,19	3,27
14	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	C	3,62	4,09	3,85
	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	D	3,50	3,22	3,36
15	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	C	3,88	3,48	3,68
	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	D	3,79	3,49	3,64
16	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	C	3,16	2,68	2,92
	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	D	2,61	2,37	2,49

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-092			TRECHO: km 200+190 ao km 327+300								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)
1	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	C	35,89	16,17	14,45	5	2,0	**6,98**	**64,80**	50,34	**158,45**	1,20	**60,41**	56,05
	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	D	28,94	12,03	15,92	5	2	**0,00**	**60,78**	44,86	**184,83**	1,20	**53,83**	56,05
2	205 + 200,00	206 + 740,00	1540,00	C	22,02	12,22	13,44	9	2,5	**0,00**	**55,62**	35,46	**318,89**	1,20	**42,55**	56,05
	205 + 200,00	**206 + 740,00**	**1540,00**	**D**	**19,56**	**12,09**	**7,43**	**8**	2,5	**0,99**	**38,12**	26,98	**418,35**	1,20	**32,38**	56,05
3	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	C	25,89	13,94	17,82	11	2,5	**0,00**	**70,43**	43,70	**261,58**	1,20	**52,45**	56,05
	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	D	27,04	15,66	18,59	10	2,5	**0,00**	**73,51**	45,63	**274,54**	1,20	**54,75**	56,05
4	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	C	42,78	18,06	15,47	7	2,5	**4,10**	**81,45**	58,25	**126,42**	1,20	**69,90**	56,05
	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	D	43,20	17,91	13,25	8	2,5	**10,07**	**76,32**	56,45	**123,57**	1,20	**67,74**	56,05
5	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	C	45,03	22,14	40,76	9	2,5	**0,00**	**146,93**	85,79	**136,57**	1,20	**102,95**	56,05
	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	D	26,76	14,68	16,70	9	2,5	**0,00**	68,52	43,46	**258,66**	1,20	**52,16**	56,05
6	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	C	10,62	8,40	1,59	9	2,5	**6,65**	14,60	12,21	**1404,93**	1,20	**14,65**	56,05
	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	D	13,90	9,18	11,47	9	2,5	**0,00**	42,57	25,37	**663,07**	1,20	**30,44**	56,05
7	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	C	19,16	10,99	14,16	5	2	**0,00**	47,47	33,31	**382,56**	1,20	**39,98**	56,05
	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	D	25,35	11,78	12,86	5	2	**0,00**	51,07	38,21	**230,21**	1,20	**45,85**	56,05
8	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	C	30,42	20,18	25,01	8	2,5	**0,00**	92,94	55,43	**305,11**	1,20	**66,52**	56,05
	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	D	14,89	9,38	6,01	8	2,5	**0,00**	29,92	20,90	**567,82**	1,20	**25,08**	56,05
9	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	C	30,51	11,78	12,46	8	2,5	**0,00**	61,65	42,96	**166,89**	1,20	**51,56**	56,05
	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	D	17,54	9,71	8,13	9	2,5	**0,00**	37,87	25,67	**399,10**	1,20	**30,81**	56,05
10	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	C	29,90	15,13	16,01	4	1,5	**5,90**	53,91	45,91	**211,55**	1,20	**55,09**	56,05
	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	D	18,50	11,20	7,21	4	1,5	**7,68**	29,32	25,72	**427,66**	1,20	**30,86**	56,05
11	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	C	29,72	17,00	16,49	5	2	**0,00**	62,70	46,21	**245,54**	1,20	**55,45**	56,05
	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	D	**40,59**	**16,26**	**5,76**	**5**	2	**29,08**	52,11	46,35	**128,44**	1,20	**55,62**	56,05
12	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	C	31,45	11,11	19,44	5	2	**0,00**	70,34	50,89	**153,63**	1,20	**61,07**	56,05
	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	D	27,86	10,57	18,36	6	2	**0,00**	64,58	46,22	**180,73**	1,20	**55,47**	56,05
13	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	C	33,84	14,65	11,91	5	2	**10,02**	57,67	45,76	**162,78**	1,20	**54,91**	56,05
	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	D	34,22	14,69	11,96	5	2	**10,29**	58,15	46,19	**159,97**	1,20	**55,43**	56,05
14	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	C	32,53	11,72	11,48	5	2	**9,57**	55,49	44,01	**150,18**	1,20	**52,81**	56,05
	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	D	30,69	11,67	14,58	5	2	**1,54**	59,85	45,27	**164,28**	1,20	**54,33**	56,05
15	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	C	38,52	14,82	11,05	5	2	**16,41**	60,63	49,57	**131,88**	1,20	**59,49**	56,05
	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	D	38,60	14,89	11,05	4	1,5	**22,04**	55,17	49,65	**131,78**	1,20	**59,58**	56,05
16	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	C	33,10	13,35	9,69	5	2	**13,72**	52,49	42,80	**158,23**	1,20	**51,35**	56,05
	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	D	31,23	12,93	10,92	6	2	**9,38**	53,08	42,15	**170,79**	1,20	**50,58**	56,05

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-092			FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística							
TRECHO: km 200+190 ao km 327+300										
SH	km ini	km fim	Ext. (m)	Sentido	ICPF	ICPF calc	IGGE	Calculo ponderado IGGE	IES	CONCEITO
1	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	C	3,00	3,00	34	45	3	REGULAR
2	205 + 200,00	206 + 740,00	1540,00	C	3,50	3,50	53	75	4	REGULAR
3	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	C	3,50	3,38	32	43	3	REGULAR
4	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	C	3,50	3,50	10	10	1	BOM
5	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	C	3,50	3,48	51	93	4	REGULAR
6	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	C	3,50	3,37	25	26	3	REGULAR
7	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	C	3,00	3,00	109	109	10	PÉSSIMO
8	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	C	3,50	3,50	70	62	7	RUIM
9	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	C	3,50	3,50	90	118	10	PÉSSIMO
10	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	C	3,50	3,50	66	66	7	RUIM
11	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	C	3,50	3,50	65	65	7	RUIM
12	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	C	3,50	3,50	20	20	1	BOM
13	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	C	3,00	3,00	96	96	10	PÉSSIMO
14	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	C	0,00	3,00	66	66	8	PÉSSIMO
15	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	C	3,00	3,00	69	69	7	RUIM
16	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	C	3,00	3,00	62	62	7	RUIM

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-092	FONTE: EPL - Empresa de Planejamento e Logística

TRECHO: km 200+190 ao km 327+300

SH	km ini	km fim	Ext. (m)	Sentido	Trilha Esquerda	Trilha Direita	Média
1	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	C	3,00	2,80	2,90
	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	D	2,97	2,86	2,92
2	205 + 200,00	206 + 740,00	1540,00	C	3,04	2,92	2,98
	205 + 200,00	206 + 740,00	1540,00	D	3,05	2,84	2,95
3	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	C	3,15	3,02	3,09
	206 + 740,00	208 + 780,00	2040,00	D	3,19	3,01	3,10
4	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	C	3,26	3,03	3,14
	210 + 920,00	212 + 160,00	1240,00	D	3,03	2,99	3,01
5	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	C	2,36	2,43	2,40
	220 + 190,00	221 + 740,00	1550,00	D	2,67	2,75	2,71
6	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	C	3,08	3,25	3,17
	235 + 500,00	237 + 20,00	1520,00	D	1,97	2,09	2,03
7	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	C	2,37	2,29	2,33
	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	D	2,52	2,79	2,65
8	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	C	2,98	3,00	2,99
	249 + 180,00	250 + 520,00	1340,00	D	3,08	3,15	3,11
9	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	C	3,03	3,18	3,11
	254 + 930,00	256 + 470,00	1540,00	D	3,38	3,32	3,35
10	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	C	3,23	2,92	3,08
	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	D	3,20	3,09	3,15
11	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	C	3,36	3,47	3,41
	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	D	3,53	3,51	3,52
12	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	C	14,19	10,47	12,33
	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	D	2,96	2,73	2,85
13	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	C	2,53	2,66	2,59
	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	D	2,69	2,84	2,76
14	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	C	2,43	2,24	2,34
	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	D	2,39	2,55	2,47
15	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	C	2,47	2,57	2,52
	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	D	2,37	2,57	2,47
16	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	C	2,79	3,05	2,92
	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	D	3,16	3,16	3,16

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-092 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" AASTHO (2025)	Número "N" USACE (2025)	Dadm
1	AC. IV Jaguariaíva a ENTR. BR-153 (A)	466	527	3,45E+06	**1,47E+07**	**56,05**

5.3.3.3 Causas da deterioração

Conforme descrito anteriormente, a rodovia PR-092 desde sua pavimentação a cerca de 45 anos recebeu obras de restauração de maior relevância na década de 1980. Após estas, foram realizadas novas obras de restauração entre os anos de 2002 e 2010 com técnicas de reciclagem do revestimento asfáltico, porém marcadas por

alguns insucessos devido a espessura limitada da reciclagem ou pelo uso de alternativas de pavimentação com asfalto borracha.

As causas associadas as falhas na restauração estão relacionadas a: 1 - reflexão de trincas, quando a reciclagem não é capaz de tratar toda a espessura do revestimento flexível, que em função do estado de degradação do revestimento existente pode causar o aparecimento de trincas no revestimento e 2 - dificuldade de homogeneização da mistura de asfalto borracha, que à época ainda se mostrava como uma tecnologia incipiente.

Desde sua implantação a rodovia PR-092 vem sofrendo com o tráfego crescente de caminhões e o desgaste natural das camadas do pavimento flexível em função do avanço da idade do pavimento, inclusive daquelas relativas a brita graduada presente nas camadas de base (trechos A e B) e sub-base (trecho B).

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 (afundamentos, escorregamentos, ondulações e panelas) indicam que as camadas inferiores de revestimento asfáltico se apresentam oxidadas e extensamente trincadas, o que compromete sua capacidade de transferência e absorção de tensões. Além disso, as deformações plásticas observadas podem estar relacionadas a veículos com excesso de carga ou propriedades restritas das camadas asfálticas (baixo módulo de resiliência e de temperatura de amolecimento). Em alguns casos, a nova camada de revestimento asfáltico aplicada sobre o pavimento envelhecido apresenta reflexão de trincas. Verifica-se a ausência de técnicas de reforço com geossintéticos que ajudam a prevenir tais efeitos.

Ainda assim, conforme observado nas sondagens das camadas de base de pedregulho mal graduado notam-se materiais com capacidade de suporte limitadas (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 e escorregamentos.

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-092. Observa-se a indicação da estrutura obtida a partir da reciclagem do pavimento.

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.

Com relação aos insucessos ocorridos nas restaurações de pavimento em anos anteriores, cabe mencionar que a reciclagem aqui proposta considera a execução de uma nova camada de base obtida por processo de reciclagem, sendo incorporada uma nova camada asfáltica modificada por polímero.

Tabela 5.3.6 – Quadro de segmentos de projeto da rodovia PR-092.

SEGMENTO	ZONA	TRECHO	LOCAL	TIPO DE ESTRUTURA
1	1	A	km 204 + 410 ao km 205 + 200	Reciclagem do pavimento
2	1	A	km 205 + 200 ao km 206 + 740	Reciclagem do pavimento
3	1	A	km 206 + 740 ao km 208 + 780	Reciclagem do pavimento
4	1	A	km 210 + 920 ao km 212 + 160	Reciclagem do pavimento
5	1	A	km 220 + 190 ao km 221 + 740	Reciclagem do pavimento
6	1	A	km 235 + 500 ao km 237 + 020	Reciclagem do pavimento
7	1	A	km 245 + 360 ao km 246 + 180	Reciclagem do pavimento
8	1	A	km 249 + 180 ao km 250 + 520	Reciclagem do pavimento
9	1	B	km 254 + 930 ao km 256 + 470	Reciclagem do pavimento
10	1	B	km 263 + 740 ao km 264 + 340	Reciclagem do pavimento
11	1	B	km 267 + 260 ao km 268 + 090	Reciclagem do pavimento
12	1	B	Km 289 + 000 ao km 289 + 940	Reciclagem do pavimento
13	1	B	km 300 + 580 ao km 301 + 220	Reciclagem do pavimento
14	1	B	km 316 + 040 ao km 316 + 830	Reciclagem do pavimento
15	1	B	km 322 + 790 ao km 323 + 380	Reciclagem do pavimento
16	1	B	km 323 + 380 ao km 324 + 170	Reciclagem do pavimento

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 e dos segmentos homogêneos observados, listadas no item 5.3.13 – Segmentos de Projeto.

5.3.5.2 Segmento 1 a 8 – Zona 1 – TRECHO A (km 200,190 ao km 253,42)

a) Descrição da solução adotada

Solução do Pavimento SEGMENTO 1 a 8 – 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 (26,0 cm). Esta solução é aplicada aos segmentos de projeto da Zona de Tráfego 1 – TRECHO A observada às características do pavimento existente.

Tabela 5.3.7 – Solução de projeto do Segmento 1 a 8 – Zona 1 – TRECHO A.

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	26
Sub-base de areia fina argilosa existente	≥ 15
Subleito existente (ISCp = 11,6%)	-

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 5.3.3.3 – 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, foramrealizadas análises pelo método da resiliência simplificado proposto pelo Engº Ernesto Preussler e Engº 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" = 1,47 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 5.3.3.3, 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 5.3.8 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 1 – Trecho A é de 1,3 cm e a espessura máxima de 10,6 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 13 cm para a zona de tráfego 1. 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 5.3.8 – Verificação de reforço de pavimento.

QUADRO DE VERIFICAÇÃO DE REFORÇO DE PAVIMENTO

CLIENTE: DER-PR

OBRA: RODOVIA PR-092

TRECHO: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A)

ZONA DE TRÁFEGO: 1

TRECHO: A

	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	
1	204 + 410,00	205 + 200,00	790,00	60,41	158,45	3,0	2,9	2,9	3	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	1,3	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
2	205 + 200,00	206 + 740,00	1.540,00	42,55	318,89	3,0	2,9	2,9	4	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
3	206 + 740,00	208 + 780,00	2.040,00	54,75	278,54	3,2	3,0	2,7	3	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
4	210 + 920,00	212 + 160,00	1.240,00	69,90	126,42	3,3	3,0	2,6	1	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	3,8	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
5	220 + 190,00	221 + 740,00	1.550,00	102,95	136,57	2,7	2,7	3,4	4	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	10,6	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
6	235 + 500,00	237 + 20,00	1.520,00	30,44	663,07	3,1	3,2	2,3	3	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
7	245 + 360,00	246 + 180,00	820,00	45,85	230,21	2,5	2,8	3,6	10	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
8	249 + 180,00	250 + 520,00	1.340,00	66,52	305,11	3,1	3,1	2,0	7	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	3,0	Deflectométrico	39,7	28,7	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 11,6%. O subleito é composto por variações de areias finas argilosas vermelhas, areias argilosas vermelhas e argila arenosa, sendo a primeira de forma preponderante.

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 5.3.9 – 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 areia fina argilosa laterítica	Solos finos	1,00	220	0,40
Subleito areno-argiloso laterítico	Solos finos	-	170	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 = 11,6% e “N” = 1,47 x 10^7

H_n – Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com ISC = n:

H_n = 39,7 cm

H_{20} – Espessura de camada do pavimento necessária para proteger a sub-base

H_{20} = 28,7 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 5.3.10 – 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 = 1,47 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:

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB \geq H_{20}$

$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,4) \geq 28,7 \Rightarrow B \geq 6,2 \therefore$

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

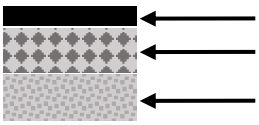
(10,0 x 2,0) + (15,0 x 1,4) + (SB x 1,0) ≥ 39,7 ⇒ SB ≥ 0,0 ∴

Nota-se que a base indicada já se mostra suficiente como 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. Entretanto, foi considerada a espessura mínima identificada para a sub-base existente.

5 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

Pavimento: Segmento 1 a 8 – Zona 1 – Trecho A



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 existente : Areia fina argilosa (e >= 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de novas camadas de base com aproveitamento da sub-base existente, 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" = 1,47 x 10^7

2 – VALOR DO CBR DO SUBLEITO DE PROJETO

CBR = 11,6%

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 5.3.11 – 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 = 11,6%. Já o percentual de silte foi estimado em inferior a 35% em função da análise tátil visual resultando em uma classificação quanto a resiliência em Solo tipo I.

5 – CÁLCULO DA DEFLEXÃO PREVISTA NA SUPERFÍCIE DO REVESTIMENTO (Dp) PARA "N"= 1,58 x 10^7:

Log Dp = 3,148 – 0,188 log N $\Rightarrow$ Dp = $10^{3,148 - 0,188 \log N}$ $\Rightarrow$ **Dp = 63,17 (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 I são utilizados os valores descritos abaixo.

$$I_1 = 0 \qquad e \qquad I_2 = 0$$

$$H_{CB} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{63{,}17} \Rightarrow \quad \mathbf{H_{CB} = 7{,}1\ cm}$$

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 5.3.12 – 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" = 1,47 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} = 46,1 $\Rightarrow$ **H_{CG} = 18,1 cm**

9 – ESPESSURA DA CAMADA DE BASE:

$$H_B + H_{SB} \geq H_{CG} \geq 11{,}7\ cm$$

Considerando espessura mínima recomendada para base de 15,0 cm, percebe-se na inequação a não necessidade de indicação de sub-base, porém considera-se a espessura mínima da sub-base existente = 15 cm.

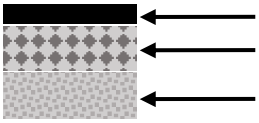
H_B = 15,0 cm .: H_{SB} mín existente = 15 cm

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 1 a 8 – Zona 1 – TRECHO A



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 existente : Areia fina argilosa (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 5.3.9. 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.

Outro fato considerado foi a heterogeneidade da camada de sub-base existente dos acostamentos e aquela da faixa de rolamento. Os dados revelam que a camada de sub-base foi executada com areias finas argilosas, porém na pista principal registram-se pedregulhos mal graduados assim como na camada de base. Aliado a isto, embora a camada de sub-base possua boa capacidade de suporte, esta apresenta algumas inconformidades principalmente quanto a sua plasticidade.

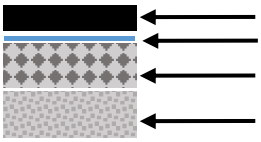
Diante destes fatos foram considerados dois cuidados adicionais, a saber: implantação de novas sarjetas em segmentos de corte evitando a infiltração de água nos bordos dos acostamentos e reforço de camada de geogrelha flexível de poliéster na área do acostamento existente.

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 de sub-base indicada (solo tratado com cimento) 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 26 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 1 a 8 – Zona 1 – TRECHO A



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 = 26,0 cm)
Sub-base : Areia fina argilosa (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 FAPEU.

Dimensionamento do pavimento

Empresa: **FAPEU**
Nome do Projeto: **TERCEIRA FAIXA - SEGMENTO 1 a 8 - ZONA 1 -TRECHO A**
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 **01/12/2020 às 20:05:13** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **6,6%**
>>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: **1,2mm**

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.	26,0	Sigmoidal Ei (MPa) = 7000 (1º mês) Ef (MPa) = 6849 (fim período)	0,20
3	SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO Areia fina argilosa	15,0	Resiliente Linear MR = 220 MPa	0,40
4	SUBLEITO Solo areno-argiloso	SL	Resiliente Linear MR = 170 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 (%) = 14,32	- Condição de Tráfego Normal: **≥ 335** ciclos
Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 15/17	- Condição de Tráfego Severa: **≥ 898** 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 - SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO: Areia fina argilosa

Propriedades	Modelos
Descrição do Material = Solo arenoso fino (sub-base existente)	
Grupo MCT = ...	Ensaio de Deformação Permanente
MCT - Coeficiente c' = ...	Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)**
MCT - Índice e' = ...	Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,021**
Massa específica (g/cm³) = 1,877	Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,086**
Umidade Ótima (%) = 13,35	Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,37**
Energia Compactação = Intermediária	Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,116**
Norma ou Especificação = DNIT ES 139	

4 - SUBLEITO: Solo areno-argiloso

Propriedades	Modelos
Descrição do Material = Areia fina argilosa	
Grupo MCT = ...	Ensaio de Deformação Permanente
MCT - Coeficiente c' = ...	Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)**
MCT - Índice e' = ...	Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,097**
Massa específica (g/cm³) = 1,789	Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-1,6**
Umidade Ótima (%) = 14,59	Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,9**
Energia Compactação = Normal	Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,063**
Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 01/05	

Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **466**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **16,26**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **2,77e+06**
% Veículos na faixa de projeto: **100%**
Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **2,77e+06**
Taxa de crescimento do tráfego: **3,1%**
Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **1,47e+07**

Eixo	Tipo	FE	Carga (ton)	FC	FVi
1	Eixo Simples	100%	6,00	0,278	0,278
2	Eixo Simples	4%	6,00	0,278	0,012
3	Eixo simples de roda dupla	91%	10,00	3,289	2,980
4	Dois eixos duplos em tandem	100%	17,00	8,549	8,549
5	Dois eixos duplos em tandem	22%	17,00	8,549	1,910
6	Três eixos duplos em tandem	27%	25,50	9,300	2,528

Evolução dos danos no pavimento

Mês	N Equiv	Área Trincada	ATR (mm)
1	2,272e+05	1,28%	0,9
6	1,372e+06	2,37%	1,1
12	2,765e+06	3,07%	1,1
18	4,180e+06	3,62%	1,1
24	5,616e+06	4,11%	1,2
30	7,074e+06	4,58%	1,2
36	8,555e+06	5,01%	1,2
42	1,006e+07	5,42%	1,2
48	1,159e+07	5,82%	1,2
54	1,314e+07	6,22%	1,2
60	1,471e+07	6,63%	1,2

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	SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO	0,07
4	SUBLEITO	1,18
	Afundamento de Trilha de Roda (mm)	**1,2**

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	22	21	20	19	18	15	13	11	9
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	11	10	9	8	8	6	5	4	3

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	27	25	24	21	19	16	13	10	9
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	14	12	11	10	9	7	5	4	3

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO - Areia fina argilosa

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	68	42	32	24	19	14	11	9	8
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	66	29	19	12	9	6	4	3	3

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Solo areno-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	67	41	31	23	19	14	11	9	9
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	70	28	18	12	9	6	4	3	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: ≤ 22 x 10^{-2} (Viga Benkelman) e ≤ 11 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 = 44 kg/m³ (tolerância máxima +15%);
  - Consumo mínimo de cimento = 46 kg/m³ (tolerância máxima +10%);
  - Consumo mínimo de brita graduada = 0,130 m³/m³ ou 196 kg/m³;
  - Energia de compactação: Proctor Modificado;
  - Controle deflectométrico: ≤ 27 x 10^{-2} (Viga Benkelman) e ≤ 14 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 solo-cimento. 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 5.3.5.4 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 de 10 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 30 m (variação inferior a 1%, 1 cm por metro).

5.3.5.3 Segmento 9 a 16 – Zona 1 – TRECHO B (km 253,42 ao km 327,30)

a) Descrição da solução adotada

Solução do Pavimento SEGMENTO 9 a 16 – 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 (26,0 cm). Esta solução é aplicada aos segmentos de projeto da Zona de Tráfego 1 – TRECHO B observada às características do pavimento existente.

Tabela 5.3.13 – Solução de projeto do Segmento 9 a 16 – Zona 1 – TRECHO B.

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	26
Sub-base de brita mal graduada existente	≥ 15
Subleito existente (ISCp = 11,6%)	-

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 5.3.3.3 – 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 3.3 – Estudos de tráfego, capacidade e segurança. O valor adotado no estudo de tráfego é de: "N" = 1,47 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 5.3.3.3, 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 5.3.14 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 1 – Trecho B é de 1,1 cm e a espessura máxima de 1,5 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 13 cm para a zona de tráfego 1. 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 5.3.14 – Verificação de reforço de pavimento.

QUADRO DE VERIFICAÇÃO DE REFORÇO DE PAVIMENTO

CLIENTE: DER-PR

OBRA: RODOVIA PR-092

TRECHO: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A)

ZONA DE TRÁFEGO: 1 — **TRECHO:** B

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	
9	254 + 930,00	256 + 470,00	1.540,00	51,56	166,89	3,4	3,3	2,8	10	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
10	263 + 740,00	264 + 340,00	600,00	55,09	399,10	3,2	3,1	2,7	7	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
11	267 + 260,00	268 + 90,00	830,00	**55,62**	**128,44**	3,5	3,5	2,1	7	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
12	289 + 0,00	289 + 940,00	940,00	61,07	153,63	14,2	10,5	4,1	1	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	**1,5**	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
13	300 + 580,00	301 + 220,00	640,00	55,43	159,97	2,7	2,8	3,8	10	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
14	316 + 40,00	316 + 830,00	790,00	54,33	164,28	2,4	2,6	3,9	8	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
15	322 + 790,00	323 + 380,00	590,00	59,58	131,78	2,5	2,6	3,7	7	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	**1,1**	Deflectométrico	39,7	28,7	Reciclagem
16	323 + 380,00	324 + 170,00	790,00	51,35	170,79	3,2	3,2	2,9	7	≥ 15	≥ 32	69,2	11,6	1,47E+07	56,05	-	Deflectométrico	39,7	28,7	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 11,6%. O subleito é composto por variações de areias finas argilosas vermelhas, areias argilosas vermelhas e argila arenosa, sendo a primeira de forma preponderante.

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 5.3.15 – 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
Base de brita mal graduada	Material granular	1,00	250	0,35
Subleito areno-argiloso laterítico	Solos finos	-	170	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 = 11,6% e “N” = 1,47 x 10^7

H_n – Espessura total de pavimento necessário para proteger um material com ISC = n:

H_n = 39,7 cm

H_{20} – Espessura de camada do pavimento necessária para proteger a sub-base

H_{20} = 28,7 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 5.3.16 – 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 = 1,47 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:

$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times KB \geq H_{20}$

$(10,0 \times 2,0) + (B \times 1,4) \geq 28,7 \Rightarrow B \geq 6,2 \therefore$

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

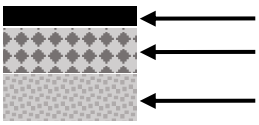
(10,0 x 2,0) + (15,0 x 1,4) + (SB x 1,0) ≥ 39,7 ⇒ SB ≥ 0,0 ∴

Nota-se que a base indicada já se mostra suficiente como 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. Entretanto, foi considerada a espessura mínima identificada para a sub-base existente.

5 – SOLUÇÃO RECOMENDADA

Portanto, a solução recomendada pelo método de dimensionamento supracitado teria a seguinte estrutura:

Pavimento: Segmento 9 a 16 – Zona 1 – Trecho B



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 existente: Brita mal graduada (e >= 15,0 cm)

A solução verificada acima apresenta a espessura mínima indicada para execução de nova camada de base com aproveitamento da sub-base existente, 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" = 1,47 x 10^7

2 – VALOR DO CBR DO SUBLEITO DE PROJETO

CBR = 11,6%

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 5.3.17 – 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 = 11,6%. Já o percentual de silte foi estimado em inferior a 35% em função da análise tátil visual resultando em uma classificação quanto a resiliência em Solo tipo I.

5 – CÁLCULO DA DEFLEXÃO PREVISTA NA SUPERFÍCIE DO REVESTIMENTO (Dp) PARA "N"= 1,47 x 10^7:

Log Dp = 3,148 – 0,188 log N $\Rightarrow$ Dp = $10^{3,148 - 0,188 \log N}$ $\Rightarrow$ **Dp = 63,17 (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 I são utilizados os valores descritos abaixo.

$I_1 = 0$ e $I_2 = 0$

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{63,17} \Rightarrow \quad \mathbf{H_{CB} = 7,1\ cm}$$

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 5.3.18 – 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" = 1,47 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} = 39,7 $\Rightarrow$ **H_{CG} = 11,7 cm**

9 – ESPESSURA DA CAMADA DE BASE:

$$H_B + H_{SB} \geq H_{CG} \geq 11,7 \text{ cm}$$

Considerando espessura mínima recomendada para base de 15,0 cm, percebe-se na inequação a não necessidade de indicação de sub-base, porém considera-se a espessura mínima da sub-base existente = 15 cm.

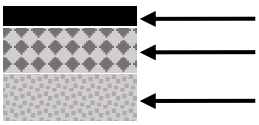
H_B = 15,0 cm .: H_{SB} mín existente = 15 cm

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 16 – Zona 1 – TRECHO B



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 existente : Pedregulho mal graduado (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 5.3.15. 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%).

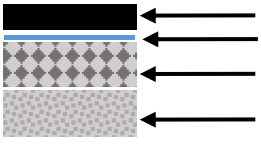
Para evitar a eventual abertura de fissura de retração da base foi indicada a aplicação de pintura impermeabilizante com emulsão asfáltica, que permite a cura adequada da camada cimentícia.

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 10,0 cm assim como calculado nos itens v e vi. A espessura da camada de sub-base indicada (areia fina argilosa) 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 26 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 9 a 16 – Zona 1 – TRECHO B



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 = 26,0 cm)
Sub-base : Pedregulho mal graduado (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 FAPEU.

Dimensionamento do pavimento

Empresa: **FAPEU**
Nome do Projeto: **TERCEIRA FAIXA - SEGMENTO 9 a 16 - ZONA 1 - TRECHO B**
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 **02/12/2020 às 09:48:58** no modo: **Pavimento Novo (Nível A)**
Área trincada prevista no pavimento no fim do período: **6,6%**
>>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: **1,6mm**

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.	26,0	Sigmoidal Ei (MPa) = 7000 (1º mês) Ef (MPa) = 6852 (fim período)	0,20
3	MATERIAL GRANULAR Brita mal graduada	15,0	Resiliente Linear MR = 250 MPa	0,35
4	SUBLEITO Solo areno-argiloso	SL	Resiliente Linear MR = 170 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 (%) = 14,32	- Condição de Tráfego Normal: ≥ **335** ciclos
Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 15/17	- Condição de Tráfego Severa: ≥ **898** 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/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
Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 05/18	
Faixa Granulométrica = FF	Ensaio de Deformação Permanente
Abrasão Los Angeles (%) = 40	Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)**
Energia Compactação = Intermediário	Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,1010**
Umidade Ótima (%) = 4,85	Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-0,1825**
Massa específica (g/cm^3) = 2,114	Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **0,9091**
Descrição do Material = Brita mal graduada (sub-base existente)	Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,0753**

4 - SUBLEITO: Solo areno-argiloso

Propriedades	Modelos
Descrição do Material = Areia fina argilosa	
Grupo MCT = ...	Ensaio de Deformação Permanente
MCT - Coeficiente c' = ...	Modelo: **ep = psi1.(s3^psi2).(sd ^psi3).(N^psi4)**
MCT - Índice e' = ...	Coeficiente de Regressão (k1 ou psi1): **0,097**
Massa específica (g/cm^3) = 1,789	Coeficiente de Regressão (k2 ou psi2): **-1,6**
Umidade Ótima (%) = 14,59	Coeficiente de Regressão (k3 ou psi3): **1,9**
Energia Compactação = Normal	Coeficiente de Regressão (k4 ou psi4): **0,063**
Norma ou Especificação = DER/PR ES-P 01/05	

Definição do tráfego

Volume Médio Diário no ano de abertura do tráfego: VMD (1º ano) = **466**
Fator de veículo no ano de abertura do tráfego: FV = **16,26**
Número de passagens anual do eixo padrão (1º ano): **2,77e+06**
% Veículos na faixa de projeto: **100%**
Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto: **2,77e+06**
Taxa de crescimento do tráfego: **3,1%**
Número Equivalente total de passagens do eixo padrão na faixa de projeto: N Eq = **1,47e+07**

Eixo	Tipo	FE	Carga (ton)	FC	FVi
1	Eixo Simples	100%	6,00	0,278	0,278
2	Eixo Simples	4%	6,00	0,278	0,012
3	Eixo simples de roda dupla	91%	10,00	3,289	2,980
4	Dois eixos duplos em tandem	100%	17,00	8,549	8,549
5	Dois eixos duplos em tandem	22%	17,00	8,549	1,910
6	Três eixos duplos em tandem	27%	25,50	9,300	2,528

Evolução dos danos no pavimento

Mês	N Equiv	Área Trincada	ATR (mm)
1	2,272e+05	1,27%	1,2
6	1,372e+06	2,37%	1,3
12	2,765e+06	3,07%	1,4
18	4,180e+06	3,62%	1,4
24	5,616e+06	4,10%	1,5
30	7,074e+06	4,57%	1,5
36	8,555e+06	5,00%	1,5
42	1,006e+07	5,41%	1,5
48	1,159e+07	5,81%	1,5
54	1,314e+07	6,21%	1,6
60	1,471e+07	6,61%	1,6

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	1,16
	Afundamento de Trilha de Roda (mm)	**1,6**

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	22	21	20	19	18	15	13	11	9
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	11	10	9	8	7	6	5	4	3

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	27	25	24	21	19	16	13	10	9
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	14	12	11	10	9	7	5	4	3

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	69	43	33	24	19	14	11	9	8
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	65	29	19	12	9	6	4	3	3

Deflexões esperadas (0,01 mm) no topo da camada: SUBLEITO - Solo areno-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	67	41	31	23	19	14	11	9	9
FWD Raio = 15,0 cm Carga = 4,0 ton	70	28	18	12	9	6	4	3	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: ≤ 22 x 10^{-2} (Viga Benkelman) e ≤ 11 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 pedregulho mal graduado (≈ 10 cm), espuma asfáltica, cimento e brita (DER-PR ES-P 32/05);
  - Consumo mínimo de CAP 50/70 = 44 kg/m³ (tolerância máxima +15%);
  - Consumo mínimo de cimento = 46 kg/m³ (tolerância máxima +10%);
  - Consumo mínimo de brita graduada = 0,130 m³/m³ ou 196 kg/m³;
  - Energia de compactação: Proctor Modificado;
  - Controle deflectométrico: ≤ 27 x 10^{-2} (Viga Benkelman) e ≤ 14 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 de pedregulho mal graduado. 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 5.3.5.4 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 de 10 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 30 m (variação inferior a 1%, 1 cm por metro).

5.3.5.4 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-092 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 22 cm. Isso conduziu a definição de uma espessura mínima de reciclagem de 26 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 9, 15 e 25 cm de CBUQ existente e taxa de brita não inferior a 8,5%, em peso, considerando a correção granulométrica proposta e a complementação de volume necessária para corrigir os desníveis existentes nos acostamentos.

As Tabelas 5.3.19 a 5.3.21 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 Dellai 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 16 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 25 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.

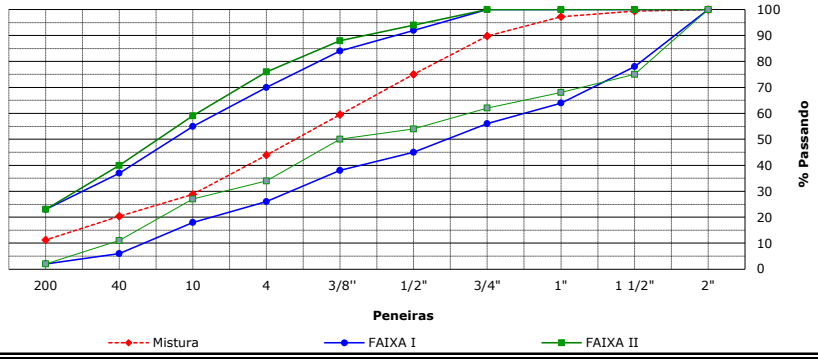
Em função da base existente ser composta por solos finos há de se garantir um teor de finos (cimento + espuma asfáltica) não inferior a 3,9%. Percebe-se que os casos previstos apresentam enquadramento da mistura reciclada nas Faixas I e II.

Tabela 5.3.19 – Composição granulométrica proposta (espessura de 9 cm de CBUQ / Reciclagem de 26 cm).

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA MISTURA RECICLADA

PENEIRA		CBUQ DEMOLIDO	32,0%	BASE EXISTENTE	55,6%	FINOS	3,9%	BRITA 1	8,5%	MIX.	FAIXA I		FAIXA II	
Pol./Nº	Abertura (mm)										MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.
2"	50,8	100,0	32,0	100,0	55,6	100,0	3,9	100,0	8,5	100	100	100	100	100
1 1/2"	38,1	100,0	32,0	98,8	54,9	100,0	3,9	100,0	8,5	99	78	100	75	100
1"	25,4	100,0	32,0	95,0	52,8	100,0	3,9	100,0	8,5	97	64	100	68	100
3/4"	19,1	100,0	32,0	82,4	45,8	100,0	3,9	95,2	8,1	90	56	100	62	100
1/2"	12,7	100,0	32,0	69,8	38,8	100,0	3,9	2,7	0,2	75	45	92	54	94
3/8"	9,5	73,8	23,6	57,3	31,9	100,0	3,9	2,5	0,2	60	38	84	50	88
4	4,8	58,8	18,8	38,1	21,2	100,0	3,9	0,3	0,0	44	26	70	34	76
10	0,42	35,0	11,2	24,5	13,6	100,0	3,9	0,2	0,0	29	18	55	27	59
40	0,18	28,8	9,2	13,1	7,3	100,0	3,9	0,1	0,0	20	6	37	11	40
200	0,075	13,8	4,4	5,3	2,9	100,0	3,9	0,1	0,0	11	2	23	2	23

GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS



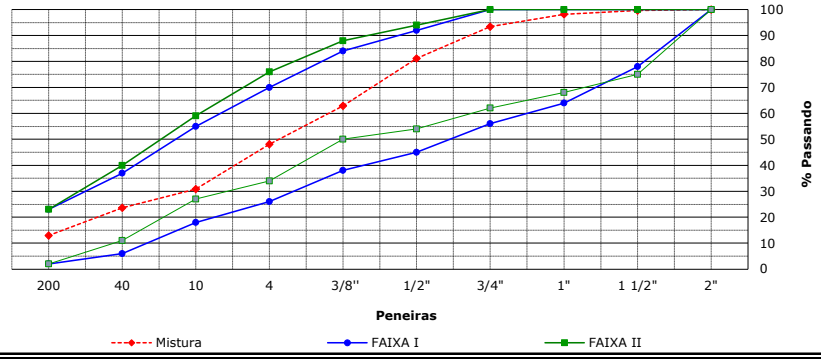
PROCEDÊNCIA	
CBUQ DEMOLIDO	Pista existente
BASE	Pista existente
BRITA 1	Pedreira Jussara
FINOS	Cimento + CAP

Tabela 5.3.20 – Composição granulométrica proposta (espessura de 15 cm de CBUQ / Reciclagem de 25 cm).

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA MISTURA RECICLADA

PENEIRA		CBUQ DEMOLIDO	52,3%	BASE EXISTENTE	35,3%	FINOS	3,9%	BRITA 1	8,5%	MIX.	FAIXA I		FAIXA II	
Pol./Nº	Abertura (mm)										MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.
2"	50,8	100,0	52,3	100,0	35,3	100,0	3,9	100,0	8,5	100	100	100	100	100
1 1/2"	38,1	100,0	52,3	98,8	34,9	100,0	3,9	100,0	8,5	100	78	100	75	100
1"	25,4	100,0	52,3	95,0	33,5	100,0	3,9	100,0	8,5	98	64	100	68	100
3/4"	19,1	100,0	52,3	82,4	29,1	100,0	3,9	95,2	8,1	93	56	100	62	100
1/2"	12,7	100,0	52,3	69,8	24,7	100,0	3,9	2,7	0,2	81	45	92	54	94
3/8"	9,5	73,8	38,6	57,3	20,2	100,0	3,9	2,5	0,2	63	38	84	50	88
4	4,8	58,8	30,7	38,1	13,5	100,0	3,9	0,3	0,0	48	26	70	34	76
10	0,42	35,0	18,3	24,5	8,7	100,0	3,9	0,2	0,0	31	18	55	27	59
40	0,18	28,8	15,0	13,1	4,6	100,0	3,9	0,1	0,0	24	6	37	11	40
200	0,075	13,8	7,2	5,3	1,9	100,0	3,9	0,1	0,0	13	2	23	2	23

GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS



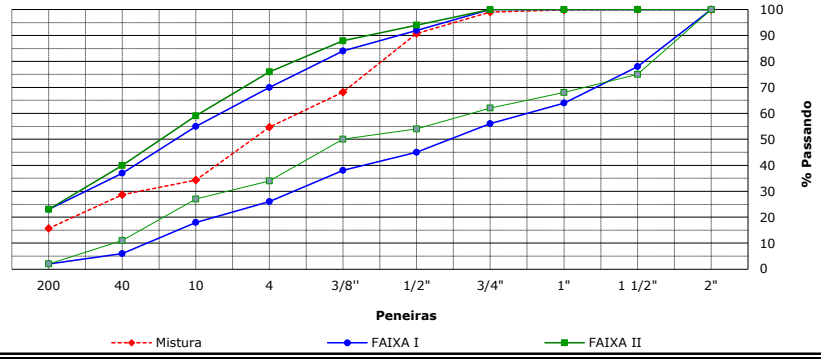
PROCEDÊNCIA	
CBUQ DEMOLIDO	Pista existente
BASE	Pista existente
BRITA 1	Pedreira Dellai
FINOS	Cimento + CAP

Tabela 5.3.21 – Composição granulométrica proposta (espessura de 25 cm de CBUQ / Reciclagem de 26 cm).

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA MISTURA RECICLADA

PENEIRA		CBUQ DEMOLIDO	84,5%	BASE EXISTENTE	3,1%	FINOS	3,9%	BRITA 1	8,5%	MIX.	FAIXA I		FAIXA II	
Pol./Nº	Abertura (mm)										MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.
2"	50,8	100,0	84,5	100,0	3,1	100,0	3,9	100,0	8,5	100	100	100	100	100
1 1/2"	38,1	100,0	84,5	98,8	3,1	100,0	3,9	100,0	8,5	100	78	100	75	100
1"	25,4	100,0	84,5	95,0	2,9	100,0	3,9	100,0	8,5	100	64	100	68	100
3/4"	19,1	100,0	84,5	82,4	2,6	100,0	3,9	95,2	8,1	99	56	100	62	100
1/2"	12,7	100,0	84,5	69,8	2,2	100,0	3,9	2,7	0,2	91	45	92	54	94
3/8"	9,5	73,8	62,3	57,3	1,8	100,0	3,9	2,5	0,2	68	38	84	50	88
4	4,8	58,8	49,6	38,1	1,2	100,0	3,9	0,3	0,0	55	26	70	34	76
10	0,42	35,0	29,6	24,5	0,8	100,0	3,9	0,2	0,0	34	18	55	27	59
40	0,18	28,8	24,3	13,1	0,4	100,0	3,9	0,1	0,0	29	6	37	11	40
200	0,075	13,8	11,6	5,3	0,2	100,0	3,9	0,1	0,0	16	2	23	2	23

GRÁFICO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS



PROCEDÊNCIA	
CBUQ DEMOLIDO	Pista existente
BASE	Pista existente
BRITA 1	Pedreira Dellai
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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, 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.

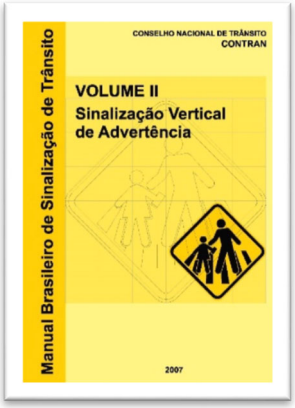


Figura 5.4.2 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume II - Sinalização Vertical de Advertência.

Figura 5.4.3 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume III - Sinalização Vertical de Indicação.

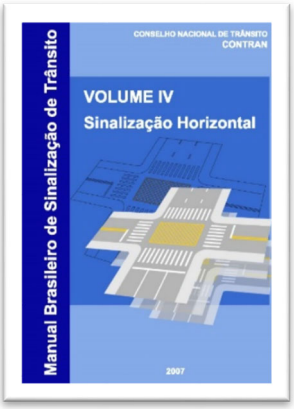


Figura 5.4.4 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal.

Figura 5.4.5 – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VII - Sinalização Temporária.

Figura 5.4.6 – Manual de Sinalização Rodoviária – 3ª edição.

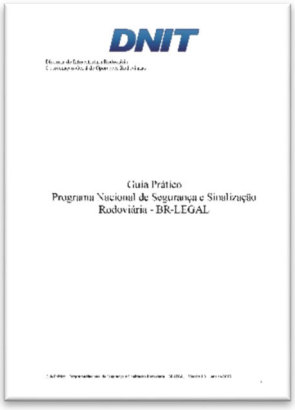


Figura 5.4.7 – Guia Prático Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária - BR-LEGAL.

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.

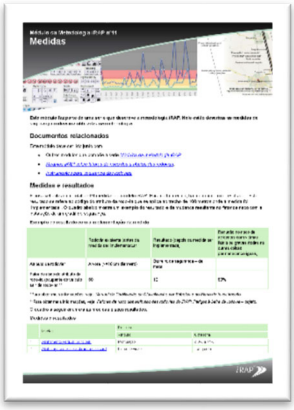


Figura 5.4.10 – Módulo da Metodologia iRAP nº 11 – Medidas.

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	AC. IV JAGUARIAÍVA – ENTR. BR-153 (A)	01 ao 16	2.796	3.064	3.462

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 da zona de tráfego 1.

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);
- 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.

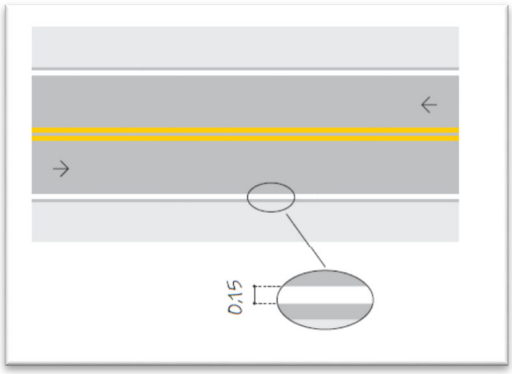


Figura 5.4.11 – Linhas de bordo.

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**

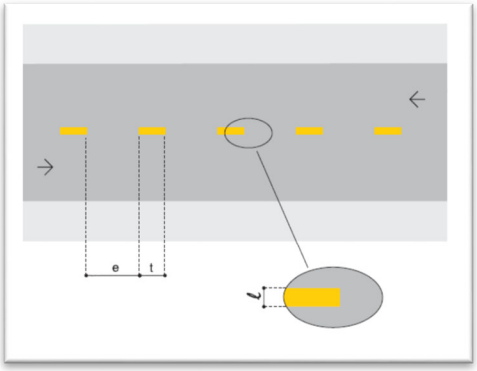


Figura 5.4.12 – Linhas de divisão de fluxos opostos – LFO-2.

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**

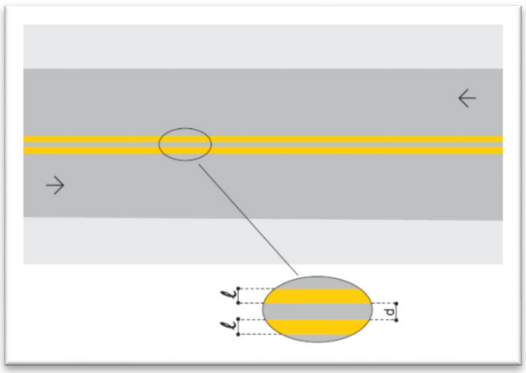


Figura 5.4.13 – Linhas de divisão de fluxos opostos – LFO-3

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**

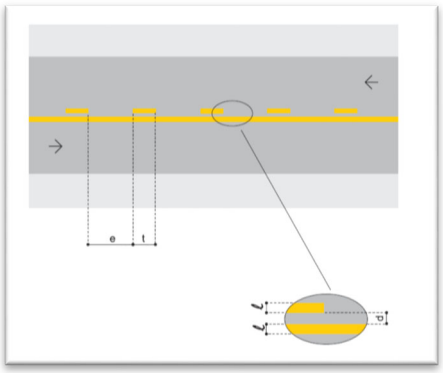


Figura 5.4.14 – Linhas de divisão de fluxos opostos – LFO-4

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**

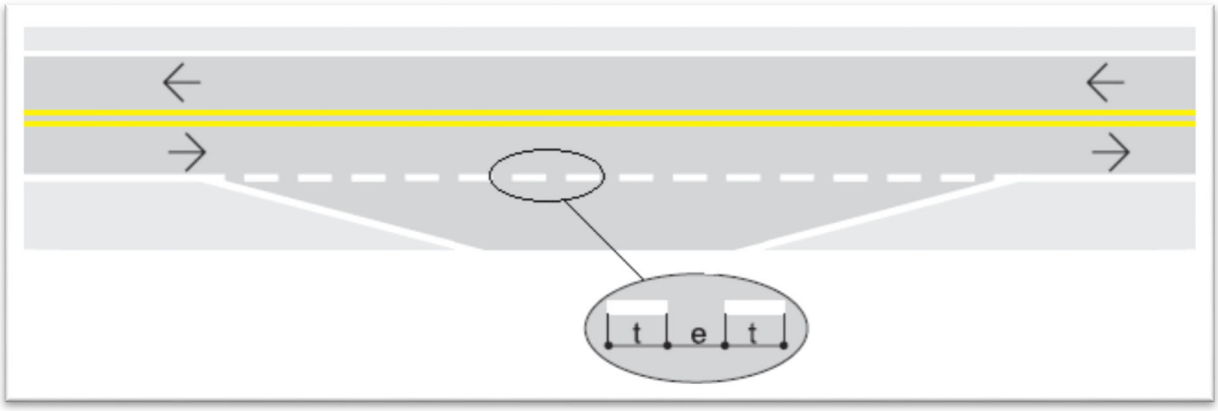


Figura 5.4.15 – Linhas de continuidade – LCO.

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**

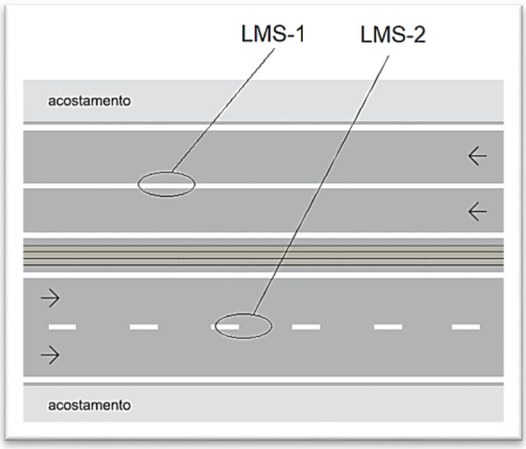


Figura 5.4.16 – Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido – LMS.

5.4.3.5 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 α, 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 5.4.9 e exemplificado na Figura 5.4.17.

Tabela 5.4.9 – 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

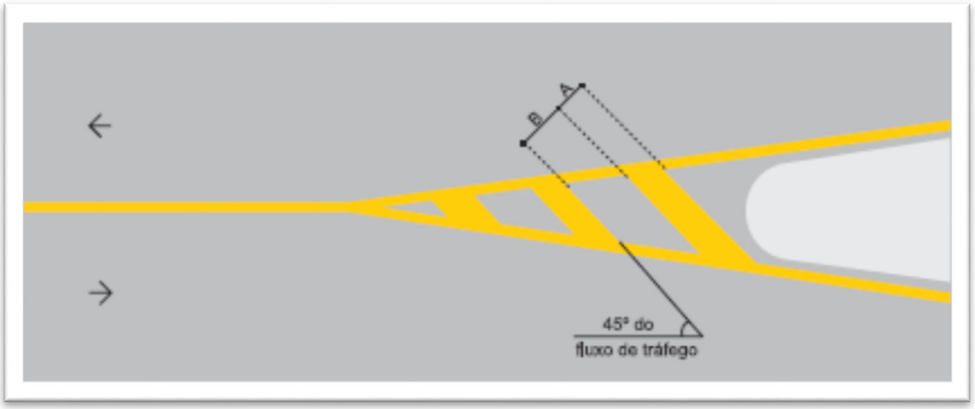


Figura 5.4.17 – Marcações de canalização.

5.4.3.6 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.

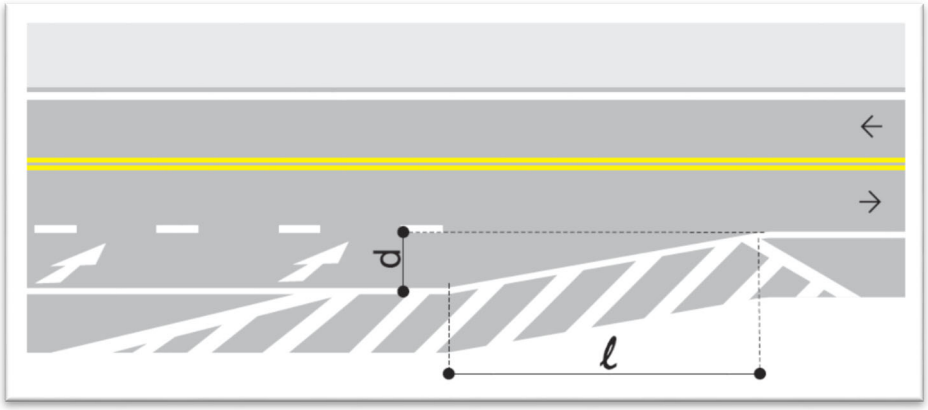


Figura 5.4.18 – Marcação de transição de largura de pista.

$$\ell = 0{,}5 \times v \times d$$

onde:

ℓ - 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.

5.4.3.7 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.

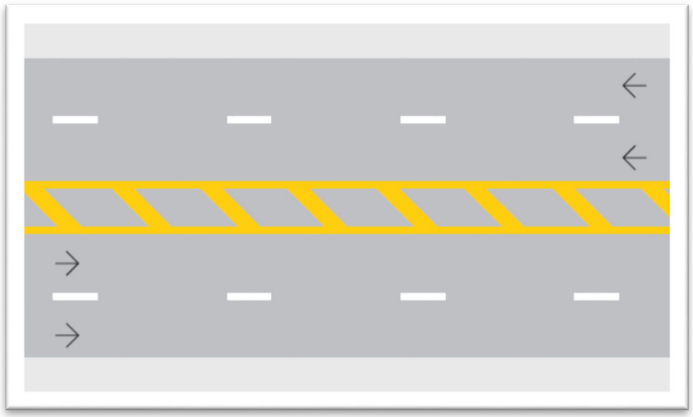


Figura 5.4.19 – Marcação de canteiro central fictício.

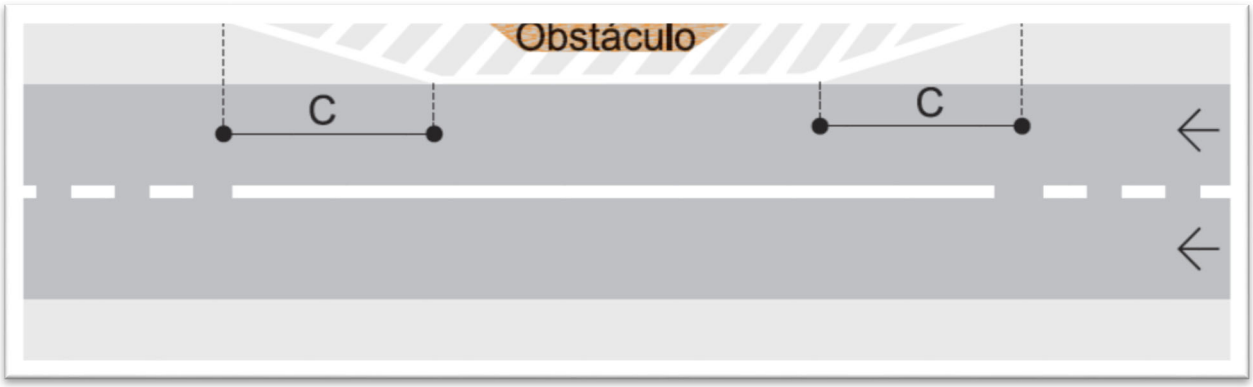


Figura 5.4.20 – Marcação de demarcação no acostamento.

5.4.3.8 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.

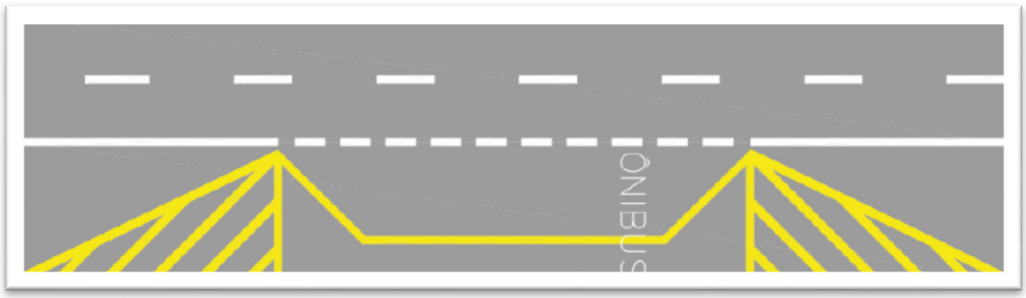


Figura 5.4.21 – Marcação MVE em baias de ônibus.

5.4.3.9 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 5.4.22 e setas indicativas de mudança obrigatória de faixa (MOF), conforme Figura 5.4.23.

O comprimento das setas PEM e MOF atendem a Tabela 5.4.10.

Figura 5.4.22 – Inscrições no pavimento – PEM.

Figura 5.4.23 – Inscrições no pavimento – MOF.

Tabela 5.4.10 – 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-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-2a – Curva à esquerda;
- A-2b – Curva à direita;
- A-21e – Alargamento de pista à direita;
- A-21c – Estreitamento de pista à direita;
- PMA-01 – Inicio da terceira faixa a 200 m;
- PMA-02 – Término da terceira faixa a 100 m;
- PMA-201 – Término da terceira faixa a 200 m;
- PMA-202 – Inicio da terceira faixa a 100 m;
- 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).

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 5.4.11.

Tabela 5.4.11 – 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 5.4.12.

Tabela 5.4.12 – 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, cujo VMDa é inferior a 10.000, a recomendação do BR-Legal é de utilização de suportes de madeira com secção quadrada de 8 cm de lado, comprimento variável de acordo com as características do terreno. Entretanto, notou-se a existência de marcos quilométricos com suportes metálicos, o que indica uma mudança gradual para equipamentos de sinalização de maior durabilidade. Sendo assim, para as placas moduladas de advertência e educativas foram indicados suportes metálicos e para as demais placas de advertência, regulamentação, delineadores e marcadores de perigo foi adotada a indicação do BR-Legal.

Os suportes de madeira deverão ser pintados com duas demãos com tinta à base de borracha clorada ou esmalte sintético na cor branca.

No caso de uso de suportes metálicos indicou-se suportes metálicos galvanizado a fogo do tipo perfil C nas dimensões 150x85x25x2,70mm, h=4,00m.

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 5.4.13 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 5.4.13 – 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 5.4.14 – 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 5.4.24 – 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 5.4.25 – 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 5.4.26 – 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.

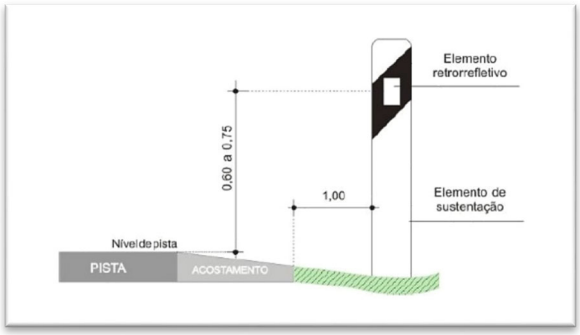


Figura 5.4.27 – Balizadores refletivos.

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 5,0m, 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, 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.

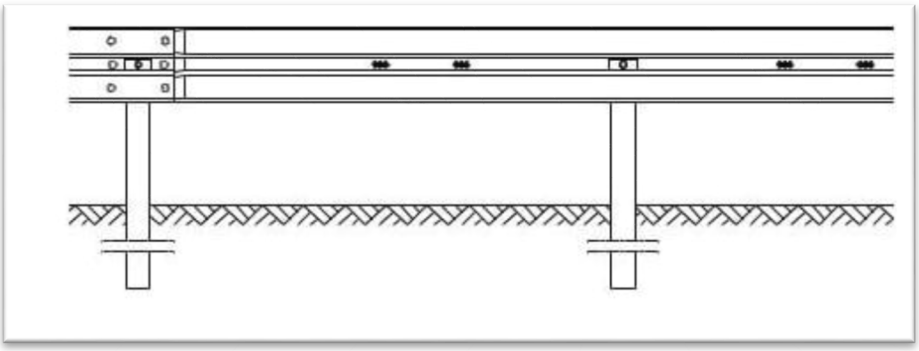


Figura 5.4.28 – Defensas metálicas.

Na Tabela 5.4.15 apresentada a seguir são apresentados os critérios para seleção dos segmentos de implantação de defensas obtidos a partir da análise da severidade lateral – objeto e severidade lateral – distância, que avaliam os fatores de risco que podem afetar a segurança viária.

Tabela 5.4.15 – Memória justificativa de defensas projetadas.

Segmento	Código Irap (Severidade lateral – objeto)																	Código iRAP (Severidade lateral – distância)	Observações
	10	11	12	13	15	16	05	08	06	09	07	14	01	03	02	04	17		
01, 02 E 03		X																01	Curva Acentuada
04		X								X								01	Talude > 3 m / Árvores
05										X								02	Talude > 3 m
08		X																01	Curva Acentuada
11										X								01	Talude > 3 m
14		X								X								02	Talude > 3 m / Árvores
15 / 16							X											02	Parede vertical agressiva

Codigo iRAP (Severidade lateral – objeto) em ordem de periculosidade

10	Penhasco
11	Árvore ≥10cm
12	Sinalização, poste ou coluna rígidos de ≥10cm
13	Estrutura ou construção rígidas
15	Barreira de segurança não protegida
16	Objeto rígido baixo de ≥20cm de altura
5	Parede vertical agressiva
8	Valeta profunda de drenagem
6	Talude de corte com risco de capotamento
9	Declive
7	Talude de corte sem risco de capotamento
14	Estrutura ou construção semirrígidas
1	Barreira de segurança – metal
3	Barreira de segurança – amigáveis a motocicletas
2	Barreira de segurança – concreto
4	Barreira de segurança – cabo de aço
17	Nenhum objeto

Codigo iRAP (Severidade lateral – distância)

1	0m a <1m
2	1m a <5m
3	5 a <10m
4	≥10m

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.

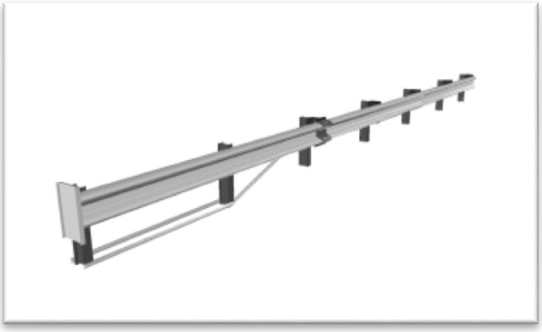


Figura 5.4.29 – Terminal absorvedor de energia.

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. 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.

Os itens de desmatamento, corte, limpeza e carga descritos anteriormente são apresentados no grupo TERRAPLENAGEM da planilha orçamentária.

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

A seguir estão apresentados os resumos de quantidades previstos para o Projeto de Pavimentação.

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇOS	
					UNITÁRIO	TOTAL
1.1	**PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**					
505100	Fresagem descontínua a frio	DER/PR ES-P 31/05	m³	36,68		
COMP-01	Remoção mecanizada de camada granular	EC-02	m³	662,40		
601500	Desconfinamento lateral de bordo do pavimento c/motoniveladora - terreno natural	EC-01	m	20.978,00		
COMP-19	Regularização compac. subleito 100% PI (A)	DER/PR ES-P 01/05	m²	2.112,00		
531100	Brita graduada 100% PM	DER/PR ES-P 05/18	m³	574,08		
COMP-02	Reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento (46 kg/m³) e brita (196 kg/m³), exclusive fornecimento do CAP (44 kg/m³)	DER/PR ES-P 32/05	m³	57.892,20		
560150	Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão	DER/PR ES-P 17/17	m²	218.120,21		
561120	Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão	DER/PR ES-P 17/17	m²	308.747,75		
570370	C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto	DER/PR ES-P 15/17	t	47.658,40		
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	119.313,55		

REVISÃO					DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	
Nº	DESCRIÇÃO	PRJ.	VER.	APR.	DATA	CÓDIGO	OBJETO
B	ANÁLISE RAP	DSTP	LFTS	AJDA	18/12/2020	-	-
A	EMISSÃO INICIAL	DSTP	LFTS	AJDA	10/12/2020	-	-

FORMATO A3 - (420x297mm)

NOTA

PROJETO: FAPEU

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA: 140340090-3

PROJETISTA: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 18/12/2020

DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS — 18/12/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-092- km 200+190 ao km 327+300

MEMÓRIA DE QUANTIDADES

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

DATA: 18/12/2020

ESC.: Sem Escala

FOLHA: 0001/0002

CÓDIGO: MQ-E-PR-092-200-327-00-PV-00-0001-B

REV.: B

6.1.2 LIGANTES BETUMINOSOS

A seguir estão apresentados os resumos de quantidades previstos para os materiais betuminosos do Projeto de Pavimentação.

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇOS	
					UNITÁRIO	TOTAL
1.2	**LIGANTES BETUMINOSOS**					
589040	Fornecimento de CAP-50/70 com polímero elastomérico (60/85)	DNIT 129/2011-EM	t	2.811,85		
589000	Fornecimento de CAP-50/70	DNIT 095/2006-EM	t	2.547,26		
589190	Fornecimento de emulsão asfáltica EAI p/imprimação	DNIT 165/2013-EM	t	261,74		
589530	Fornecimento de emulsão asfáltica RR-2C-E com polímero	DNIT 128/2011-EM	t	154,37		

Nº	DESCRIÇÃO	PRJ.	VER.	APR.	DATA	CÓDIGO	OBJETO
B	ANÁLISE RAP	DSTP	_FTS	AJDA	18/12/2020	-	-
A	EMISSÃO INICIAL	DSTP	_FTS	AJDA	16/12/2020	-	-

REVISÃO — DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

NOTA

PROJETO — FAPEU

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — CREA: 140340090-3

PROJET. STA.: DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA — 18/12/2020

DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS — 18/12/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-092- km 200+190 ao km 327+300

MEMÓRIA DE QUANTIDADES

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

CÓDIGO: MQ-E-PR-092-200-327-06-PV-09-0001-B

DATA: 18/12/2020 | ESC.: Sem Escala | FOLHA: 0002/0002 | REV.: B

FORMATO A3 - (420x297mm)

FAPEU

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**					
	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL					
871000	Tacha refletiva bidirecional	DER/PR ES-OC 06/18	ud	7.763		
873000	Tachão refletivo bidirecional	DER/PR ES-OC 08/18	ud	1.953		
822330	Pintura de setas e zebrados - termoplástico por extrusão - e=3mm	DER/PR ES-OC 04/18	m²	2.005		
822100	Faixa de sinalização horizontal c/tinta resina acrílica base água	DER/PR ES-OC 02/18	m²	11.330		
COMP-05	Faixa de sinalização horizontal c/ termoplástico em alto relevo tipo I - relevo duplo - base	DER/PR ES-OC 04/18	m²	1.299		
	SINALIZAÇÃO VERTICAL					
820000	Placa sinalização c/ película refletiva	DER/PR ES-OC 09/18	m²	72,67		
COMP-06	Placa sinalização, modulada, em fibra de poliéster com fibra de vidro c/ película refletiva	DER/PR ES-OC 09/18	m²	177,00		
COMP-08	Remoção de placas de sinalização, inclusive transporte	EC-03	m²	5,58		
821000	Suporte de madeira 3"x3" p/ placa sinalização, h=3,00m	DER/PR ES-OC 09/18	ud	89,00		
821020	Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 150x85x25x2,70mm, h=4,00m	DER/PR ES-OC 09/18	ud	138,00		
	ELEMENTOS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA					
823000	Defensa simples semi-maleável c/ espaçador e calço	DER/PR ES-OC 07/18	m	2.652,00		
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.	18,00		
COMP-11	Fornecimento, instalação, balizador (catadióptrico) p/defensa metálica c/ película GT+GT, conforme OP-06-05	DER/PR ES-OC 07/18	ud.	563,00		
COMP-12	Remoção de defensa metálica, inclusive transporte	EC-04	m	372,00		
COMP-15	Balizador de concreto (fornecimento e assentamento)	DNIT 101/2009	un.	296,00		
COMP-14	Corte/limpeza, classificação, carga, transporte e enleiramento de árvores (volume estéreo)	DER/PR ES-T-01/18	m³	1.138,38		
COMP-16	Limpeza de área e destocamento até 30 cm	DER/PR ES-T-01/18	m²	85.288,00		
COMP-17	Carga e transporte de material de limpeza	DER/PR ES-T-01/18	m³	12.793,20		
401010	Destocamento árvores diam. > 30cm	DER/PR ES-T-01/18	ud	150,00		

Nº	DESCRIÇÃO	PRJ.	VER.	APR.	DATA	CÓDIGO	OBJETO
B	ANÁLISE RAP	DSTP	JFTS	AJDA	16/12/2020	-	-
A	EMISSÃO INICIAL	DSTP	JFTS	AJDA	10/12/2020	-	-

REVISÃO — DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

FORMATO A3 - (420x297mm)

NOTA

PROJETO: FAPEU

RESP. TÉCNICO: DIEGLES SIMÕES DE OLEDO PEREIRA — CREA: 140340090-3

PROJET STA: DIEGLES SIMÕES DE OLEDO PEREIRA — 18/12/2020

DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS — 18/12/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-092- km 200+190 ao km 327+300

MEMÓRIA DE QUANTIDADES

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

DATA: 18/12/2020

ESC.: Sem Escala

FOLHA: 0001/0001

CÓDIGO: MQ-E-PR-092-200-327-06-SI-06-0001-B

REV.: B

FAPEU

6.1.4 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**					
606700	Demolição de concreto simples	DER/PR ES-D 11/18	m³	926,70		
650100	Sarjeta triangular concreto - tipo 2	DER/PR ES-D 01/18	m	8.480,00		
650600	Sarjeta triangular concreto - tipo 4	DER/PR ES-D 01/18	m	4.747,00		
810150	Meio fio de concreto tipo 2 (pré-moldado)	DER/PR ES-OC 13/18	m	277,00		
655200	Transp.segmento sarjeta tipo- 2 (ST-2/SZ-3) c/tubo 0,30m	DER/PR ES-D 02/18	m	39,00		
655400	Transp.segmento sarjeta tipo- 4 (ST-4/SZ-4) c/tubo 0,30m	DER/PR ES-D 02/18	m	29,00		
655600	Transp.segmento sarjeta tipo- 6 (ST-2/SZ-3) c/placas	DER/PR ES-D 02/18	m	23,00		
603600	Alvenaria pedra de mão argamassada	DER/PR ES-D 04/18	m³	0,60		
COMP-18	Transporte de material de concreto demolido para bota-fora com DMT = 32,69km	-	m³	926,70		

Nº	DESCRIÇÃO	PRJ.	VER.	APR.	DATA	CÓDIGO	OBJETO
B	ANÁLISE RAP	DSTP	JFTS	AJDA	18/12/2020	-	-
A	EMISSÃO INICIAL	DSTP	JFTS	AJDA	16/12/2020	-	-
	REVISÃO					DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	

FORMATO A3 - (420x297mm)

NOTA

PROJETO

FAPEU

RESP. TÉCNICO: ADOSIVALDO JOAQUIM DE ALMEIDA — CREA: 251035806-5

PROJET. STA.: ADOSIVALDO JOAQUIM DE ALMEIDA — 18/12/2020

DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS — 18/12/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ

RODOVIA PR-092- km 200+190 ao km 327+300

MEMÓRIA DE QUANTIDADES

PROJETO DE DRENAGEM

DATA: 18/12/2020

ESC.: Sem Escala

FOLHA: 0001/0001

CÓDIGO: MQ-E-PR-092-200-327-06-DR-09-0001-B

REV.: 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondente ao segmento definido entre o km 200+190 ao km 327+300 totalizando a extensão de 127,11 km, estão localizadas no nordeste 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 nordeste do estado do Paraná, o trecho tem início no acesso ao município de Jaguariaíva, passando pelos municípios de Arapoti, Wenceslau Braz, Siqueira Campos, Quatiguá, Joaquim Távora e Santo Antônio da Platina.

Há grande disponibilidade de mão-de-obra na área de influência direta e indireta, sendo a mão de obra técnica e especializada encontrada, principalmente na cidade de Ponta Grossa e Londrina.

No trecho do projeto foi indicado um canteiro de obra para a implantação das terceiras faixas. O local sugerido para a instalação do canteiro C-01 situa-se a cerca de 0,05 km do bordo da PR-092 no km 255,70 nas coordenadas E = 621959.00, N = 7360518.00. Nesta área será realizada a estocagem dos materiais e onde estará localizada a estrutura administrativa 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 foi indicada a usina de asfalto da Pedreira Dellai, localizada no município de Tomazina, nas coordenadas E = 604640.00 m e N = 7373325.00 m.

Com relação as fontes de materiais asfálticos têm-se os seguintes aspectos: os materiais betuminosos à quente 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 e os materiais asfálticos à frio serão provenientes da Stratura Asfaltos localizada no município de Ponta Grossa, nas coordenadas E = 585113.00 m e N = 7221582.00 m.

O material pétreo será procedente da Pedreira Dellai, localizada na Fazenda Cristalina no município de Tomazina, nas coordenadas E = 604640.00 m e N = 7373325.00 m.

A areia será obtida diretamente do Areal Prix, com fonte de extração localizada às margens do Rio das Cinzas, no município de Arapoti, nas coordenadas E = 605869.00 m e N = 7336064.00 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.

O material para sinalização poderá ser obtido na Londrivia – Sinalização Viária, localizada na Rua Lauro Thibes Cordeiro, na cidade de Londrina, nas coordenadas E = 487841.00 m e N = 7421308.00 m.

Os atenuadores de impacto poderão ser obtidos diretamente da Lindsay América do Sul Ltda, localizada na Rodovia Dr. Adhemar de Barros, km 153,5, Jardim Bela Vista, na cidade de Mogi Mirim, SP, nas coordenadas E = 297852.00 m. e N = 7509819.00 m.

Os tubos para as transposições de sarjeta, bem como meios-fios premoldados poderão ser obtidos na Estruturas Hercules, localizada na rodovia PR-151, km 281,300, na cidade de Castro, nas coordenadas E = 602074.00 m e N = 7264029.00 m.

A reposição de peças de veículos, máquinas e equipamentos poderá sofrer restrições já que as cidades circunvizinhas a rodovia PR-092 são de pequeno porte com população de até 30.000 habitantes. Recomenda-se que seja utilizado o comércio da cidade de Ponta Grossa e Londrina.

Para o descarte de material oriundo da retirada de árvores, defensas e placas inutilizadas e dos serviços de demolição, está sendo indicado deposito da cidade de Wenceslau Braz, nas coordenadas E = 620861.00 m. e N = 7355518.00m. O material oriundo da retirada do pavimento existente terá como destino final o mesmo depósito.

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 22°C. Já no clima "Cfb" temos a ocorrência de verões brandos, com a temperatura média do mês mais quente ficando abaixo de 22°C.

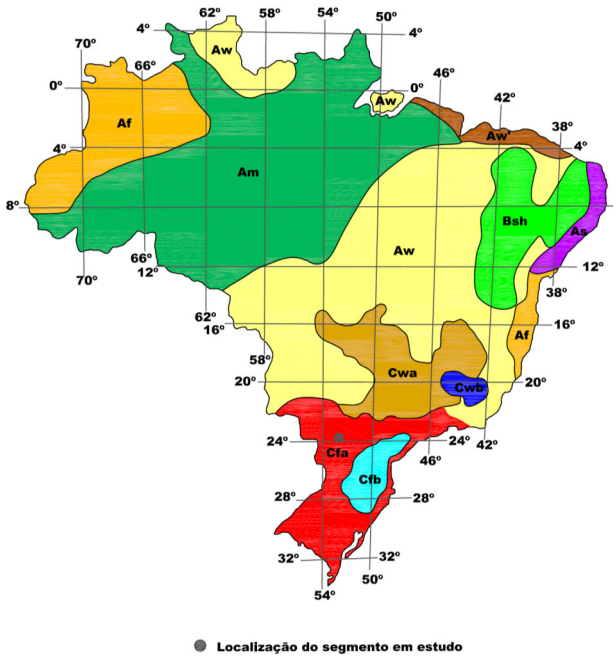


Figura 7.1.1 – Mapa climatológico.

Para uma melhor caracterização do regime climático da região, buscou-se no Sistema de Informações Hidrológicas - "HIDROWEB, pertencente a ANA (Agencia 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 pelo Instituto Águas do Paraná e pela antiga Rede Ferroviária Federal S.A (RFFSA). Quando cadastrados no sistema, os dados destes postos encontram-se incompletos e/ou com séries históricas antigas.

Assim sendo, foram identificados três postos próximos ao segmento em estudo. O primeiro posto Jaguariaíva (2449019) está localizado no município de Jaguariaíva, portanto próximo ao início do segmento, o segundo posto, Conselheiro Zacarias

(2349059), está localizado no município de Santo Antônio da Platina, próximo ao final do segmento, o terceiro posto selecionado foi o Ribeirão do Café (2350043) localizado no município de Pinhalão, de forma geral este posto está localizado próximo no meio do segmento em estudo.

Desta forma, o posto Ribeirão do Café é o que melhor representa a região em estudo, com 1.531,3 mm em aproximadamente 94 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:	Ribeirão do Café	Latitude:	-23.95
Prefixo:	2350043	Longitude:	-50.0167
Município:	Pinhalão	Altitude:	750
Período:	1986 a 2015		

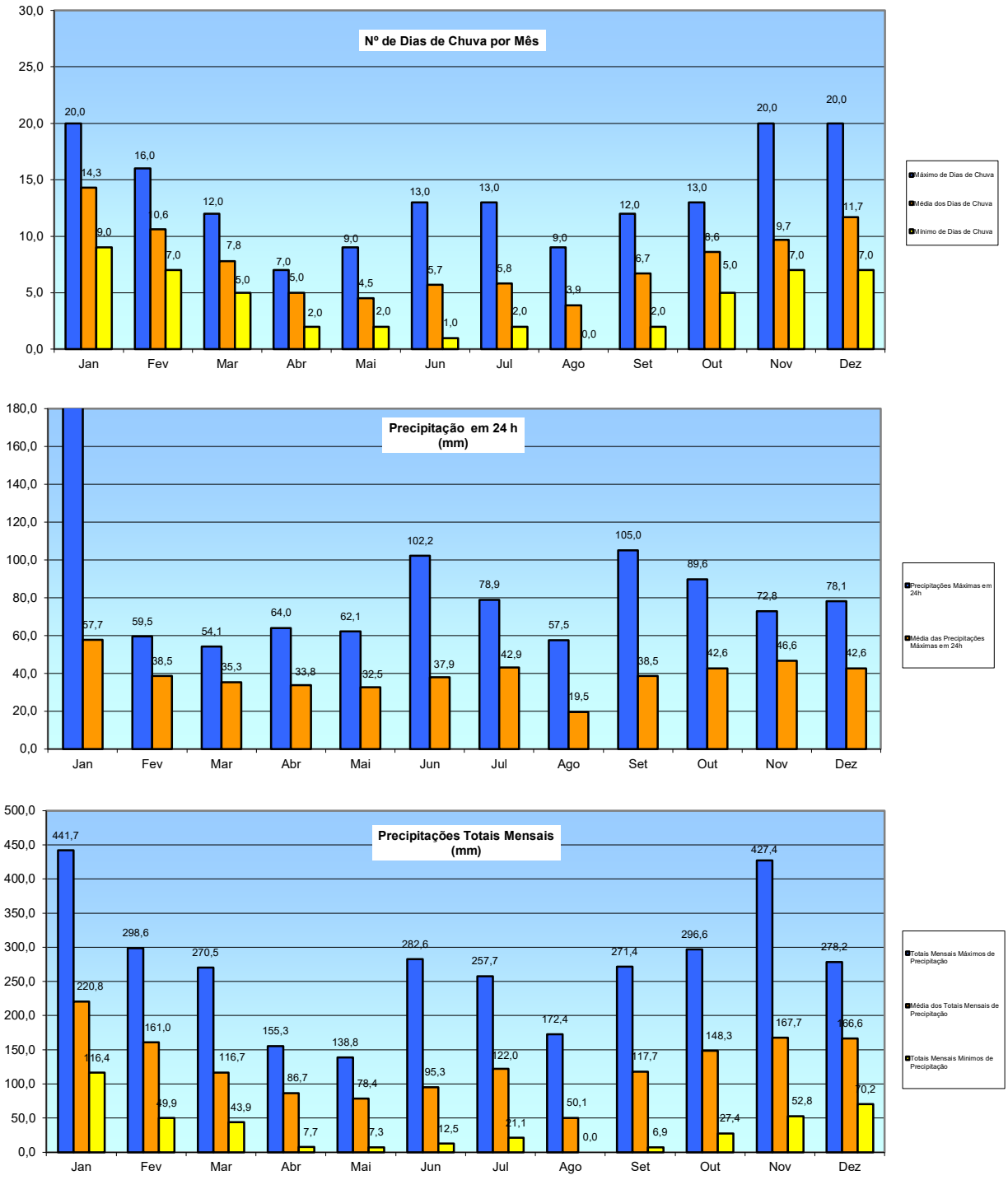


Figura 7.1.2 – Histogramas de precipitações e de número de dias de chuva.

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 à estação de Castro (83813), cujos dados estão apresentados nas Tabelas 7.1.1 a seguir. Esta estação foi selecionada em detrimento das demais por possuir, completa, todas as séries de dados escolhidas.

ÍNDICES CLIMÁTICOS

Posto: 83813 - Castro **Latitude:** -24,78 **Longitude:** -50,00 **Altitude:** 1008,8 **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 (ºC)	Média das Mínimas (ºC)	Máxima Absoluta		Mínima Absoluta		Média Compensada (ºC)			Altura Total (mm)	Máxima em 24 horas			
				Graus	Ano	Graus	Ano					Altura (mm)	Ano		
Janeiro	1014,2	26,8	16,8	33,5	2006	9,1	1985	20,9	84,0	0,7	196,8	137,2	1989	64,3	135,6
Fevereiro	1015,6	26,9	16,6	34,4	2010	6,9	1986	20,7	84,6	0,6	150,3	94,8	2000	58,5	127,9
Março	1016,2	26,4	15,8	33,8	1992	3,9	1987	19,9	84,6	0,6	136,1	68,4	2010	61,7	152,9
Abril	1018,9	24,6	13,7	31,1	2002	0,7	1999	17,9	84,9	0,6	90,7	97,3	2004	55,8	141,0
Maio	1021,2	21,4	9,6	29,0	1997	-2,8	1990	14,3	85,8	0,6	125,3	136,8	1988	52,3	141,1
Junho	1022,7	20,5	7,9	27,4	2000	-4,0	2008	12,9	85,5	0,5	86,2	78,2	1998	49,1	139,9
Julho	1023,5	20,2	7,3	27,8	2006	-5,0	2000	12,5	83,8	0,5	92,1	90,4	1983	58,6	152,7
Agosto	1022,3	22,1	8,1	32,2	1994	-3,8	1984	13,9	81,8	0,5	68,1	67,6	1998	71,1	152,4
Setembro	1020,2	22,3	10,4	33,9	1988	-3,2	2006	15,3	82,2	0,6	132,2	98,8	1983	65,8	124,3
Outubro	1017,9	24,4	12,9	33,0	2007	1,4	1986	17,6	82,2	0,6	148,8	81,0	2001	66,9	128,2
Novembro	1015,3	25,8	14,4	35,3	1985	3,7	2006	19,2	80,1	0,6	123,2	112,4	1984	76,9	147,9
Dezembro	1014,4	26,5	15,6	32,9	1998	6,6	1986	20,2	81,2	0,6	135,6	111,8	2003	73,6	134,2
Ano	**1.018,5**	**24,0**	**12,4**	**35,3**	**nov/85**	**-5,0**	**jul/00**	**17,1**	**83,4**	**0,6**	**1.485,4**	**137,2**	**jan/89**	**754,6**	**1.678,1**

Fonte de Informação: NORMAIS CLIMATOLÓGICAS - 1981 a 2010
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Instituto Nacional de Meteorologia

Tabela 7.1.1 – Normais climatológicas - Posto Maringá.

7.3 ORGANIZAÇÃO E PRAZOS

O Prazo previsto para a execução das obras é de 9 meses (aproximadamente 270 dias), 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-092 definida para os 16 (dezesseis) segmentos priorizados para implantação de terceira faixas está diretamente ligada ao aumento do 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-092 exigindo esforços adicionais quanto a mobilização de frentes de serviços, sinalização de obras e controles de qualidade necessários.

Destaca-se que a metodologia de execução da obra 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-092 otimizando-se o andamento das diversas etapas previstas no projeto visando o cumprimento do prazo previsto.

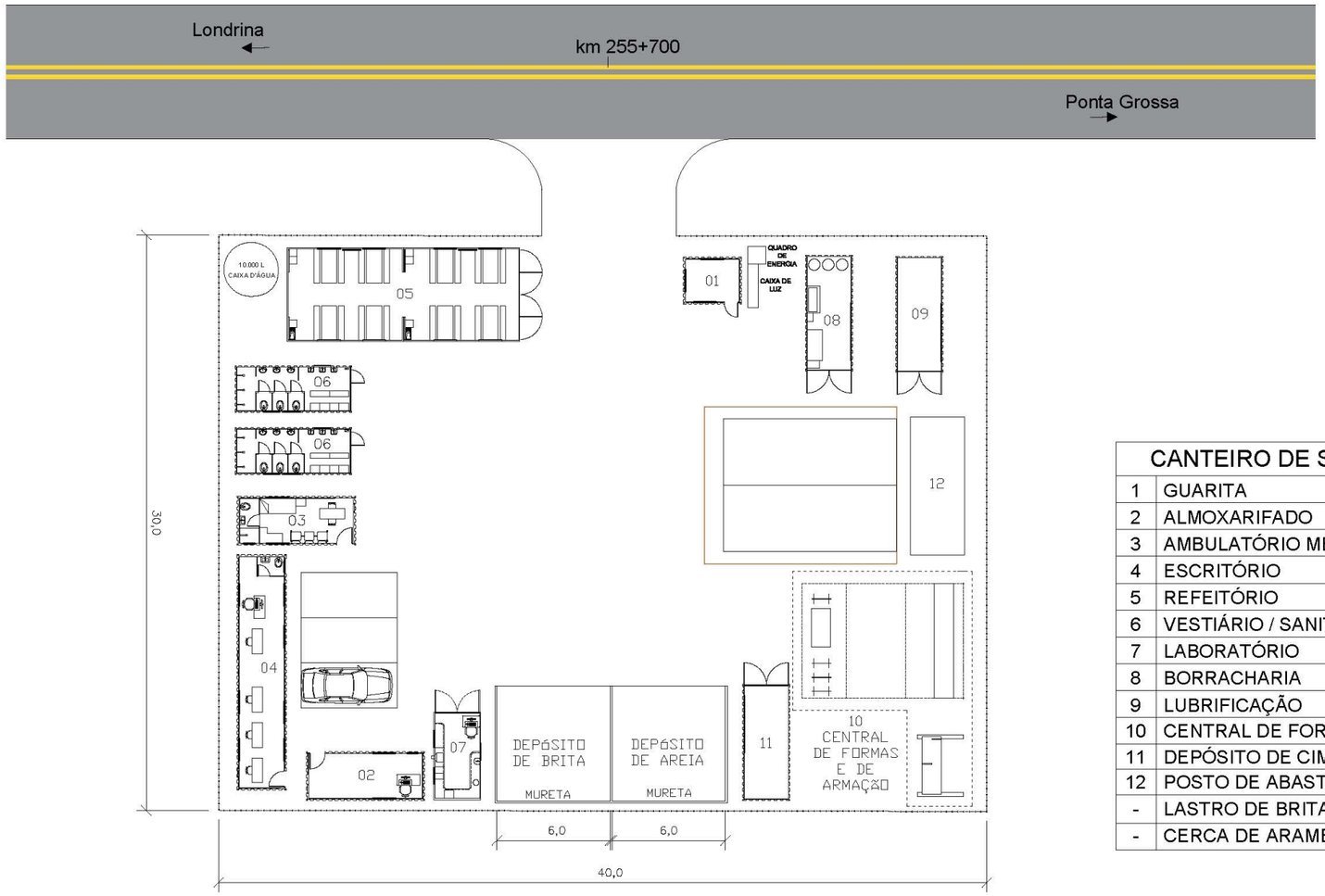
7.3.1 Esquema dos canteiros de obras

Para a instalação do canteiro de obras foram previstas a utilização de uma área livre com 1.200 m², com localização no km 255,7 localizado na cidade de Wenceslau Braz.

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	AJDA	LFTS	DSTP	18/12/2020	-	-
A	EMISSÃO INICIAL	AJDA	LFTS	DSTP	10/12/2020	-	-
	REVISÃO					DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	

NOTA

PROJETO: FAPEU

RESP. TÉCNICO	CREA
ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA	251035806-5
PROJETISTA: ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA	18/12/2020
DESENHISTA: MARCELO DIAS DOS SANTOS	18/12/2020

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANA

RODOVIA PR-092 - km 200+190 ao km 300+327
PLANO DE EXECUÇÃO DAS OBRAS
CROQUI DE SUGESTÃO DO CANTEIRO DE OBRAS-01

DATA: 18/12/2020
ESC.: Sem Escala
FOLHA: 0001/0001
REV.: B

CÓDIGO: DE-E-PR-092-200-327-06-PO-09-0001-B

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 9 meses.

CRONOGRAMA FÍSICO

SERVIÇO	MESES / DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
1 - PROJETO DE ENGENHARIA PARA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE E SEGURANÇA DA RODOVIA												
TERRAPLENAGEM		10,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	10,00%					
PAVIMENTAÇÃO	7,50%	10,00%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	7,50%			
LIGANTES BETUMINOSOS	10,00%	15,00%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%				
DRENAGEM	5,00%	15,00%	17,00%	18,00%	16,00%	15,00%	14,00%					
SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA		12,00%	14,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	11,00%			
02 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO												
MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	25,00%	15,50%	8,50%	8,50%	8,50%	8,50%	8,50%	8,50%	8,50%			

RODOVIA : PR-092

TRECHO : AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A)

EXTENSÃO : 127,11 km

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 a 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-092.

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.

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 ao depósito localizado na cidade de Wenceslau Braz, conforme quadro de DMT apresentado no Volume IV – 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-092, 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 do canteiro às margens da rodovia PR-092 no km 255,70.

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, 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 7.1.19 a seguir.

Tabela 7.1.5 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0101.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0101		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	**COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S**	**COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS**
LAT = - 23º24'01,27956" LONG = - 50º02'17,85661"	N = 7411832,325 E = 598267,270 ELEV. ELIPSOIDAL = 511,387 ELEV. ORTOMETRICA = 514,897	Y = 7411832,325 X = 598267,270

Tabela 7.1.6 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0102.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0102		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	**COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S**	**COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS**
LAT = - 23º24'26,21971" LONG = - 50º02'11,17662"	N = 7411064,038 E = 598451,759 ELEV. ELIPSOIDAL = 514,996 ELEV. ORTOMETRICA = 518,476	Y = 7411064,038 X = 598451,759

Tabela 7.1.7 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0103.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0103		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º27'28,22465" LONG = - 49º59'51,53656"	N = 7405439,488 E = 602376,335 ELEV. ELIPSOIDAL = 542,224 ELEV. ORTOMETRICA = 545,474	Y = 7405439,488 X = 602376,335

Tabela 7.1.8 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0104.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0104		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º32'48,23288" LONG = - 49º54'40,57868"	N = 7395533,313 E = 611124,686 ELEV. ELIPSOIDAL = 654,476 ELEV. ORTOMETRICA = 657,326	Y = 7395533,313 X = 611124,686

Tabela 7.1.9 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0105.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0105		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º37'14,21446" LONG = - 49º50'40,42501"	N = 7387299,371 E = 617868,202 ELEV. ELIPSOIDAL = 681,111 ELEV. ORTOMETRICA = 683,621	Y = 7387299,371 X = 617868,202

Tabela 7.1.10 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0106.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0106		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º46'07,47332 LONG = - 49º47'49,76381"	N = 7370857,899 E = 622566,242 ELEV. ELIPSOIDAL = 727,749 ELEV. ORTOMETRICA = 729,469	Y = 7370857,899 X = 622566,242

Tabela 7.1.11 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0107.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0107		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º47'57,91748" LONG = - 49º47'23,99960"	N = 7367454,704 E = 623266,629 ELEV. ELIPSOIDAL = 737,813 ELEV. ORTOMETRICA = 739,373	Y = 7367454,704 X = 623266,629

Tabela 7.1.12 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0108.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0108		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º53'54,98505" LONG = - 49º49'14,13297"	N = 7356498,365 E = 620058,339 ELEV. ELIPSOIDAL = 761,569 ELEV. ORTOMETRICA = 762,499	Y = 7356498,365 X = 620058,339

Tabela 7.1.13 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0109.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0109		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23º55'50,2272" LONG = - 49º48'47,5521"	N = 7352947,207 E = 620780,263 ELEV. ELIPSOIDAL = 796,07 ELEV. ORTOMETRICA = 796,830	Y = 7352947,207 X = 620780,263

Tabela 7.1.14 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0110.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0110		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 24º00'46,83469" LONG = - 49º49'34,80977"	N = 7343835,541 E = 619368,240 ELEV. ELIPSOIDAL = 818,744 ELEV. ORTOMETRICA = 818,914	Y = 7343835,541 X = 619368,240

Tabela 7.1.15 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0111.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0111		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 23°51'44,898197" LONG = - 49º48'08,049132	N = 7360483,860 E = 621961,010 ELEV. ELIPSOIDAL = 446,260 ELEV. ORTOMETRICA = 445,490	Y = 7360483,860 X = 621961,010

Tabela 7.1.16 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0112.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0112		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 24º07'42,443907" LONG = - 49º50'13,098073"	N = 7331061,042 E = 618180,584 ELEV. ELIPSOIDAL = 876,593 ELEV. ORTOMETRICA = 875,843	Y = 7331061,042 X = 618180,584

Tabela 7.1.17 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0113.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0113		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 24°11'24,146115" LONG = - 49°47'20,221118"	N = 7324200,343 E = 623001,730 ELEV. ELIPSOIDAL = 943,395 ELEV. ORTOMETRICA = 942,215	Y = 7324200,343 X = 623001,730

Tabela 7.1.18 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0114.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0114		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 24°13'52,776275" LONG = - 49°44'55,109084"	N = 7319592,479 E = 627055,227 ELEV. ELIPSOIDAL = 945,839 ELEV. ORTOMETRICA = 944,459	Y = 7319592,479 X = 627055,227

Tabela 7.1.19 – Dados analíticos marco: ANYX-M-0115.

NOME DO MARCO: ANYX-M-0115		
DADOS ANALÍTICOS		
COORDENADAS GEODÉSICAS	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000 - FUSO 22S	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS
LAT = - 24º12'59,4427" LONG = - 49º46'19,2768"	N = 7321254,077 E = 624695,557 ELEV. ELIPSOIDAL = 931,34 ELEV. ORTOMETRICA = 930,000	Y = 7321254,077 X = 624695,557

Devem 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.

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 26 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 pintura de ligação.

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.

Os segmentos de projeto foram contemplados com aplicação da técnica de reciclagem, sendo previstos os serviços de reciclagem com espuma asfáltica e incorporação do revestimento asfáltico à base com adição de cimento e brita, camada de reforço de Geogrelha flexível de poliéster de alta tenacidade e C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero com espessura de 10,0 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 o 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-092 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 nº 02: Sinalização de Obras - Bloqueio do Acostamento - Pista Simples (1 faixa por sentido) e o Projeto - Tipo nº 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 30ºC ou abaixo dos 3ºC, 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 165ºC ou superior a 180ºC.

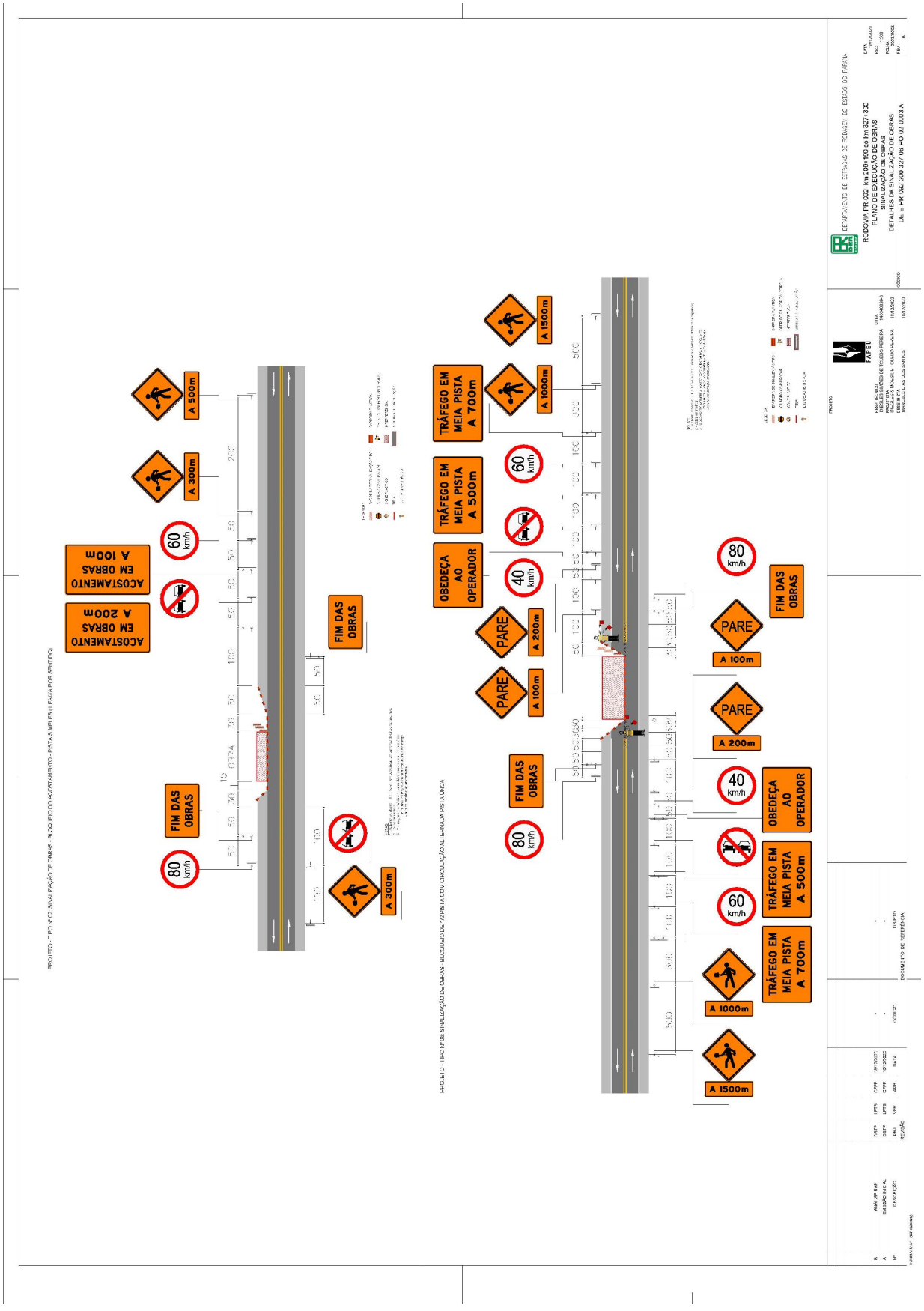
As placas de sinalização vertical deverão ser encomendadas ou confeccionadas de acordo com os padrões apresentados no projeto executivo.

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.

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.

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 31/05	Fresagem a frio
DER/PR ES-P 32/05	Reciclagem de Pavimento a Frio "In Situ" com Espuma de Asfalto
DER-SP-ET-DE-P00/043	Geogrelha
EC-01	Desconfinamento Lateral de Bordo do Pavimento
EC-02	Remoção Mecanizada de Camada Granular

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 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-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
EC-04	Remoção de Defensas Metálicas

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 11/18	Demolição de Dispositivos de Concreto
DER/PR ES-OC 13/18	Meios-fios
DER/PR ES-T 01/18	Serviços Preliminares
DER/PR ES-D 04/18	Alvenaria pedra de mão argamassada

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 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 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-092.

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	7512726-1
ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS	ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA	251035806-5	7556629-9
ESTUDOS GEOTÉCNICOS	DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA	140340090-3	7512726-1
PROJETO GEOMÉTRICO	DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA	140340090-3	7512726-1
PROJETO DE DRENAGEM	ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA	251035806-5	7556629-9
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA	140340090-3	7512726-1
PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA	DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA	140340090-3	7512726-1
ORÇAMENTO E PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA	ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA	251035806-5	7556629-9

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-092.

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 Drenagem, Projeto de Pavimentação, Projeto de Sinalização e Segurança Viária, Orçamento e Plano de Execução da Obra** e pelo(s) estudo(s) **Estudos de Tráfego, Capacidade e Segurança, Estudos Topográficos e Cadastrais e Estudos Geotécnicos**, e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária – FAPEU por meio do seu corpo técnico, aqui representado pelo seu responsável técnico e coordenador técnico do projeto da PR-092, 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, pelos quais assumimos total responsabilidade.

Por ser a expressão da verdade firmo à presente para que surta os efeitos legais.

Florianópolis, 18/12/2020.

DIEGLES SIMÕES DE TOLEDO PEREIRA
CREA 140340090-3

DECLARAÇÃO

Eu, Engº **ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA** portador do registro no CREA Nacional nº 251035806-5, 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, aqui representado pelo seu coordenador técnico do projeto da PR-092, 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, pelos quais assumimos total responsabilidade.

Por ser a expressão da verdade firmo à presente para que surta os efeitos legais.

Florianópolis, 18/12/2020.

ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA
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: JA691517 GESSICA SEBERINO PE.

11.4 CÓPIA DA ART DE COORDENAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO E COMPROVANTES DE PAGAMENTO

Apresentam-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: 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:
Código:
Finalidade: Infra-estrutura

4. Atividade Técnica

Coordenação	Direção	Estudo		Planejamento	
Gestão de Projetos	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Direção	Planejamento		Execução	
Coordenação de Projetos	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Análise	Projeto		Orçamento	
Rodovia	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Análise	Avaliação		Projeto	
Geotecnia	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Análise	Restauração		Projeto	
Pavimentação Asfáltica	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilograma(s)		
Coordenação	Análise	Especificação		Projeto	
Sinalização	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Fiscalização	Elaboração	Desenho Técnico		Projeto	
Traçado viário - projeto geométrico	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Análise	Padronização		Projeto	
Defensa em rodovia	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Análise	Dimensionamento		Projeto	
Drenagem	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Análise	Mensuração		Planejamento	
Tráfego	Dimensão do Trabalho:	492,28	Quilômetros(s)		
Coordenação	Levantamento	Detalhamento		Memorial Descritivo	
Fotogrametria	Dimensão do Trabalho:	560,40	Hectare(s)		
Coordenação	Levantamento	Detalhamento		Memorial Descritivo	
Serviço topografico Planialtimétrico	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
045.906.876-82

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANÁ 101 534-0
76.669.324/0001-89

Rui Cezar Quadros Assac
- DER/PI

Luiz Carlos de Cristo
Diretor Técnico - DER/PR
RG 612.713-4 - CREA/PR-5127/D

CORPORATE

CobranÃ§a / TÃ-tulos

G3322211217064251
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.

CORPORATE

CobranÃ§a / TÃ-tulos

G332221121706425 1
22/09/2020 11:42:00

```
22/09/2020    -  BANCO  DO  BRASIL  -    11:42:01
358203582                                     0001

     COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: UFSC PROJ EXTENSAO
AGENCIA: 3582-3          CONTA:        203.142-6
================================================
CAIXA ECONOMICA FEDERAL
------------------------------------------------
10490511529500210044400037522081839200000088 78
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                            92.206
DATA DE VENCIMENTO                   28/09/2020
DATA DO PAGAMENTO                    22/09/2020
VALOR DO DOCUMENTO                        88,78
VALOR COBRADO                             88,78
================================================
NR.AUTENTICACAO            C.D5B.FA4.B97.ECC.154
================================================
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
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC

ART OBRA OU SERVIÇO
25 2020 **7556629-9**
Inicial
Equipe - ART 7478926-3

1. Responsável Técnico

ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA
Título Profissional: Engenheiro Civil
RNP: 2510358065
Registro: 111583-0-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:	127,11	Quilômetros(s)
Elaboração	Análise	Dimensionamento		Projeto
Drenagem		Dimensão do Trabalho:	127,11	Quilômetros(s)
Estudo	Levantamento	Detalhamento		Memorial Descritivo
Fotogrametria		Dimensão do Trabalho:	154,40	Hectare(s)
Estudo	Levantamento	Detalhamento		Memorial Descritivo
Serviço topografico Planialtimétrico		Dimensão do Trabalho:	154,40	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-092

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: 03/11/2020 | Registrada em: 21/10/2020
Valor Pago: R$ 88,78 | Data Pagamento: 23/10/2020 | Nosso Número: 14002004000427239
. 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.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 21 de Outubro de 2020

ADOSINDRO JOAQUIM DE ALMEIDA
010.866.179-24

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO PARANA

CORPORATE

CobranÃ§a / TÃ-tulos

G3312313358399001
23/10/2020 13:40:16

```
23/10/2020    -  BANCO  DO  BRASIL  -   13:40:14
358203582                                    0001

     COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: UFSC PROJ EXTENSAO
AGENCIA: 3582-3          CONTA:        203.142-6
================================================
CAIXA ECONOMICA FEDERAL
------------------------------------------------
10490511529500210044400042723973384280000008878
BENEFICIARIO:
CREA-SC
NOME FANTASIA:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
BENEFICIARIO FINAL:
CREA-SC
CNPJ: 82.511.643/0001-64
PAGADOR:
FUNDACAO DE AMPARO A PESQ E EXTENSA
CNPJ: 83.476.911/0001-17
------------------------------------------------
NR. DOCUMENTO                          102.302
DATA DE VENCIMENTO                  03/11/2020
DATA DO PAGAMENTO                   23/10/2020
VALOR DO DOCUMENTO                       88,78
VALOR COBRADO                            88,78
================================================
NR.AUTENTICACAO           B.2F8.48A.49D.31B.357
================================================
Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades.
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC BB
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes, 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-092, no trecho: AC. IV JAGUARIAÍVA - ENTR. BR-153 (A) correspondentes aos segmentos definidos entre o km 200+190 ao km 327+300, é composto por 309 páginas, numeradas sequencialmente a partir do ÍNDICE, sendo esta a última página do relatório.

Florianópolis, 18 de dezembro de 2020.

Diegles Simões de Toledo Pereira

CREA 140340090-3