GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER

RELATÓRIO DE PROJETO
DUPLICAÇÃO DA RODOVIA PR-445
km 0+000 ao Acesso à Lerroville

LOCAL: **MAUÁ DA SERRA/PR À LERROVILLE/PR**

TRECHO: **km 0+000 AO km 26+800**

FASE: **PROJETO EXECUTIVO**

EXTENSÃO: **26,800 km**

VOLUME 1

RELATÓRIO DE PROJETOS

TOMO I

ENGEFOTO

DER PARANÁ

AGOSTO / 2021

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM - DER

RELATÓRIO DE PROJETO
DUPLICAÇÃO DA RODOVIA PR-445
km 0+000 ao Acesso à Lerroville

LOCAL: **MAUÁ DA SERRA/PR À LERROVILLE/PR**

TRECHO: **km 0+000 AO km 26+800**

FASE: **PROJETO EXECUTIVO**

EXTENSÃO: **26,800 km**

VOLUME 1

RELATÓRIO DE PROJETOS

TOMO I

Revisão	Data	Descrição
00	27/11/2020	Emissão inicial
01	12/08/2021	Alteração de Projeto no Acesso à Lerroville

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO 3
2 MAPA DE SITUAÇÃO 5
3 RESUMO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS 6
3.1 PARÂMETROS E PREMISSAS DO PROJETO 6
4 ESTUDOS 7
4.1 ESTUDO DE TRAÇADO 7
4.2 ESTUDOS DE TRÁFEGO 8
4.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS 19
4.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 39
4.5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS/GEODÉSICOS 51
4.6 ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO 54
4.7 ESTUDOS GEOTÉCNICOS 58
4.8 ESTUDO DE ESTABILIDADE DE TALUDES 68
4.9 ESTUDO DE INTERFERÊNCIAS 77
5 PROJETOS 79
5.1 PROJETO GEOMÉTRICO 79
5.2 PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E BAIAS PARA ÔNIBUS 87
5.3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM 92
5.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 109
5.5 PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO 140
5.6 PROJETO DE DRENAGEM E OAC 169
5.7 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS 185
5.8 PROJETO DE SINALIZAÇÃO 192
5.9 PROJETO DE PAISAGISMO E OBRAS COMPLEMENTARES E PAISAGISMO 206
5.10 CADASTRO DE INTERFERÊNCIAS 212
5.11 PROJETO DE CONTENÇÃO 213
5.12 PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA 219
6 INFORMAÇÕES DO PROJETO DO PLANO DE EXECUÇÃO DE OBRA 229
6.1 FATORES CONDICIONANTES: 230
6.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA OBRA 231
6.3 DADOS PLUVIOMÉTRICOS OFICIAIS DA REGIÃO 232
6.4 RELAÇÃO ESTIMADA DO PESSOAL TÉCNICO NECESSÁRIO À EXECUÇÃO DAS OBRAS 234
6.5 RELAÇÃO ESTIMADA DO EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS 235

6.6 CANTEIRO DE OBRAS....237
6.7 PLANOS DE ATAQUE DOS SERVIÇOS DA DUPLICAÇÃO....238
6.8 QUADRO DE QUANTIDADES E SERVIÇOS....262
6.9 CANTEIRO DE OBRAS....283
7 ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS....285
8 ESPECIFICAÇÕES DOS INSUMOS....288
9 LISTA PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS....291
9.1 ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS....293
10 TERMO DE ENCERRAMENTO....321

1 APRESENTAÇÃO

O presente volume refere-se aos relatórios do Projeto de Duplicação e Restauração da rodovia PR-445. O trecho em estudo, de acordo com o edital, está compreendido entre o km 0,00 e o km 26,80. Pelos estudos da Geometria, o trecho termina após o acesso a Lerroville, no km 27,100.

O estudo foi desenvolvido de acordo com as normas do DER/PR e DNIT, visando garantir os parâmetros de desempenho preconizados, através de soluções que atendam técnica e economicamente as necessidades e expectativas do contratante.

Rodovia:	PR-445
Segmento:	Subtrecho 01: km 0 ao km 27,1
SREs:	445S0010EPR/ 445S0015EPR/ 445S0017EPR
Extensão da duplicação:	27,10 m
Superintendência DER/PR	Regional Norte

Localização do empreendimento:

O Segmento 1 está localizado na região Norte Central do estado do Paraná, sob a Fiscalização da Superintendência Regional Norte do DER-PR, na cidade de Londrina.

Está inserido nos municípios de Mauá da Serra, Tamarana, Marilândia do Sul e Londrina. Inicia no entroncamento com a BR-376, no km 0, e termina no acesso a Lerroville (distrito da cidade de Londrina), no km 27,1.

O início do trecho situa-se em média 23°54'27.09" de latitude Sul e 51º11'32.66" de longitude Oeste e altitude de 1094 m acima do nível do mar.

Dados do Contrato

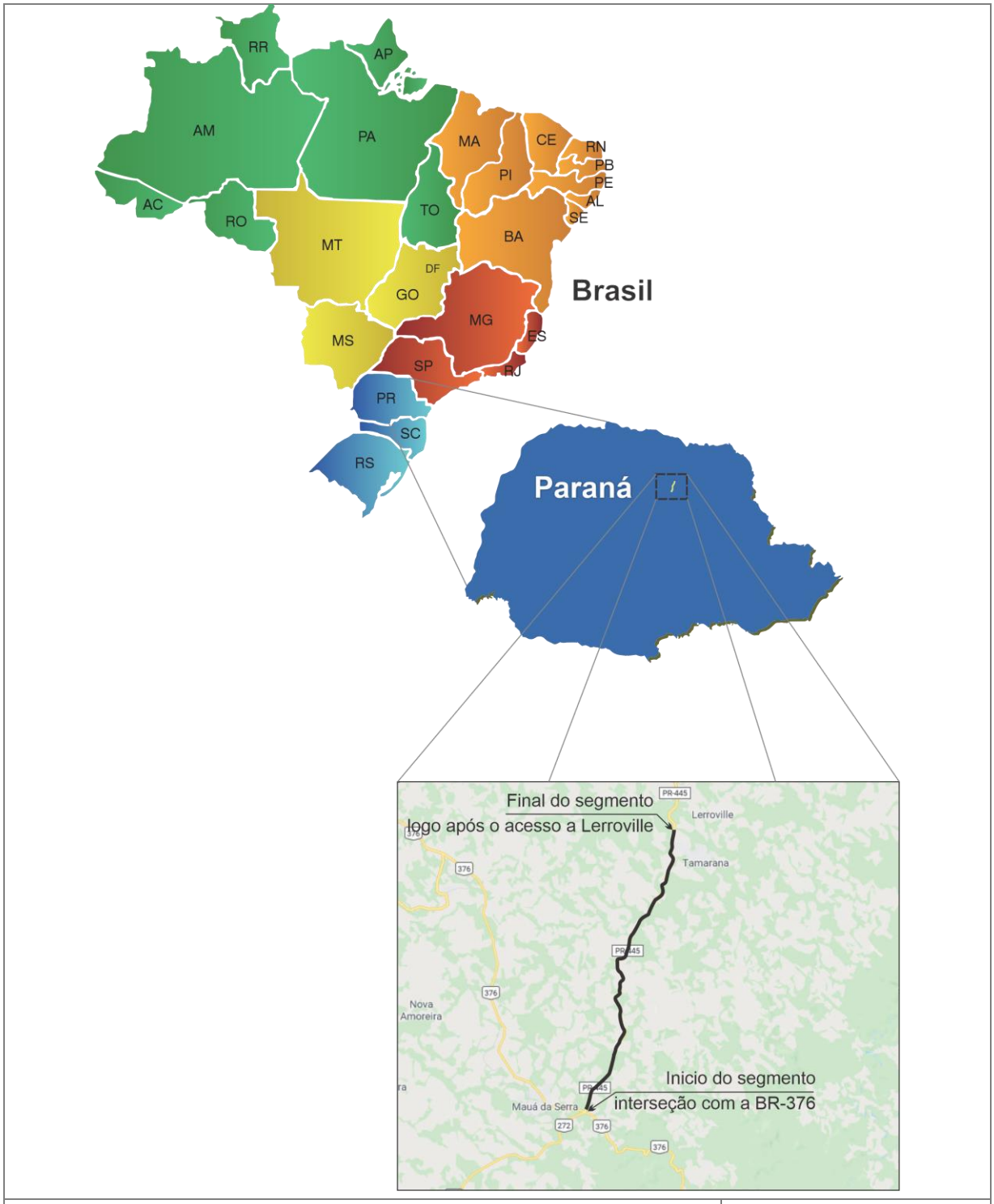
- Número: 028/2020
- Data da Assinatura: 01/04/2020

Ordem de Serviço

- Número: 008/2020
- Data da OS: 01/05/2020
- Prazo Contratual: 12 meses

Na figura a seguir é apresentado o mapa de situação com identificação do empreendimento.

2 MAPA DE SITUAÇÃO



Rodovia: PR-445 Segmento: Subtrecho 01- km 0 ao km 27,1 Extensão: 27.100 km	**MAPA DE SITUAÇÃO**

3 RESUMO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

O projeto objetivou definir um traçado que melhor se adaptasse às condições do relevo local, otimizando as soluções de geometria, terraplanagem e demais etapas. Todos os critérios geométricos adotados visam atender as normas vigentes, propiciando níveis de segurança e conforto adequados.

No início do trecho, a pista duplicada se mantém do lado esquerdo da pista existente até aproximadamente o km 10. A partir deste trecho a pista se mantém do lado direito por aproximadamente cinco quilômetros, até o aproximadamente o km 15.

Está mudança de lado de implantação ocorre pela topografia neste trecho se mostrar mais favorável do lado direito, evitando locais com grandes volumes de aterro.

A partir do km 15 até o final do trecho, km 26,8, o traçado se mantém do lado esquerdo da pista existente.

3.1 PARÂMETROS E PREMISSAS DO PROJETO

Os parâmetros adotados para o desenvolvimento do traçado da linha geral do projeto estão listados abaixo:

- Classe da rodovia: Classe I – A (classificação do DNIT);
- Velocidade mínima de projeto: 80 km/h;
- Veículo de Projeto: Bitrem de 9 eixos = 25 m
- Largura da pista: 7,20 m (duas faixas de 3,60 m);
- Largura do acostamento externo: 2,50 m;
- Largura da faixa de segurança interna: canteiro 0,60 m e barreira 1,00 m;
- Largura do canteiro central: 7,8 m (grama);
- Largura da faixa de domínio da rodovia: 60 m;
- Raio Mínimo: 230 m;
- Superelevação máxima: 8%;
- Superlargura máxima: 0,80 m;
- Rampa máxima: 6,00%

4 ESTUDOS

4.1 ESTUDO DE TRAÇADO

Para definição do lado da pista duplicada, foi estudado a topografia mais favorável para otimizar a movimentação de materiais.

No subtrecho 01, a pista projetada se mantém na sua maior parte pelo lado esquerdo da rodovia, alternando o lado direito apenas uma vez, próximo ao km 10,7, e retornando para o lado esquerdo próximo ao km 14,8, mantendo o lado que o relevo que apresenta as melhores condições.

Segue abaixo os estudos dos pontos mais críticos, onde foram estudadas alternativas para o projeto.

Os pontos mais críticos estudados foram:

- Início do trecho até o km 3+200, redução do canteiro central para 7 m, trecho em grama de 5,80 m, para evitar o atingimento a residência lindeira a rodovia. A última estufa de tomate está invadindo a faixa de domínio, com isso, será indicado remoção;
- Mudança de lado da duplicação, aproximadamente do km 10,7 ao km 14,8 para evitar pontos em aterro em áreas verdes;
- Variante do km 21, este trecho atualmente apresenta um traçado sinuoso, sendo uma sequência de curvas propícias a acidentes. Para melhorar o conforto e segurança do usuário foi projetado uma variante melhorando significativamente a geometria.

Para regularização da rampa, será necessário a demolição de aproximadamente 600 m de pavimento existente no encaixe com o pavimento novo, este trecho também terá grandes movimentações de materiais.

4.2 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Estes trabalhos serão desenvolvidos conforme as seguintes etapas:

4.2.1 Pesquisa de Tráfego

Realização de pesquisas de Contagem Volumétrica Classificada em dois pontos de contagem em seção da pista da PR-445, direcionai e classificatórias, localizados um em cada segmento de projeto, os quais serão objetos de aprovação prévia. Estas contagens deverão cobrir um período de sete dias consecutivos, 24 horas por dia.

Realização de pesquisas de Contagem Volumétrica Classificada nos principais locais de interseção, com duração de três dias, com oito horas, nas quais estarão incluídos os horários de pico dos respectivos dispositivos. Estas contagens serão realizadas em quatro locais, onde serão projetadas interseções em desníveis, conforme se segue:

- km 25,5 - acesso a Tamarana;
- km 40,75 - entroncamento com a PR-538, acesso a Guaravera;
- km 49,9 - entroncamento com a PR-532 acesso a Taquarana.

As contagens dos veículos foram realizadas com a utilização de câmeras que atuam no campo infravermelho (visão noturna), com pós-processamento em escritório.

4.2.2 Estudos de tráfego

Estudos de capacidade com a utilização do SOFTWARE HCS7 da MC Trans nas seções da PR-445 e para os dispositivos de interseção utilizando o software SIDRA.

Elaboração das tabelas com os volumes de tráfego, por tipo de veículo, para diversos períodos de análise, incluindo:

a) Ano de contagem,

b) Ano de abertura ao tráfego e.

c) Anos previstos para a vida útil de projeto, para todas as interseções,

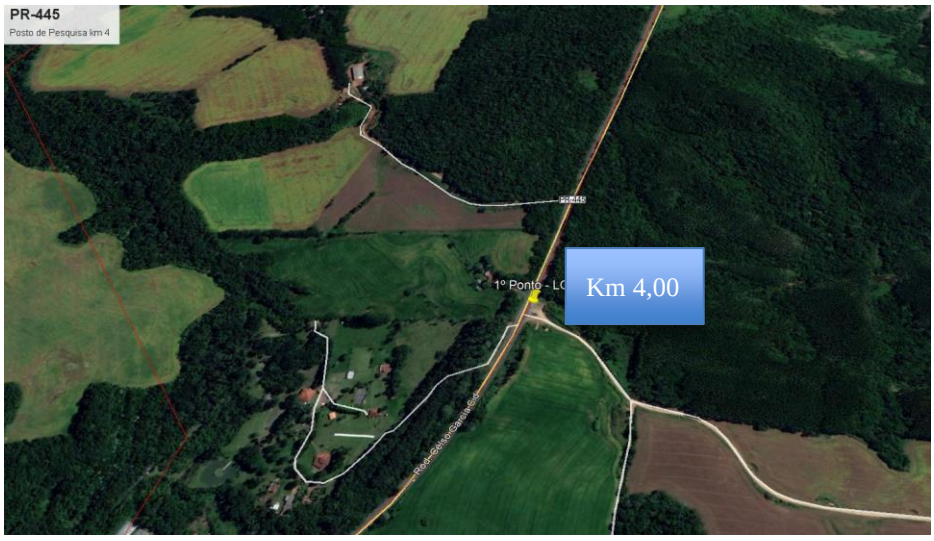
d) Elaboração dos fluxogramas de tráfego.

e) Determinação dos fatores de carga aplicáveis, segundo a metodologia ASHTO e USACE, os quais aplicados aos volumes de frota, determinando os parâmetros de tráfego (Número “N”), para o dimensionamento do pavimento.

4.2.2.1 Contagem Volumétrica Classificada de Veículos – CVC

Para conhecimento do fluxo de veículos atual foram realizadas contagens volumétricas classificadas de veículos – CVC na PR-445, durante de 7 dias e 24 horas/dia, no Km 4 – Coordenadas Latitude -23.878207° e Longitude -51.171945°

A figura a seguir ilustra está posto de pesquisa



4.2.2.2 Resultados das Pesquisas

Os resultados das Pesquisas de Contagem Volumétrica Classificada de 7 dias e 24 horas/dia no km 4,00 da PR-445 que representa o VMD 2020 do segmento entre os km 0,00 e 26,80 estão apresentados dia a dia a cada 15 minutos no capítulo 9 – ANEXOS ao final deste relatório e os dados consolidados na semana estão apresentados nas tabelas a seguir:

a. Sentido Norte – Sul (Londrina – Mauá da Serra)

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras — POSTO 1 LG — PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR-445 km 4

Sentido Norte-Sul Pesquisador José Hélio Digitacao Carolini

Classe DNIT		Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C	2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C	4CD	4CB	3S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3P5	3Q6	3M6	Especial	Motos
Categoria		1	2	2a	3	4		4a	5	6		6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																						
Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos		ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos		ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas
1	sábado, 18 de julho de 2020	972	90	4	2	57	1	0	1	60	7	0	56	1	122	41	0	0	3	4	1	60
2	domingo, 19 de julho de 2020	737	50	0	0	60	4	1	0	18	3	0	26	0	57	27	0	0	0	0	0	171
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	1030	120	3	7	83	0	0	0	47	1	0	76	2	93	38	0	0	1	1	0	47
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	946	133	0	4	103	0	0	0	27	5	0	57	0	160	44	0	0	1	7	0	23
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	1094	154	0	9	122	0	0	0	48	0	0	98	0	200	95	2	0	0	0	0	43
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	862	163	1	5	102	1	0	0	36	0	11	64	0	86	39	0	0	4	0	0	40
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	1460	182	7	10	105	3	10	0	58	0	12	96	8	138	64	0	0	4	0	0	43
Total	VMD semana	1013	127	2	5	90	1	2	0	42	2	3	68	2	122	50	0	0	2	2	0	61

b. Sentido Sul-Norte (Mauá da Serra – Londrina)

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras — POSTO 1 LG — PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR-445 km 4

Sentido Sul-Norte Pesquisador José Hélio Digitacao Carolini

Classe DNIT		Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C	2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C	4CD	4CB	3S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3P5	3Q6	3M6	Especial	Motos
Categoria		1	2	2a	3	4		4a	5	6		6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																						
Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos		ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos		ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas
1	sábado, 18 de julho de 2020	1061	88	1	6	52	0	1	0	13	0	2	49	0	62	20	3	0	0	0	0	57
2	domingo, 19 de julho de 2020	1068	44	0	5	73	1	0	0	4	2	1	13	2	63	21	1	0	0	0	0	206
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	1180	232	2	13	96	0	1	0	28	1	4	89	1	97	2	0	0	1	0	0	35
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	1102	120	0	7	91	2	2	0	28	2	4	37	13	142	15	2	5	1	2	0	28
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	1232	196	0	5	134	0	0	0	67	0	0	26	0	84	44	6	1	1	0	0	19
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	941	140	7	10	119	9	2	1	29	1	5	103	2	143	53	16	2	6	0	0	34
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	1417	215	0	0	97	0	0	0	33	7	3	43	69	96	31	2	0	3	0	0	34
Total	VMD semana	1143	148	1	7	95	2	1	0	29	2	3	51	12	98	27	4	1	2	0	0	59

c. Seção da PR-445, entre os km 0,00 e 26,80 – Ambos os sentidos de fluxo

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras — POSTO 1 LG — PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR-445 km 4

Sentido AMBOS Pesquisador José Hélio Digitacao Carolini

Classe DNIT		Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C	2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C	4CD	4CB	3S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3P5	3Q6	3M6	Especial	Motos
Categoria		1	2	2a	3	4		4a	5	6		6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																						

Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos		ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos		ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas
1	sábado, 18 de julho de 2020	2033	178	5	8	109	1	1	1	73	7	2	105	1	184	61	3	0	3	4	1	117
2	domingo, 19 de julho de 2020	1805	94	0	5	133	5	1	0	22	5	1	39	2	120	48	1	0	0	0	0	377
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	2210	352	5	20	179	0	1	0	75	2	4	165	3	190	40	0	0	2	1	0	82
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	2048	253	0	11	194	2	2	0	55	7	4	94	13	302	59	2	5	2	9	0	51
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	2326	350	0	14	256	0	0	0	115	0	0	124	0	284	139	8	1	1	0	0	62
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	1793	303	8	15	221	10	2	1	65	1	16	167	2	229	92	16	2	10	0	0	74
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	2887	397	7	10	202	3	10	0	91	7	15	139	77	234	95	2	0	7	0	0	77
Total	VMD semana	2157	275	4	12	185	3	2	0	71	4	6	119	14	220	76	5	1	4	2	0	120

4.2.3 Definição do Volume médio diário (VMD)

A definição do tráfego atual nas seções analisadas e interseções foi feita a partir dos volumes atuais (conforme as pesquisas realizadas), corrigidos pelos dados da Praça de Pedágio de Ortigueira.

4.2.3.1 Correção da semana de pesquisa para o mês de julho

Com os dados mensais de fluxo de veículos foi calculado o Fator de Sazonalidade Semanal (Fss).

Foram calculados os volumes da Praça de Ortigueira na semana correspondente à da pesquisa da PR-445. Obteve-se o Volume Médio Diário de Julho/2019 e foi calculada a relação com o Volume Médio Diário da Semana de pesquisa. No caso a pesquisa foi feita na semana de 16 a 22/07/2020 e a semana correspondente em 2019 foi a entre os dias 18/07 e 24/07/2019.

Fsem = VMD julho / VM Semana de pesquisa

Os cálculos por categoria de veículo estão apresentados na tabela a seguir:

Semana 18/07 a 24/07/2019 (equivalente à Semana de Pesquisa em 2020 entre 26/07 a 22/07/2020)																	
Data	CAT. 1	CAT. 2	CAT. 2a	CAT. 3	CAT. 4	CAT.4a	CAT. 5	CAT. 6	CAT. 6a	CAT. 7	CAT. 8	CAT. 10	CAT. 11	CAT. 12	CAT. Esp	CAT. 9	TOTAL
quinta-feira, 18 de julho de 2019	4.004	626	29	22	653	60	1	487	26	330	823	706	3	191	0	42	8.003
sexta-feira, 19 de julho de 2019	5.197	620	30	29	558	78	3	474	29	297	661	637	3	147	0	72	8.835
sábado, 20 de julho de 2019	3.867	349	42	40	293	82	1	303	31	172	510	544	3	173	0	81	6.491
domingo, 21 de julho de 2019	5.633	209	38	30	315	76	2	205	30	122	472	414	0	129	0	98	7.773
segunda-feira, 22 de julho de 2019	4.474	483	35	30	518	76	3	373	27	225	648	517	3	117	0	43	7.572
terça-feira, 23 de julho de 2019	3.511	550	29	29	551	79	2	429	31	266	873	778	0	149	1	38	7.316
quarta-feira, 24 de julho de 2019	3.342	595	21	24	662	47	2	530	25	317	845	734	1	176	1	51	7.373
Média Semana	**4.290**	**490**	**32**	**29**	**507**	**71**	**2**	**400**	**28**	**247**	**690**	**619**	**2**	**155**	**0**	**61**	**7.623**
Média Mês	**3.705**	**495**	**29**	**25**	**512**	**65**	**3**	**396**	**29**	**252**	**667**	**600**	**2**	**142**	**0**	**54**	**6.973**
Relação mês/Semana	**0,864**	**1,011**	**0,897**	**0,841**	**1,009**	**0,913**	**1,371**	**0,989**	**1,021**	**1,019**	**0,966**	**0,970**	**0,886**	**0,916**	**0,000**	**0,886**	**0,915**

4.2.3.2 Correção do fluxo de mês de Julho para o ano de 2020 para o Volume Médio Diário do ano (VMD 2020)

Com os dados mensais de fluxo de veículos foi calculado o Fator de Sazonalidade Mensal (Fsm), como sendo a relação entre o Volume Médio Diário do na de 2019 pelo Volume Médio Diário do mês de julho de 2019

Fsm = VMD ano / VMD julho

Os cálculos por categoria de veículo estão apresentados na tabela a seguir:

MÊS	CAT. 1	CAT. 2	CAT. 2a	CAT. 3	CAT. 4	CAT.4a	CAT. 5	CAT. 6	CAT. 6a	CAT. 7	CAT. 8	CAT. 10	CAT. 11	CAT. 12	CAT. Esp	CAT. 9	TOTAL
MÊS DE JANEIRO DE 2019	6.854	451	31	34	476	103	2	350	25	242	521	426	2	132	0	86	9.735
MÊS DE FEVEREIRO DE 2019	3.613	486	23	21	510	69	3	389	20	245	564	482	1	129	0	69	6.624
MÊS DE MARÇO DE 2019	4.187	466	29	24	478	76	3	371	23	219	505	389	2	111	0	82	6.966
MÊS DE ABRIL DE 2019	3.612	485	26	21	487	72	3	369	25	225	490	385	2	99	0	77	6.377
MÊS DE MAIO DE 2019	2.993	471	23	17	491	57	3	368	28	222	547	457	1	119	0	59	5.858
MÊS DE JUNHO DE 2019	3.139	470	28	18	475	58	4	350	28	222	551	459	2	130	0	75	6.008
MÊS DE JULHO DE 2019	3.705	495	29	25	512	65	3	396	29	252	667	600	2	142	0	54	6.973
MÊS DE AGOSTO DE 2019	3.100	501	26	21	529	57	3	397	27	250	653	567	2	148	0	77	6.358
MÊS DE SETEMBRO DE 2019	3.320	506	31	24	531	59	5	378	33	258	608	499	1	144	0	69	6.466
MÊS DE OUTUBRO DE 2019	3.488	515	30	23	545	57	3	382	35	242	596	462	2	166	0	77	6.623
MÊS DE NOVEMBRO DE 2019	3.961	523	37	25	543	67	4	385	37	238	547	403	1	146	0	102	7.019
MÊS DE DEZEMBRO DE 2019	6.103	501	33	32	490	74	3	360	41	212	475	291	1	117	0	100	8.833
TOTAL DO ANO	4006	489	29	24	506	68	3	375	29	235	560	452	2	132	0	77	6.987
Fator de Sazonalidade Mensal	1,0814	0,9873	1,0015	0,9709	0,9882	1,0439	1,2172	0,9465	1,0046	0,9356	0,8405	0,7524	0,9840	0,9320	0,0000	1,4341	1,0019

4.2.3.3 Correção do VMD de 2020 em função da redução do tráfego pela Pandemia

Devido à queda do fluxo de veículos em razão do distanciamento social e restrições de mobilidade em várias cidades e estados, é necessário também uma correção no fluxo obtido. Esta correção é para regularizar o fluxo VMD anual para uma situação sem a pandemia do CORONAVIRUS.

Para esta correção foram utilizados os dados da Praça de Ortigueira do ano de 2020 no mês de julho. Assim foi feita a correlação entre os fluxos por tipo de veículo no mesmo mês da pesquisa de campo nos meses de 2019 e 2020.

Esta correlação permitiu identificar a variação do tráfego em meio à pandemia.

A tabela a seguir mostra esta variação:

PEDÁGIO DE ORTIGUEIRA BR-376, KM 321																
MÊS	CAT. 1	CAT. 2	CAT. 2a	CAT. 3	CAT. 4	CAT.4a	CAT. 5	CAT. 6	CAT. 6a	CAT. 7	CAT. 8	CAT. 10	CAT. 11	CAT. 12	CAT. Esp	CAT. 9	TOTAL/mês
MÊS DE JULHO DE 2020	2.600	562	9	20	559	4	3	402	14	269	668	536	2	166	0	66	182.269
MÊS DE JULHO DE 2019	3.705	495	29	25	512	65	3	396	29	252	667	600	2	142	0	54	216.169
RELAÇÃO JULHO/2020/JULHO 2019	70%	113%	31%	82%	109%	6%	109%	102%	49%	107%	100%	89%	92%	117%	0%	123%	84%

Assim para a correção do fluxo de veículos na PR-445 foram definidos os fatores destacados acima por categoria de veículo.

4.2.3.4 Definição do VMD 2020

O Volume Médio Diário de 2020 foi feito com a base de dados das pesquisas realizadas corrigidos pelos fatores acima detalhado, obtendo-se os seguintes resultados para a seção entre os km 0,00 e 26,8 – Acesso a Lerroville:

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras — POSTO 1 LG — PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR-445 km 4

Sentido Norte-Sul Pesquisador José Hélio Digitacao Carolini

Classe DNIT		Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C	2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C	4CD	4CB	3S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3P5	3Q6	3M6	Especial	Motos		
Categoria		1	2	2a	3	4		4a	5	6		6a	7		8	10		11	12		Especial	9		
TIPO																								
Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos		ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos		ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas	VMD	VMD UCP
1	sábado, 18 de julho de 2020	972	90	4	2	57	1	0	1	60	7	0	56	1	122	41	0	0	3	4	1	60		
2	domingo, 19 de julho de 2020	737	50	0	0	60	4	1	0	18	3	0	26	0	57	27	0	0	0	0	0	171		
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	1030	120	3	7	83	0	0	0	47	1	0	76	2	93	38	0	0	1	1	0	47		
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	946	133	0	4	103	0	0	0	27	5	0	57	0	160	44	0	0	1	7	0	23		
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	1094	154	0	9	122	0	0	0	48	0	0	98	0	200	95	2	0	0	0	0	43		
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	852	163	1	5	102	1	0	0	36	0	11	64	0	86	39	0	0	4	0	0	40		
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	1460	182	7	10	105	3	10	0	58	0	12	96	8	138	64	0	0	4	0	0	43		
Total	VMD semana	1013	127	2	5	90	1	2	0	42	2	3	68	2	122	50	0	0	2	2	0	61		
Correção Semanal		0,863618687	1,010602301	0,897177419	0,841239722	1,00868696	1,00868696	0,913201192	1,370967742	0,989162857	0,989162857	1,021235208	1,01893692	1,01893692	0,96575251	0,970446249	0,970446249	0,885856079	0,915747421	0,915747421	0	0,886223909		
VMD MES		875	129	2	4	91	1	1	0	42	2	3	69	2	118	48	0	0	2	2	0	54		
Correção Julho/Ano (Sazonalidade Mensal)		1,081375907	0,98734614	1,001473381	0,979946115	0,988214989	0,988214989	1,043862703	1,217240896	0,946541587	0,946541587	1,004592813	0,935584562	0,935584562	0,840463095	0,752371506	0,752371506	0,983975257	0,931974288	0,931974288	0	1,434070958		
Correção 2020 (Fator Pandemia)		1,236	1	1	1,236	1	1	1	1,236	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,236		
VMD 2020		1169	127	2	5	90	1	1	0	39	2	3	64	1	99	36	0	0	2	1	0	96	1742	2080

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras

POSTO 1 LG | PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR-445 | km 4

Sentido Sul-Norte | Pesquisador José Hélio | Digitacao Carolini

Classe DNIT		Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C		2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C		4CD	4CB	3S2		3S3	3D4		3P5	3Q6		Especial	Motos
Categoria		1	2	2a	3	4			4a	5	6			6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																								
Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos			ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos			ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas	VMD	VMD UCP
1	sábado, 18 de julho de 2020	1061	88	1	6	52	0	1	0	13	0	2	49	0	62	20	3	0	0	0	0	57		
2	domingo, 19 de julho de 2020	1068	44	0	5	73	1	0	0	4	2	1	13	2	63	21	1	0	0	0	0	206		
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	1180	232	2	13	96	0	1	0	28	1	4	89	1	97	2	0	0	1	0	0	35		
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	1102	120	0	7	91	2	2	0	28	2	4	37	13	142	15	2	5	1	2	0	28		
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	1232	196	0	5	134	0	0	0	67	0	0	26	0	84	44	6	1	1	0	0	19		
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	941	140	7	10	119	9	2	1	29	1	5	103	2	143	53	16	2	6	0	0	34		
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	1417	215	0	0	97	0	0	0	33	7	3	43	69	96	31	2	0	3	0	0	34		
Total	VMD semana	1143	148	1	7	95	2	1	0	29	2	3	51	12	98	27	4	1	2	0	0	59		
Correção Semanal		0,863618687	1,010602301	0,897177419	0,841239722	1,00868696	1,00868696	0,913201192	1,370967742	0,989162857	0,989162857	1,021235208	1,01893692	1,01893692	0,96575251	0,970446249	0,970446249	0,885856079	0,915747421	0,915747421	0	0,886223909		
VMD MES		987	149	1	6	95	2	1	0	29	2	3	52	13	95	26	4	1	2	0	0	52		
Correção Julho/Ano (Sazonalidade Mensal)		1,081375907	0,98734614	1,001473381	0,970946115	0,988214989	0,988214989	1,043862703	1,217240896	0,946541587	0,946541587	1,004592813	0,935584562	0,935584562	0,840463095	0,752371506	0,752371506	0,983975257	0,931974288	0,931974288	0	1,434070958		
Correção 2020 (Fator Pandemia/Ortiqueira)		70%	113%	31%	82%	109%	109%	6%	109%	102%	102%	49%	107%	107%	100%	89%	89%	92%	117%	117%	100%	123%		
VMD 2020		1521	130	4	7	86	2	13	0	27	2	6	46	11	79	22	4	1	1	0	0	61	**2023**	**2321**

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras

POSTO 1 LG | PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR-445 | km 4

Sentido AMBOS | Pesquisador José Hélio | Digitacao Carolini

Classe DNIT		Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C		2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C		4CD	4CB	3S2		3S3	3D4		3P5	3Q6		Especial	Motos
Categoria		1	2	2a	3	4			4a	5	6			6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																								
Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos			ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos			ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas	VMD	VMD UCP
1	sábado, 18 de julho de 2020	2033	178	5	8	109	1	1	1	73	7	2	105	1	184	61	3	0	3	4	1	117		
2	domingo, 19 de julho de 2020	1805	94	0	5	133	5	1	0	22	5	1	39	2	120	48	1	0	0	0	0	377		
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	2210	362	5	20	179	0	1	0	75	2	4	165	3	190	40	0	0	2	1	0	82		
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	2048	253	0	11	194	2	2	0	55	7	4	94	13	302	59	2	5	2	9	0	51		
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	2326	350	0	14	256	0	0	0	115	0	0	124	0	284	139	8	1	1	0	0	62		
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	1793	303	8	15	221	10	2	1	65	1	16	167	2	229	92	16	2	10	0	0	74		
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	2687	397	7	10	202	3	10	0	91	7	15	139	77	234	95	2	0	7	0	0	77		
Total	VMD semana	2157	275	4	12	185	3	2	0	71	4	6	119	14	220	76	5	1	4	2	0	120		
Correção Semanal		0,863618687	1,010602301	0,897177419	0,841239722	1,00868696	1,00868696	0,913201192	1,370967742	0,989162857	0,989162857	1,021235208	1,01893692	1,01893692	0,96575251	0,970446249	0,970446249	0,885856079	0,915747421	0,915747421	0	0,886223909		
VMD MES		1863	278	3	10	186	3	2	0	70	4	6	121	14	213	74	4	1	3	2	0	105		
Correção Julho/Ano (Sazonalidade Mensal)		1,081375907	0,98734614	1,001473381	0,970946115	0,988214989	0,988214989	1,043862703	1,217240896	0,946541587	0,946541587	1,004592813	0,935584562	0,935584562	0,840463095	0,752371506	0,752371506	0,983975257	0,931974288	0,931974288	0	1,434070958		
Correção 2020 (Fator Pandemia/Ortiqueira)		70%	113%	31%	82%	109%	109%	6%	109%	102%	102%	49%	107%	107%	100%	89%	89%	92%	117%	117%	100%	123%		
VMD 2020		2671	242	10	12	169	3	38	0	65	4	13	106	12	179	62	4	1	3	1	0	124	**3919**	**4559**

Os dados da campanha de pesquisa foram corrigidos para a definição do VMDa no ano base de 2020, ano 1 de projeto o ano de 2021 e o ano 10 horizonte de projeto de 2030.

4.2.3.5 Projeção do Volume Médio Diário (VMD)

A aplicação da taxa anual de crescimento da demanda esperada para o período horizonte de projeto define a evolução do tráfego por categoria.

As tabelas a seguir mostram a evolução do Volume Médio Diário (VMD) por categoria até o ano horizonte de 2030 por sentido e na seção da PR-445:

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras

POSTO 1 LG PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR.445 km 4

Sentido Norte-Sul Pesquisador José Hélio Digitacao Carolini

Classe DNIT	Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C	2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C	4CD	4CB	3S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3P5	3Q6	3M6	Especial	Motos
Categoria	1	2	2a	3	4		4a	5	6		6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																					

Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos		ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos		ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas	VMD	VMD UCP
1	sábado, 18 de julho de 2020	972	90	4	2	57	1	0	1	60	7	0	56	1	122	41	0	0	3	4	1	60		
2	domingo, 19 de julho de 2020	737	50	0	0	60	4	1	0	18	3	0	26	0	57	27	0	0	0	0	0	171		
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	1030	120	3	7	83	0	0	0	47	1	0	76	2	93	38	0	0	1	1	0	47		
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	946	133	0	4	103	0	0	0	27	5	0	57	0	160	44	0	0	1	7	0	23		
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	1094	154	0	9	122	0	0	0	48	0	0	98	0	200	95	2	0	0	0	0	43		
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	852	163	1	5	102	1	0	0	36	0	11	64	0	86	39	0	0	4	0	0	40		
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	1460	182	7	10	105	3	10	0	58	0	12	96	0	138	64	0	0	4	0	0	43		
Total	VMD semana	1013	127	2	5	90	1	2	0	42	2	3	68	2	122	50	0	0	2	2	0	61		
	Correção Semanal	0,863618687	1,010602301	0,897177419	0,841239722	1,00868696	1,00868696	0,913201192	1,370967742	0,989162857	0,989162857	1,021235208	1,01893692	1,01893692	0,96575251	0,970446249	0,970446249	0,885856079	0,915747421	0,915747421	0	0,886223909		
	VMD MÊS	875	129	2	4	91	1	1	0	42	2	3	69	2	118	48	0	0	2	2	0	54		
	Correção Julho/Ano (Sazonalidade Mensal)	1,081375907	0,98734614	1,001473381	0,970946115	0,988214989	0,988214989	1,043862703	1,217240896	0,946541587	0,946541587	1,004592813	0,935584562	0,935584562	0,840463095	0,752371506	0,752371506	0,983975257	0,931974288	0,931974288	0	1,434070958		
	Correção 2020 (Fator Pandemia)	1,236	1	1	1,236	1	1	1	1,236	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,236		
	VMD 2020	1169	127	2	5	90	1	1	0	39	2	3	64	1	99	36	0	0	2	1	0	96	1742	2080
1	1	1203	129	2	5	91	1	2	0	40	2	3	65	2	101	37	0	0	2	1	0	99	1785	2127
2	2	1238	130	2	6	92	1	2	0	40	2	3	66	2	102	37	0	0	2	2	0	101	1829	2176
3	3	1273	132	2	6	94	1	2	0	41	2	4	67	2	103	38	0	0	2	2	0	104	1874	2225
4	4	1310	134	2	6	95	1	2	0	41	2	4	68	2	104	38	0	0	2	2	0	107	1920	2276
5	5	1348	136	2	6	96	1	2	0	42	2	4	69	2	106	39	0	0	2	2	0	110	1967	2328
6	6	1386	137	2	6	97	1	2	0	42	2	4	70	2	107	39	0	0	2	2	0	114	2016	2381
7	7	1426	139	2	7	98	1	2	0	43	2	4	70	2	109	40	0	0	2	2	0	117	2066	2436
8	8	1467	141	2	7	100	1	2	0	44	2	4	71	2	110	40	0	0	2	2	0	120	2117	2492
9	9	1509	143	2	7	101	1	2	0	44	2	4	72	2	111	41	0	0	2	2	0	124	2170	2549
10	10	1553	145	2	7	102	1	2	0	45	2	4	73	2	113	41	0	0	2	2	0	127	2224	2608

Contagem Volumétrica Classificada - Câmeras

POSTO 1 LG PERÍODO DE 16/07/2020 a 22/07/2020

Rodovia PR.445 km 4

Sentido Norte-Sul Pesquisador José Hélio Digitacao Carolini

Classe DNIT	Autos	2C	2CB	Autos+Reb 3e	3C	2S1	3CB	Autos+Reb 3e	4C	4CD	4CB	3S2	2S3	3S3	3D4	3Q4	3P5	3Q6	3M6	Especial	Motos
Categoria	1	2	2a	3	4		4a	5	6		6a	7		8	10		11	12		Especial	9
TIPO																					

Dia	Dia da Semana	Automóvel, utilitário esportivo, van, pickup	Caminhão de 2 eixos	ônibus de 2 eixos	Automóvel com reboque 3 Eixos	Caminhão de 3 eixos		ônibus de 3 eixos	Automóvel com reboque 4 Eixos	Caminhão de 4 eixos		ônibus de 4 eixos	5 eixos articulado		6 eixos articulado	7 eixos articulado		8 eixos articulado	9 eixos articulado		+9 eixos articulado	Motocicletas	VMD	VMD UCP
1	sábado, 18 de julho de 2020	1061	88	1	6	52	0	1	0	13	0	2	49	0	62	20	3	0	0	0	0	57		
2	domingo, 19 de julho de 2020	1068	44	0	5	73	1	0	0	4	2	1	13	2	63	21	1	0	0	0	0	206		
3	segunda-feira, 20 de julho de 2020	1180	232	2	13	96	0	1	0	28	1	4	89	1	97	2	0	0	1	0	0	35		
4	terça-feira, 21 de julho de 2020	1102	120	0	7	91	2	2	0	28	2	4	37	13	142	15	2	5	1	2	0	28		
5	quarta-feira, 22 de julho de 2020	1232	196	0	5	134	0	0	0	67	0	0	26	0	84	44	5	1	1	0	0	19		
6	quinta-feira, 16 de julho de 2020	941	140	7	10	119	9	2	1	29	1	5	103	2	143	53	16	2	6	0	0	34		
7	sexta-feira, 17 de julho de 2020	1417	215	0	0	97	0	0	0	33	7	3	43	69	96	31	2	0	3	0	0	34		
Total	VMD semana	1143	148	1	7	95	2	1	0	29	2	3	51	12	98	27	4	1	2	0	0	59		
	Correção Semanal	0,863618687	1,010602301	0,897177419	0,841239722	1,00868696	1,00868696	0,913201192	1,370967742	0,989162857	0,989162857	1,021235208	1,01893692	1,01893692	0,96575251	0,970446249	0,970446249	0,885856079	0,915747421	0,915747421	0	0,886223909		
	VMD MÊS	987	149	1	8	95	2	1	0	29	2	3	52	13	95	26	4	1	2	0	0	52		
	Correção Julho/Ano (Sazonalidade Mensal)	1,081375907	0,98734614	1,001473381	0,970946115	0,988214989	0,988214989	1,043862703	1,217240896	0,946541587	0,946541587	1,004592813	0,935584562	0,935584562	0,840463095	0,752371506	0,752371506	0,983975257	0,931974288	0,931974288	0	1,434070958		
	Correção 2020 (Fator Pandemia)	1,236	1	1	1,236	1	1	1	1,236	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,236		
	VMD 2020	1319	148	1	7	94	2	1	0	27	2	3	49	12	80	19	3	1	1	0	0	93	1862	2166
1	1	1357	149	1	7	95	2	1	0	27	2	3	50	12	81	20	3	1	1	0	0	95	1908	2217
2	2	1396	151	1	7	97	2	1	0	28	2	3	50	12	82	20	3	1	2	0	0	98	1956	2269
3	3	1437	153	1	7	98	2	1	0	28	2	3	51	12	83	20	3	1	2	0	0	101	2005	2322
4	4	1478	155	1	7	99	2	1	0	28	2	3	52	12	84	20	3	1	2	0	0	104	2056	2376
5	5	1520	157	1	8	101	2	1	0	29	2	3	52	13	85	21	3	1	2	0	0	107	2108	2432
6	6	1564	159	1	8	102	2	1	0	29	2	3	53	13	86	21	3	1	2	0	0	110	2161	2490
7	7	1609	161	1	8	103	2	1	0	30	2	3	54	13	87	21	3	1	2	0	0	113	2215	2548
8	8	1656	164	1	8	104	2	1	0	30	2	3	54	13	88	22	3	1	2	0	0	116	2271	2609
9	9	1703	166	1	9	106	2	1	0	30	2	3	55	13	89	22	4	1	2	0	0	120	2329	2671
10	10	1752	168	1	9	107	2	1	0	31	2	3	56	13	91	22	4	1	2	0	0	123	2388	2734

4.2.4 Estudos da Interseção

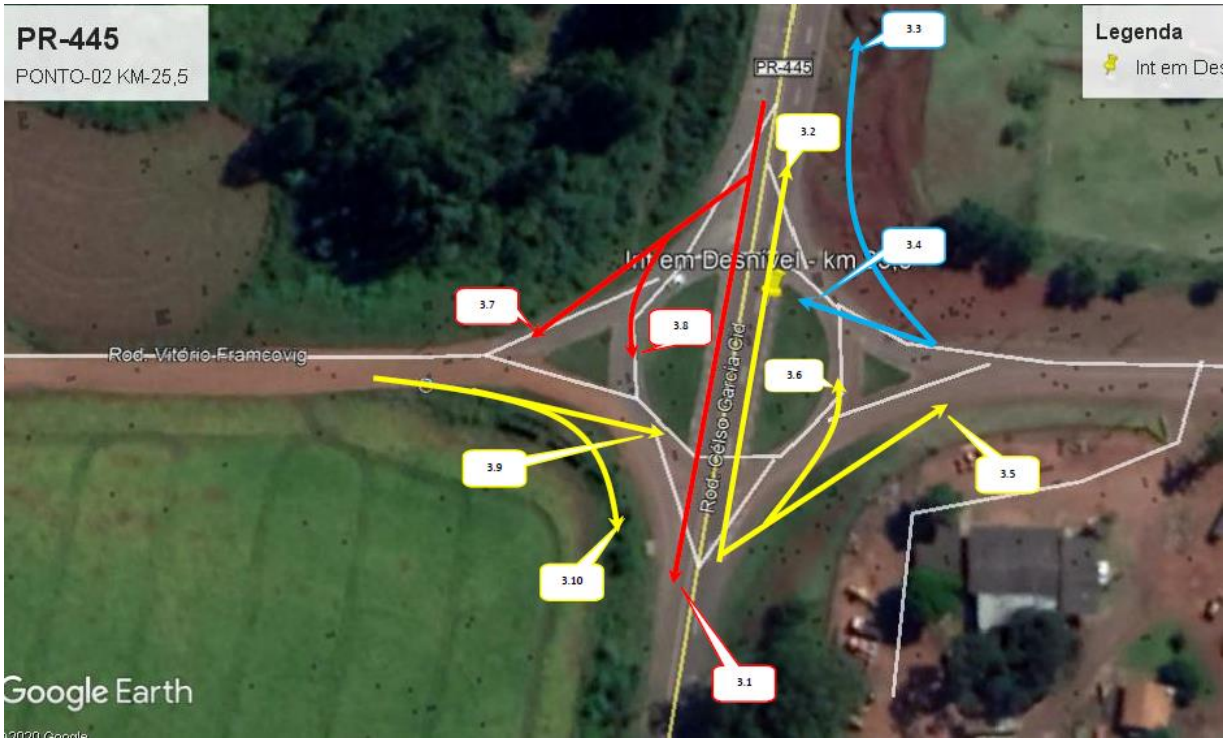
A interseção previstas neste segmento é a de acesso a Tamarana (km 25+500)

Foram realizadas pesquisas específicas nestas interseções na situação atual para fundamentar os projetos básicos executivos para as interseções quando da implantação das melhorias propostas para este segmento.

Os resultados destas pesquisas estão apresentados nas tabelas a seguir:

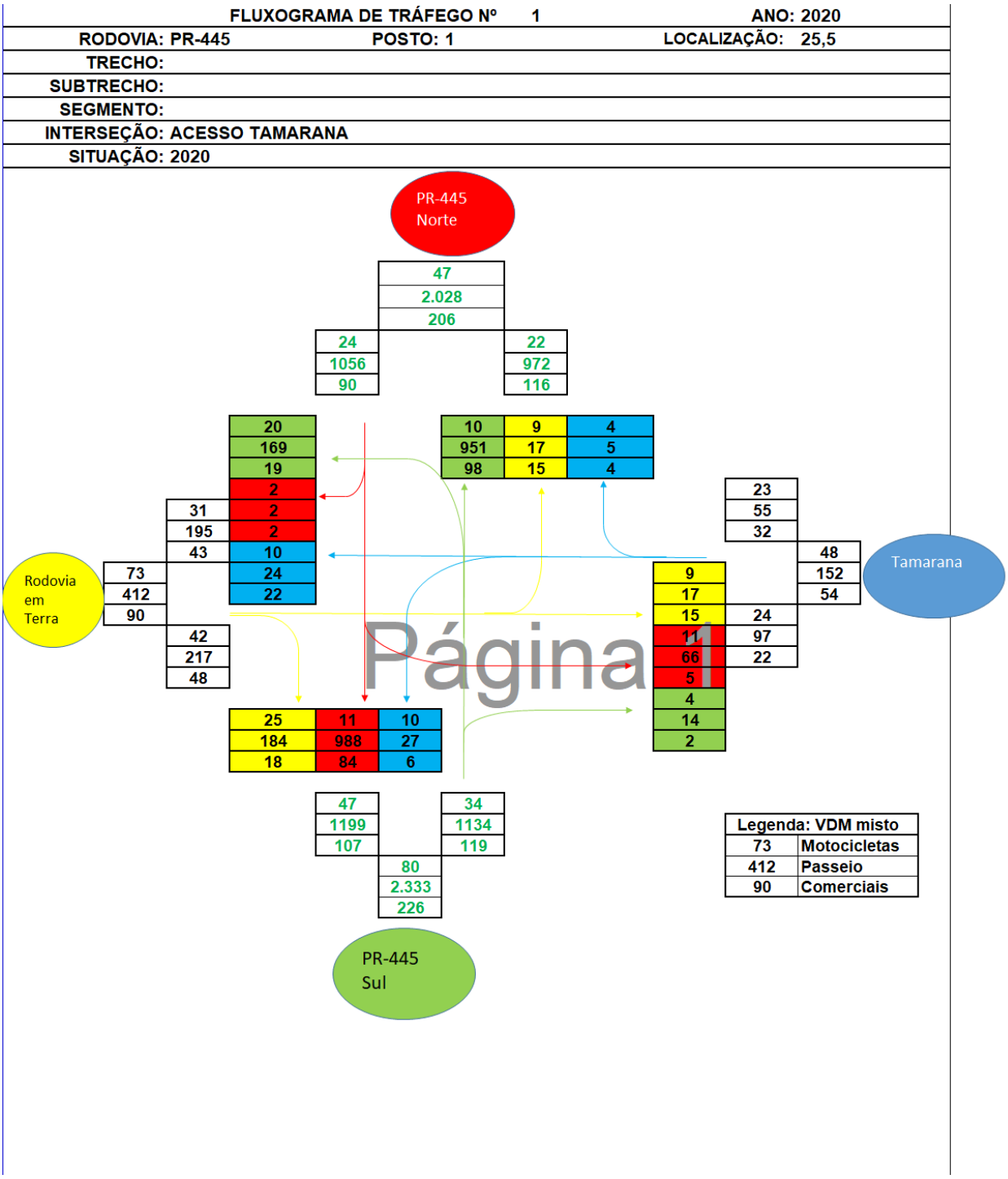
a. Resultados das Pesquisas

a.1. Interseção km 25+500 – Acesso a Tamarana



d. Fluxogramas de Tráfego

d.1. Interseção km 25+500 – Acesso a Tamarana



4.2.5 Consideração do Estudo de tráfego

A seguir estão apresentadas as conclusões dos estudos de capacidade:

Seção da Rodovia PR-445

- Para a situação atual, os níveis de serviço para a situação de pista simples neste segmento é nível “C” até o ano horizonte de 2030
- Para uma situação de duplicação de pista, o nível de serviço esperado para o ano horizonte de 2030 será o nível “A”.

Interseção km 25+500 Acesso a Tamarana

- Para a situação atual, os níveis de serviço para a interseção atual é nível “A” até o ano horizonte de 2030
- Para uma situação de duplicação de pista, o nível de serviço esperado para o ano horizonte de 2030 será o nível “A”.

4.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

Este tópico tem como objetivo apresentar os materiais e métodos de realização dos estudos geológicos e os resultados obtidos na Fase Definitiva do projeto e foi elaborado de acordo com a IS-202 (DNIT), com o Procedimento de Estudos Geológicos e Geotécnicos da Engefoto (PRC-PRJ-GET01), o Anexo A do edital, Anexo A - Especificações para Apresentação dos Projetos Viários, e as normas da ABNT.

4.3.1 Materiais e Métodos

4.3.1.1 Coleta e análise de dados existentes

A coleta e análise de dados existentes consiste no levantamento das informações existentes da região atravessada pela rodovia, incluindo dados geológicos, geomorfológicos e pedológicos publicados em cartas, mapas, artigos científicos, entre outras.

As informações foram obtidas principalmente nas cartas geológicas e geomorfológicas da Folha SF.22-Y-D – Londrina (ITCG, 2006) e no Mapa de Solos – Estado do Paraná (ITCG, 2008).

A partir dos dados em formato *shapefile* foram gerados mapas da área da rodovia no software QGis 3.14 e foi realizada a descrição das unidades que ocorrem na região.

4.3.1.2 Análise interpretativa de imagens aéreas

A análise interpretativa de imagens aéreas busca avaliar feições geológicas (falhas, fraturas), geomorfológicas e hidrográficas que possam interferir na execução da obra, além de avaliar possíveis ocorrências de materiais de construção, zonas de tálus, cicatrizes de movimentos de massa, zonas de solos compressíveis e outras feições de interesse para o estudo.

A análise das imagens aéreas foi realizada pelo software Google Earth Pro e QGis 3.14.

4.3.1.3 Investigação de campo

A investigação de campo busca verificar e consolidar as informações obtidas nos dados existentes e na análise das imagens aéreas, direcionando a execução do plano de sondagens e estudos especiais.

Nesta fase é determinada a configuração espacial das formações ocorrentes, seus aspectos estruturais e mineralógicos, e suas modificações com o objetivo de avaliar o comportamento geotécnico e a trabalhabilidade como material de construção.

Além dos aspectos geológicos devem ser considerados interações com meio físico, ou seja, avaliação dos aspectos geomorfológicos, vegetação, solos, hidrologia e hidromorfismo. As áreas assinaladas na interpretação das imagens áreas devem ser visitadas e examinadas, a fim de se estimar as características e problemática inerente.

4.3.1.4 Plano de Investigação Geológico- Geotécnica

O Plano de Investigação Geológico-Geotécnica está descrito no Item 4.7.2.1.

4.3.2 Resultados

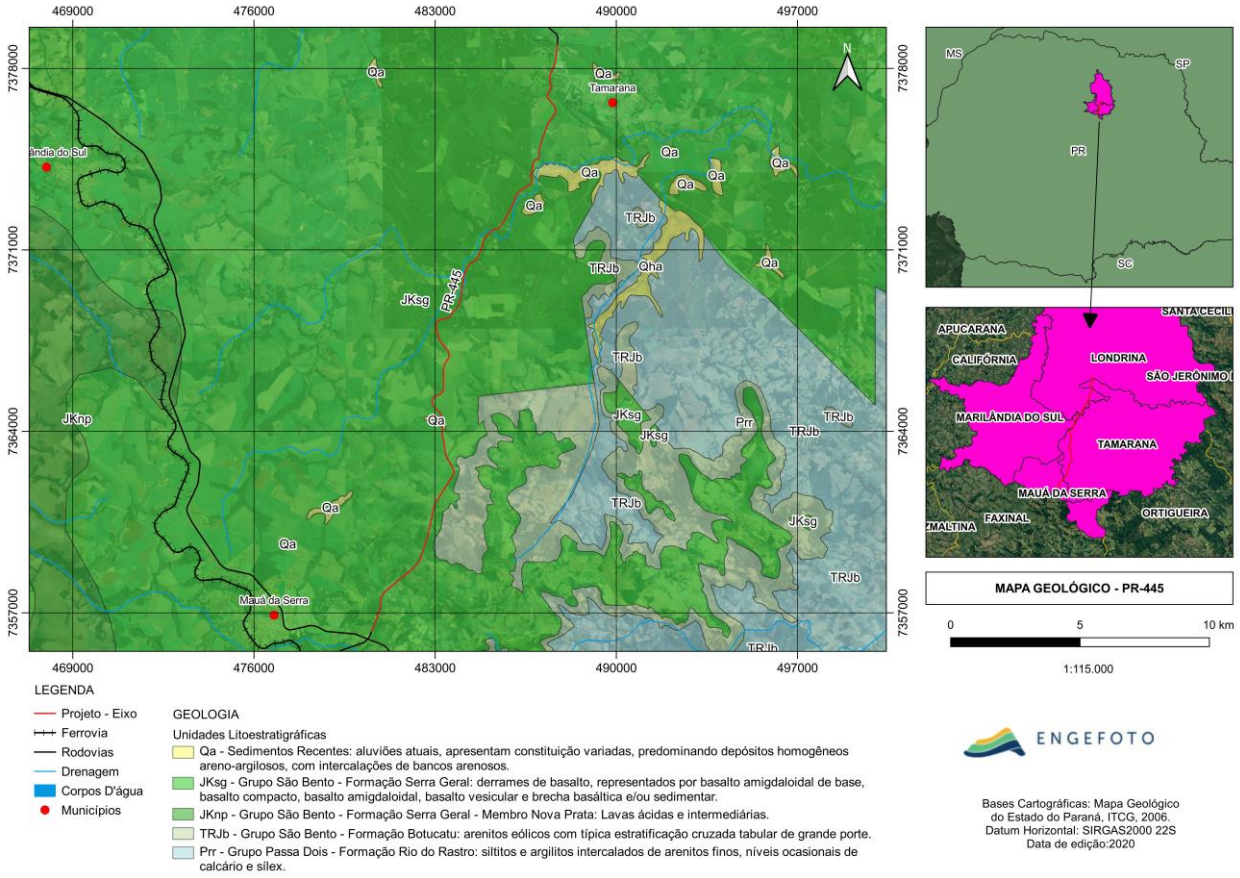
4.3.2.1 Coleta e análise de dados existentes

4.3.2.1.1 Geologia

As descrições referentes aos aspectos geológicos foram feitas tendo como base o Mapa Geológico do Paraná, Folha SF.22-Y-D – Londrina (ITCG, 2006) e artigos científicos publicados sobre a região.

O segmento inicial do projeto (até o Km 5+00) se desenvolve sobre o contato entre as rochas basálticas da Formação Serra Geral pertencente ao Grupo São Bento e arenitos das formações Botucatu e Pirambóia, após este trecho o projeto está inserido integralmente em rochas da Formação Serra Geral. Pontualmente, ao longo das planícies fluviais ocorrem Depósitos Aluvionares.

Figura 1 - Mapa geológico do trecho de projeto.



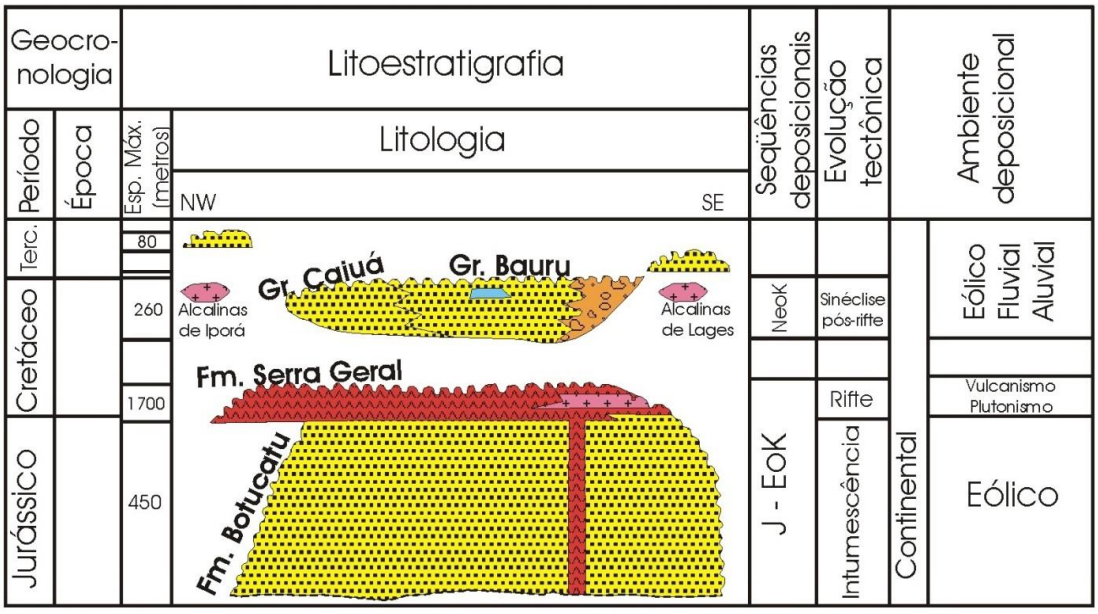
a) Depósitos Aluvionares (Q2a)

Aluviões atuais dispostos em planícies ao longo das drenagens e em pequenas depressões alveolares fechadas. Apresentam constituição variadas, predominando depósitos homogêneos areno-argilosos, com intercalações de bancos arenosos.

b) Grupo São Bento - Formação Serra Geral (JKsg)

A Formação Serra Geral é constituída, essencialmente, por basaltos toleíticos e andesitos basálticos com riolitos e riodacitos subordinados e ocupa mais da metade do território paranaense. Os derrames de lavas basálticas desta unidade registram uma espessura total de até 2.000 m de basalto sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, derrames estes de natureza básica e subordinadamente, por rochas ácidas, como descrito na Figura 2**Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Figura 2 – Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná (Modificado de Boletim de Geociências da Petrobras, no. 1, vol.8, 1994)



Os diques do Arco de Ponta Grossa representaram os principais condutos para a extrusão dos derrames da Formação Serra Geral. Possuem direção predominantemente NW-SE, podendo ser encontrados também segundo trends secundários (NE-SW e E-W). Datações realizadas por Turner et al. (1994) através do método Ar/Ar, posicionaram

o evento Serra Geral no intervalo entre 137 e 127 Ma, sendo, portanto, de idade Jurássico/Triássico.

Este imenso vulcanismo continental que gerou as rochas basálticas da Formação Serra Geral dotou o estado de um solo de excelente qualidade e da ocorrência de minerais de cobre, ágatas e ametistas. Além disso, há também a exploração de argila e pedras britadas para a construção civil. As rochas desta unidade geológica possuem baixa vulnerabilidade à denudação (intemperismo e erosão) apresentando como principal entrave ao uso e ocupação os solos litólicos ou afloramentos de rocha. No Terceiro Planalto, os solos litólicos ou litossolos são caracterizados por delgadas coberturas, raramente com mais de 0,5 m de profundidade, formadas por blocos e seixos de basalto com as estruturas e texturas da rocha original, preservadas. É comum que estes tipos de solos se associem aos denominados saprólitos, alterações de rocha que podem atingir dezenas de metros de profundidade. As rochas vulcânicas quando transformadas em solo restam “bolas” de rocha, que vão se escamando em característica alteração esferoidal, comuns nas encostas mais íngremes (MINEROPAR, 2006).

O padrão de fraturas, justamente com as zonas vesiculares do topo dos derrames, pode funcionar como canais alimentadores dos aquíferos subterrâneos, necessitando medidas de monitoramento da descarga de efluentes químicos, industriais e domésticos para evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas da região.

c) Grupo São Bento - Formação Botucatu (TRJb)

Esta formação compreende a sequência de arenitos avermelhados, finos a médios, com boa seleção e elevado grau de arredondamento dos grãos, quartzosos e friáveis. Suas estruturas sedimentares são predominantemente constituídas por abundantes estratificações cruzadas de grande porte, situadas imediatamente abaixo dos derrames basálticos da Formação Serra Geral. A espessura total da unidade não ultrapassa 100 m em toda a bacia e, no Estado do Paraná, a base do arenito Botucatu assume caráter conglomerático em bancos de até 5,0 m de espessura. (Mineropar, 2010).

O seu contato com a Formação Piramboia, quando ocorre, é concordante e suas relações estratigráficas com as demais unidades inferiores são discordantes e erosivas.

Suas características sedimentares apontam uma deposição em ambiente eólico e desértico, com ambientes fluviais localizados, datada no Jurássico Superior. Devido às características desta formação, os materiais apresentam-se como a principal fonte de areias, podendo ser utilizadas, principalmente, na construção civil e na indústria. (Mineropar, 2010).

d) Grupo Passa Dois - Formação Rio do Rastro (Prr)

A Formação Rio do Rastro pode ser dividida em dois membros, o inferior, denominado Serrinha, e o superior, Morro Pelado, cujo contato é concordante e gradacional. O membro Serrinha é constituído por lentes de arenitos finos, avermelhados, intercalados em siltitos e argilitos arroxeados. Suas principais estruturas sedimentares são estratificação cruzada acanalada e laminação plano-paralela, em camadas de geometria sigmoidal ou tabular. O membro Serrinha é constituído por arenitos finos, bem selecionados, intercalados com siltitos e argilitos cinza-esverdeados e avermelhados, podendo localmente conter lentes ou horizontes de calcário margoso. Os arenitos e siltitos possuem laminação cruzada, ondulada, climbing e flaser, sendo, às vezes, maciços. As camadas síltico-argilosas mostram laminação plano-paralela, wavy e linsen. Os siltitos e argilitos exibem desagregação esferoidal bastante desenvolvida, a qual serve como um critério para a identificação desta unidade.

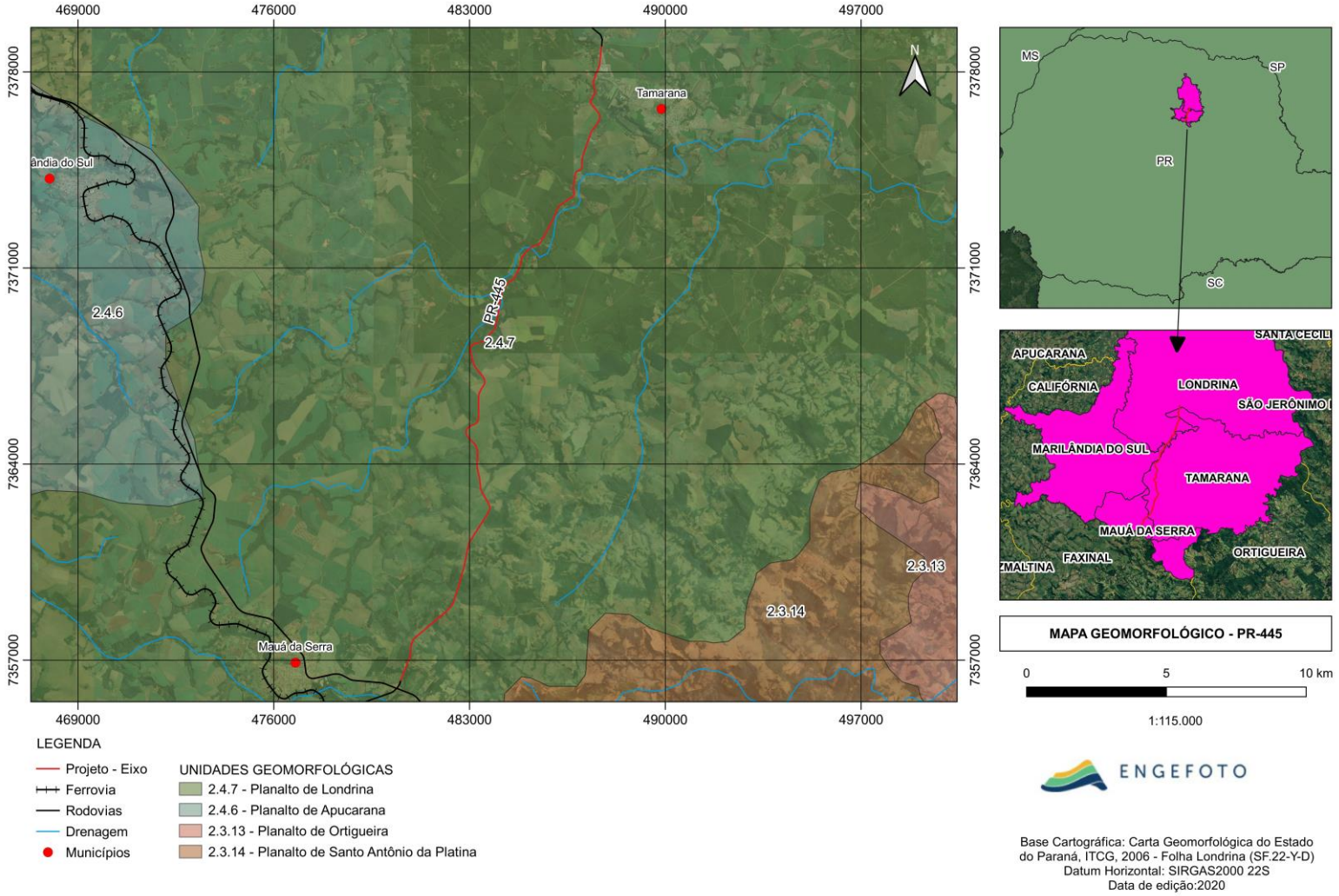
A deposição da Formação Rio do Rastro é atribuída a um ambiente marinho raso com transição para depósitos de planície costeira (Membro Serrinha), passando a uma sedimentação flúvio-deltáica (Membro Morro Pelado). O contato desta unidade com a Formação Botucatu, sobrejacente, ocorre por discordância erosiva, e com a Formação Teresina, subjacente, ocorre de forma transicional.

4.3.2.1.2 Geomorfologia

De acordo com a Carta Geomorfológica do Estado do Paraná – Folha Londrina (SF.22-Y-D), o segmento de projeto está situado no Terceiro Planalto Paranaense e se desenvolve integralmente sobre a unidade geomorfológica denominada Planalto de Londrina, ocorrendo nas proximidades do trecho, as unidades Planalto de Apucarana,

Planalto de Ortigueira e Planalto de Santo Antônio da Platina. A seguir é apresentada a descrição das unidades geomorfológica com maior influência no trecho de projeto considerado.

Figura 3 – Mapa geomorfológico do trecho de projeto.



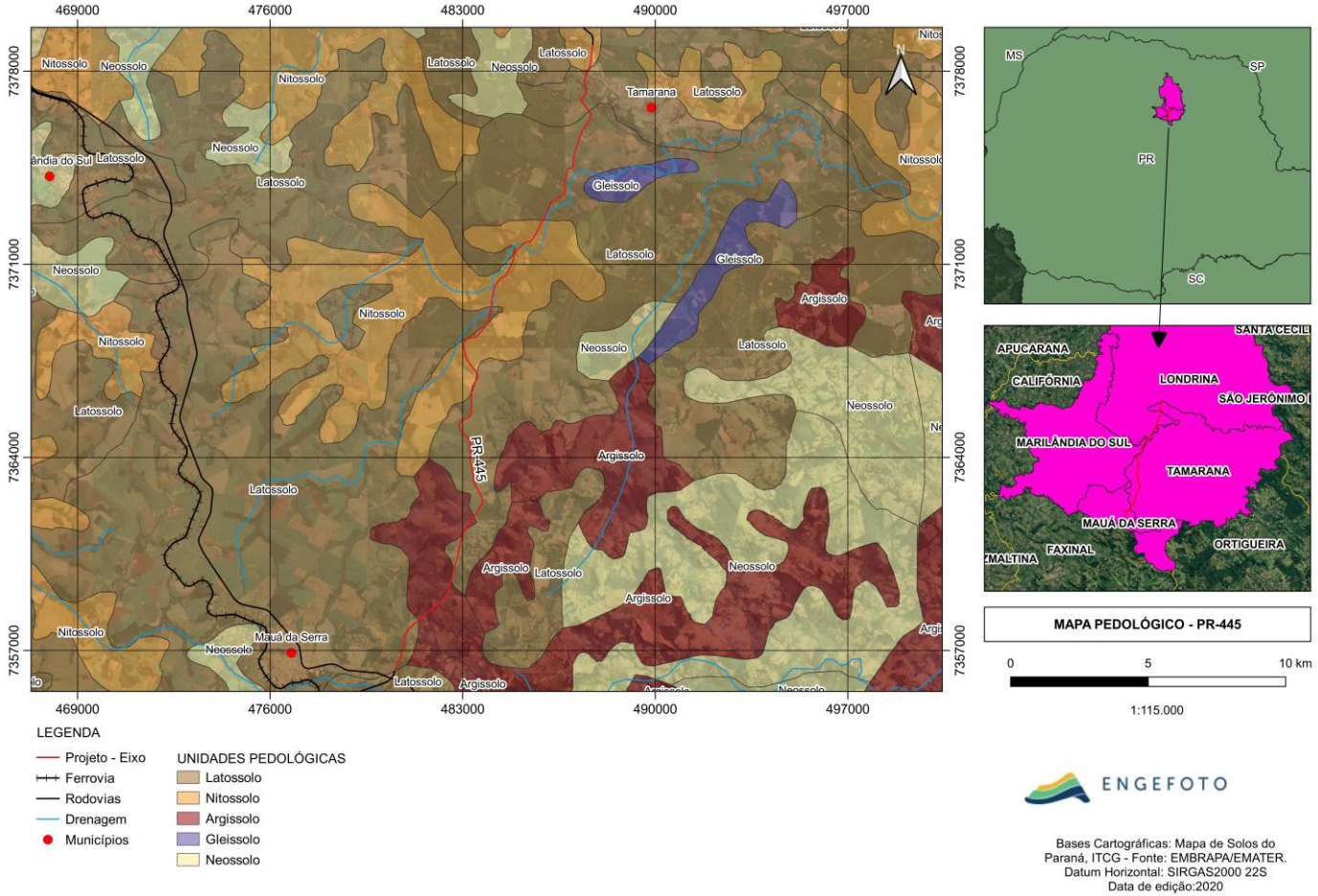
a) Planalto de Londrina

Esta unidade, situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação média, cuja classe de declividade predominante é menor que 12%. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 820 metros com altitudes variando entre 360 (mínima) e 1.180 (máxima) m. Nesta região, as formas de relevo predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

4.3.2.1.3 Pedologia

Conforme indicado no mapa a seguir, modificado de Mapa de Solos – Estado do Paraná (ITCG, 2008), o projeto se desenvolve sobre solos do tipo Latossolos, Nitossolos e Argissolos. A seguir são feitas as descrições dos tipos de solo cartografados com influência no trecho de projeto.

Figura 4 – Mapa pedológico do trecho de projeto.



a) Nitossolos

Ainda segundo Lima (2012), Nitossolos são solos caracterizados pela presença de um horizonte B cujos agregados apresentam em sua superfície brilho característico (reluzente). Esse brilho pode ser causado pela presença de argila vinda dos horizontes superficiais do solo em suspensão na água, ou de superfícies alisadas formadas por expansão e contração das argilas do solo. São predominantes em 15% do território paranaense, principalmente nas regiões de rochas basálticas (norte, oeste e sudoeste do estado) e em relevos moderadamente declivosos. Estes tipos de solos são, em sua maioria, de boa fertilidade, embora possam ocorrer em relevos mais acidentados que prejudicam a mecanização dos solos ou aumentam o risco de erosão.

b) Latossolos

Segundo Lima (2012), Latossolos são solos profundos, bastante intemperizado (velhos e alterados em relação à rocha) e geralmente de baixa fertilidade. Ocupam, normalmente, os topos de paisagens, em relevos mais planos. De maneira geral, são muito porosos, permeáveis, com boa drenagem (não tem excesso de água) e são muito profundos (mais de 2 metros de espessura). Suas características, tais como: boa profundidade, relevo quase plano, ausência de pedras, grande porosidade, boa drenagem e permeabilidade fazem com que sejam os mais utilizados na produção rural. Embora geralmente sejam de baixa fertilidade, as práticas de adubação e correção do solo, realizadas pelos produtores rurais, os tornam muito produtivos. O relevo plano e as características físicas adequadas já destacadas anteriormente determinam que os Latossolos apresentem alta estabilidade, baixo risco de erosão e grande capacidade para suportar estradas, construções, além de ser local favorável para instalação de aterros sanitários.

c) Argissolos

Para Lima (2012), solos deste tipo apresentam acúmulo de argila no horizonte B, ou seja, o horizonte mais superficial do solo (horizonte A) possui mais areia que o horizonte subsuperficial (horizonte B). Além disso, apresentam reduzida capacidade de reter nutrientes para as plantas no horizonte A. São predominantes em 15,5% do território

paranaense, desde o litoral até o noroeste. Contudo, são escassos nas regiões de rochas basálticas (norte, oeste e sudoeste do estado) e normalmente ocupam relevos moderadamente declivosos. Em termos agrícolas, podem ser férteis ou pobres quimicamente, a depender da rocha de origem. Além disso, são solos bastante susceptíveis à erosão, principalmente em relevos mais declivosos, sabendo que muitos dos problemas de erosão existentes no noroeste do Paraná ocorrem neste tipo de solo.

4.3.3 Análise interpretativa de imagens aéreas

A partir da análise das imagens aéreas foi possível identificar áreas de interesse.

4.3.3.1 Ocorrências de materiais de construção e informações preliminares

Todas as áreas de processos minerários no Trecho estão em fase de Autorização de Pesquisa ou Disponibilidade, não há nenhuma extração comercial regularizada de materiais para construção civil ao longo do trecho 01.

No início do trecho há uma extração de blocos de arenito para confecção de pedras petit-pavê.

Extração de blocos de arenito silicificado para beneficiamento (petit-pavê).

Estacas: 38+00 a 46+00, margem esquerda.

(Imagens Google Earth e Street View)

4.3.3.2 Zonas de solos talosos

Não foram identificados depósitos de tálus (solos coluviais) na interpretação das imagens aéreas.

4.3.3.3 Zonas sedimentares recentes e presença de solos compressíveis (solos moles)

A avaliação regional da área do projeto não indica ocorrências significativas de solos moles. Em imagem do Google Earth foram identificadas três áreas com possível ocorrência de solos moles que possam gerar problemas geotécnicos para a execução da obra. Além destas áreas foram locadas sondagens à percussão nos offsets de aterro e de bueiro para verificação da presença de solos moles e adoção de soluções geotécnicas compatíveis.

Área potencial 1: Execução de aterro em solo próximo a rio Meandrante (baixa energia), possível acúmulo de material argiloso. Para comprovar a existência de solos moles foram locadas as sondagens SP167, 168 e 169 na margem esquerda entre as estacas 901+00 e 905+00.

Área potencial 2: Execução de aterro em área de possível banhado, com presença de água represada, e rio Meandrante (baixa energia), possível acúmulo de material argiloso. Para comprovar a existência de solos moles foram locadas as sondagens SP194 e 195 na margem esquerda entre as estacas 1055 e 1058+00.

Área potencial 3: execução de aterro em planície com possível acumulação de água e formação de solos orgânicos. Para comprovar a existência de solos moles foram locadas a sondagem SP226 na margem esquerda entre as estacas 1221 e 1222+00.

4.3.3.4 Zonas de rochas aflorantes

Em imagem aérea e imagens do Street View, foram identificados dois afloramentos de rocha.

Afloramento de arenito na extração de rocha.

Estacas: 38+00 a 46+00, margem esquerda.

Afloramento de basalto

Estacas 1351+00 e 1353+00, margem esquerda.

4.3.3.5 Geologia estrutural (direção e mergulho das camadas, xistosidade, fraturas)

Na análise das imagens aéreas e imagens SRTM, foi possível identificar a direção principal das estruturas como NW, confirmada pelo alinhamento estruturais e alinhamentos das drenagens na região. Secundariamente ocorrem lineamento NE.

4.3.3.6 Nível médio do lençol freático

A análise de imagens aéreas não permitiu inferir o nível do lençol freático.

4.3.3.7 Zonas de instabilidade que necessitem estudos especiais

Na análise das imagens aéreas e Street View foram identificadas três áreas com instabilidades pontuais que serão avaliadas quanto à necessidade de estudos especiais.

Talude com queda de blocos de arenito.

Estaca 85+00, margem direita (duplicação se dará na margem esquerda).

Talude com erosões no contato entre basalto e arenito friável.

Estaca 384+00 a 388+00.

Existência de erosões e ravinas no acesso para Tamarana.

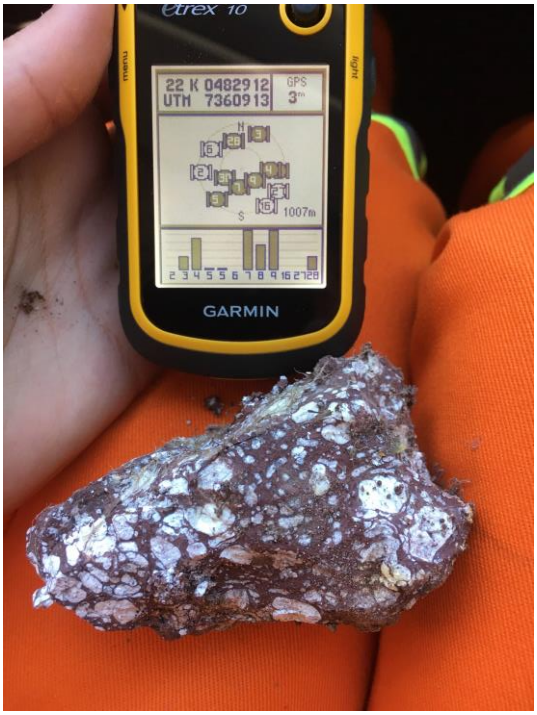
Estacas 1270+00 a 1280+00.

4.3.3.8 Pontos de interesse

PONTO	Y	X	COTA (GPS)	LADO	TIPO	DESCRIÇÃO
0	482913	7360913		Direito	TALUDE/ EROSÃO	Acesso à Tamarana. Erosões métrias. solo erodível. drenagem sem descarga. direto no solo.
1	480677	7356740	1053,79	Esquerdo	BASALTO	Basalto amigdaloidal com preenchimento de argilomineral branco. muito alterado. coloração roxa. Boa estabilidade sem erosão.
2	480696	7356697	1040,98	Esquerdo	ARENITO	Pedreira de arenito silicificado. 2.00 m de camada vegetal. blocos decimétricos até 4/5 metros in situ e movimentados. provável existência de maciço em profundidade. Extensão do P2 ao P3.
4	480771	7356881	1035,34	Esquerdo	ARENITO	Rio no fundo do vale. muitos blocos de arenito no leito do rio. APP? Vegetação densa pouco desenvolvida.
6	480883	7357279	1038,95	Direito	ARENITO	Talude com blocos soltos de arenito. verificar sondagem para categoria de escavação.
8	480930	7357581	1032,39	Direito	CONTATO	Talude de arenito não silicificado. pouco friável. 1.5 a 3 metros de altura com contato subhorizontal com basalto vesicular muito alterado sotoposto. blocos soltos. deslocados pelo crescimento de raízes nas fraturas
9	480975	7357677	1026,38		CONTATO	Solo avermelhado em contato com arenito avermelhado friável. porções de basalto muito alterado (antiga jazida de solo)
10	481347	7358065	995,44		SOLO BASALTO	Solo residual de basalto. silte argiloso com seixos de basalto de 3-5 cm.
12	482063	7358665	972,09		SOLO BASALTO	Talude em solo castanho avermelhado com blocos de rocha estranha (vulcanoclástica) e laterita preta
15	482724	7360013	1022,40		ARENITO	Talude com blocos de arenito muito silicificado muito duro. blocos métricos no topo do talude
16	482830	7360460	1019,38		SOLO BASALTO	Talude de corte em solo residual de basalto. marrom/marrom avermelhada com erosão laminar.
17	482881	7360670	1014,91		TALUDE ATERRO EXISTENTE	Talude de aterro em boas condições
18	483706	7362546	918,10		SOLO	Corte alto em solo

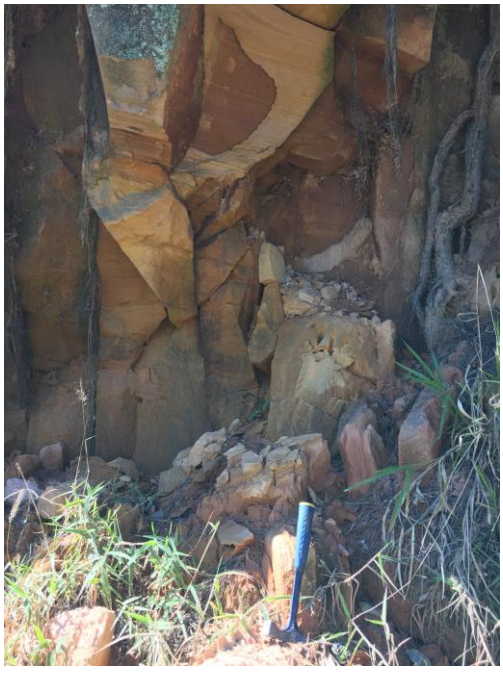
PONTO	Y	X	COTA (GPS)	LADO	TIPO	DESCRIÇÃO
19	483603	7362662	913,41		CONTATO/ EROSÃO	Areia vermelha friável. camada de arenito compacta. basalto vesicular roxo com branco. Erosão em toda a área. bueiro completamente erodido.
20	483384	7363215	889,05		SOLO BASALTO	Talude em solo avermelhado
21	483269	7364538	860,88		SOLO BASALTO	Bueiro com corte em solo residual de basalto (Margem Direita)
22	483130	7364792	877,96		SOLO	Solo residual laterítico
23	483317	7365567	898,63		TALUDE/ EROSÃO	Bueiro existente. solo bem vermelho. sem rocha. solo exposto = erosão. blocos soltos no talude
24	483096	7368243	783,65		TALUDE/ EROSÃO	Talude de solo exposto laterítico residual de basalto. erosão laminar paralela a pista em profundidade.
25	483526	7368390	771,62		SOLO/ ROCHA	Corte em solo residual com blocos de rocha. sondagem que acompanhamos deu impenetrável. deslocou 1.5 m. no talude tem blocos de 30/40 cm de basalto
26	483859	7368785	739,38		DEPÓSITOS ALUVIAIS	Rio Apucaraninha - margem com camada de 1m de restos vegetais e areia muito fina avermelhada.
28	485100	7371649	714,77		SOLO MOLE?	Rio Santa Cruz. vazão lenta. erosão de borda. possibilidade de solo mole
29	485640	7372067	767,01		SOLO BASALTO	Corte alto em solo de basalto sem blocos aparentes no talude. presença de laterita preta
30	486369	7373356	736,74		SOLO/ ROCHA	Talude em solo residual de basalto. verificar categoria de escavação se o corte for muito para dentro. sem erosão aparente
31	486711	7373790	691,73		TALUDE ATERRO EXISTENTE	Talude de aterro sem erosão
33	487259	7375615	805,88		SOLO	Talude de solos residual de basalto sem blocos aparentes. corte alto
34	487393	7376828	723,46		SOLO MOLE?	Área possível solo mole em imagem aérea. não verificado em campo - Sond 231 - aterro no rio sem obra
43	486746	7373673			TALUDE/ EROSÃO	Talude com erosão, poste na beirada.
44	486697	7373966			SOLO MOLE?	Banhado, acúmulo de água lado esquerdo, solo mole? SP 195

Erosão no acesso à Tamarana - LD



Basalto amigdaloidal alterado com amigdalas preenchidas por argilominerais

Afloramento de arenito silicificado



Afloramento de arenito em talude com formação e queda de blocos

Afloramento de arenito

Afloramento de blocos métricos de arenito silicificado.

Contato entre arenito sobreposto ao basalto

Ocorrência de solo laterítico

Área de contato entre o arenito friável e o basalto alterado, alta suceptibilidade à erosão.

Contato entre o solo arenoso tabular e o solo residual de basaldo com aspecto pastilhado devido ao teor de argila.

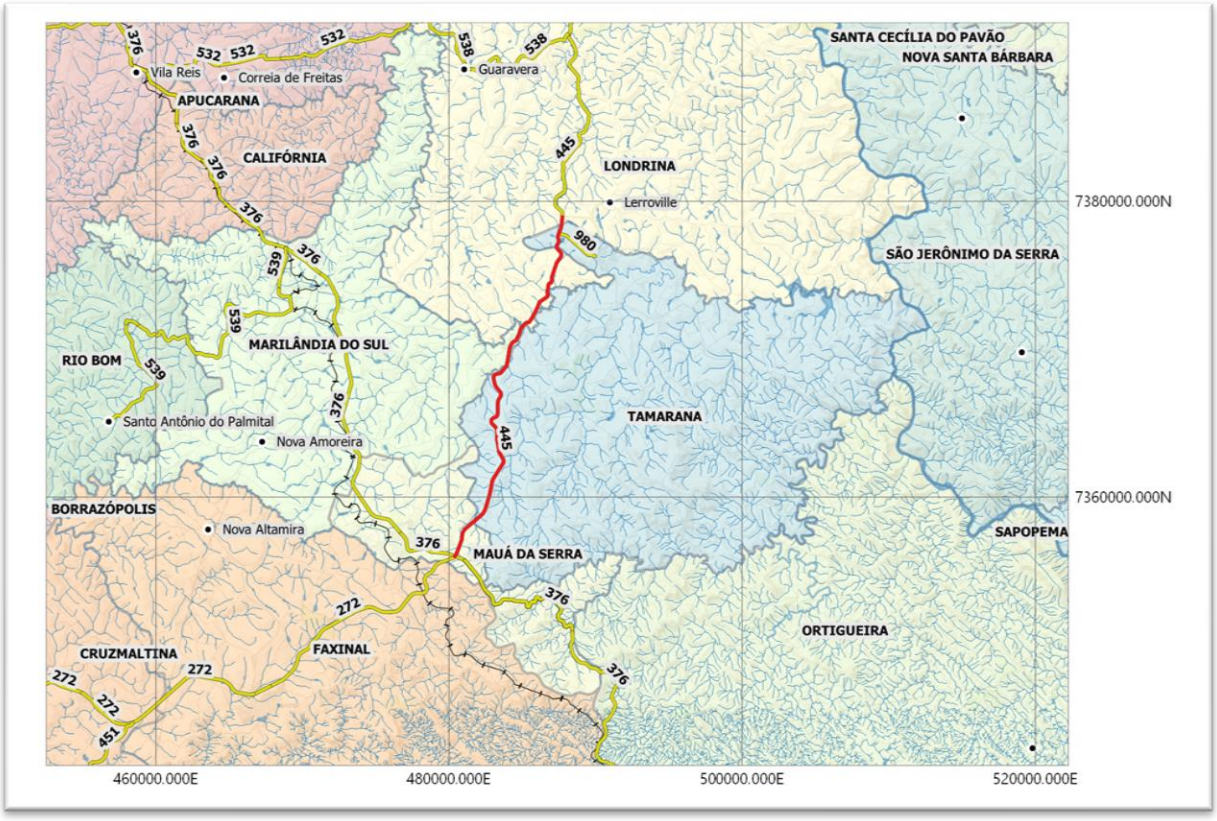
4.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos têm como objetivo definir as características climatológicas, pluviométricas e fluviométricas a serem consideradas na fase de projeto, quando da elaboração do detalhamento e planejamento construtivo das melhorias propostas; fornecer os subsídios e critérios necessários à verificação das vazões de dimensionamento hidráulico das obras existentes e novas a serem projetadas

Para a efetivação dos estudos foram procedidas as seguintes atividades:

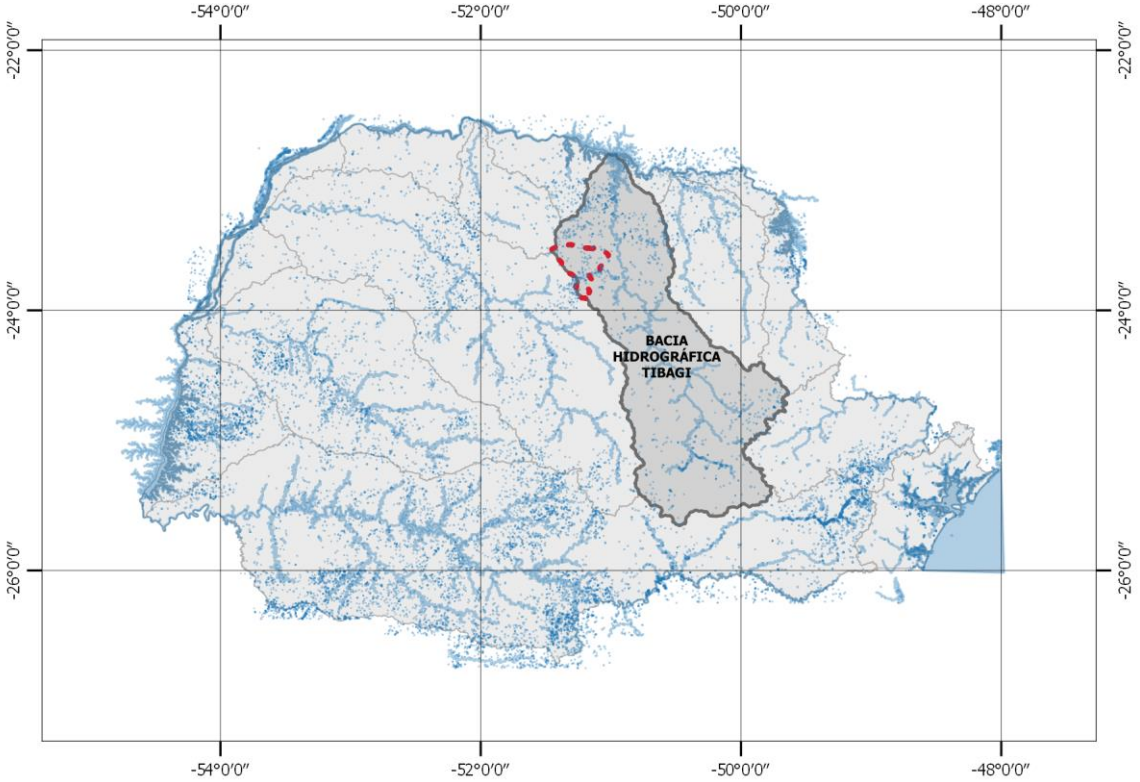
- Caracterização da região em estudo;
- Coleta dos dados pluviométricos;
- Pesquisa de cartas topográficas e dados de levantamentos SRTM;
- Estabelecimento do regime de chuvas, e;
- Determinação das características das bacias de contribuição.

4.4.1 Caracterização da bacia hidrográfica



Esta região do estado do Paraná, bem como o trecho em estudo, está posicionada sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi com área de 24.937,38 km² que corresponde a aproximadamente 13% do território do estado e envolve total ou parcialmente 53 municípios (SEMA-2009). A Bacia Hidrográfica do Tibagi está dividida em duas Unidades Hidrográficas: Alto Tibagi e Baixo Tibagi, sendo nesta posicionado o trecho em estudo.

Figura 5 - Localização do Projeto- Bacias Hidrográficas do Paraná



De acordo com Secretaria de Meio Ambiente, a bacia do rio Tibagi, possui um comprimento médio de 320 km e largura média de 78 km. As nascentes localizam-se Na Serra das Almas entre os municípios de Palmeira e Ponta Grossa e tem sua foz no Rio Paranapanema, no município de Primeiro de Maio, no norte do estado. Seus principais afluentes pela margem direita de montante para jusante, são: Pitangui, Iapó, Ribeirão das Antas e Congonhas. Já os afluentes da esquerda, de montante para jusante, são: Imbituva, Capivari, Imbaú, Apucarana, Apucaraninha, Taquara, Apertados e Três Bocas.

Segundo SEMA 2009, o uso e ocupação do solo na bacia do Tibagi é predominantemente de agricultura intensiva, seguido por uso misto,19%, e por áreas de reflorestamento. A cobertura florestal encontra-se bastante reduzida representando o equivalente a 3,37% da área da bacia hidrográfica. Destaca-se que deste percentual 24% encontram-se no município de Londrina.

4.4.1.1 Recursos Hídricos Subterrâneos

No Estado do Paraná foram delimitadas dez Unidades Aquíferas, determinadas a partir de conjuntos litológicos, estruturais e de comportamento hidro geológico similar, de acordo com o Atlas Hídrico da SUDERHSA (1998). Na bacia do Rio Tibagi, foram identificadas oito dessas unidades e na porção abrangida pelo projeto ocorrem as quatro seguintes Unidades Aquíferas:

Unidade Paleozóica Superior: Compreende rochas do Grupo Passa Dois (Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto), são representadas principalmente por argilitos, folhelhos, lamitos, siltitos, calcários e arenitos e calcarenitos. Admite-se para esta unidade um potencial hidrogeológico de 3,6 L/s/km²

Unidade Guarani: Aquífero Guarani, é referido como sendo o conjunto de estratos eólicos e flúvio-lacustres das Formações Pirambóia e Botucatu que se encontram sotopostas aos basaltos da Formação Serra Geral. Na BHT, assim como no resto do estado do Paraná, a maior parte do aquífero encontra-se confinada em toda a extensão do Terceiro Planalto Paranaense. Admite-se para esta unidade um potencial hidrogeológico de 12,4 L/s/km².

Unidade Serra Geral Norte: Os derrames basálticos da Formação Serra Geral possuem porosidade e permeabilidade primárias desprezíveis e constituem aquíferos heterogêneos e anisotrópicos. Os fatores estruturais têm importância fundamental para as propriedades aquíferas dessa formação, estando o armazenamento de água condicionado às zonas afetadas por faturamento distensional, por fraturamentos atectônicos e, aos contatos interderrames, onde ocorrem, nos derrames subjacentes zonas vesiculares e no sobrejacente, zonas de intenso diaclasamento horizontal. Admite-se para esta unidade um potencial hidrogeológico de 4,2 L/s/km²

Unidade Caiuá: consiste em um meio poroso constituído litologicamente por rochas sedimentares cretáceas, pós-basálticas da Bacia Sedimentar do Paraná. Essa unidade apresenta características litológicas relativamente homogêneas, sem grandes quantidades de argilas oferecendo condições para que o aquífero Caiuá seja considerado livre, decorrente da homogeneidade e da permeabilidade. Admite-se para esta unidade um potencial hidrogeológico de 4,2 L/s/km².

4.4.1.2 Vegetação

Por abranger áreas nos três planaltos, a Bacia Hidrográfica do Tibagi possui cobertura de tipos vegetacionais pertencentes a biomas distintos com predominância da Estepe Gramíneo-Lenhosa (os Campos Gerais), da Floresta Ombrófila Mista (ou Floresta de Araucária) e da Floresta Estacional Semidecidual.

A região em estudo situa-se parcialmente na zona central à zona norte da bacia. A zona central, que está limitada na foz do Rio Apucaraninha, abriga uma vegetação de transição entre a floresta ombrófila mista e a floresta estacional semidecidual. Devido ao relevo escarpado é possível encontrar alguns dos maiores e melhores fragmentos da vegetação nativa da bacia.

Após a foz do Rio Apucaraninha a vegetação que originalmente era a floresta estacional semidecidual foi fragmentada devido a expansão da agricultura na região.

4.4.1.3 Tempo de Recorrência

Os tempos de recorrência da enchente do projeto a serem utilizados neste estudo são os indicados na Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos, IS-203, e apresentados a seguir:

Tabela 1 – Tempos de Recorrência

Espécie	Tempo de Recorrência
Drenagem Superficial	10 anos
Bueiro Tubular (como canal /como	15 / 25 anos
Bueiro Celular (como canal / como	25 / 50 anos
Ponte	100 anos

Fonte: DNIT

4.4.1.4 Tempo de Concentração

Para a determinação do tempo de concentração foi utilizada a fórmula Kirpich modificada:

$$T_c = 1{,}42\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$$

Onde: T_c: Tempo de concentração, em horas;

L: Comprimento do curso d'água, em km;

H: Desnível máximo, em m.

4.4.1.5 Características das Bacias

As áreas de contribuição e o comprimento de talvegue do trecho em estudo foram obtidas a partir das seguintes cartas topográficas fornecidas pelo IBGE:

Tabela 2 – Cartas Topográficas utilizadas

Nome / Localidade	Escala	Cód. MI	Cód.	Ano
Apucarana	1:50.000	2784-1	SF.22 Y-D-VI-1	1994
Tamarana	1:50.000	2784-2	SF.22 Y-D-VI-2	1992
Rio Bom	1:50.000	2784-3	SF.22 Y-D-VI-3	1980
Mauá da Serra	1:50.000	2784-4	SF.22 Y-D-VI-4	1992
Apucarana	1:100.000	2784	SF.22 Y-D-VI	1966

Em seguida, para o suporte e o refinamento do traçado obtido por meio das cartas, foi utilizada uma superfície gerada a partir do levantamento SRTM do projeto TOPODATA, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, FOLHA 23S525.

4.4.1.6 Vazão de Contribuição

A metodologia de cálculo utilizada na determinação das vazões contribuição é definida a partir da área de contribuição. Neste projeto foram utilizadas as seguintes metodologias:

Método Racional: utilizado em bacias de contribuição com área inferior a 10 km²;

Método do Hidrograma Unitário Triangular: utilizado em bacias de contribuição cuja área é superior a 10 km²

Método Racional

As vazões de contribuição determinadas pela utilização deste método foram obtidas através da seguinte expressão:

$$Q_c = \frac{C \times I \times A}{6} \times D$$

Onde: Q_c: Vazão de contribuição, em m³/s;
C: Coeficiente de escoamento superficial, adimensional;
I: Intensidade de precipitação, em mm/min;
A: Área de contribuição, em ha;
D: Coeficiente de Dispersão

O coeficiente de dispersão, corrige as distorções decorrentes da aplicação do Método Racional em bacias hidrográficas com área entre 4,00 km² e 10,00 km². Foi calculado pela expressão:

$$D = A^{-0,1}$$

Onde: A: Área de contribuição, em km².

As áreas de contribuição e as vazões calculadas para os bueiros do projeto serão apresentadas juntamente com o dimensionamento dos mesmos.

4.4.1.7 Tabela de Classificação dos Problemas

Os dados e condições de conservação bem como problemas existentes das obras de arte correntes foram obtidas por meio de levantamento de campo.

Os problemas identificados foram relacionados e classificados conforme recomendado na IS-203 e estão apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Classificação dos Problemas das Obras de Arte Correntes

LOCALIZAÇÃO km	OBRA	CLASSIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	OBSERVAÇÕES
0 + 200	BSTC Φ 0,6	ERM(2), ERJ(3), ASJ(12)	Montante: Erosão nas laterais da caixa
0 + 500	BSTC Φ 0,8	ERJ(3), EDM(*), EDJ(**)	Mont.: (*) Corpo trincado / Jus.: (**)Corpo trincado; falta de dispositivo de descida dágua e dissipador
0 + 700	BSTC Φ 0,8	ALM(13) , ALJ(15), ASJ(12), ERJ(3)	-
0 + 940	BDTC Φ 1	EDJ(*)	Jus.: (*)Corpo quebrado
1 + 240	BSTC Φ 0,8	ALM(15), ASM(12), EDM(*)	Mont.: (*) Corpo trincado e quebrado
1 + 600	BSTC Φ 0,8	EDJ(21)	Jus.: ala danificada
1 + 940	BSTC Φ 0,8	ERJ(3), EDJ(21)	Jus.: Ala danificada, corpo quebrado
2 + 200	BSTC Φ 0,8	ASJ(12), ALJ(17)	Jus.: a diferença de declividade do bueiro e da vala a jusante pode estar causando o assoreamento.
2 + 500	BSTC Φ 0,8	ERJ(3), EDM(*), EDJ(*,21)	Mont: (*) Corpo quebrado / Jus: (*)Corpo trincado; erosão acentuada, sem ala e dissipador de energia
2 + 800	BSTM Φ 3,5	AL(17)	-
3 + 380	BSTC Φ	-	Obra não encontrada
4 + 500	BSTC Φ 0,8	ASJ(12)	Jus.: Ocorrencia de material de descarte na saída do bueiro
5 + 100	BSTC Φ 0,6	ASJ(12), EDJ(21)	-
5 + 800	BSTC Φ 0,6	ASM(12), ASJ(12), EDM(21), EDJ(21)	Mont.: ausencia de ala / Jus.: ala trincada
6 + 100	BSCC 2,50x3,00	-	Passagem para animais
6 + 600	BSTC Φ 0,8	EDM(21), ASM(12), ASJ(12), EDJ(*)	Mont.: não foi indentificada a caixa Jus.: (*)ala danificada
6 + 950	BSTC Φ 0,8	EDJ(21)	Jus.: ala danificada
7 + 800	BSTC Φ 0,8	ERM(2)	Mont.: inlfiltração lateral a caixa
8 + 000	BSTC Φ 0,60	ASJ(12)	Bueiro Longitudinal, travessia de acesso

LOCALIZAÇÃO km	OBRA	CLASSIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	OBSERVAÇÕES
8 + 080	BSTC Φ 0,8	EDM(*)	Mont. (*) Boca obstruida por árvore caída
8 + 950	BSTC Φ 0,8	ASJ (12)	-
9 + 200	BSTM Φ 2,1	ALM(17)	-
9 + 500	BSTC Φ 0,6	ASJ (12)	-
9 + 900	BSTC Φ 0,6	-	-
11 + 030	BSTC Φ 0,8	EDM(21), ERJ(4)	Jus. (4) descida d'água em degraus danificada
14 + 400	BSTC Φ 1	-	-
15 + 430	BSTC Φ 0,8	-	-
16 + 050	BSTC Φ 0,8	EDM(21), EDJ(21)	Mont.: ala danificada Jus.: ausência de ala
16 + 300	BSTC Φ 0,6	ASM(12), ASJ(12)	-
16 + 700	BSTC Φ 0,8	EDM(*), EDJ(*)	Mont.: (*) ala danificada Jus.: (*) ala danificada
17 + 200	BSTC Φ 0,6	EDM(21), EDJ (*)	Mont.: ausência de ala Jus.: (*) ala danificada
18 + 600	BSTC Φ 1	ASM(12) , ASJ(12)	-
19 + 150	BSTM Φ 2,25	ERJ (3)	-
20 + 050	BSTC Φ 1	ERJ (4)	Jus.: Saída em degraus com erosão
21 + 150	BSTM Φ 3,8	ALM(17)	
21 + 500	BSTC Φ 0,8	EDM(*), EDJ(**)	Mont.: (*) Caixa com conservação ruim Jus.: (**) ala danificada
21 + 700	BSTC Φ 0,8	-	-
22 + 050	BSTC Φ 0,6	-	-
22 + 300	BSTC Φ 0,6	ASM(12), ASJ(12)	Bueiro totalmente assoreado
23 + 600	BSTC Φ 0,8	-	-
23 + 800	BSTC Φ	ASM (12), ASJ(12)	Bueiro totalmente assoreado
24 + 000	BSTC Φ 0,8	ASJ(12)	-
24 + 300	BSTC Φ 0,6	EDM(*), EDJ(*)	Mont.: (*) ala danificada Jus.: (*) ala danificada
24 + 600	BSTC Φ 0,8	-	-
24 + 800	BSTC Φ 0,8	-	-

LOCALIZAÇÃO km	OBRA	CLASSIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	OBSERVAÇÕES
8 + 080	BSTC Φ 0,8	EDM(*)	Mont. (*) Boca obstruida por árvore caída
25 + 100	BSTC Φ 0,6	ASM (12), ASJ(12)	Bueiro totalmente assoreado
25 + 550	BSTC Φ 0,8	-	-
25 + 600	BSTC Φ 0,8	-	-
25 + 700	BSTC Φ 0,6	-	-
26 + 300	BSTC Φ 0,6	EDM (*)	Mont. (*) ala danificada

4.4.1.8 Dimensionamento Hidráulico das Pontes

CÁLCULO DA SEÇÃO DE VAZÃO DA OAE

RODOVIA:	PR-445	KM:	15+0,00
TRECHO:	km 0+000 AO km 26+800	TRANSPOSIÇÃO:	Rio Apucaraninha

Características da OAE

Extensão (m):	39		Altura da Viga (m):	1,000	(cadastro)
Largura (m):	10,63		Espessura Laje (m):	-	
Greide Início:	735,350	(seção MDT)	N° de linhas de pilares:	2	
Greide Final:	735,083	(seção MDT)	Espaç. entre pilares (m):	15	
NEM observado:	-		Largura dos pilares (m):	1	

Dados para a verificação da capacidade hidráulica

Decliv. segmento do rio (m/m)	0,0049	
Coeficiente de Manning	0,04	(Cursos d'água em região plana, com vegetação e plantas livres nas margens)
Borda Livre (m)	1,00	
Vazão de Projeto Q_{TR100} (m³/s)	117,31	
$Q_{TR\,50}$ (m³/s)	96,65	

Análise das seções

Seção	Área	Perímetro	Raio Hidr.	Vazão	NA MAX	CS	Verificação
Ortog Ponte - S1	39,92	34,29	1,16	77,36	733,10	-34%	Não verifica
Ortog Ponte - S1	59,91	40,29	1,49	136,67	733,75*	17%	Ok!
Ortog Ponte - S2	37,42	28,67	1,31	78,26	733,10	-33%	Não verifica
Ortog Ponte - S2	55,49	35,96	1,54	129,75	733,75*	11%	Ok!
Seção Jusante	42,29	25,12	1,68	104,78	733,10	-11%	Não verifica
Seção Jusante	59,52	32,11	1,85	157,25	733,75	34%	Ok!

Resultados Obtidos

Transposição	Nível de Água MEC (m)	Área A (m²)	Raio Hidráulico Rh (m)	Declividade I (m/m)	Coef. de Manning η	Vazão de projeto Q_{100} (m³/s)	Capacidade de Vazão Q (m³/s)	Coef. de Segurança C.S.
Rio Apucaraninha	733,75*	59,91	1,49	0,0049	0,04	117,31	129,75	10,60%

*A verificação considerando o NA 733,75 considera a conformação da calha do rio com base na largura de 7,75 m e taludes com inclinação de 1H:1V

Para atender a condição de 1,00 m de “free board” o NA máximo deve ser na 733,10m e, para este NA a ponte existente não verifica.

Para comportar a vazão de projeto do Rio Apucaraninha (QTR100=117,31 m³/s) o NA máximo é de 733,75 m, reduzindo o “free board” a 0,37m, sendo ainda necessário a conformação da calha do rio sob a ponte para a largura de 7,75 m e taludes de 1H:1V.

Deste modo recomenda-se a substituição da estrutura. A figura a seguir apresenta o perfil longitudinal da ponte existente, e o NA máximo calculado.

Para a ponte do Rio Santa Cruz foi realizada a mesma verificação sendo os resultados apresentados na Tabela 4 e na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentadas a seguir.

Tabela 4 – Resultados do dimensionamento da ponte existente no Rio Santa Cruz

CÁLCULO DA SEÇÃO DE VAZÃO DA OAE

RODOVIA:	PR-445	KM:	18+0,00
TRECHO:	km 0+000 AO km 26+800	TRANSPOSIÇÃO:	Rio Santa Cruz

Características da OAE

Extensão (m):	30	Altura da Viga (m):	1,05	(cadastro)
Largura (m):	10	Espessura Laje (m):	0,90	(cadastro)
Greide Início:	714,302	N° de linhas de pilares:	2	
Greide Final:	714,611	Espaç. entre pilares (m):	10,0	
NEM observado:	711,009	Largura dos pilares (m):	0,40	

Dados para a verificação da capacidade hidráulica

Decliv. segmento do rio (m/m)	0,0047	
Coeficiente de Manning	0,04	(Cursos d'água em região plana, com vegetação e plantas livres nas margens)
Borda Livre (m)	1,00	
Vazão de Projeto Q_{TR100} (m³/s)	115,84	
Q_{TR50} (m³/s)	96,59	

Análise das seções

Seção	Área	Perímetro	Raio Hidr.	Vazão	NA MAX	CS	Verificação
Seção Montante	64,99	27,47	2,37	197,96	712,30	71%	Ok!
Ponte Existente 1	57,58	36,30	1,59	134,36	712,30	16%	Ok!
Seção Jusante	68,98	30,33	2,27	204,66	712,30	77%	Ok!

Resultados Obtidos

Transposição	Nível de Água MEC (m)	Área A (m²)	Raio Hidráulico Rh (m)	Declividade I (m/m)	Coef. de Manning η	Vazão de projeto Q_{100} (m³/s)	Capacidade de Vazão Q (m³/s)	Coef. de Segurança C.S.
Rio Santa Cruz	712,30	57,58	1,59	0,0047	0,04	115,84	134,36	15,99%

A ponte existente no Rio Santa Cruz tem capacidade para escoar as vazões de projeto.

4.5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS/GEODÉSICOS

Para execução dos trabalhos de estudos topográficos foram utilizados insumos oriundos da Base Cartográfica, obtida por meio de levantamento aerofotogramétrico e perfilamento laser (LIDAR- Light Detection and Ranging), que possibilitaram a fotointerpretação e restituição na escala 1:2000 dos elementos de interesse do documento Especificações para Apresentação dos Projetos Viários complementados por levantamento topográfico convencional, com a realização da implantação dos marcos da rede geodésica, levantamento planimétrico cadastral complementar e levantamento batimétrico.

O sistema de referência geodésico utilizado na definição da Base Cartográfica, na implantação da poligonal topográfica e dos marcos da rede de referência é o SIRGAS2000, projeção UTM fuso 22. O levantamento topográfico seguiu as definições das normas NBR13.133 e NBR14.166.

4.5.1 Curvas de Nível

Os dados do perfilamento laser foram utilizados para a elaboração o modelo digital do terreno (MDT) que por sua vez permitiram a geração das curvas de nível. O MDT é obtido inicialmente a partir da classificação automática na nuvem de pontos laser, a qual através de uma rotina específica distingue o que é terreno das outras informações de superfície. Posteriormente à classificação automática é realizado um refinamento manual dos pontos classificados como terreno para corrigir eventuais falhas na classificação automática. O resultado do refinamento dos pontos fornece o acurado modelo digital do terreno e a partir desse MDT, foram geradas as curvas de nível com espaçamento de metro em metro.

4.5.2 Restituição estereofotogramétrica

As imagens obtidas no aerolevantamento receberam tratamento matemático de ortorretificação, gerando as ortofotos que consistem em uma representação fotográfica aérea da superfície terrestre na região do projeto, no qual todos os elementos apresentam a mesma escala, livre de erros e deformações, permitindo assim a obtenção

de medidas precisas e servido de referência para o processo de restituição fotogramétrica.

A restituição estereofotogramétrica compreende um conjunto de técnicas e recursos que permite a visualização tridimensional do terreno e de elementos nele contidos, bem como a sua representação na forma de linhas, símbolos e textos, em um arquivo gráfico digital CAD. Marcos topográficos e poligonal de apoio

Para o apoio as atividades e estudos de campo que necessitem de um referencial topográfico, foi implantada poligonal de apoio, cujo fechamento foi realizado utilizando-se vértices da Rede Geodésica de Primeira Ordem do IBGE (Vértices SAT), seguindo os normas vigentes.

Para cada marco implantado, foi gerada uma monografia com a identificação, localização, fotos, coordenadas do ponto e demais informações de interesse.

Ao longo de toda extensão da área do projeto, foram implantados 30 marcos, sendo 16 no Subtrecho 01 e 14 no Subtrecho 02. A quantidade de marcos e suas localizações foram definidas de acordo com o Termo de Referência.

Os vértices foram monumentalizados através de marcos de concreto no formato tronco-piramidal, com as seguintes dimensões: base quadrangular de 12 cm, topo quadrangular de 8 cm, e altura de 60 cm.

No topo de cada um dos marcos foi implantada uma chapa metálica contendo as informações necessárias à identificação do vértice em questão. As chapas metálicas foram confeccionadas com 6,5 cm de diâmetro, com um pino central de 4 cm de comprimento que garante uma melhor fixação na superfície de implantação.

Figura 6 - Chapa de Identificação

Para a determinação das coordenadas dos marcos foram utilizados receptores GNSS multi-frequência da marca CHC, modelo i80. Os receptores GNSS multi-frequência permitem a observação de todas os sinais emitidos pelas constelações de satélites disponíveis (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU).

Os rastreios foram realizados com tempo mínimo de 20 minutos para cada ponto, com taxa de gravação de 1 segundo e máscara de elevação de 15 graus, o que permite eliminar observações inconsistentes.

Para complementar a base cartográfica foram realizados levantamentos topográficos a fim de coletar outras informações relevantes ao projeto. Os vértices implantados serviram como base para os levantamentos planialtimétricos.

A poligonal possui o seguinte caminhamento:

Tabela 5 - Caminhamento das poligonais

POLIGONAL	SAÍDA	CAMINHAMENTO	CHEGADA
1	SAT 93961	VT01 a VT30	SAT91647

4.5.3 Fechamento

Com a poligonal levantada em campo, foi feito o cálculo do erro de fechamento da mesma, para efetuar a distribuição dos erros através do ajustamento das observações. O processamento e ajustamento da Poligonal foram realizados no Datum SIRGAS2000, utilizando o software GNSS Solutions. A projeção cartográfica utilizada foi a Universal Transversa de Mercator (UTM). A tabela a seguir apresenta o resumo do fechamento obtido:

Tabela 6 - Erro de fechamento da poligonal

RESULTADO DO FECHAMENTO DAS POLIGONAIS							
Rede de Referência							
Vértice de Saída	Vértices Intermediários	Vértice de chegada	Compriment o da Poligonal (m)	Erro Planimétrico Cometido (m)	Erro Altimétri co Cometid o (m)	Erro Total Cometid o (m)	Precisão Relativa
SAT 93961	VT01 a VT30	SAT 91647	85.223,597	0,015	0,077	0,079	1/1.078.780

Após o cálculo do erro de fechamento, as coordenadas dos vértices intermediários foram determinadas distribuindo-se o erro através dos pontos.

4.6 ESTUDO DE SEGURANÇA DE TRÂNSITO

4.6.1 Visão geral do trecho

O segmento localizado entre o km 0 e o acesso à Lerroville da rodovia PR-445 apresenta pista simples, com duas faixas de rolamento e acostamentos externos. O traçado altimétrico apresenta relevo ondulado com rampas variando entre 0,15% e 6,31%. Seu traçado horizontal é composto, em sua maior parte, por curvas adequadas para a velocidade de 80 km/h, com raios maiores de 230 metros, porém apresenta algumas curvas inadequadas para a velocidade de 80 km/h, enquadrando-se em velocidade de 60 km/h.

No km 25+500 localiza-se o entroncamento que dá acesso à Tamarana. Atualmente o dispositivo é em nível e apresenta a configuração de rótula vazada. No km 26+500 localiza-se o entroncamento que dá acesso à Lerroville, apresentando configuração similar à do acesso à Tamarana.

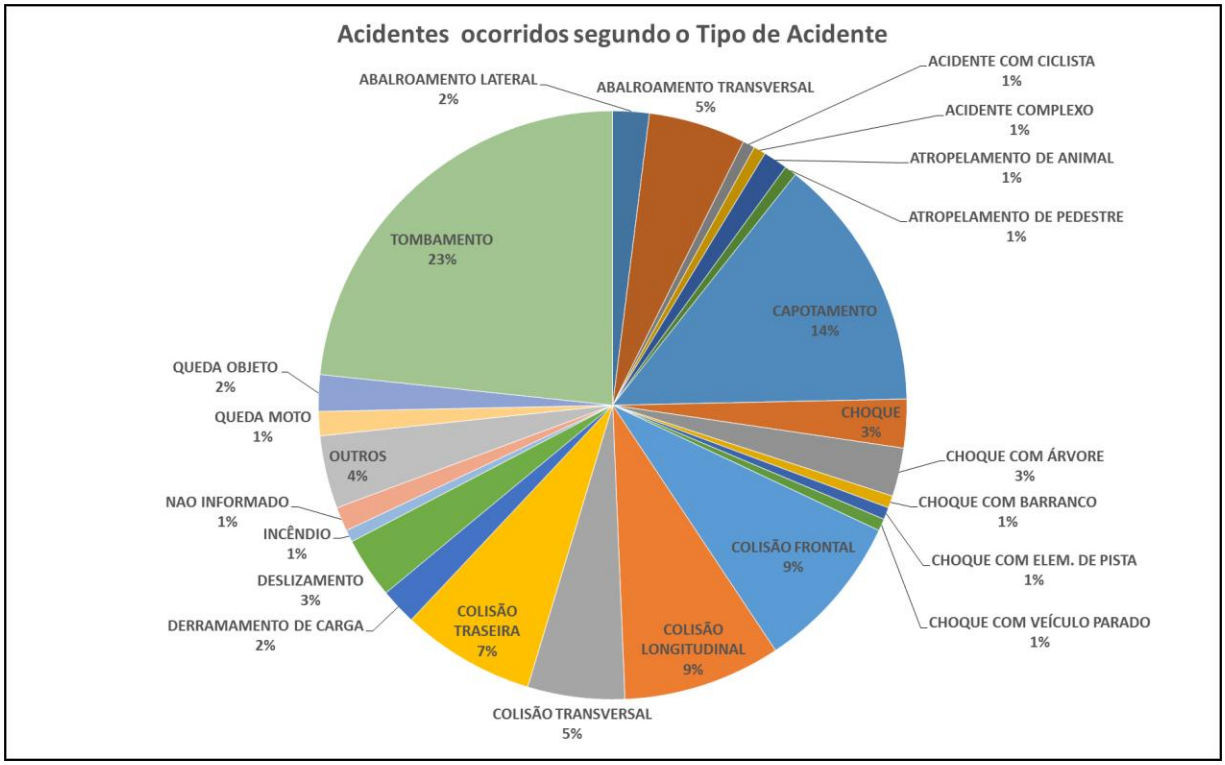
Figura 7 - Entroncamento com acesso à Tamarana

O segmento é caracterizado por uma grande quantidade de acessos, com aproximadamente 61 acessos, na sua maioria propriedades rurais lindeiras à rodovia.

Tendo como base os dados disponibilizados pelo DER-PR, que contém os acidentes ocorridos entre a data de 01/01/2015 e 30/12/2019, a PR-445 apresentou 150 acidentes no total, sendo que 13 deles apresentaram morte, 54 com feridos, e 83 sem vítimas.

Os tipos de acidente que mais ocorreram no período avaliado foram os tombamentos, representando cerca de um a cada quatro acidentes ocorridos, seguidos dos capotamentos, e colisões longitudinais e frontais, que representam cerca de 14%, 9% e 9% dos acidentes ocorridos, respectivamente. O gráfico apresentado a seguir demonstra a distribuição dos acidentes ocorridos no período segundo a tipologia.

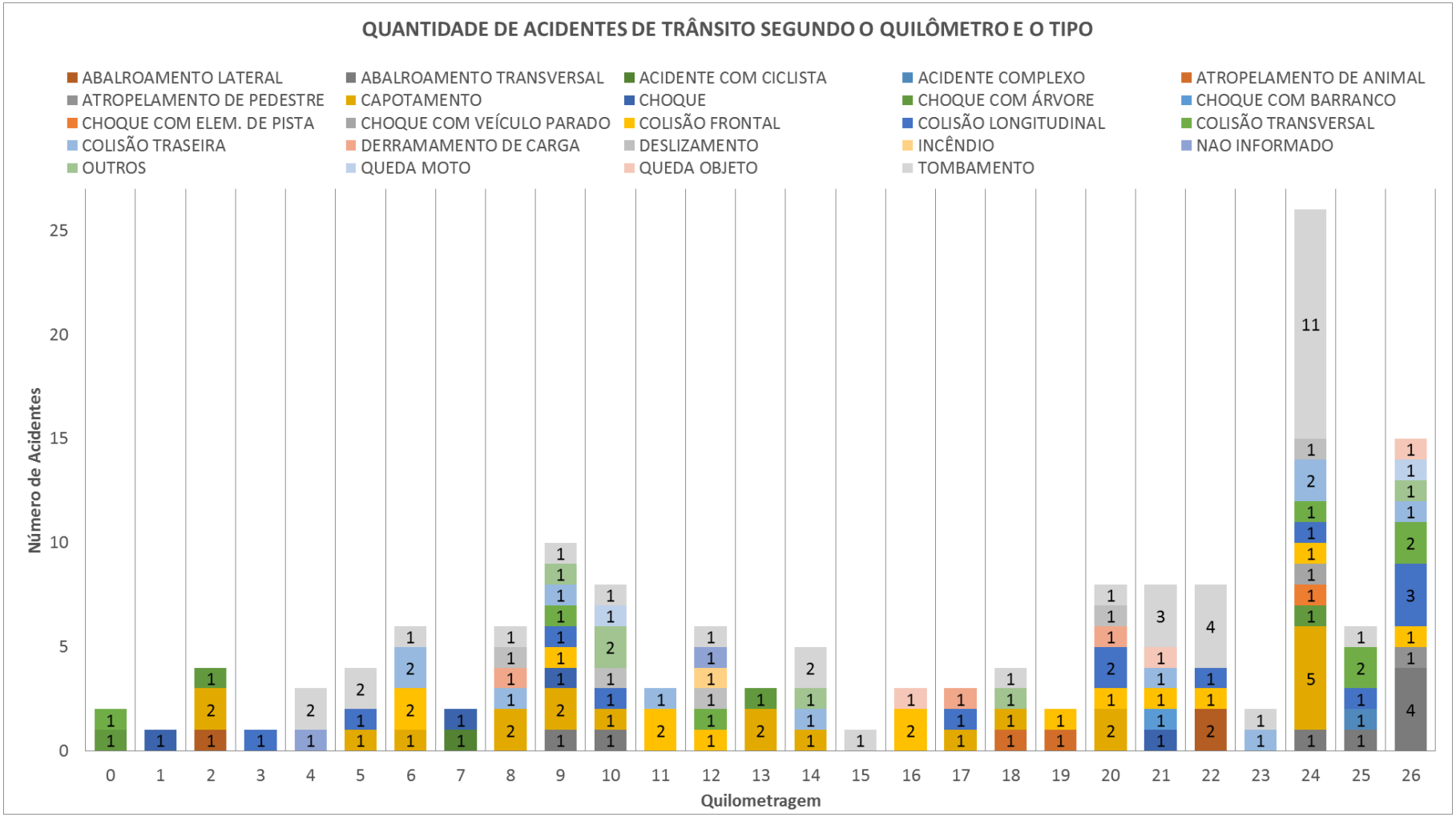
Gráfico 7: Gráfico dos acidentes ocorridos segundo o tipo



O tipo do acidente será muito importante para a avaliação dos pontos críticos, pois servirão de base para a análise das causas mais prováveis dos acidentes ocorridos nesses locais.

O gráfico apresentado a seguir demonstra os acidentes de trânsito ocorridos segundo o quilômetro e o tipo de acidente.

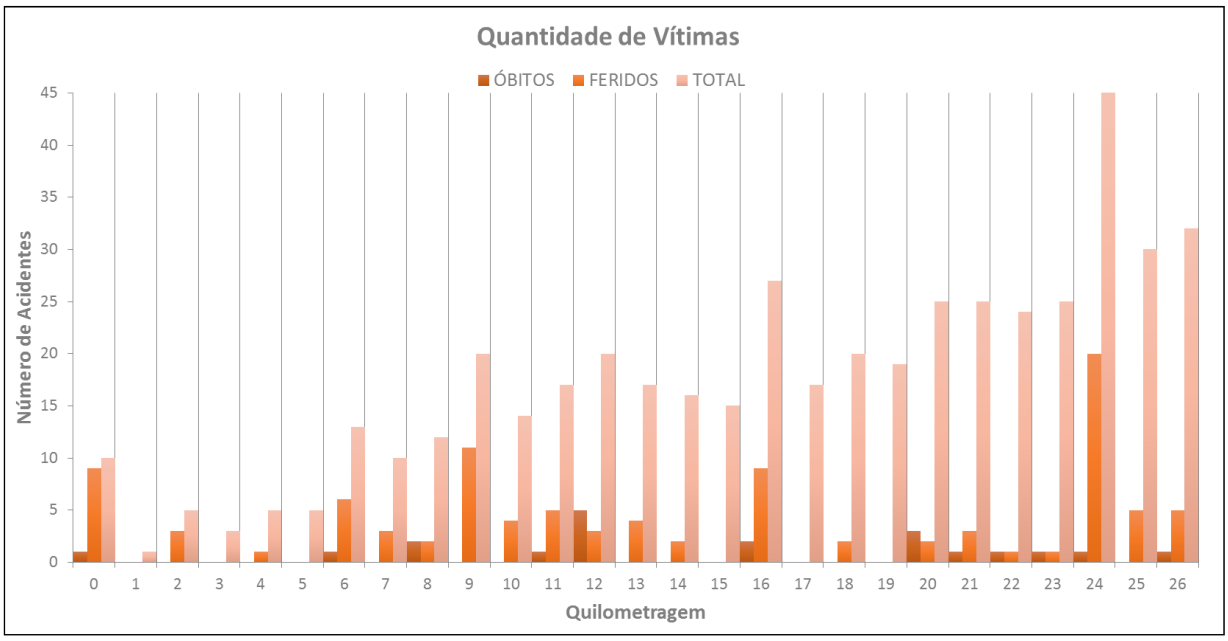
Gráfico 8 - Gráfico dos acidentes segundo o quilômetro e o tipo de acidente



A distribuição espacial dos acidentes pode ser visualizada no gráfico apresentado a seguir.

Com base na análise dos dados constata-se que as quilometragens que apresentam maior incidência de acidentes encontram-se nos quilômetros 24 e 26, que além de apresentarem maior número de acidentes no total, foram os que tiveram maior quantidade de acidentes com vítimas, conforme apresentado no gráfico.

Gráfico 9: Gráfico com a quantidade de vítimas por quilômetro



O item a seguir tem como objetivo analisar os locais que apresentaram maior quantidade de acidentes nos quilômetros 24 e 26, para que sejam avaliados possíveis problemas viários nos locais.

4.7 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

4.7.1 Materiais Métodos

4.7.1.1 Plano de Sondagem

O Plano de sondagens foi elaborado a partir dos dados do Estudo Geológico preliminar e do Projeto Geométrico da obra, seguindo as instruções da IS-206, do Procedimento de Estudos geológicos e Geotécnicos da Engefoto (PRC-PRJ-GET01) e do Anexo A - Especificações para Apresentação dos Projetos Viários e do Procedimento de Estudos geológicos e Geotécnicos, além das normas técnicas aplicáveis.

4.7.1.1.1 Estudo de Subleito e Cortes

Para o estudo de subleito e cortes as sondagens foram distribuídas seguindo as seguintes diretrizes:

Tabela 10 – Espaçamentos dos furos de sondagem em segmentos de corte (IS-206)

Tipo geometria / Extensão do corte (m)	**Espaçamento / Número mínimo de furos de sondagem**
Greide colado	200 metros
Até 120	1
120 a 200	2
200 a 300	3
300 a 400	4
Superior a 400	1 furo a cada 150 metros

A profundidade dos furos foi projetada para atingir 1,5 metros abaixo do greide do projeto geométrico.

4.7.1.1.2 Estudo de fundação de aterro e bueiros existentes

Para os estudos de fundação de aterro foram utilizados os dados dos bueiros de grota existentes e foram locadas sondagem na saída do bueiro ou no off-set do aterro, considerando a prolongação do bueiro na pista projetada, todos os furos estão previstos

com 7,45 metros de profundidade ou, caso o N_{SPT} em 7,45 metros seja menos que 5, deverá ser seguido o critério de paralização conforme NBR 6484.

Nos demais aterros foram locadas sondagens nos offsets dos aterros com profundidade de 7,45 metros cada, ou, caso o N_{SPT} em 7,45 metros seja menos que 5, deverá ser seguido o critério de paralização conforme NBR 6484.

De acordo com o Anexo A, nas ocorrências de solo mole os ensaios de percussão terão início após a camada vegetal.

O critério de paralização segue o determinado na NBR 6484 ou a profundidade programada, o que ocorrer antes.

4.7.1.1.3 Estudo de estabilidade dos taludes

Para os estudos de estabilidade foram separados subtrechos homogêneos com base no mapa pedológico do Estudo Geológico. Optou-se por esta separação por considerar que o mapa geológico apresenta uma única unidade na área do trecho, ou seja, não há subdivisão, além disso as unidades pedológicas representam melhor as heterogeneidades das camadas superficiais do terreno.

Sendo assim, foi considerada a existência de 4 unidades pedológicas. Latossolo vermelho, Argissolo vermelho amarelo, Nitossolo vermelho distrófico e Nitossolo vermelho eutrófico, além de regiões mistas de Latossolo/Argissolo e Latossolo/Nitossolo distrófico, constituindo 6 subtrechos homogêneos.

A partir da divisão em subtrechos foram analisados os intervalos de cortes com mais de cinco metros de altura e foram selecionados os cortes com as maiores alturas e que fossem representativos de cada subtrecho.

Foram selecionados 14 cortes e foram locados três furos de sondagem em cada, considerando um furo na base do talude projetado, um furo no meio e um no topo. As profundidades foram calculadas a partir da superfície do terreno até um metro e meio abaixo da base do pavimento projetado.

Na estaca 1090+00, onde ocorrem cortes em ambos as margens, foi locado um furo no eixo, um furo no meio e outro no topo do talude para cada lado, resultando em uma seção

de 5 furos. Considerando a proximidade com a estaca 1090+00 e a continuidade do corte, na estaca 1095+00 foram locados um furo no eixo e um no topo do talude em cada margem, constituindo uma seção de três furos.

O critério de paralização segue o determinado na NBR 6484 ou a profundidade programada, o que ocorrer antes.

4.7.1.1.4 Estudo nos locais das fundações das Obras de Artes Especiais

Para os estudos de Obra de Artes Especial (OAE) foram locadas uma sondagem por apoio, centrados no eixo da obra em casos de pilar parede; ou em uma linha em casos de pilares.

Serão executadas sondagens mistas (SM), sendo sondagens à percussão com ensaio SPT, até o impenetrável ou limite estabelecido pela NBR-6484 (Item 1.2.1) e após a camada impenetrável ou limite à percussão, serão executadas sondagens do tipo rotativa, indicando o percentual de recuperação do material, utilizando os critérios a seguir:

a) No caso de se atingir o impenetrável ou limite à percussão, até 15m de profundidade, executar a seguir, sondagem rotativa de no máximo 7,0m de profundidade; ou até atingir 3m consecutivos com 80% de recuperação da rocha (não há, a princípio, a necessidade de ultrapassar a 7,0m de profundidade de sondagem rotativa em rocha);

b) No caso de sondagem à percussão com profundidade até de 20,0m, a sondagem rotativa, após a camada limite ou impenetrável, se necessária, deverá ter uma profundidade de 5,0m, com qualquer percentual de recuperação do material perfurado;

c) Com sondagens a percussão, além de 25,0m de profundidade, em material de boa capacidade de suporte (número de golpes SPT médio > 30 – sem grandes camadas de solo mole ou sem suporte, camadas somente de solo arenoso, etc...), poderá não haver a necessidade de execução de sondagem rotativa, além do impenetrável ou limite à percussão, porém este boletim de campo deverá ser enviado para análise e decisão dos projetistas da possível paralisação.

É importante lembrar, que as profundidades de sondagens à percussão, acima indicadas, devem ser consideradas abaixo do nível provável de arrasamento das futuras fundações. Isto é, se houver a previsão de corte do terreno natural, esta altura não deve ser considerada, apenas abaixo deste futuro nível, após as escavações previstas no projeto geométrico;

Outras variações poderão ser possíveis, dependendo do tipo de material encontrado nas sondagens. Sendo estas sugestões, as mais generalizadas para a execução em materiais de boas características de suporte e que seja possível atingir a camada impenetrável.

4.7.1.1.5 Coleta de amostras e ensaios

Nos furos de sondagem à trado, localizados em PPs ou Greide colado, a profundidade programada do furo foi de 1,5 metros e foi realizada uma coleta.

Nos furos de corte com profundidade igual ou menor que três metros, foi considerada a existência de um horizonte único, e programadas duas coletas sendo uma para análise de CBR energia normal e uma para intermediária.

Nos furos de corte com mais de três metros de profundidade foi considerada a existência de dois horizontes: uma acima do greide e um abaixo do greide, sendo programadas duas coletas para o intervalo acima do greide (energia normal e intermediária) e uma coleta abaixo da cota do greide (energia intermediária).

As amostras coletadas foram ensaiadas conforme programação nos seguintes ensaios:

- Ensaio para determinação da umidade natural (DNER-ME 213/94);
- Ensaio para determinação da massa específica aparente in situ (DNER-ME 093/94);
- Ensaio de granulometria por peneiramento com lavagem do material na peneira de 2 mm e de 0,075 mm (DNER-ME 041/94, DNER-ME 080/94);
- Ensaio de determinação dos índices físicos, Limites de liquidez (DNER-ME 122/94) e Limite de plasticidade (DNER-ME 082/94);
- Ensaio de compactação, na energia do Proctor Normal (DNER-ME 129/94) determinadas com pelo menos cinco pontos;

- Ensaio de compactação, na energia do Proctor Intermediário (DNER-ME 129/94) determinadas com pelo menos cinco pontos;
- Ensaio de determinação do CBR ou ISC – Índice de Suporte Califórnia e Expansão (DNER-ME 049/94).

4.7.1.2 Categorias de escavação

Para a classificação dos materiais quanto à escarificabilidade foi utilizada como base a Norma DNIT-106/2009-ES, conforme segue:

Material de 1ª categoria: Compreende os solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. O processo de extração é compatível com a utilização de "Dozer" ou "Scraper" rebocado ou motorizado."

Material de 2ª categoria: Compreende os materiais de resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente; a extração eventualmente pode envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Estão incluídos nesta categoria os blocos de rocha de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1,00 m."

Material de 3ª categoria: Compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 m, ou de volume igual ou superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem com o emprego contínuo de explosivos.

A análise das categorias de escavação foi feita em cada seção de cada estaca onde foi previsto corte e remoção de material. Os resultados da análise de categorias de escavação estão apresentados no Projeto de Terraplenagem.

4.7.2 Resultados

4.7.2.1 Plano de sondagens e investigações

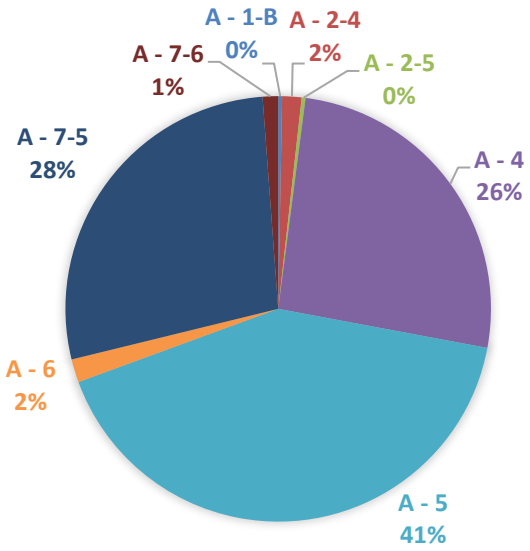
O Plano de sondagens e investigações está apresentado no Volume 3 A.

4.7.2.2 Estudos de subleito

Para os estudos de subleito e corte, foram executadas 185 sondagens a trado, com a coleta e ensaios de 343 amostras de solo. Não foram previstas sondagens à percussão específicas para caracterização do subleito, porém dados das sondagens à percussão de outros estudos foram utilizadas para complementar a caracterização do subleito quando necessário.

Quanto a granulometria, o solo são predominantemente fino, a média de material passando na peneira nº200 é de 74,47%. Isso também é visualizado pela distribuição de classificação TRB, com aproximadamente 98% dos solos sendo classificado nos grupos silto-argilosos com maior expressão do A – 5 (41%), A – 7-5 (28%) e A - 4 (26%) (Figura 8).

Figura 8 - Classificação TRB



Apenas uma sondagem à trado apresentou nível d´água, a ST 11 – Base do Talude, com medida de 1,03 m.

As amostras ensaiadas na energia normal apresentaram, em média, valores de 9,9% para ISC e 0,8% para expansão, já na energia intermediária 12,9% para ISC e 0,9% de expansão. O tratamento estatístico será apresentado na disciplina de pavimentação.

Os perfis individuais das sondagens a trado e os resultados dos ensaios executados podem ser consultados no Volume 3 A– Anexos do Estudo Geotécnico e a representação das sondagens em planta e perfil no Projeto Geométrico. Para CBR de projeto, consultar Projeto de Pavimentação.

4.7.2.3 Estudos das áreas de cortes

As amostras coletadas para estudo de cortes foram ensaiadas na energia normal e intermediária de compactação a fim de verificar a qualidade do solo para uso em corpos de aterro e suas camadas finais. Logo, constata-se que 95% dos cortes ensaiados atendem os requisitos mínimos para uso em corpo de aterro e 87% atendem os requisitos mínimos para as camadas finais dos corpos de aterro, conforme a especificação de serviços DER/PR ES-T 06/18.

4.7.2.4 Estudos de fundações de aterros

Para o estudo de fundações dos aterros e bueiros foram realizadas 39 sondagens à percussão, 22 para estudo de fundação de aterro, 13 para análise de terreno para extensão de bueiros existentes e 4 para aterros com possibilidade de extensão de bueiros existentes.

As sondagens apresentaram um perfil geral homogêneo com uma camada inicial de argila arenosa com baixa capacidade de suporte com características colapsíveis. As seções que não apresentam nível d´água próximo à superfície do terreno apresentam boa estabilidade no geral. As seções com nível d'água apresentam maior probabilidade de problema de estabilidade e recalque.

Os estudos de estabilidade de fundação e de talude de aterro estão apresentados no Item do Estudo de Estabilidade.

Os perfis individuais de sondagem a percussão podem ser consultados a seguir, no Volume 3 A - ANEXOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS e a representação das sondagens em planta e perfil no Projeto Geométrico.

4.7.2.5 Estudos de estabilidade de taludes

Para o estudo de estabilidade de taludes foram executadas 44 sondagens, constituindo 14 seções de análise, cada uma com 3 sondagens, com exceção da seção 1090+00 que possui 5 sondagens.

As sondagens apresentam um perfil geral homogêneo com uma camada inicial de argila arenosa com baixa capacidade de suporte que pode apresentar colapsividade. Em nenhuma seção foi identificado nível d'água, este foi um fator determinante para que a maioria das seções não apresentassem problema de estabilidade nos taludes de corte.

Os estudos de estabilidade dos taludes de corte estão apresentados no Item do Estudo de Estabilidade.

Os perfis individuais de sondagem a percussão podem ser consultados a seguir, no Volume 3 A - ANEXOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS e a representação das sondagens em planta e perfil no Projeto Geométrico.

4.7.2.6 Estudo de áreas de empréstimos (AE)

De acordo com o balanço de massas apresentado pelo Projeto de Terraplenagem não há necessidade de volume de material de área de empréstimo para o Trecho 01.

4.7.2.7 Estudos de áreas para Depósitos de Material Excedente (DME)

De acordo com o balanço de massas apresentado pelo Projeto de Terraplenagem há necessidade de áreas para Depósito de Material Excedente (DME) com capacidade de comportar aproximadamente 1 milhão de m³. O volume de material de limpeza é de 170 mil m³.

Este volume será disposto em 7 áreas para DME de grandes volumes e 21 pequenas áreas ao longo da faixa de domínio.

4.7.2.8 Estudos de Ocorrências

No estudo de ocorrências foram identificados pedreiras e areais que atendam os materiais e parâmetros designados para pavimentação.

Foram levantadas as pedreiras: Lerroville, Guaravera e Expressa. E os areais: Malassisse e Primeiro de Maio.

4.7.2.8.1 Croqui de localização das fontes de materiais

4.7.2.9 Sondagens para OAE's

O Trecho 01 possui 4 Obras de Arte Especial:

a) Ponte sobre o Rio Apucaraninha

b) Ponte sobre o Rio Santa Cruz

c) Acesso à Tamarana

d) Estudo do acesso à Lerroville

Em cada OAE foram executadas quatro sondagens mistas com critério de paralização conforme apresentado.

O detalhamento das estruturas das OAE's está apresentado no Projeto de OAE. Os perfis individuais de sondagem mista podem ser consultados no Volume 3 A - ANEXOS DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS e a representação das sondagens em planta e perfil no Projeto Geométrico e Projeto de OAE.

4.7.2.10 Sondagens para obras de contenção

O Trecho 01 apresenta uma contenção na OAE de acesso à Tamarana. Tais estruturas estão detalhadas no Projeto de OAE. E uma contenção na Estaca 902 lado direito, antes da ponte do Rio Santa Cruz.

4.7.2.11 Sondagens em locais de solos moles

A partir das sondagens executadas nas áreas com potencial ocorrência de solos moles, foram verificadas que as seguintes sondagens apresentaram solo orgânico ou presença de nível d'água próximo à superfície:

Tabela 11 – Ocorrência de argila orgânica e/ou nível d´agua próximo à superfície.

Sondagem	Estaca	Nível d'água	Solo Orgânico	Espessura do solo orgânico
SP-05	32+04	1,03	Não	0
SP-13	48+12	1,17	Não	0
SP-97	464+00	0,30	Sim	0,15 - 3,00
SP-98	466+03	1,00	Sim	0,17 - 2,00
SP-145	802+06	N.F.E	Sim	0,12 - 5,00
SP-167	901+00	1,50	Sim	0,12 - 4,15
SP-168	903+00	0,90	Sim	0,15 - 2,10
SP-176	961+02	1,00	Não	0
SP-194	1054+16	2,72	Não	0

Sondagem	Estaca	Nível d'água	Solo Orgânico	Espessura do solo orgânico
SP-195	1057+00	2,74	Não	0
SP - 226	1221+14	N.F.E	Sim	0,10 - 6,30

N.F.E. = Nível d'água não foi encontrado

4.8 ESTUDO DE ESTABILIDADE DE TALUDES

Neste item serão apresentados os parâmetros utilizados para as análises de estabilidades, bem como, as análises de estabilidade dos taludes de corte e/ou aterro e análise de fundação de aterro das seções do projeto de duplicação da rodovia PR-445 - Trecho 1.

4.8.1 Análise de estabilidade dos taludes de corte

A seguir são apresentadas as análises de estabilidade das seções de cortes. Importante reforçar que em condições desfavoráveis o carregamento distribuído na faixa foi retirado. Ainda, por existirem predominantemente solos residuais nas primeiras camadas, é muito importante que sejam mantidas as condições de drenagens no topo dos cortes e nas bermas, bem como, a cobertura vegetal em todos os cortes, afim de serem mantidos os níveis de segurança e valores obtidos nestas análises.

Pela análise das sondagens realizadas, em nenhum dos casos foi identificado nível d'água, caso ocorra a surgência de água em alguma seção ao longo do período de execução, as análises de estabilidade devem ser refeitas e, se necessários, avaliados sistemas específicos de drenagem.

Para as seções referentes as Estaca-220+0, Estaca-286+0, Estaca-381+10, Estaca-393+0, Estaca-724+0, Estaca-776+0, Estaca-820+0, Estaca-866+0, Estaca-925+0, Estaca-1019+0, Estaca-1090+0 e Estaca-1095+0 foram obtidos Fatores de Segurança (FS) superiores ao mínimo estabelecido (1,4).

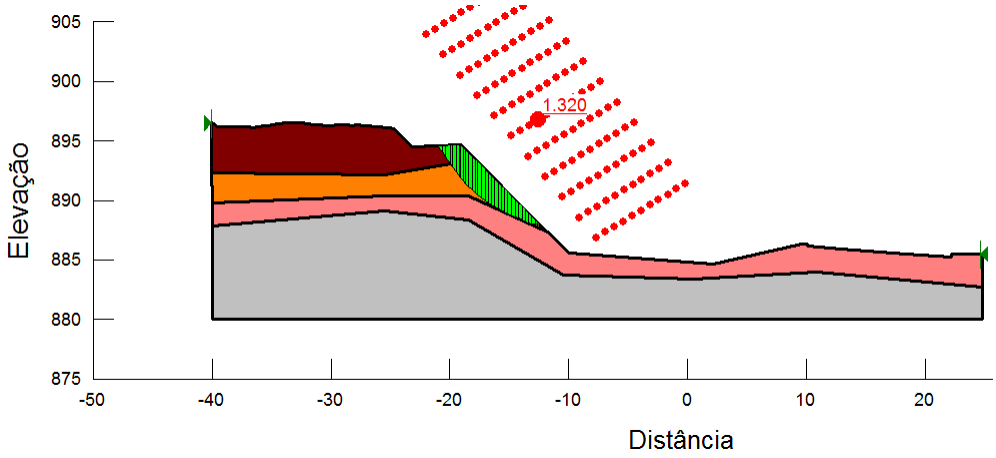
Para as Estaca-724+0, Estaca-1090+0 e Estaca-1095+0, como os valores de F.S. ficaram muito próximo do valor mínimo solicitado por norma, torna-se indispensável que sejam garantidos sistemas de drenagem e cobertura vegetal para que sejam evitadas as perdas de sucção decorrentes da infiltração da água da chuva.

Tabela 12 – Resumo das análises de estabilidade dos taludes de corte.

Estaca	Topografia	Sondagem	Nível d'água	Fator de segurança da seção original	Solução de estabilidade	F.S. após solução
220+00	Corte	SP 49 50 51	Ausente	1,929		
286+00	Corte	SP 61 62 63	Ausente	2,437		
381+10	Corte	SP 77 78 79	Ausente	2,281		
393+00	Corte	SP 83 84 85	Ausente	2,155		
411+00	Corte	SP 269 270 271	Ausente	1,320	Retaludamento: alteração na geometria	1,561
724+00	Corte	SP 129 130 131	Ausente	1,425		
776+00	Corte	SP 140 141 142	Ausente	1,984		
820+00	Corte	SP-148 149 150	Ausente	2,159		
866+00	Corte	SP 160 161 162	Ausente	2,319		
925+00	Corte	SP 272 273 274	Ausente	2,326		
1019+00	Corte	SP 187 188 189	Ausente	2,439		
1090+00	Corte LE	SP 201 202 203 204 205	Ausente	1,068	Retaludamento: alteração na geometria	1,493
1090+00	Corte LD	SP 201 202 203 204 205	Ausente	1,168		1,413
1095+00	Corte LE	SP 206 207 208	Ausente			1,463
1095+00	Corte LD	SP 206 207 208	Ausente			1,424
1230+00	Corte	SP 275 276 277	Ausente	1,500		

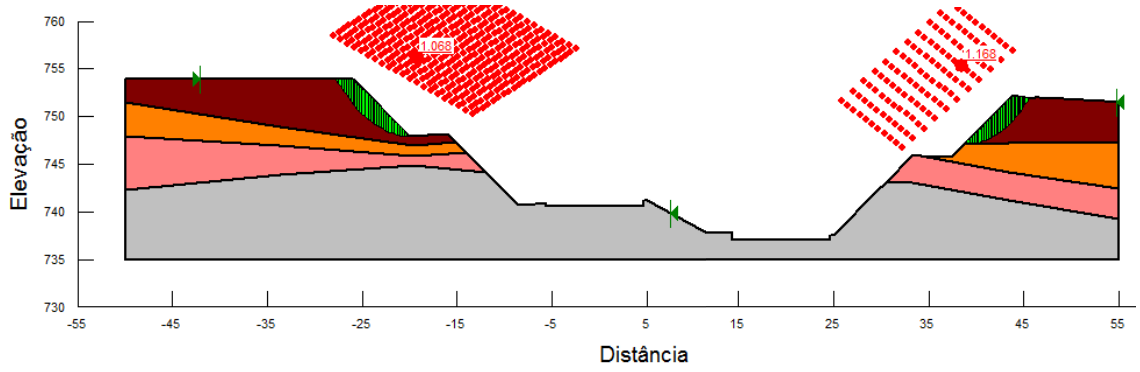
Para a Estaca-411+0 a estabilidade do corte resultou em valor final de F.S. inferior ao mínimo estabelecido, sendo a ruptura caracteristicamente planar no contato entre dos materiais, a argila arenosa mole (laranja) e o silte argiloso rijo (rosa). Para que a segurança do talude fosse garantida, optou-se pelo abatimento do talude, ficando com configuração 1, 5H:1V, com isso há um ganho razoável de segurança. Na **Erro! Fonte d e referência não encontrada.** é apresentado o novo perfil com o talude já ajustado. Ressalta-se que é fundamental que este abatimento do talude seja realizado de acordo com o analisado.

Figura 9 – Análise de estabilidade aterro Estaca – 411+0



Para a Estaca-1090+0 foram avaliados os dois lados da rodovia, em ambos foram constatados problemas de segurança, conforme pode ser observado na Figura 10. Com isto foi realizada uma nova definição de seção com retaludamento e deslocamento do topo do talude 3 metros para fora do corte de ambos os lados. A nova seção avaliada está apresentada nas figuras a seguir e ressalta-se que é fundamental que este abatimento do talude seja realizado de acordo com o analisado, resultado no aumento do Fator de Segurança e também da área de desapropriação. As Estacas 1090+0 e 1095+0 são representativas de toda a extensão da variante, por isso considerou a solução adotada para toda a extensão do corte.

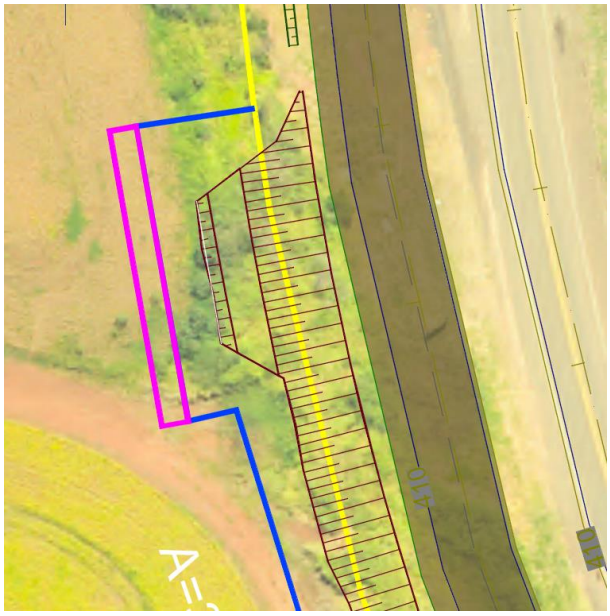
Figura 10 – Análise de estabilidade aterro Estaca – 1090 [Lado Direito (F.S. = 1,168) e Lado Esquerdo (F.S. = 1,068)]



Solução adotada na Estaca 411+00: abatimento do talude de 1:1 para 1,5:1 mantendo a berma, com isso houve um aumento do offset do corte em aproximadamente 3 metros,

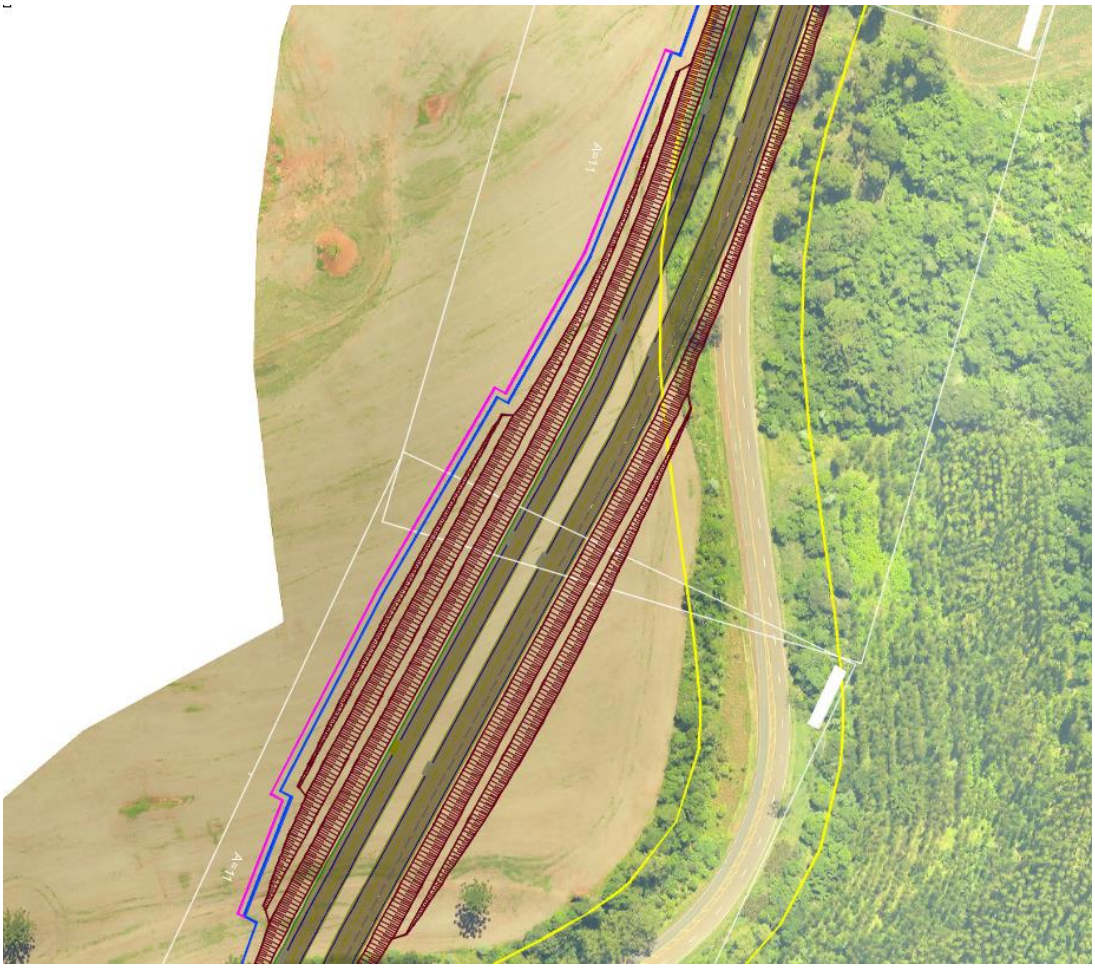
na extensão entre as estacas 410+10 a 412, resultando em um aumento de 100 m² de desapropriação. A área do offset inicial, antes da solução, já seria desapropriada.

Figura 11 – Aumento da área de desapropriação com abatimento do talude. (Aumento está indicado em rosa).



Solução adotada nos cortes da variante Estacas 1090+00 e 1095+00: retaludamento e abatimento do talude de 1:1 para 1,5:1 aumentando uma berma e reduzindo a altura dos taludes, com isso houve um aumento do offset do corte em aproximadamente 3 metros, na extensão margem esquerda da estaca 1085 a 1105, resultando em um aumento de 1250 m² de desapropriação do lado esquerdo, no lado direito já estava prevista a desapropriação até a faixa de domínio existente. A área do offset inicial, antes da solução, já seria desapropriada.

Figura 12 - Aumento da área de desapropriação com abatimento do talude. (Aumento está indicado em rosa).



4.8.1.1 Conclusões e recomendações

As condições de estabilidade analisadas só permanecem mantidas se a condição do solo permanecer não saturada, por isso considera-se de suma importância a execução e manutenção dos sistemas de drenagem eficientes nos taludes de corte analisados.

Como o solo tem comportamento colapsível, qualquer surgência de água durante a execução da obra deverá ser avaliada para verificação das estabilidades dos taludes envolvidos.

4.8.2 Analise de estabilidade dos taludes de aterro

As análises de estabilidade dos aterros foram realizadas para estruturas com altura de aterro igual ou superior a 5 metros, totalizando 37 seções analisadas. Para facilitar o entendimento das soluções, os resultados e as análises foram divididos em 2 grupos:

- Sem nível d'água
- Com nível d'água
    I. Identificado na sondagem
    II. Inferido a partir do levantamento topográfico (para as seções de bueiro)

Devido ao caráter colapsível do solo, onde a presença de água atuando na saturação deste leva ao colapso da estrutura, avaliou-se, com atenção, as seções que contém bueiros. As seções foram avaliadas individualmente quanto à estabilidade e recalque. Nas seções com bueiros onde foram cadastrados cursos d'água pela topografia, mesmo que a sondagem não tenha apresentado N.A., as seções foram avaliadas com N.A. inferido.

Ressalta-se que devido às características do solo, quando a seção é analisada com N.A. inferido, há perda no Fator de Segurança (F.S.) da estabilidade e a camada de solo apresenta recalque. De maneira geral, neste tipo de solo, sempre que há presença de água há recalque. A opção por analisar a seção considerando um nível d'água inferido

presa pela segurança do projeto, porém a verificação da necessidade das soluções projetadas deve ser avaliada em campo durante a execução da obra. As estruturas de drenagem e outras situações com presença de água devem ser executados com máxima cautela para evitar perda d'água para o maciço de solo.

Seções com nível de água:

Tabela 13 – Resumo de seções de aterro com nível de água

Estaca	Sondagem de referência	Topografia	Drenagem	Altura do aterro projetado (relação ao terreno)	F.S. Global	F.S. do Aterro	N.A.	F.S. Global com solução	F.S. do Aterro com solução	F.S. Global com N.A. inferido	F.S. do Aterro com N.A. inferido	Observações
11+00		Aterro	Bueiro									Projetado em corte - não calculado
24+16	SP-05*	Aterro	Bueiro	1.7			cadastrado na topografia					Altura insignificante - não calculado
32+04	SP-05	Aterro	Bueiro	6.7	2.202	2.415	1.03					
48+12	SP-13	Aterro	Bueiro	6.83	1.753	1.861	1.17					
60+05	SP-15*	Aterro	Canal	15.67			cadastrado na topografia			1.678	2.218	Seção 61+00 analisada com N.A. inferido a 1.4 m
61+00	SP-15	Aterro			1.682	2.517	Ausente					
81+08	SP-20	Aterro	Bueiro		1.647	2.088	Ausente					
97+00	SP-22	Aterro	Bueiro		1.719	1.851	Ausente					
126+00	SP-29	Aterro	Bueiro		1.778	2.502	Ausente					
142+09	SP-34	Aterro	Bueiro	14.28			cadastrado na topografia			1.461	1.489	Seção 143+08 analisada com N.A. inferido a 1.4 m
143+08	SP-34	Aterro			1.477	1.75	Ausente	1.502	1.89			Retaludamento do talude

Estaca	Sondagem de referência	Topografia	Drenagem	Altura do aterro projetado (relação ao terreno)	F.S. Global	F.S. do Aterro	N.A.	F.S. Global com solução	F.S. do Aterro com solução	F.S. Global com N.A. inferido	F.S. do Aterro com N.A. inferido	Observações
												existente e projetado 1:1.5 (sem aumento do offset)
169+14	SP-39	Aterro	Bueiro	15.85			cadastrado na topografia			1.343	1.661	Seção 170+06 analisada com N.A. inferido a 1.4 m
170+06	SP-39	Aterro			1.399	1.503	Ausente	1.47	1.961			Retaludamento do existente e do projetado 1:1.5 cm berma de 4m
175+06	SP-40	Aterro			1.994	2.145	Ausente					
199+08	SP-44	Aterro			1.729	2.012	Ausente					
347+07	SP-73	Aterro			1.904	2.104	Ausente					
349+18	SP-73	Aterro	Bueiro	6.92			cadastrado na topografia			1.941	1.948	Seção 350+00 analisada com NA inferido a 1.4 m
350+00	SP-73	Aterro			1.944	1.946	Ausente					
404+04	SP-88	Aterro			2.06	2.06	Ausente					
464+00	SP-97	Aterro			1.142	1.142	0.30					
466+03	SP-98	Aterro					1.00					
901+00	SP-167	Aterro			2.471	2.811	1.50					
903+00	SP-168	Aterro			2.178	2.436	0.90					
905+00	SP-169	Aterro			2.567	2.593	Ausente					

Estaca	Sondagem de referência	Topografia	Drenagem	Altura do aterro projetado (relação ao terreno)	F.S. Global	F.S. do Aterro	N.A.	F.S. Global com solução	F.S. do Aterro com solução	F.S. Global com N.A. inferido	F.S. do Aterro com N.A. inferido	Observações
961+02	SP-176	Aterro			2.06	2.203	1.00					
1005+02		Aterro	Bueiro	6.56			cadastrado na topografia					Solo de alteração de rocha - seção não analisada
1054+16	SP-194	Aterro			1.476	2.112	2.72					
1057+00	SP-195	Aterro			1.43	2.125	2.74					
1059+12		Aterro	Bueiro	7.34								
1071+17	SP-196	Aterro			2.622	2.622	Ausente					
1221+14	SP-226	Aterro			1.659	2.366	Ausente					
1221+14	SP-226	Aterro			1.847	2.526	Ausente					
1222+13	SP-227	Aterro	Lado direito	5.2	1.66	1.66	cadastrado na topografia			1.349		
1222+13	SP-227	Aterro	Lado esquerdo		1.703	1.703	cadastrado na topografia			1.583		
1233+19		Aterro		0.75			cadastrado na topografia					Altura insignificante - não calculado
1241+00	SP-231	Aterro			1.586	1.905	Ausente					
1246+00	SP-232	Aterro			1.74	2.197	Ausente					

Seções sem nível de água:

Tabela 14 - Resumo de seções de aterro sem nível de água

Sondagem de referência	Estaca	Nível d'água	Tipo de solo da camada superficial	Espessura da camada	Profundidade da sondagem
SP-05*	24+16	cadastrado topografia	Argila muito mole	2,13	5,17
SP-05	32+04	1,03	Argila muito mole	2,13	5,17
SP-13	48+12	1,17	Argila arenosa muito mole	1,80	2,68

Sondagem de referência	Estaca	Nível d'água	Tipo de solo da camada superficial	Espessura da camada	Profundidade da sondagem
SP-15	60+05	cadastrado topografia	Argila arenosa média	1,70	2,13
SP-34	142+09	cadastrado topografia	Argila siltosa mole	2,74	2,74
SP-39	169+14	cadastrado topografia	Argila arenosa muito mole	5,61	8,46
SP-73	349+18	cadastrado topografia	Argila siltosa mole	2,00	10,45
SP-97	464+00	0,30	**Argila orgânica**	0,15 - 3,00	3,04
SP-98	466+03	1,00	**Argila orgânica**	0,17 - 2,00	4,12
SP-145	802+06	N.F.E	**Argila orgânica**	0,12 - 5,00	10,45
SP-167	901+00	1,50	**Argila orgânica**	0,12 - 4,15	7,38
SP-168	903+00	0,90	**Argila orgânica**	0,15 - 2,10	7,39
SP-176	961+02	1,00	Argila siltosa preta média	2,00	4,09
SP-184	1005+02	cadastrado topografia	Silte argiloso rijo	2,00	3,02
SP-194	1054+16	2,72	Argila arenosa muito mole	5,3	9,50
SP-195	1057+00	2,74	Argila arenosa muito mole	5,6	11,37
SP - 226	1221+14	N.F.E	**Argila orgânica**	0,10 - 6,30	13,04
SP-226/ 227	1222+14	cadastrado topografia	**Argila orgânica**	0,10 - 6,30	13,04
SP-275/ 276/277*	1233+19	cadastrado topografia	Argila arenosa muito mole	4,50	12,00

N.F.E. = Nível d'água não foi encontrado
* - SP de referência longe da estaca

Para as seções que não atenderam a norma NBR 11682, e não apresentaram um fator de segurança maior que 1,4 foram recomendadas soluções, estas encontram-se no volume 03 do presente projeto.

4.9 ESTUDO DE INTERFERÊNCIAS

O principal objetivo do cadastro de interferências, foi fornecer elementos de instalações subterrâneas ou não, definindo sua posição e ocupação, a fim de permitir a execução das obras e compatibilizar as soluções com as interferências identificadas.

4.9.1 Bases de Dados Disponíveis

Foram pesquisadas as informações disponíveis sobre as interferências existentes na região, nos órgãos e concessionárias responsáveis, dentre elas:

a) Rede de Distribuição de Energia: Companhia Paranaense de Energia

b) Rede de água/esgoto: Companhia responsável pela prestação de serviços de saneamento básico da região;

c) Rede de Telecomunicação (OI): Companhia de telefone e internet no estado do Paraná

O contato com as concessionárias dos serviços foi continuamente solicitado durante a fase de projeto.

A tabela a seguir mostra a relação dos cadastros solicitados:

ITEM	EMPRESA	CONTATO OBTIDO	FUNÇÃO	E-MAIL	STATUS
1	COPEL	Paulo Esperança	Projetista	esperancaprojetos@hotmail.com	Cadastro Apresentado
2	SANEPAR	Silvio Cesar Bezerra de Souza	Responsável Operacional	silviocbs@sanepar.com.br	Trecho sem cadastro
3	OI	Marcus Valério Franca	Diretoria de Operações	marcusvf@oi.net.br	Trecho sem cadastro

O cadastro da Companhia Paranaense de Energia foi apresentado em pontos lindeiros a rodovia, é possível visualizar os postes e esta rede nos desenhos devidamente identificados.

As Empresas Sanepar e Empresa Telefonia OI, informou que este trecho não apresenta rede que possa a vir a atingir o local de implantação da duplicação, abaixo segue a troca de informações oficiais.

Os demais cadastros que possam atingir a via foram levantados pela topografia e restituição, provindos do laser, como por exemplo árvores e cercas que venham a ser atingidas pelo projeto.

5 PROJETOS

5.1 PROJETO GEOMÉTRICO

Os estudos de traçado da rodovia PR-445 objetivaram definir uma diretriz de projeto que contemple as melhores condições técnicas, econômicas e ambientais de implantação.

Com extensão total de 27,077 quilômetros, o projeto executivo tem seu início no entroncamento com a BR-376/PR (km 0,000) e fim próximo ao acesso a Lerroville (km 27,200). O traçado resultante é desenvolvido através de duplicação paralela da pista existente, compatíveis com as velocidades operacionais de 80 km/h para relevo ondulado, classe I-A do DNIT (duplicação paralela).

5.1.1 Pista Existente

O traçado longitudinal da rodovia existente apresenta seção tipo com 2 (duas) faixas de tráfego com acostamentos. Podendo de um modo geral se enquadrar em classe I-B em relevo ondulado compatível com a velocidade de 80 km/h.

Planimetricamente, a rodovia apresenta sete curvas inadequadas a velocidade de projeto:

Tabela 15 - Pontos Críticos do Traçado Planimétrico Existente

Localização	Raio (m)
km 11,0	220,0
km 18,3	200,0
km 20,8	150,0
km 21,6	155,0
km 21,9	120,0
km 24,5	160,0
km 24,9	160,0

Em seu traçado vertical encontram-se vários segmentos onde a rodovia apresenta parâmetros incompatíveis com sua classe, com rampas superiores a 4,5% e curvas verticais com parâmetro “K” inferior ao mínimo adequado.

5.1.2 Traçado Planimétrico

O traçado de duplicação foi realizado atendendo às condições geométricas estabelecidas para rodovias de classe "I-A" em região ondulada, com parâmetros de projeto compatíveis com a velocidade operacional de 80 km/h.

O lado de duplicação escolhido teve como intuito minimizar custos de terraplenagem e desapropriações, com um traçado que melhor se adaptasse às condições do relevo local, respeitando a pista já implantada. Ressalta-se também que em diversos trechos há a presença de corpos hídricos que margeiam a rodovia, condicionando a posição da duplicação nestes locais.

O traçado projetado possui ao todo 47 curvas, sendo 39 delas dotadas de espirais de transição. O raio mínimo projetado é de 230 m, respeitando as condições normativas exigidas. A extensão total em curva é de 12,70 km, correspondendo a aproximadamente 47% da extensão total do trecho.

Conforme mencionado anteriormente, o traçado existente apresenta em seu desenvolvimento 7 pontos críticos, os quais foram readequados pelo projeto.

Ressalta-se que além da duplicação e readequação de traçado, o projeto também prevê outras melhorias significativas a operação da rodovia nestes pontos, como readequação de sinalização, implantação de superlargura e superelevação compatíveis com o raio e implantação de dispositivos de contenção viária.

Estas medidas visam garantir grande incremento a segurança operacional da via, reduzindo número e severidade dos acidentes.

São apresentados nas figuras abaixo os pontos de retificação de traçado propostos neste segmento.

Figura 13 - Correção de Curva do km 11,0

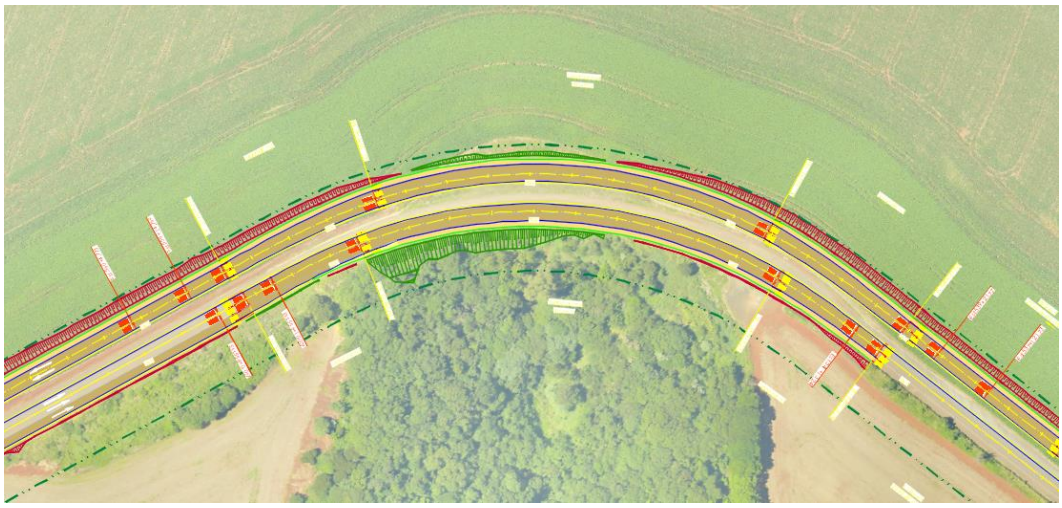


Figura 14 - Correção de Curva do km 18,3

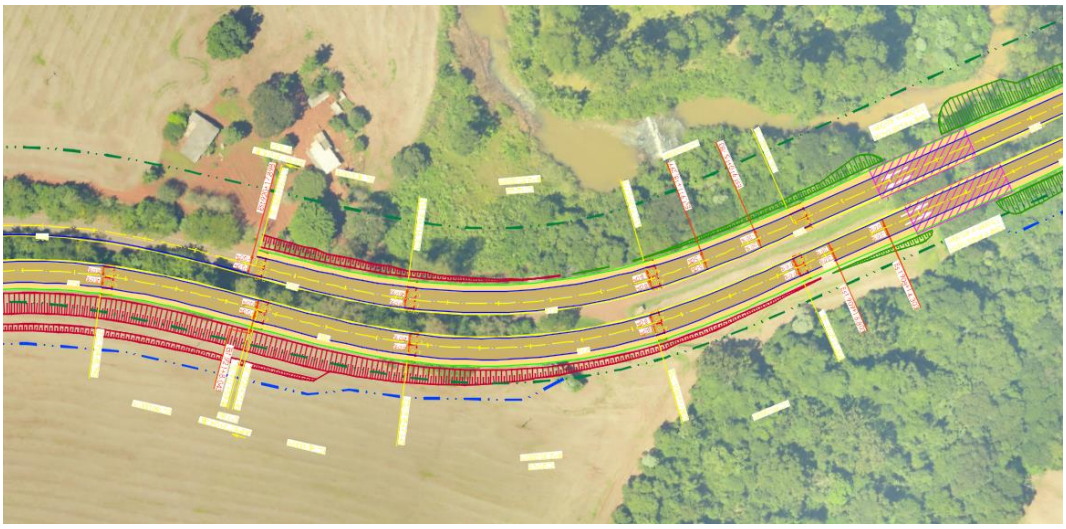


Figura 15 - Correção de Curva do km 20,8

Figura 16 - Correção de Curvas do km 21,6 e 21,9

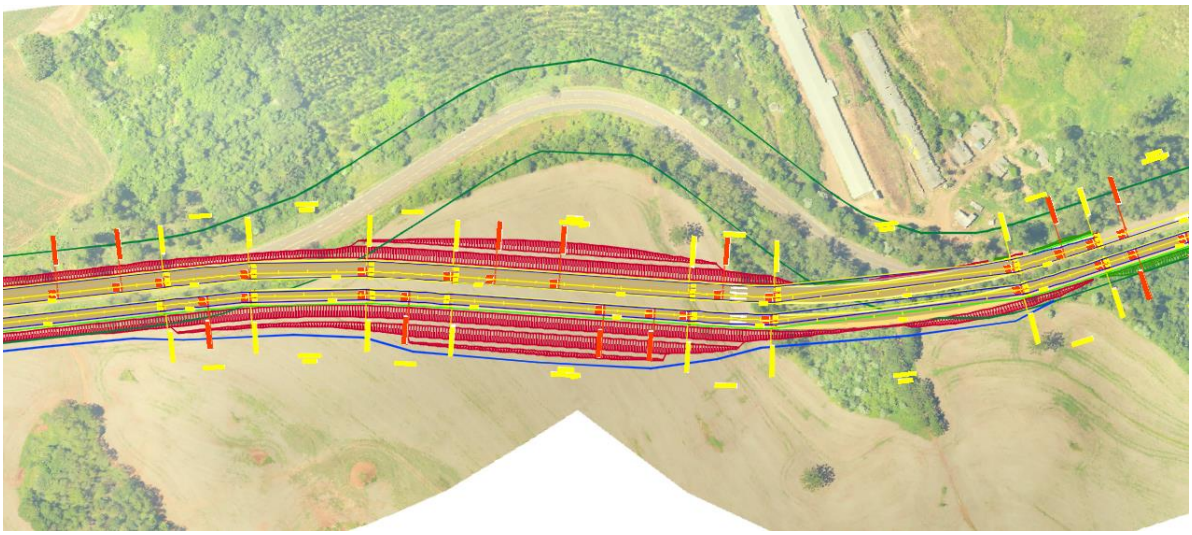
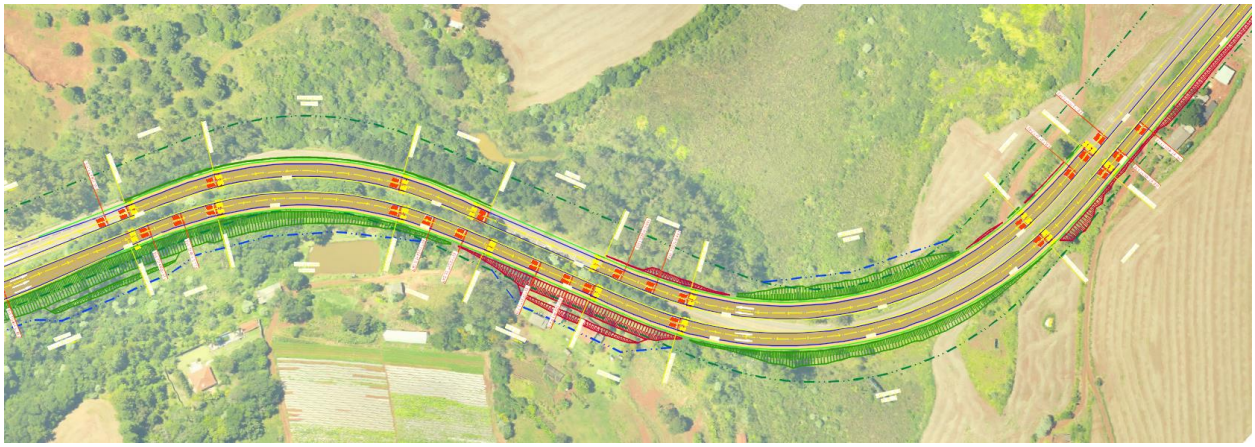


Figura 17 - Correção de Curvas do km 24,5 e 24,9



5.1.3 Traçado Altimétrico

Por se tratar de um projeto de duplicação, o traçado altimétrico de projeto encontra-se fortemente condicionado as condições da pista existente, a qual apresenta rampas acentuadas e curvas verticais acentuadas em vários segmentos.

Ressalta-se, todavia, que o projeto buscou sempre que possível suavizar rampas e melhorar condições de visibilidade na pista de duplicação, trabalhando sempre com o limite de desnível possibilitado pela largura do canteiro central.

A rampa máxima de projeto é de 6,00%. Todas as curvas verticais da pista projetada encontram-se aderentes aos requisitos normativos, possuindo K mínimo para curvas côncavas igual a 24 e para curvas convexas igual a 29.

5.1.4 Seção Transversal

A seção transversal da pista projetada possui seus elementos com as seguintes dimensões (seção em tangente):

- Pista de rolamento ..... 7,20 m;
- Acostamento externo ..... 2,50 m;
- Faixa de segurança interna (duplicação com barreira rígida dupla) ..... 1,00 m;
- Faixa de segurança interna (duplicação com canteiro central) ..... 0,60 m;
- Barreira Rígida Dupla ..... 0,60 m;
- Espaço para Serviços Operacionais e Drenagem ..... 1,50 m;

A duplicação desenvolve-se majoritariamente com canteiro central de 9,00 m, com exceção de dois segmentos. Entre a estaca 0 e 180 o canteiro central possui 7,00 m de largura, condição imposta pelas características topográficas do local. Outra exceção se dá entre a estaca 1260 e 1340, onde localizam-se os acessos a sede urbana de Tamarana e Lerroville, segmento este com ocupação predial mais significativa.

Figura 18 - Seção Tipo – Duplicação com Canteiro Central de 9,00 m

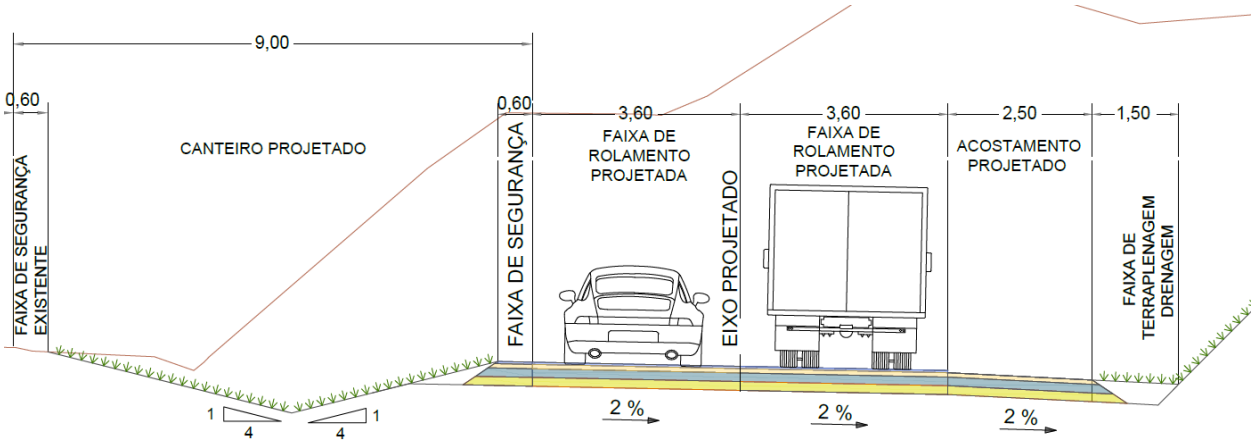


Figura 19 - Seção Tipo – Duplicação com Canteiro Central de 7,00 m

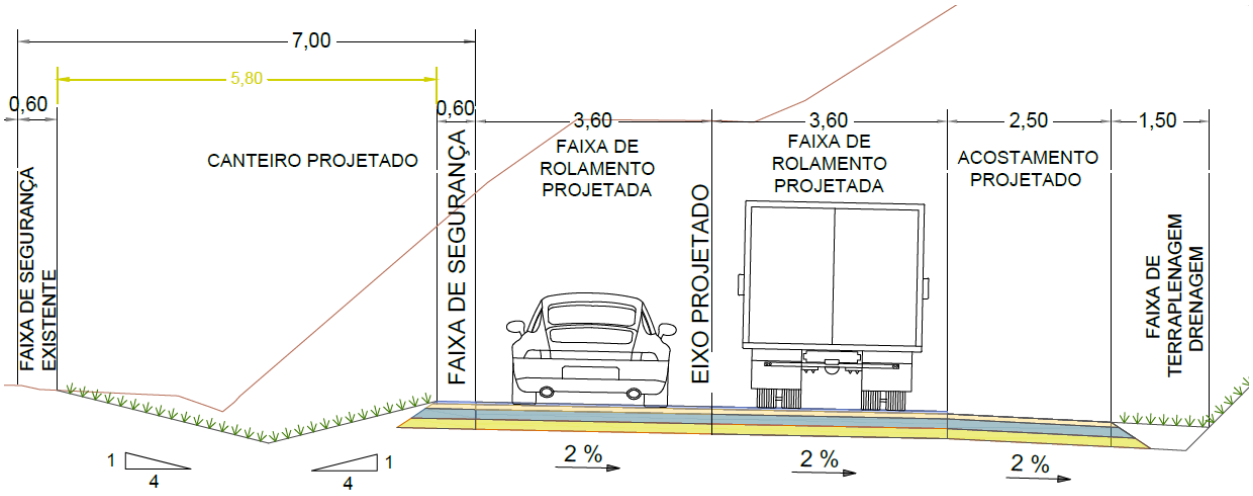
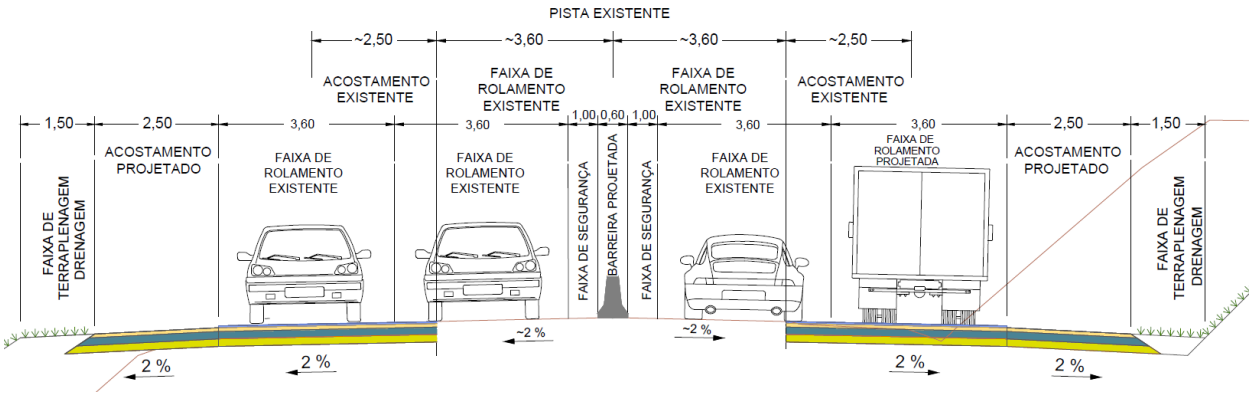


Figura 20 - Seção Tipo – Duplicação com Barreira Rígida Dupla



Os taludes de terraplenagem em corte possuem inclinação de 1H:1V. Em aterros essa inclinação é de 1, 5H:1V. Para taludes com alturas superiores a 8 m, estão previstas banquetas de 4 metros de largura e declividade transversal de 5%, sempre no sentido contrário ao do talude.

5.1.5 Superelevação

O cálculo da distribuição da superelevação foi procedido de acordo com as normas de projeto geométrico do DNIT, sendo a taxa máxima de superelevação adotada igual a 8,00%.

De acordo com o critério do DNIT, para curvas com transição, o giro da superelevação é projetado considerando que o trecho em espiral deve comportar o giro entre 0% e a superelevação máxima da curva. Em curvas para o lado contrário da declividade

transversal em tangente, o giro entre -2% e 0% deve ser realizado na tangente (fora da curva), com a mesma rampa de bordo do restante da transição. Em curvas para o mesmo lado da declividade transversal em tangente, o giro da superelevação irá iniciar dentro do trecho de espiral. Para as curvas puramente circulares, a transição da superelevação deverá possuir o comprimento mínimo exigido por norma, com sua distribuição sendo dada 60% fora da curva e 40% dentro.

A superelevação dos acostamentos, nos segmentos em curva, foi projetada de forma a acompanhar a superelevação da faixa de rolamento, propiciando maior segurança ao condutor da via.

Figura 21 - Giro de Superelevação – Curva Espiral para o Sentido da Declividade Transversal

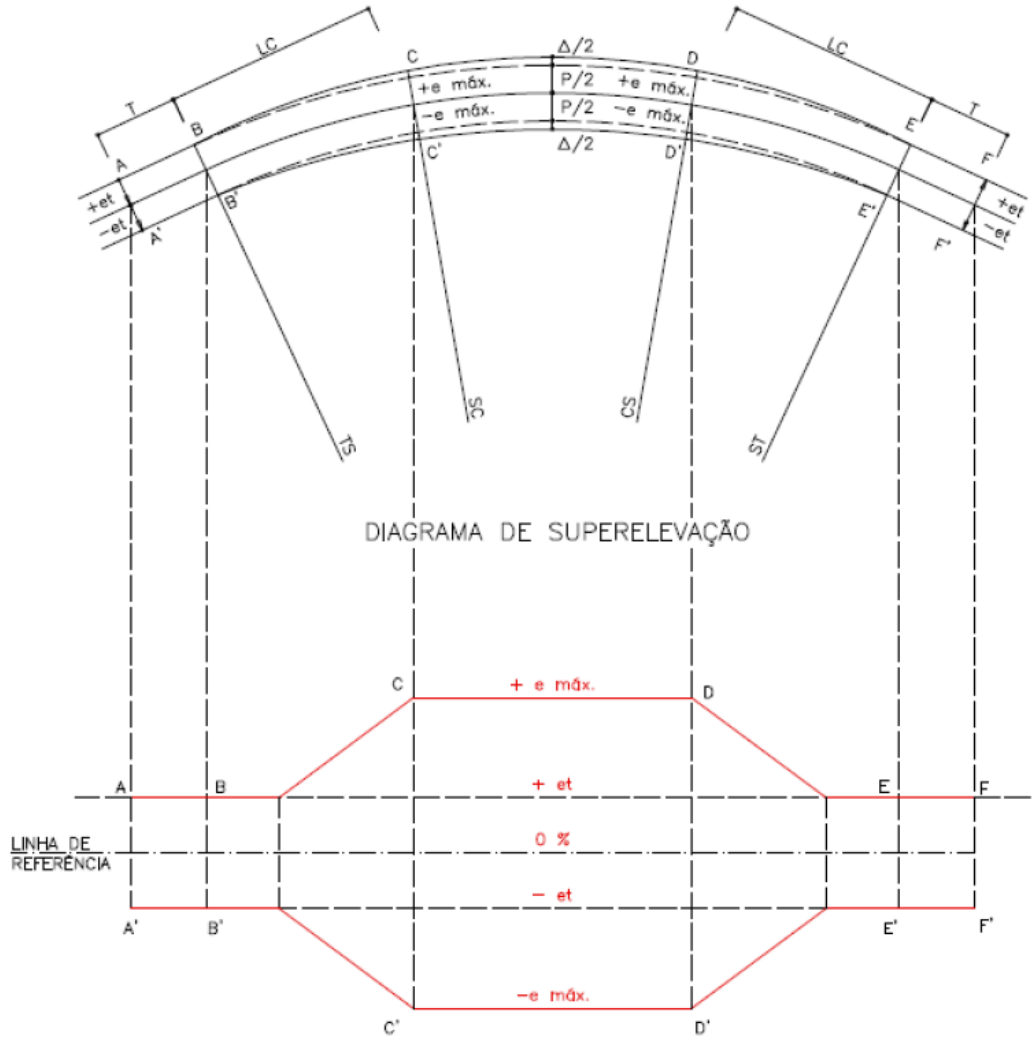
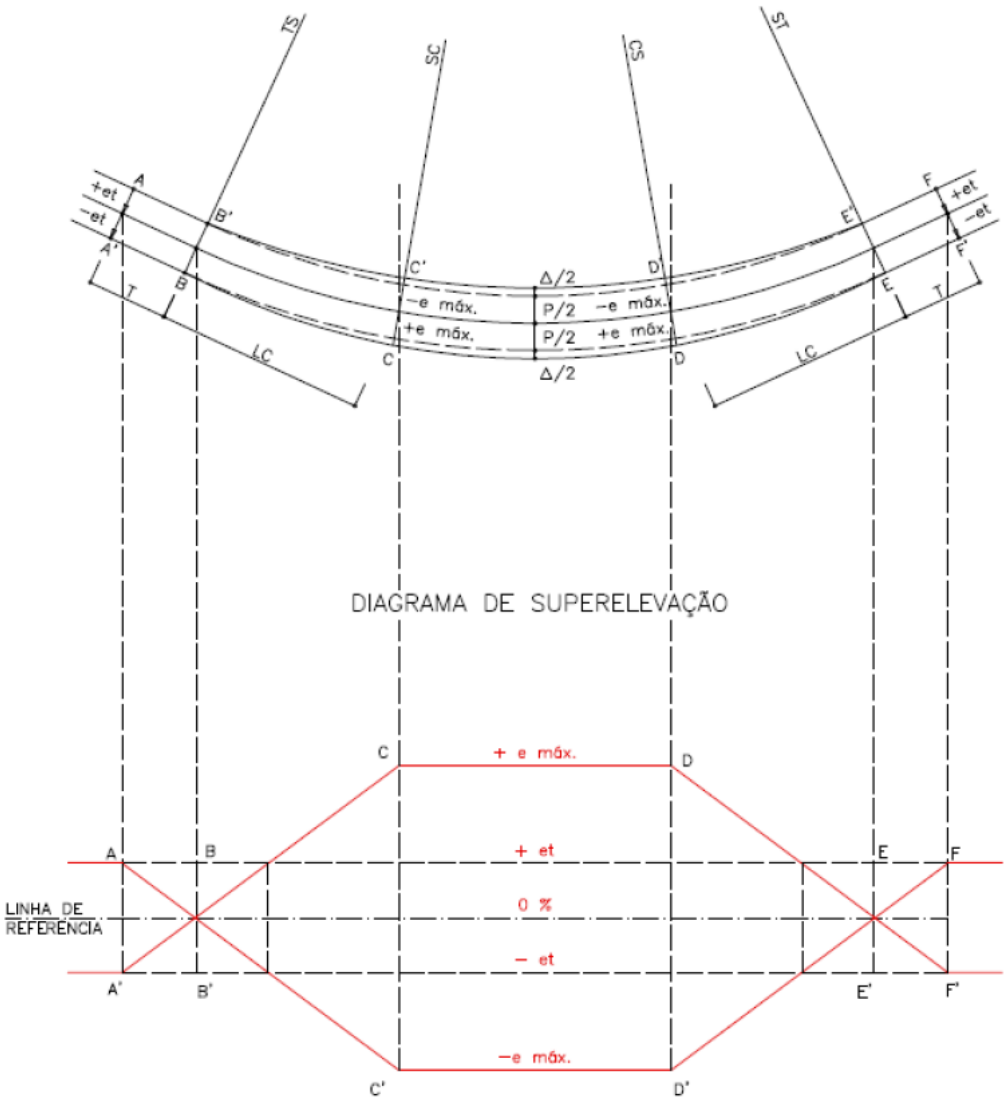


Figura 22 - Giro de Superelevação – Curva Espiral contra o Sentido da Declividade Transversal



5.1.6 Superlargura

A superlargura foi calculada considerando-se o veículo-tipo “BT9” (Bitrem de 9 eixos – 25,00 m) das normas do DNIT e a velocidade diretriz de 80 km/h, que estabelece que para raios inferiores a 600 metros deve-se utilizar superlargura.

5.2 PROJETO DE INTERSEÇÕES, RETORNOS E BAIAS PARA ÔNIBUS

5.2.1 Baias para Pontos de Ônibus

Ao longo de sua extensão, o projeto considera a implantação de 6 baias para parada de ônibus. Os locais foram definidos observando-se os locais de parada existentes e afetados pela duplicação.

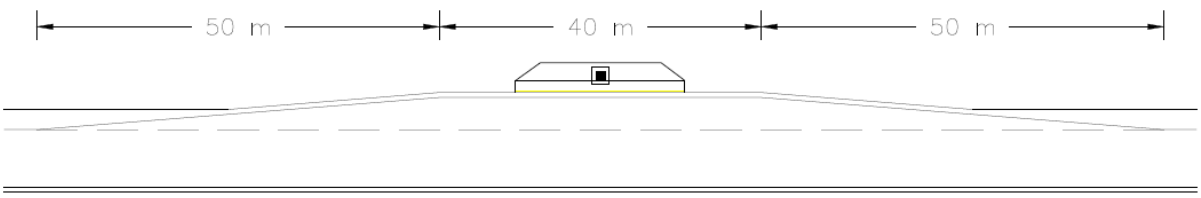
Tabela 16 - Localização das Baias para Parada de Ônibus Projetadas

Localização	
Estaca	**Pista**
206	Esquerda
637	Direita
741	Direita
742	Esquerda
938	Esquerda
1270	Marginal Esquerda

O projeto tipo para parada de ônibus segue o padrão do DER/PR, com tapers de entrada e saída com extensão de 50 metros, e faixa de acomodação com 40 metros.

A largura da faixa de acomodação é de 4,00 m, acrescida de faixa de segurança com 0,60 m. A geometria também contempla a implantação de passeio e abrigo, conforme detalhado no projeto de obras complementares.

Figura 23 - Projeto Tipo – Baia para Parada de Ônibus



5.2.2 Retornos em Nível

O projeto considera a implantação de 11 dispositivos de retorno em nível.

A localização destes observou, entre os principais aspectos:

- Espaçamento entre locais de retorno (~5km);
- Demandas de acessos significativos;
- Visibilidade;
- Condições topográficas e hidrográficas;
- Ocupação urbana;
- Desníveis entre pistas da rodovia.

A tabela a seguir apresenta a localização de cada dispositivo:

Estaca	Sentido
234	Londrina
256	Mauá
390	Londrina
573	Mauá
673	Londrina
778	Londrina
850	Mauá
974	Londrina
990	Mauá
1135	Londrina
1163	Mauá

O dispositivo tipo projetado considera a saída pelo lado esquerdo do tráfego (faixa rápida) e incorporação pelo lado direito (faixa lenta), com cruzamento de pista.

O movimento de giro foi verificado e atende o movimento do veículo “BTL” (rodotrem de 30 m).

Figura 24 - Veículo Tipo “BTL”

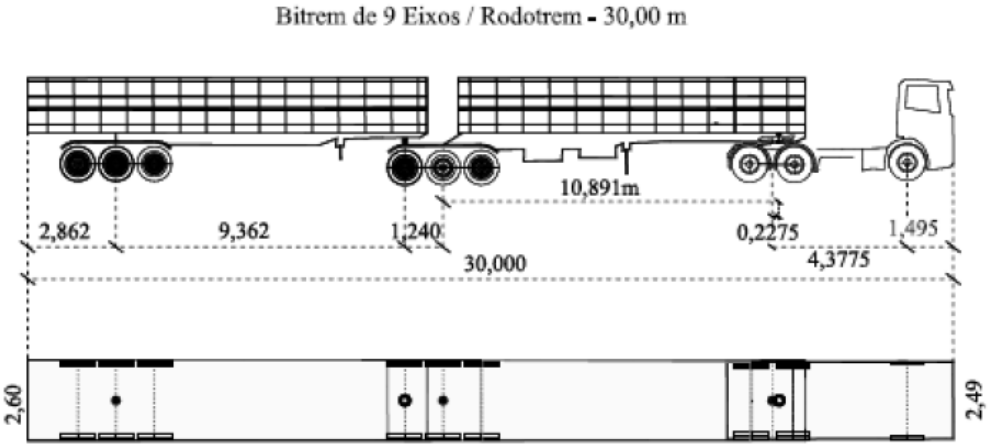
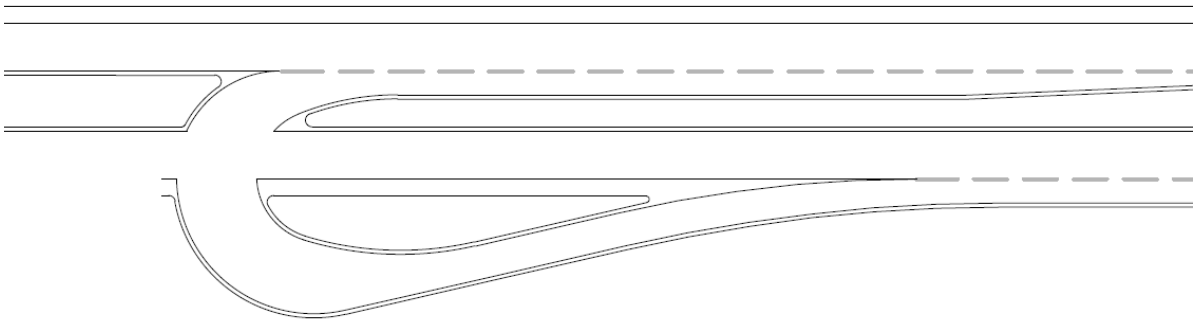


Figura 25 - Projeto Tipo – Retorno em Nível



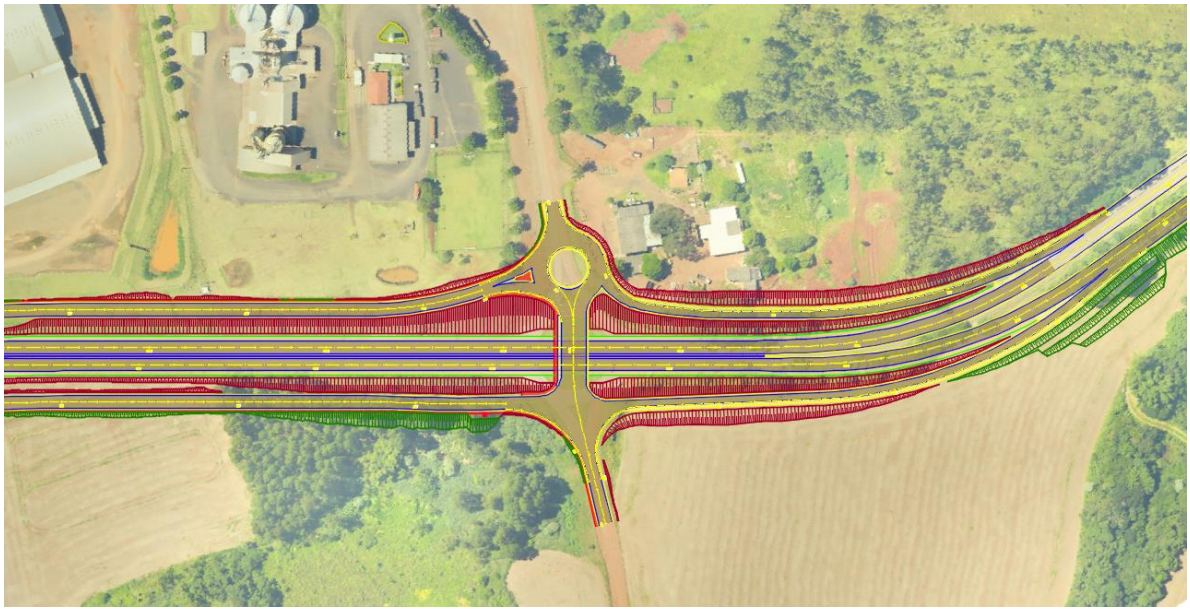
As faixas de aceleração e desaceleração foram dimensionadas seguindo os valores estabelecidos pelo Manual de Interseções do DNIT, considerando desacelerações de 100 km/h para 0 km/h, e acelerações de 40 km/h para 100 km/h. Em rampas acentuadas, tais extensões foram corrigidas de acordo com os critérios normativos.

5.2.3 Interseção em Desnível – km 25,5

No dispositivo que dá acesso a Tamarana, localizado no km 25,5, foi projetado uma interseção em desnível do tipo Diamante, prevendo-se o rebaixamento do greide da rodovia existente, mantendo as alças em nível próximo ao terreno, garantindo assim o acesso as edificações lindeiras.

Sua concepção levou em conta a minimização de áreas de desapropriações, as condições geométricas das vias afetadas e a configuração do terreno no local.

Figura 26 - Interseção em Desnível – km 25,5



A geometria considerou a verificação de giro para o veículo tipo “BTL” (rodotrem de 30 m).

A largura das alças considera uma faixa de tráfego, com espaço suficiente para ultrapassagem de um veículo eventualmente imobilizado.

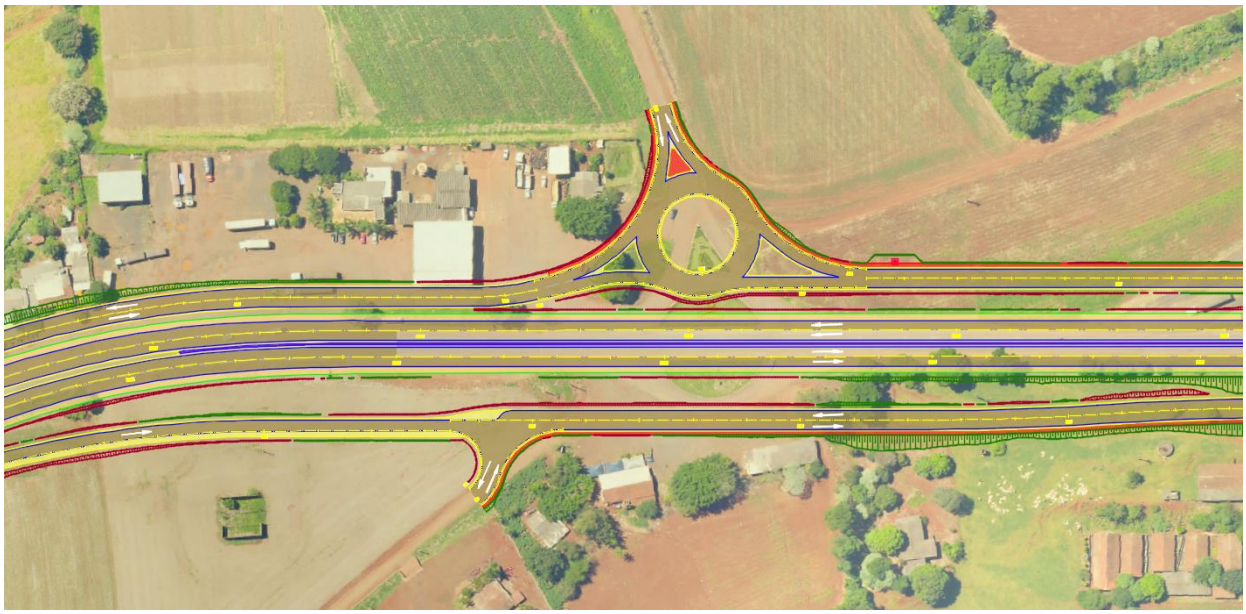
Visando melhor atender o tráfego local, o projeto considera a interligação deste dispositivo com a interseção em desnível do km 26,6, prevendo-se assim a implantação de um sistema binário de tráfego, com implantação de vias marginais de sentido único.

5.2.4 Interseção em Nível – km 26,6

No dispositivo que dá acesso a Lerroville, localizado no km 26,6, foi projetada uma interseção em nível entre as vias marginais e o acesso ao distrito, prevendo-se a implantação de uma rótula em nível, garantindo assim o acesso as edificações lindeiras.

Sua concepção levou em conta a minimização de áreas de desapropriações, as condições geométricas das vias afetadas e a configuração do terreno no local.

Figura 27 - Interseção em Nível – km 26,6



A geometria considerou a verificação de giro para o veículo tipo “BTL” (rodotrem de 30 m).

A largura das alças considera uma faixa de tráfego, com espaço suficiente para ultrapassagem de um veículo eventualmente imobilizado.

Conforme mencionado anteriormente, este dispositivo atuará formando um sistema binário de tráfego, em conjunto com a interseção em desnível do km 25,5.

As faixas de aceleração e desaceleração foram dimensionadas seguindo os valores estabelecidos pelo Manual de Interseções do DNIT, considerando desacelerações de 100 km/h para 40 km/h, e acelerações de 40 km/h para 100 km/h. Em rampas acentuadas, tais extensões foram corrigidas de acordo com os critérios normativos.

5.2.5 Adequação dos Acessos

O projeto considera a adequação de dezessete acessos existentes a estradas vicinais e propriedades afetadas pelas obras de duplicação da rodovia. São previstos ajustes de greides, possibilitando os encaixes com a pista da rodovia, bem como a alteração de traçado quando estes forem afetados pelas respectivas obras. Desta forma, todas as propriedades permanecerão com seus acessos à rodovia.

5.3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto foi elaborado de forma a definir as escavações e aterros necessários à implantação de melhorias na rodovia, de acordo com os elementos fornecidos pelos estudos topográficos e definições do projeto geométrico, além das recomendações dos estudos geológico e geotécnico e, ainda, das recomendações técnicas do DNIT. Dos detalhes do Projeto Geométrico e nos desenhos do Projeto de Terraplenagem figuram as premissas para gabarito e geração dos volumes, destacando:

- Talude de corte em 1ª categoria: 1V:1H;
- Talude de aterro: 1V:1,5H e contenções;

Cálculo dos volumes: através de dados de levantamentos topográficos e projeto geométrico aplicaram-se os recursos do software AutoCad Civil 3D, onde as seções transversais foram gabaritadas e trabalhadas para obtenção das áreas de corte e aterro. A partir destes dados, utilizou-se do método das semi-distâncias entre estacas, gerando os volumes de cada interperfil.

5.3.1 Serviços preliminares

As quantidades referentes aos serviços de limpeza foram obtidas a partir das planilhas de cálculo de volumes. Foi considerada espessura da camada vegetal de 0,20 m devido a média das camadas vegetais apresentadas nos boletins de sondagens e inspeção de campo, o volume de matéria vegetal foi quantificado como corte e destinado para DME.

5.3.2 Cortes

Os cortes são segmentos que requerem escavação no terreno natural para se alcançar a linha do greide projetado, definindo assim transversal e longitudinalmente o corpo estradal. As operações previstas compreendem:

- Equipamentos: caminhões, escavadeiras e tratores convencionais;
- Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até a plataforma de terraplenagem definida pelo projeto;

- “Denteamento” (escalonamento de aterros). Executar escavação mínima de 1,0 m, variando conforme largura útil para atividades correntes de terraplenagem;
- Transporte dos materiais escavados para aterros ou depósito de material excedente;
- Talude de Corte padrão de 1:1, também realizado arrasamentos e taludes variáveis buscando melhores condições geométricas entre a linha geral e ramos;
- Talude de Corte: Para garantir a estabilidade de corte em alguns locais, foram necessários o retaludamento com inclinação de 1.5H:1V;
- Rebaixamento do leito de terraplenagem: Prevendo melhoria do subleito, para atendimento aos requisitos do Projeto de Pavimentação, recomenda-se substituição de 60 cm do solo e recomposição com material adequado. Nas seções onde se prevê boa capacidade de suporte do subleito, deve-se promover escavação de 40 cm, após a remoção realizar compactação do subleito (20 cm), para a recomposição deve-se utilizar o mesmo material escavado além do complemento com material adequado. Quando o nível da plataforma for formado por rocha sã ou em decomposição deve-se executar rebaixamento de 40 cm e recomposição com brita;
- Objetivos do rebaixamento do subleito em cortes:
  - Prever obtenção da umidade ótima, e consequente Grau de Compactação, conforme preconizado nas Especificações de Serviço do DER/PR e conforme as condições impostas nos estudos geotécnicos, através dos ensaios de compactação e CBR;
  - Garantir homogeneidade, longitudinalmente, nas Camadas Finais de Terraplenagem em cortes e aterros;
  - Garantir a ausência de raízes e materiais orgânicos na fundação do pavimento;
- Rebaixamento do subleito em seções de aterro: transições de corte para aterro ou greide de terraplenagem inferior a 60 cm (efetuada a limpeza) requerem escavação com espessura suficiente para garantir a camada final de 0,60 m;

- Transporte dos materiais escavados para bota-fora: materiais inutilizáveis deverão ser depositados em local apropriado, com compactação, cobertura vegetal e drenagem.

5.3.3 Aterros

Os aterros constituem segmentos cuja implantação requer o depósito de materiais, para a composição do corpo estradal segundo os gabaritos de projeto. Os materiais de aterro se originam dos cortes e dos empréstimos.

Os volumes de compactação de aterros foram obtidos através das informações das seções transversais gabaritadas e a mesma metodologia aplicada nos cortes.

As operações de aterro compreendem a descarga, o espalhamento e a compactação dos materiais especificados. Estes serão empregados em corpo de aterro, camadas finais de aterro e na recomposição dos rebaixos. Também serão compactados todos os materiais destinados ao DME.

Indica-se:

- Talude de Aterro padrão de 1:1,5, também utilizado taludes variáveis buscando melhores condições geométricas entre a linha geral e ramos;
- Para garantir a estabilidade de alguns aterros foi necessário a adequação de alguns taludes, sendo indicado um retaludamento e execução de bermas, conforme indicados e quantificado em projeto;
- Os aterros são divididos em duas camadas, corpo de aterro e camada final de aterro;
- Corpo de aterro: CBR mínimo de 4% e expansão máxima de 4%. Grau de compactação de 95% PN para solos e equivalente em aterro de rocha;
- Camadas finais e recomposição de rebaixos: CBR mínimo de 9,5% e expansão próxima a 0%. Compactação a 100% PN;
- Para corpo de aterro a espessura da camada compactada não deve ultrapassar os 30 cm, já para as camadas finais a espessura não deve ultrapassar 20 cm;

- DME: lançamento em camadas e compactação conforme corpo de aterro, a fim de garantir segurança/estabilidade do local;
- Escalonamento: escavações em meia encosta/aterros existentes, com inclinação igual ou superior a 20%, onde se objetiva garantir estabilidade ao talude projetado e largura mínima para operações de terraplenagem. Após tais escavações, proceder com compactação conforme cota e camada do aterro;
- Apiloamento manual: 60 cm acima de OACs e laterais. Quando esta camada coincidir com a Camada Final de Terraplenagem, garantir energia de 100% do PN;
- Para os reforços de fundação e contenções a camada compactada deve ser executada com espessura de 20 cm na energia de compactação de 95% do Proctor Normal.

5.3.4 Seções transversais e notas de serviço

As seções transversais foram obtidas com auxílio do software AutoCad Civil 2017. As Notas de Serviço (NS) foram calculadas com base nas seções desenvolvidas, e são apresentadas no Volume 3C – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes de Terraplenagem.

5.3.5 Seções tipo

As seções tipo apresentam de maneira clara a execução de cortes e aterros do trecho de projeto sendo adotado para cortes talude de V:H = 1:1 e aterro V:H = 1:1,5.

Há casos no qual é executado arrasamento para garantir melhor condição de drenagem e proteção dos taludes.

As seções tipo estão apresentados nos documentos: DE-E-PR-445-000-027-3-TR 9-003 a DE-E-PR-445-000-027-3-TR 9-020.

5.3.6 Seleção de Materiais

O projeto prevê a utilização do material proveniente do corte para execução de todos os aterros, camadas finais de aterro e recomposição de rebaixos ou troca de solo. Para

execução de reforço de fundação de aterro e camada final drenante, prevê-se a aquisição de Rachão e brita em Pedreira Comercial.

5.3.7 Fator de homogeneização de aterros

Com o objetivo de compensar as diferenças de densidade, assim como as perdas de materiais resultantes das operações de terraplenagem, tais como perdas ocorrentes durante o transporte, o fator de homogeneização para os materiais de 1ª e 2ª categoria foi considerado igual a 1,30.

5.3.8 Categorias de escavação

De acordo com a análise dos dados de sondagens realizadas pelo estudo geotécnico foram encontrados materiais de 2ª e 3ª categoria, indicados no projeto.

5.3.9 Dep. de materiais excedentes e áreas de empréstimo

Para execução da terraplenagem proposta, torna-se necessário depositar material excedente e inutilizável em aterro específico.

Os bota-foras, chamados de Depósitos de Materiais Excedentes (DME), deverão ser interrompidos nas proximidades de bueiros e valas transversais. Recomenda-se distância de 3,0 m do eixo do dispositivo/vala ao *offset* de cada lado, devendo ser avaliada *in loco*.

Também se indica aquisição de rachão e brita em Pedreira para composição do reforço de fundação de aterro e bueiro e para camada final drenante.

As tabelas apresentam o resumo dos locais indicados:

Tabela 17 - DME

DME's - SUBTRECHO I										
Descrição	Estaca Início	Estaca Fim	Lado	Situação	Centro Geométrico		Área (m²)	Altura média (m)	Vol. Disp. (m³)	Vol. Utilizado (m³)
					E	N				
DME 1	1064,50	1077,20	LD	Concentrado	486.773,00	7.374.245,00	46.800,00	4,0	187.200,00	187.200,00
DME 2	1322,25	1326,50	LE	Concentrado	487.659,00	7.378.934,00	5.454,00	5,0	27.270,00	27.270,00
DME 3	773,00	780,15	LD	Concentrado	484.024,00	7.369.389,00	48.451,00	4,0	193.804,00	193.804,00

DME's - SUBTRECHO I										
Descrição	Estaca Início	Estaca Fim	Lado	Situação	Centro Geométrico		Área (m²)	Altura média (m)	Vol. Disp. (m³)	Vol. Utilizado (m³)
					E	N				
DME 4	736,15	744,80	LE	Concentrado	483.770,00	7.368.716,00	15.379,00	3,0	46.137,00	46.137,00
DME 5	488,35	494,60	LE	Concentrado	483.177,00	7.364.672,00	62.895,00	3,0	188.685,00	188.685,00
DME 6	273,25	294,45	LD	Concentrado	482.918,00	7.360.830,00	18.244,00	4,0	72.976,00	56.984,91
DME 7	1079,30	1109,25	LD	Concentrado	487.000,00	7.374.690,00	25.674,00	4,0	102.696,00	102.696,00
DME 10	1315,00	1323,50	LD	Lateral	487.740,00	7.378.810,00	2.048,00	4,5	6.885,00	6.885,00
DME 11	1278,00	1303,00	LE	Lateral	487.610,00	7.378.251,00	2.254,00	1,5	3.000,00	3.000,00
DME 12	1270,00	1278,00	LD	Lateral	487.550,00	7.377.913,00	3.190,00	2,5	6.516,67	6.516,67
DME 13	1158,00	1163,00	LD	Lateral	487.384,00	7.375.896,00	2.302,00	3,0	5.610,00	5.610,00
DME 14	1036,00	1039,50	LD	Lateral	486.721,00	7.373.571,00	1.539,00	3,0	4.320,00	4.320,00
DME 15	996,00	1002,00	LD	Lateral	486.135,00	7.373.080,00	2.385,00	3,0	6.600,00	6.600,00
DME 16	936,50	944,00	LD	Lateral	485.614,00	7.372.033,00	2.756,00	3,0	6.480,00	6.480,00
DME 17	889,00	895,00	LD	Lateral	484.913,00	7.371.422,00	2.593,00	3,0	6.825,00	6.825,00
DME 18	885,00	888,00	LD	Lateral	484.868,00	7.371.322,00	1.226,00	3,0	3.412,50	3.412,50
DME 19	863,00	875,00	LD	Lateral	484.767,00	7.370.976,00	5.334,00	4,0	17.400,00	17.400,00
DME 20	674,00	690,00	LE	Lateral	483.034,00	7.367.969,00	6.975,00	4,0	27.900,00	27.900,00
DME 20 A	690,00	707,00	LE	Lateral	483.034,00	7.367.969,00	7.024,58	2,0	14.049,16	14.049,16
DME 21	637,00	660,00	LE	Lateral	483.271,00	7.367.350,00	9.218,00	3,0	22.320,00	22.320,00
DME 22	597,00	619,00	LE	Lateral	483.387,00	7.366.647,00	8.056,00	2,0	16.112,00	16.112,00
DME 22 A	619,00	633,00	LE	Lateral	483.387,00	7.366.647,00	5.350,00	2,0	10.700,00	9.260,61
DME 23	575,00	595,00	LE	Lateral	483.309,00	7.366.208,00	6.992,00	1,5	2.250,00	2.250,00
DME 24	521,00	547,00	LE	Lateral	482.954,00	7.365.325,00	10.362,00	1,5	7.650,00	7.650,00
DME 25	497,00	516,00	LE	Lateral	482.972,00	7.364.910,00	7.260,00	1,5	8.610,00	8.610,00
DME 26	415,00	445,00	LD	Lateral	483.347,00	7.363.554,00	14.834,00	3,0	37.920,00	37.920,00
DME 27	332,00	342,00	LD	Lateral	483.377,00	7.361.790,00	3.904,00	3,0	16.065,00	16.065,00
DME 28	317,00	323,00	LD	Lateral	483.197,00	7.361.511,00	2.612,00	3,0	8.625,00	8.625,00
DME 29	174,00	187,00	LD	Lateral	482.318,00	7.358.886,00	5.109,00	3,0	13.050,00	12.976,40
DME 30	102,00	113,00	LD	Lateral	481.216,00	7.357.929,00	4.380,00	3,0	10.800,00	10.800,00
TOTAL										1.064.364,24

Tabela 18 - AE

AE's - SUBTRECHO I										
Descrição	Estaca Início	Estaca Fim	Lado	Situação	Centro Geométrico		Área (m²)	Altura média (m)	Vol. Disp. (m³)	Vol. Utilizado (m³)
					E	N				
PED-01	1353,88	1353,88	-	Comercial	-	-	0,00	0,0	15.766,93	15.766,93

5.3.10 Fundação de aterros e bueiros

A análise geotécnica e de estabilidade de taludes apontou para solo de baixa capacidade de suporte no subleito de alguns segmentos. Verificou-se também a necessidade de tratamento na fundação de OACs de alguns segmentos. As soluções recomendadas para correção compreendem desde a remoção da camada pouco compactada (tratamento da umidade e recomposição com mesmo material), além de remoção com recomposição em material de melhor qualidade ou granular. As escavações/aterros deverão se desenvolver em etapas, visando à estabilidade do maciço lateral. Ainda, é de fundamental importância corrigir a fundação do bueiro projetado. A equipe executora deverá compatibilizar a solução na estaca e proximidade do bueiro.

As recomendações são exibidas nas pranchas DE-E-PR-445-000-027-3-TR 9-011 a DE-E-PR-445-000-027-3-TR 9-018. O tratamento se resume na tabela a seguir.

Tabela 19 - Tratamento da fundação dos aterros

SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS - SUBTRECHO I													
Est. Início	Est. Fim	CM	Lado	Solução	Altura remoção (m)	Vol. Remoção (m³)	Vol. Recomposição Rachão - geométrico (m³)	Vol. Recomposição Solo - geométrico (m³)	Altura camada de bloqueio (m)	Vol. Camada de Bloqueio (geométrico) (m³)	Material Camada de Bloqueio	Geotêxtil (m²)	Descrição Volumes
31,000	34,000	32,500	LE	Forro de Rachão e brita de 20 cm. Aterro de pré carga (Carga do aterro) com bueiro de sacrifício e posterior substituição ou tunnel liner. Monitoramento com instrumentação.	-	-	62,10	-	0,10	62,10	Brita	570,00	Rachão e brita considerado no REF - 01. Solo (carga do aterro) considerado na planilha de cálculo de volumes.
32,200	32,200	32,200	LE	Tratamento de bueiro. Remoção de 1,7 m de solo com recomposição em Rachão e brita.	1,70	213,21	200,66	-	0,10	12,55	Brita	-	Remoção de solo considerada no REM. - 01. Rachão e brita considerado no REF - 01A.
48,000	52,000	50,000	LE	Forro de brita de 10 cm. Monitoramento com instrumentação.	-	-	-	-	0,10	84,00	Brita	840,00	Rachão e brita considerado no REF - 02.
48,150	48,150	48,150	LE	Tratamento de bueiro. Remoção de 2,2 m de solo com recomposição em Rachão e brita.	2,20	308,13	294,12	-	0,10	14,01	Brita	-	Remoção de solo considerada no REM. - 02. Rachão e brita considerado no REF - 02A.
109,500	109,500	109,500	LE	Preenchimento com solo ao lado do talude, para drenagem (para evitar retenção de águas pluviais).	-	-	-	195,00	-	-	-	-	Solo para preenchimento considerado no PREENC. - 01.

SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS - SUBTRECHO I													
Est. Início	Est. Fim	CM	Lado	Solução	Altura remoção (m)	Vol. Remoção (m^3)	Vol. Recomposição Rachão - geométrico (m^3)	Vol. Recomposição Solo - geométrico (m^3)	Altura camada de bloqueio (m)	Vol. Camada de Bloqueio (geométrico) (m^3)	Material Camada de Bloqueio	Geotêxtil (m^2)	Descrição Volumes
140,000	146,000	143,000	LE	Forro de Rachão e brita de 30 cm.	-	-	431,60	-	0,10	215,80	Brita	2.064,00	Rachão e brita considerado no REF - 03.
166,000	181,000	173,500	LE	Forro de Rachão e brita de 30 cm.	-	-	949,47	-	0,10	474,73	Brita	4.800,00	Rachão e brita considerado no REF - 04.
462,000	468,000	465,000	LD	Forro de Rachão e brita de 45 cm. Aterro de pré carga (Carga do aterro). Berma de Equilíbrio com posterior remoção com retorno a geometria original. Monitoramento com instrumentação.	-	1.927,20	577,19	1.927,20	0,10	164,91	Brita	1.680,00	Rachão e brita considerado no REF - 05. Berma e posterior retirada no REF. - 06. Solo (carga do aterro) considerado na planilha de cálculo de volumes.
465,900	465,900	465,900	LD	Tratamento de bueiro. Remoção de 3,2 m de solo com recomposição em Rachão e brita.	3,20	551,29	534,10	-	0,10	17,19	Brita	-	Remoção de solo considerada no REM. - 03. Rachão e brita considerado no REF - 05A.
900,000	903,000	901,500	LE	Forro de Rachão e brita de 40 cm. Aterro de pré carga (Carga do aterro). Monitoramento com instrumentação.	-	-	245,25	-	0,10	81,75	Brita	840,00	Rachão e brita considerado no REF - 07. Solo (carga do aterro) considerado

SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS - SUBTRECHO I													
Est. Início	Est. Fim	CM	Lado	Solução	Altura remoção (m)	Vol. Remoção (m^3)	Vol. Recomposição Rachão - geométrico (m^3)	Vol. Recomposição Solo - geométrico (m^3)	Altura camada de bloqueio (m)	Vol. Camada de Bloqueio (geométrico) (m^3)	Material Camada de Bloqueio	Geotêxtil (m^2)	Descrição Volumes
													na planilha de cálculo de volumes.
903,000	903,000	903,000	LE	Remoção de 2,0 m de solo com baixa capacidade de suporte. Recomposição com Forro de Rachão e brita de 40 cm e solo. Aterro de pré carga (Carga do aterro). Monitoramento com instrumentação.	2,00	296,20	101,25	181,23	0,10	33,75	Brita	274,80	Remoção de solo considerada no REM. - 04. Rachão e brita considerado no REF - 08. Recomposição com solo considerado no REF. - 09. Solo (carga do aterro) considerado na planilha de cálculo de volumes.
959,000	963,000	961,000	LE	Forro de Rachão e brita de 50 cm. Aterro de pré carga (Carga do aterro). Monitoramento com instrumentação.	-	-	492,88	-	0,10	123,22	Brita	1.224,00	Rachão e brita considerado no REF - 10. Solo (carga do aterro) considerado na planilha de cálculo de volumes.
960,850	960,850	960,850	LE	Tratamento de bueiro. Remoção de 4,2 m de solo com recomposição em Rachão e brita.	4,20	837,98	818,03	-	0,10	19,95	Brita	-	Remoção de solo considerada no REM. - 05.

SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS - SUBTRECHO I													
Est. Início	Est. Fim	CM	Lado	Solução	Altura remoção (m)	Vol. Remoção (m^3)	Vol. Recomposição Rachão - geométrico (m^3)	Vol. Recomposição Solo - geométrico (m^3)	Altura camada de bloqueio (m)	Vol. Camada de Bloqueio (geométrico) (m^3)	Material Camada de Bloqueio	Geotêxtil (m^2)	Descrição Volumes
													Rachão e brita considerado no REF - 10A.
1053,000	1055,000	1054,000	LE	Forro de Rachão e brita de 30 cm. Aterro de pré carga (Carga do aterro). Monitoramento com instrumentação.	-	-	204,93	-	0,10	102,47	Brita	1.044,00	Rachão e brita considerado no REF - 11. Solo (carga do aterro) considerado na planilha de cálculo de volumes.
1055,000	1060,000	1057,500	LE	Forro de Rachão e brita de 20 cm. Aterro de pré carga (Carga do aterro). Monitoramento com instrumentação.	-	-	222,80	-	0,10	222,80	Brita	1.768,00	Rachão e brita considerado no REF - 12. Solo (carga do aterro) considerado na planilha de cálculo de volumes.
1217,000	1224,000	1220,500	LD	(N.A - bueiro) - Berma de Equilíbrio.	-	-	-	-	-	-	-	-	Solo (berma) considerado na planilha de cálculo de volumes.
1251,000	1254,000	1252,500	Int. Ramo 200 - 215 a 218,251	Duas Bermas com 4 m cada.	-	-	-	-	-	-	-	-	Solo (berma) considerado na planilha de cálculo de volumes.

SOLUÇÕES GEOTÉCNICAS PARA TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO DE ATERROS - SUBTRECHO I													
Est. Início	**Est. Fim**	**CM**	**Lado**	**Solução**	**Altura remoção (m)**	**Vol. Remoção (m^3)**	**Vol. Recomposição Rachão - geométrico (m^3)**	**Vol. Recomposição Solo - geométrico (m^3)**	**Altura camada de bloqueio (m)**	**Vol. Camada de Bloqueio (geométrico) (m^3)**	**Material Camada de Bloqueio**	**Geotêxtil (m^2)**	**Descrição Volumes**
56,900	63,450	60,175	LE	Escavação e aterro para Canal com Degraus.	-	807,71	-	328,08	-	-	-	-	Escavação de solo considerado no Canal - 01. Aterro em solo considerado no Canal - 01A.
905,000	905,000	905,000	LE	Escavação e aterro para Retificação de Canal.	-	5.019,75	-	2.696,05	-	-	-	-	Escavação de solo considerado no Canal - 02. Aterro em solo considerado no Canal - 02A.
TOTAL						**9.961,47**	**5.134,38**	**5.327,56**		**1.629,23**		**15.104,80**	

5.3.11 Distribuição de materiais

A distribuição dos materiais foi estabelecida a partir dos centros de massa, definidos com base no cálculo dos volumes acumulados e as compensações foram indicadas com o objetivo de minimizar as distâncias de transportes. O quadro de distribuição dos materiais de terraplenagem e os resumos pertinentes são apresentados nos documentos: DE-E-PR-445-000-027-3-TR 3-001 a DE-E-PR-445-000-027-3-TR 3-009. Eles indicam locais de origem e destino dos materiais escavados, os volumes envolvidos, a classificação desses materiais e as respectivas distâncias de transporte decorrentes das operações ali indicadas. Destacam-se:

- Camada vegetal de 0,20 m: operação de limpeza e destocamento, carga e transporte até DME;

Os quadros a seguir exibem o resumo das movimentações.

Tabela 20 - Resumo da Movimentação – Cortes

INTERVALO DMT (m)	VOL. CORTES (m³)								
	1ª cat.	2ª cat.	3ª cat.	Troca de Solo 1ª cat. (60 cm)	Rebaixos 1ª cat. (40 cm)	Brita	Rachão	Camada Vegetal	TOTAL
0 a 200	155.361,50	42.604,30	24.387,90	2.040,90	34.724,90	-	-	6.391,40	**265.510,90**
200 a 400	160.097,80	6.587,40	-	3.093,20	-	-	-	31.692,90	**201.471,30**
400 a 600	134.152,39	-	-	5.930,20	-	-	-	22.552,77	**162.635,36**
600 a 800	144.874,14	175,60	-	5.257,40	-	-	-	7.156,90	**157.464,04**
800 a 1000	99.220,90	-	81,20	6.924,20	-	-	-	233,90	**106.460,20**
1000 a 1200	63.620,26	-	-	357,10	-	-	-	12.526,00	**76.503,36**
1200 a 1400	44.848,56	442,40	10.570,00	6.663,50	-	-	-	1.251,00	**63.775,46**
1400 a 1600	72.294,00	-	-	2.460,50	-	-	-	419,70	**75.174,20**
1600 a 2000	110.456,03	3.253,60	-	1.915,10	-	-	-	1.192,50	**116.817,23**
2000 a 3000	83.684,07	4.989,40	-	19.064,97	-	-	-	54.068,30	**161.806,74**
3000 a 4000	68.236,10	1.792,80	-	9.090,10	-	-	-	27.975,43	**107.094,43**
4000 a 5000	60.581,15	-	-	23.746,70	-	-	-	6.645,50	**90.973,35**
5000 a 6000	28.270,12	-	-	5.047,00	-	-	-	180,10	**33.497,22**
6000 a 8000	103.603,56	-	-	13.040,60	-	-	-	-	**116.644,16**
8000 a 10000	16.548,85	-	-	4.138,90	-	-	-	-	**20.687,75**
10000 a 14000	69.912,90	-	-	17.066,21	-	-	-	-	**86.979,11**
14000 a 18000	29.858,25	-	-	32.679,13	-	-	-	-	**62.537,38**
> 18000	-	-	-	-	-	10.632,55	5.134,38	-	**15.766,93**
TOTAL	**1.445.620,57**	**59.845,50**	**35.039,10**	**158.515,70**	**34.724,90**	**10.632,55**	**5.134,38**	**172.286,40**	**1.921.799,10**

INTERVALO DMT (m)	VOL. CORTES (m³)								
	1ª cat.	2ª cat.	3ª cat.	Troca de Solo 1ª cat. (60 cm)	Rebaixos 1ª cat. (40 cm)	Brita	Rachão	Camada Vegetal	TOTAL
FATOR DE HOMOGENEIZAÇÃO									
VOLUMES GEOMÉTRICOS									

Tabela 21 - Resumo da Movimentação – Aterros

VOL. ATERROS (m³)												
DME (95% PN)	Rec. Troca de solo (100% PN)	Rec. de Rebaixos (100% PN)	Cam. Finais Aterro (100% PN)	Cam. Finais em brita (100% PN)	Corpo de Aterro (95% PN)	Corpo de Aterro em 2ª cat. (95% PN)	Reforço de Fundação com Solo, Preenchimento e Berma (95% PN)	Corpo de aterro para Canal / Retificação de Canal (95% PN)	Reforço de Fundação Rachão (95% PN)	Reforço de Fundação brita (95% PN)	Revestimento Primário (100% PN)	TOTAL
111.103,82	36.699,08	40.351,60	18.019,80	-	55.185,60	4.151,00	-	-	-	-	-	**265.510,90**
84.837,42	26.021,48	3.982,70	23.630,00	-	56.444,64	3.623,20	2.505,36	426,50	-	-	-	**201.471,30**
67.123,10	8.400,26	42,30	15.967,30	-	70.866,80	-	235,60	-	-	-	-	**162.635,36**
29.926,64	12.884,80	-	6.317,70	-	108.159,30	175,60	-	-	-	-	-	**157.464,04**
65.775,93	11.539,30	508,49	6.433,10	-	22.203,39	-	-	-	-	-	-	**106.460,20**
49.238,11	13.159,78	1.494,44	3.018,70	-	9.592,33	-	-	-	-	-	-	**76.503,36**
41.351,00	13.133,60	672,91	3.589,05	-	4.775,40	-	253,50	-	-	-	-	**63.775,46**
57.528,40	9.422,90	631,10	27,50	-	7.564,30	-	-	-	-	-	-	**75.174,20**

VOL. ATERROS (m³)												
DME (95% PN)	Rec. Troca de solo (100% PN)	Rec. de Rebaixos (100% PN)	Cam. Finais Aterro (100% PN)	Cam. Finais em brita (100% PN)	Corpo de Aterro (95% PN)	Corpo de Aterro em 2ª cat. (95% PN)	Reforço de Fundação com Solo, Preenchimento e Berma (95% PN)	Corpo de aterro para Canal / Retificação de Canal (95% PN)	Reforço de Fundação Rachão (95% PN)	Reforço de Fundação brita (95% PN)	Revestimento Primário (100% PN)	TOTAL
76.984,04	22.299,39	-	426,00	-	17.107,80	-	-	-	-	-	-	**116.817,23**
80.906,12	24.495,41	3.731,40	5.461,70	-	40.776,54	2.930,70	-	3.504,87	-	-	-	**161.806,74**
39.202,06	11.415,30	211,10	5.665,70	-	50.600,27	-	-	-	-	-	-	**107.094,43**
61.509,25	16.608,60	170,90	6.993,75	-	5.690,85	-	-	-	-	-	-	**90.973,35**
21.548,76	-	121,56	-	-	11.826,90	-	-	-	-	-	-	**33.497,22**
109.658,08	-	-	-	-	6.986,08	-	-	-	-	-	-	**116.644,16**
18.835,05	-	-	-	-	1.852,70	-	-	-	-	-	-	**20.687,75**
86.979,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**86.979,11**
61.857,38	-	-	680,00	-	-	-	-	-	-	-	-	**62.537,38**
-	-	-	-	8.166,50	-	-	-	-	5.134,38	1.629,23	836,82	**15.766,93**
1.064.364,24	**206.079,90**	**51.918,50**	**96.230,30**	**8.166,50**	**469.632,90**	**10.880,50**	**2.994,46**	**3.931,37**	**5.134,38**	**1.629,23**	**836,82**	**1.921.799,10**
1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	-
818.741,70	**158.523,00**	**39.937,30**	**74.023,30**	**8.166,50**	**361.256,10**	**8.369,60**	**2.303,40**	**3.024,10**	**5.134,38**	**1.629,23**	**836,82**	**1.481.945,43**

5.3.12 Cálculo de volumes de terraplenagem

Os volumes calculados por estaca exceto dos reforços de fundação de aterros, com as referências de cortes, aterro e compensação lateral são apresentados no Volume 3C - Notas de Serviço e Cálculo de Volumes de Terraplenagem.

5.3.13 Revestimento Primário

Deverá ser realizado revestimento primário granular (espessura de 0,15 m) nos acessos. Indica-se a utilização do material proveniente de Pedreira Comercial. O material deverá atender as especificações técnicas ES-T 07/18 do DER/PR, inclusive com a realização dos ensaios necessários. Os materiais a serem utilizados na execução do revestimento primário, devem apresentar os seguintes requisitos gerais:

a) Isenção de matéria orgânica;

b) Diâmetro máximo do agregado graúdo menor ou igual a 1";

c) Passando na malha 0,075 mm ≤ 35%;

d) LL ≤ 40;

e) IP ≤ 10;

f) CBR > 20%;

g) Expansão < 1%;

h) Avaliação da durabilidade menor ou igual a 12%. utilizando-se o método de ensaio DNER-ME 089 e levando-se em conta as observações contidas no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR;

i) Apresentar boa distribuição granulométrica (DNER-ME 080);

A camada compactada e acabada deve-se apresentar em conformidades com o projeto em relação ao alinhamento, cotas e seção transversal.

5.3.14 Especificações de serviço

As atividades procedentes do Projeto de Terraplenagem devem fundamentar-se nas recomendações executivas e de medição de serviços emitidas pelo DER/PR, sendo:

- DER/PR ES-T 01/18 – Serviços Preliminares
- DER/PR ES-T 02/18 – Cortes
- DER/PR ES-T 03/18 – Empréstimos
- DER/PR ES-T 04/18 – Remoção de solos moles
- DER/PR ES-T 05/18 – Colchão drenante de areia para fundação de aterro
- DER/PR ES-T 06/18 – Aterros
- DER/PR ES-T 07/18 – Revestimento Primário
- DER/PR ES-T 08/18 – Caminhos de Serviço

5.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

5.4.1 Atividades Desenvolvidas

Para a elaboração deste relatório, as seguintes atividades foram desenvolvidas:

- Análise crítica e formatação dos dados das sondagens realizadas com a finalidade de utilização no dimensionamento dos novos pavimentos.
- Análise crítica e formatação dos dados de tráfego, com a finalidade de utilização no dimensionamento dos novos pavimentos.
- Dimensionamento dos novos pavimentos para a duplicação da rodovia PR-445, para as pistas e vias marginais de sentido norte e sul, separadamente, pelo Método do DNER para Pavimentos Flexíveis.
- Dimensionamento dos novos pavimentos para a duplicação da rodovia PR-445, para as pistas e vias marginais de sentido norte e sul, separadamente, pelo Método da Resiliência para Pavimentos Flexíveis.
- Dimensionamento dos novos pavimentos para a duplicação da rodovia PR-445, para as pistas e vias marginais de sentido norte e sul, separadamente, pelo Método PCA-84 para Pavimentos Rígidos;

- Verificação Técnica dos novos pavimentos para a duplicação da rodovia PR-445, para as pistas e vias marginais de sentido norte e sul, por Análise Mecanística, para Pavimentos Flexíveis e Rígidos;

5.4.1.1 Parâmetros Adotados:

Os parâmetros adotados para os dimensionamentos foram obtidos nos relatórios técnicos recebidos e executados em campo.

5.4.1.1.1 Número “N”:

De acordo com os dados oriundos do Estudo de Tráfego realizado foram definidos os números de solicitações do eixo padrão para o período de 10 anos (utilizado no dimensionamento dos pavimentos flexíveis) e para 20 anos (utilizado no dimensionamento dos pavimentos rígidos. O estudo de tráfego realizado definiu uma taxa de crescimento anual do tráfego de 1,29%, sendo o ano de início da operação da rodovia fixado em 2023.

Tabela 22 - Cálculo do Número “N” – Pista Dupla – Sentido Norte:

Cálculo do Número "N" - Pista Dupla - Sentido Norte											
Rodovia: PR-445		**Trecho:** Entr. BR-376 - Acesso a Mauá da Serra					**Segmento:** Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville				
Ano		**Volumes de Tráfego - VMDA**					**Valores do Número "N"**				**Observações**
		Veículos Tipo				**Total**	**USACE**		**AASHTO**		
		Passeio	**Moto**	**Coletivo**	**Carga**		**Anual**	**Acumulado**	**Anual**	**Acumulado**	
	2.020				471	471	1,52E+06				
	2.021				477	477	1,54E+06				
	2.022				483	483	1,56E+06				
1	2.023				489	489	1,58E+06	1,58E+06	6,28E+05	6,28E+05	
2	2.024				496	496	1,52E+06	3,10E+06	6,37E+05	1,27E+06	
3	2.025				502	502	1,62E+06	4,72E+06	6,45E+05	1,91E+06	
4	2.026				509	509	1,64E+06	6,37E+06	6,53E+05	2,56E+06	
5	2.027				515	515	1,66E+06	8,03E+06	6,62E+05	3,22E+06	
6	2.028				522	522	1,69E+06	9,72E+06	6,70E+05	3,89E+06	
7	2.029				529	529	1,71E+06	1,14E+07	6,79E+05	4,57E+06	
8	2.030				535	535	1,73E+06	1,32E+07	6,88E+05	5,26E+06	
9	2.031				542	542	1,75E+06	1,49E+07	6,96E+05	5,96E+06	
10	2.032				549	549	1,77E+06	**1,67E+07**	7,05E+05	**6,66E+06**	
11	2.033				556	556	1,80E+06	1,85E+07	7,15E+05	7,38E+06	
12	2.034				564	564	1,82E+06	2,03E+07	7,24E+05	8,10E+06	
13	2.035				571	571	1,84E+06	2,21E+07	7,33E+05	8,83E+06	
14	2.036				578	578	1,87E+06	2,40E+07	7,43E+05	9,58E+06	
15	2.037				586	586	1,89E+06	2,59E+07	7,52E+05	1,03E+07	
16	2.038				593	593	1,92E+06	2,78E+07	7,62E+05	1,11E+07	
17	2.039				601	601	1,94E+06	2,98E+07	7,72E+05	1,19E+07	
18	2.040				609	609	1,97E+06	3,17E+07	7,82E+05	1,26E+07	
19	2.041				617	617	1,99E+06	3,37E+07	7,92E+05	1,34E+07	
20	2.042				625	625	2,02E+06	**3,57E+07**	8,02E+05	**1,42E+07**	
		Composição do Tráfego - %					**FV_{USACE}**	**FV_{AASHTO}**	**F_R**	**F_P**	
		0,00%	0,00%	0,00%	100,00%		10,41070	4,13857	1,0000	0,8500	
		Taxas de Crescimento do Tráfego				**Dados para o Cálculo do Número "N"**					
		2.020	a	2.042	1,29%	Ano Inicial para o Cálculo do Número "N":					
		a				Período de Projeto para o Cálculo do Número "N" (Anos):					

Tabela 23 Cálculo do Número “N” – Pista Dupla – Sentido Sul:

Cálculo do Número "N" - Pista Dupla - Sentido Sul											
Rodovia: PR-445		**Trecho:** Entr. BR-376 - Acesso a Mauá da Serra					**Segmento:** Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville				
Ano		**Volumes de Tráfego - VMDA**					**Valores do Número "N"**				**Observações**
		Veículos Tipo				**Total**	**USACE**		**AASHTO**		
		Passeio	**Moto**	**Coletivo**	**Carga**		**Anual**	**Acumulado**	**Anual**	**Acumulado**	
	2.020				545	545					
	2.021				552	552					
	2.022				559	559					
1	2.023				566	566	1,83E+06	1,83E+06	7,27E+05	7,27E+05	
2	2.024				574	574	1,76E+06	3,59E+06	7,37E+05	1,46E+06	
3	2.025				581	581	1,88E+06	5,47E+06	7,46E+05	2,21E+06	
4	2.026				589	589	1,90E+06	7,37E+06	7,56E+05	2,97E+06	
5	2.027				596	596	1,93E+06	9,29E+06	7,65E+05	3,73E+06	
6	2.028				604	604	1,95E+06	1,12E+07	7,75E+05	4,51E+06	
7	2.029				612	612	1,98E+06	1,32E+07	7,85E+05	5,29E+06	
8	2.030				620	620	2,00E+06	1,52E+07	7,95E+05	6,09E+06	
9	2.031				628	628	2,03E+06	1,72E+07	8,06E+05	6,89E+06	
10	2.032				636	636	2,05E+06	**1,93E+07**	8,16E+05	**7,71E+06**	
11	2.033				644	644	2,08E+06	2,14E+07	8,27E+05	8,54E+06	
12	2.034				652	652	2,11E+06	2,35E+07	8,37E+05	9,37E+06	
13	2.035				661	661	2,13E+06	2,56E+07	8,48E+05	1,02E+07	
14	2.036				669	669	2,16E+06	2,78E+07	8,59E+05	1,11E+07	
15	2.037				678	678	2,19E+06	3,00E+07	8,70E+05	1,20E+07	
16	2.038				686	686	2,22E+06	3,22E+07	8,81E+05	1,28E+07	
17	2.039				695	695	2,25E+06	3,44E+07	8,93E+05	1,37E+07	
18	2.040				704	704	2,27E+06	3,67E+07	9,04E+05	1,46E+07	
19	2.041				713	713	2,30E+06	3,90E+07	9,16E+05	1,55E+07	
20	2.042				723	723	2,33E+06	**4,13E+07**	9,28E+05	**1,65E+07**	
		Composição do Tráfego - %					FV_{USACE}	FV_{AASHTO}	F_R	F_P	
		0,00%	0,00%	0,00%	100,00%		10,41070	4,13857	1,0000	0,8500	
		Taxas de Crescimento do Tráfego				**Dados para o Cálculo do Número "N"**					
		2.020	a	2.042	1,29%	Ano Inicial para o Cálculo do Número "N":					
		a				Período de Projeto para o Cálculo do Número "N" (Anos):					

5.4.1.1.2 Resistência do Solo de Subleito:

De acordo com os dados oriundos do Estudo Geotécnico realizado foram definidos os valores do CBR de projeto, através de controle estatístico, eliminando-se todos os pontos onde as amostras caracterizaram valores fora das especificações aceitáveis para a utilização como solos para subleito, indicando-se então que todos os solos locais que não atenderem a condição de expansão menor que 2% e CBR superior ao CBR adotado para projeto, devem ser substituídos ou reforçados.

Tabela 24 -Análise Estatística - Sondagens de Subleito - Energia Normal:

	$D_{máx}$ (g/cm3)	$H_{ótima}$ (%)	Expansão (%)	ISC (%)
Nº de Amostras	68	68	68	68
Média	1,474	27,9	0,4	9,5
Desvio Padrão	0,139	5,4	0,4	3,9
K				
$X_{máx.}$	1,612	33,3	0,8	13,4
$X_{min.}$	1,335	22,6	0,1	5,5
Projeto	1,474	27,9	0,4	9,5

Observação:
Foram excluídos todos os ensaios que indicaram materiais fora da especificação para utilização como subleito (e ≥ 2%).

Tabela 25 – Análise Estatística - Sondagens de Subleito - Energia Intermediária:

	$D_{máx}$ (g/cm3)	$H_{ótima}$ (%)	Expansão (%)	ISC (%)
Nº de Amostras	116	116	116	116
Média	1,498	26,9	0,6	13,7
Desvio Padrão	0,123	5,4	0,5	5,5
K				
$X_{máx.}$	1,621	32,4	1,0	19,1
$X_{min.}$	1,375	21,5	0,1	8,2
Projeto	1,498	26,9	0,6	13,7

Observação:
Foram excluídos todos os ensaios que indicaram materiais fora da especificação para utilização como subleito (e ≥ 2%).

5.4.1.1.3 Resistência da Camada de Sub-base:

Foi adotado, para a resistência da camada de sub-base, o valor mínimo de CBR de 20%.

5.4.1.1.4 Classificação dos Solos de Subleito, quanto a Resiliência:

Como não foram disponibilizados os ensaios específicos para o material passante na peneira #200, e diante do valor de 9,5% definido para o CBR o subleito foi classificado como tipo I, até por configurar a situação mais segura tecnicamente.

5.4.2 Método DNER – 1979 – CBUQ Convencional:

Elaborado originalmente pelo Engº Murillo Lopes de Souza em 1961, sofreu ao longo dos anos diversas alterações ou complementações em vários de seus aspectos metodológicos, com o objetivo de incorporar os avanços tecnológicos e as informações adquiridas a partir da sua aplicação na prática corrente de Engenharia. Este método é descrito e discriminado em instrução de serviço própria e disponível para a comunidade técnica.

A aplicação do método, segundo os dados disponibilizados nos relataram os seguintes resultados:

Tabela 26 – Dimensionamento Método DNER - Pista Principal - Segmento 01 - Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Norte:

Pista Principal – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Norte

Cálculo da Camada de Revestimento:

Tráfego: 1,67E+07 R: 10,00 cm

Cálculo da Camada de Pavimento:

ISC: 9,50 %

H_T: 45,06 cm — R: 10,00 cm
H_{20}: 28,86 cm — K_R: 2,00

$BK_B > SBK_{SB} - RK_R$ — B: 8,86 cm

K_B: 1,00 — Adotar: **B: 15,00 cm**

$H_T > SBK_{SB} + BK_B + RK_R$ — SB: 10,06 cm

K_{SB}: 1,00 — Adotar: **SB: 20,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	10,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Sub-Base em Macadame Seco (CBR ≥ 30%):	20,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 27 – Dimensionamento Método DNER - Pista Principal - Segmento 01 - Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Sul:

Pista Principal – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Sul

Cálculo da Camada de Revestimento:

Tráfego: 1,93E+07 R: 10,00 cm

Cálculo da Camada de Pavimento:

ISC: 9,50 %

H_T: 45,38 cm — R: 10,00 cm
H_{20}: 29,07 cm — K_R: 2,00

$BK_B > SBK_{SB} - RK_R$ — B: 9,07 cm

K_B: 1,00 — Adotar: **B: 15,00 cm**

$H_T > SBK_{SB} + BK_B + RK_R$ — SB: 10,38 cm

K_{SB}: 1,00 — Adotar: **SB: 20,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	10,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Sub-Base em Macadame Seco (CBR ≥ 30%):	20,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 28 – Marginais - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Norte:

Marginais – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Norte

Redução do Tráfego das Vias Marginais para 30% do Tráfego da Via Principal

Cálculo da Camada de Revestimento:

Tráfego 5,00E+06 R: 7,50 cm

Cálculo da Camada de Pavimento:

ISC: 9,50 %

H_T: 42,52 cm R: 7,50 cm
H_{20}: 27,24 cm K_R: 2,00

$BK_B > SBK_{SB} - RK_R$ B: 12,24 cm

K_B: 1,00 Adotar: **B: 15,00 cm**

$H_T > SBK_{SB} + BK_B + RK_R$ SB: 12,52 cm

K_{SB}: 1,00 Adotar: **SB: 20,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	7,50 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Sub-Base em Macadame Seco (CBR ≥ 30%):	20,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 29 – Marginais - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Sul:

Marginais – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Sul

Redução do Tráfego das Vias Marginais para 30% do Tráfego da Via Principal

Cálculo da Camada de Revestimento:

Tráfego 5,79E+06 R: 7,50 cm

Cálculo da Camada de Pavimento:

ISC: 9,50 %

H_T:	42,82 cm	R:	7,50 cm
H_{20}:	27,43 cm	K_R:	2,00
$BK_B > SBK_{SB} - RK_R$		B:	12,43 cm
K_B:	1,00	Adotar: **B:**	**15,00 cm**
$H_T > SBK_{SB} + BK_B + RK_R$		SB:	12,82 cm
K_{SB}:	1,00	Adotar: **SB:**	**20,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	7,50 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Sub-Base em Macadame Seco (CBR ≥ 30%):	20,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Resumo das Soluções Calculadas – Método DNER – 1979 – CBUQ Convencional:

As Tabelas abaixo mostram as seções de pavimento aqui dimensionadas para o período de projeto de 10 anos.

Tabela 30 – Resumo das Estruturas Calculadas - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Método DNER:

Resumo da Estrutura Calculada - Método DNER - CBUQ Convencional

Pista Principal Norte					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	10,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00	

Pista Principal Sul					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	10,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00	

Ruas Marginais Norte					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	7,50	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00	

Ruas Marginais Sul					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	7,50	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00	

5.4.3 Método da Resiliência – Tecnapav – CBUQ Convencional:

O Método da Resiliência Tecnapav, proposta pelos Engenheiros Salomão Pinto e Ernesto Preussler, é um procedimento baseado em modelos de resiliência, tendo em

vista a necessidade de um método de análise mecanística que calcula a deflexão máxima prevista de uma estrutura proposta para uma determinada expectativa de vida de fadiga.

Na metodologia, considera-se o valor estrutural da camada betuminosa em função do tipo de subleito e do tráfego futuro, leva-se em conta o comportamento elástico não-linear dos solos e materiais granulares, toma-se partido da boa qualidade dos solos argilosos de comportamento laterítico, diminuindo-se consideravelmente a parcela da espessura total do pavimento que corresponde à camada granular.

O procedimento leva, portanto, em consideração os indicadores mais importantes na definição de uma estrutura de pavimento: deflexão na superfície, diferença entre as tensões horizontal de tração e vertical de compressão na fibra inferior do revestimento, tensão vertical no subleito. Os dois primeiros estão relacionados com a fadiga e o outro com a deformação permanente ou plástica.

A consideração da resiliência excessiva da estrutura projetada é levada em conta através da limitação da espessura máxima da camada granular e do cálculo da espessura mínima de solo argiloso de baixo grau de resiliência, capaz de proteger o

subleito de má qualidade quanto à sua deformabilidade. A espessura mínima da camada betuminosa está também associada às propriedades resilientes do conjunto pavimento-fundação e à fadiga do revestimento.

Este método é descrito e discriminado em instrução de serviço própria e disponível para a comunidade técnica. A aplicação do método, segundo os dados disponibilizados nos relataram os seguintes resultados:

Tabela 31 – Pista Principal - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 26,800 - Sentido Norte:

Pista Principal – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Norte

Cálculo da Deflexão do Projeto:

Tráfego: 1,67E+07 D_P: 61,69 (0,01 mm)

Espessura Total do Pavimento:

ISC: 9,50 % H_T: 45,06 cm

Espessura Mínima do Revestimento:

Solo Tipo: I I_1: 0 I_2: 0 H_{CB}: 7,36 cm

Adotar: **H_{CB}: 8,00 cm**

Espessura da Camada Granular:

Solo Tipo: I V_E: 2,8 H_{CG}: 24,45 cm
Tráfego: 1,67E+07

Adotar: **H_{CG}: 25,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	8,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	25,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 32 – Pista Principal - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Sul:

Pista Principal – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Sul

Cálculo da Deflexão do Projeto:

Tráfego: 1,93E+07 D_P: 60,02 (0,01 mm)

Espessura Total do Pavimento:

ISC: 9,50 % H_T: 45,38 cm

Espessura Mínima do Revestimento:

Solo Tipo: I I_1: 0 H_{CB}: 7,72 cm
I_2: 0
Adotar: **H_{CB}: 8,00 cm**

Espessura da Camada Granular:

Solo Tipo: I V_E: 2,8 H_{CG}: 23,75 cm
Tráfego: 1,93E+07
Adotar: **H_{CG}: 25,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional: 8,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%): 25,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):

Tabela 33 – Marginais - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Norte:

Marginais – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Norte

Redução do Tráfego das Vias Marginais para: 30% do Tráfego da Via Principal

Cálculo da Deflexão do Projeto:

Tráfego: 5,00E+06 D_P: 77,36 (0,01 mm)

Espessura Total do Pavimento:

ISC: 9,50 % H_T: 42,52 cm

Espessura Mínima do Revestimento:

Solo Tipo: I I_1: 0
I_2: 0
H_{CB}: 4,71 cm

Adotar: **H_{CB}: 5,00 cm**

Espessura da Camada Granular:

Solo Tipo: I V_E: 3,4 H_{CG}: 26,52 cm
Tráfego: 5,00E+06

Adotar: **H_{CG}: 30,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	5,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	30,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 34 – Marginais - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Sentido Sul:

Marginais – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 – Sentido Sul

Redução do Tráfego das Vias Marginais para: 30% do Tráfego da Via Principal

Cálculo da Deflexão do Projeto:

Tráfego: 5,79E+06 D_P: 75,27 (0,01 mm)

Espessura Total do Pavimento:

ISC: 9,50 % H_T: 42,82 cm

Espessura Mínima do Revestimento:

Solo Tipo: I I_1: 0 H_{CB}: 5,00 cm
I_2: 0
Adotar: **H_{CB}: 5,00 cm**

Espessura da Camada Granular:

Solo Tipo: I V_E: 3,4 H_{CG}: 25,83 cm
Tráfego: 5,79E+06
Adotar: **H_{CG}: 30,00 cm**

Estrutura Calculada

Revestimento em CBUQ Convencional:	5,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	30,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Resumo das Soluções Calculadas – Método da Resiliência – Tecnapav – CBUQ Convencional:

As Tabelas abaixo mostram as seções de pavimento aqui dimensionadas para o período de projeto de 10 anos.

Tabela 35 – Resumo das Estruturas Calculadas - Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Método da Resiliência:

Resumo da Estrutura Calculada - Método da Resiliência - CBUQ Convencional

Pista Principal Norte					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	8,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	25,00	

Pista Principal Sul					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	8,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	25,00	

Ruas Marginais Norte					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	5,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	30,00	

Ruas Marginais Sul					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	5,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	30,00	

5.4.4 Método PCA-84 - Pavimento Rígido:

O Método da Portland Cement Association - PCA, publicado em 1966 é a base da reformulação apresentada em 1984, alterando a concepção original de análise somente do processo de fadiga, para complementar com uma análise dos processos erosivos causados pelo tráfego. Nos pavimentos de concreto, a espessura necessária para a placa está diretamente ligada as tensões de tração na flexão produzidas pelas cargas solicitantes e a relação entre essas tensões solicitantes e a resistência do concreto e a resistência do concreto a tração na flexão.

O método é descrito com detalhes no documento denominado Publicação IPR-714 – Manual de Pavimentos Rígidos – DNIT – 2005. A aplicação do método, segundo os dados disponibilizados nos relataram os seguintes resultados:

Tabela 36 - Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Pista Principal - Sentido Norte:

Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 - Pista Principal - Sentido Norte

Espessura:	28,0	cm	**Barra de Transferência:**	Não	
K_{Sis}:	57,0	Mpa/m	**Acostamentos:**	Sim	
$F_{ctM;k}$:	4,8	Mpa	**Período de Projeto:**	20	Anos
F_S:	1,2		**CBR-Subleito:**	9,50	%
N_{20}:	3,57E+07		**Sub-Base Granular:**	15,00	cm

Eixo Simples		**$T_{equiv.}$:**	0,89	**F_F:**	0,19	**F_E:**	2,22
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
12	14,4	7%	2,50E+06	Ilimitado		6,00E+06	41,69%
10	12,0	18%	6,43E+06	Ilimitado		Ilimitado	
6	7,2	45%	1,61E+07	Ilimitado		Ilimitado	

Eixo Tanden Duplos		**$T_{equiv.}$:**	0,79	**F_F:**	0,16	**F_E:**	2,40
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
19	22,8	6%	2,14E+06	Ilimitado		1,00E+07	21,44%
18	21,6	8%	2,86E+06	Ilimitado		3,00E+07	9,53%
17	20,4	5%	1,79E+06	Ilimitado		6,00E+07	2,98%

Eixo Tanden Triplos		**$T_{equiv.}$:**	0,59	**F_F:**	0,12	**F_E:**	2,46
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
26	10,4	7%	2,50E+06	Ilimitado		2,00E+07	12,51%
25	10,0	4%	1,43E+06	Ilimitado		4,00E+07	3,57%

Totais:	**0,00%**	**91,72%**

Estrutura Calculada

Revestimento em Concreto de Cimento Portland – 4,8 Mpa:	28,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 37 - Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Pista Principal - Sentido Sul:

Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 - Pista Principal - Sentido Sul

Espessura:	29,0	cm	**Barra de Transferência:**	Não	
K_{Sis}:	57,0	Mpa/m	**Acostamentos:**	Sim	
$F_{ctM;k}$:	4,8	Mpa	**Período de Projeto:**	20	Anos
F_S:	1,2		**CBR-Subleito:**	9,50	%
N_{20}:	4,13E+07		**Sub-Base Granular:**	15,00	cm

Eixo Simples		**$T_{equiv.}$:**	0,85	**F_F:**	0,18	**F_E:**	2,18
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
12	14,4	7%	2,89E+06	Ilimitado		2,00E+07	14,47%
10	12,0	18%	7,44E+06	Ilimitado		Ilimitado	
6	7,2	45%	1,86E+07	Ilimitado		Ilimitado	

Eixo Tanden Duplos		**$T_{equiv.}$:**	0,76	**F_F:**	0,16	**F_E:**	2,37
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
19	22,8	6%	2,48E+06	Ilimitado		2,50E+07	9,92%
18	21,6	8%	3,31E+06	Ilimitado		9,00E+07	3,68%
17	20,4	5%	2,07E+06	Ilimitado		9,50E+07	2,18%

Eixo Tanden Triplos		**$T_{equiv.}$:**	0,56	**F_F:**	0,12	**F_E:**	2,43
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
26	10,4	7%	2,89E+06	Ilimitado		1,10E+07	26,31%
25	10,0	4%	1,65E+06	Ilimitado		3,00E+07	5,51%
				Totais:	**0,00%**		**62,07%**

Estrutura Calculada

Revestimento em Concreto de Cimento Portland – 4,8 Mpa:	29,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 38 - Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Vias Marginais - Sentido Norte:

Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 - Vias Marginais - Sentido Norte

Espessura:	25,0	cm	**Barra de Transferência:**	Não	
K_{Sis}:	57,0	Mpa/m	**Acostamentos:**	Sim	
$F_{ctM;k}$:	4,8	Mpa	**Período de Projeto:**	20	Anos
F_S:	1,2		**CBR-Subleito:**	9,50	%
N_{20}:	1,07E+07		**Sub-Base Granular:**	15,00	cm

Eixo Simples		**$T_{equiv.}$:**	1,04	**F_F:**	0,22	**F_E:**	2,34
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
12	14,4	7%	7,50E+05	Ilimitado		2,50E+06	30,02%
10	12,0	18%	1,93E+06	Ilimitado		2,50E+07	7,72%
6	7,2	45%	4,82E+06	Ilimitado		Ilimitado	

Eixo Tanden Duplos		**$T_{equiv.}$:**	0,91	**F_F:**	0,19	**F_E:**	2,49
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
19	22,8	6%	6,43E+05	Ilimitado		3,00E+06	21,44%
18	21,6	8%	8,58E+05	Ilimitado		8,00E+06	10,72%
17	20,4	5%	5,36E+05	Ilimitado		8,50E+06	6,31%

Eixo Tanden Triplos		**$T_{equiv.}$:**	0,68	**F_F:**	0,14	**F_E:**	2,53
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
26	10,4	7%	7,50E+05	Ilimitado		6,00E+06	12,51%
25	10,0	4%	4,29E+05	Ilimitado		8,50E+06	5,04%
			Totais:		**0,00%**		**93,76%**

Estrutura Calculada

Revestimento em Concreto de Cimento Portland – 4,8 Mpa:	25,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Tabela 39 - Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 – Segmento 01: Km 00,000 ao Km 27,200 - Vias Marginais - Sentido Sul:

Dimensionamento Pavimento Rígido - PCA-84 - Vias Marginais - Sentido Sul

Espessura:	26,0	cm	**Barra de Transferência:**	Não	
K_{Sis}:	57,0	Mpa/m	**Acostamentos:**	Sim	
$F_{ctM;k}$:	4,8	Mpa	**Período de Projeto:**	20	Anos
F_S:	1,2		**CBR-Subleito:**	9,50	%
N_{20}:	1,24E+07		**Sub-Base Granular:**	15,00	cm

Eixo Simples		**$T_{equiv.}$:**	0,98	**F_F:**	0,20	**F_E:**	2,3
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
12	14,4	7%	8,68E+05	Ilimitado		3,00E+06	28,94%
10	12,0	18%	2,23E+06	Ilimitado		4,00E+07	5,58%
6	7,2	45%	5,58E+06	Ilimitado		Ilimitado	

Eixo Tanden Duplos		**$T_{equiv.}$:**	0,87	**F_F:**	0,18	**F_E:**	2,46
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
19	22,8	6%	7,44E+05	Ilimitado		5,00E+06	14,88%
18	21,6	8%	9,92E+05	Ilimitado		1,10E+07	9,02%
17	20,4	5%	6,20E+05	Ilimitado		5,00E+07	1,24%

Eixo Tanden Triplos		**$T_{equiv.}$:**	0,64	**F_F:**	0,13	**F_E:**	2,5
Cargas		**Solicitações Previstas**		**Análise de Fadiga**		**Análise de Erosão**	
Eixo	**Corrigida**	**%**	**N**	**Solicitações**	**Fadiga**	**Solicitações**	**Erosão**
26	10,4	7%	8,68E+05	Ilimitado		8,00E+06	10,85%
25	10,0	4%	4,96E+05	Ilimitado		1,00E+07	4,96%

Totais:	**0,00%**	**75,48%**

Estrutura Calculada

Revestimento em Concreto de Cimento Portland – 4,8 Mpa:	26,00 cm
Base em Brita Graduada (CBR ≥ 100%):	15,00 cm
Subleito Compactado a 100% PN (CBR ≥ 9,5%):	

Resumo das Soluções Calculadas – Método PCA-84 – Pavimento Rígido:

As Tabelas abaixo mostram as seções de pavimento aqui dimensionadas para o período de projeto de 20 anos.

Tabela 40 – Resumo das Estruturas Calculadas – Método PCA-84 – Pavimento Rígido

Resumo da Estrutura Calculada - Método PCA-84

Pista Principal Norte					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CCP-4,8 Mpa.	DNIT 049/2004 ES	cm	28,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	

Pista Principal Sul					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CCP-4,8 Mpa.	DNIT 049/2004 ES	cm	29,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	

Vias Marginais Norte					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CCP-4,8 Mpa.	DNIT 049/2004 ES	cm	25,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	

Vias Marginais Sul					
Item	Material	Especificação	Un.	Espessuras	
				Segmento 01	Segmento 02
Revestimento	CCP-4,8 Mpa.	DNIT 049/2004 ES	cm	26,00	
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	

5.4.5 Soluções Adotadas:

Tendo em vista que foram dimensionadas as estruturas para duas situações de resistência dos solos de subleito, sendo:

- Subleito compactado com energia normal com CBR mínimo de 9,5%;

- Subleito compactado com energia intermediária com CBR mínimo de 13,7%;

Também foram utilizados os seguintes métodos para a definição de uma estrutura de pavimento flexível:

- Método DNER – 1979 – CBUQ Convencional;
- Método da Resiliência – Tecnapav – CBUQ Convencional;
- Análise Mecanística para CBUQ Convencional e Polimérico.

E os seguintes métodos para a definição de uma estrutura de pavimento rígido:

- Método Portland Cement Association – PCA-84;
- Análise Mecanística.

O Retigráfico, contendo a variação das espessuras e materiais empregados nas camadas de pavimento novo, e suas concordâncias indicadas ao longo do trecho está disponível no ANEXO 04.

Apresentamos então resumidamente as alternativas de soluções calculadas para todas as situações previamente estabelecidas, de maneira a que se possam fazer as devidas análises financeiras e finalmente adotar a melhor solução para a estrutura dos pavimentos.

Tabela 41 – Soluções Calculadas para o Subleito Compactado a 100% do Proctor Normal (PN)

Resumo da Estrutura Calculada - Pavimento Flexível - Subleito Compactado a 100% PN

Pista Principal Norte							
Item	Material	Especificação	Un.	Métodos			
				DNER	Resiliência	Mecanístico	
				Convencional	Convencional	Convencional	Polimérico
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	10,00	8,00	10,50	8,00
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	25,00	16,00	15,00
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00		30,00	29,00

Pista Principal Sul							
Item	Material	Especificação	Un.	Métodos			
				DNER	Resiliência	Mecanístico	
				Convencional	Convencional	Convencional	Polimérico
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	10,00	8,00	10,50	8,00
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	25,00	16,00	15,00
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00		30,00	29,00

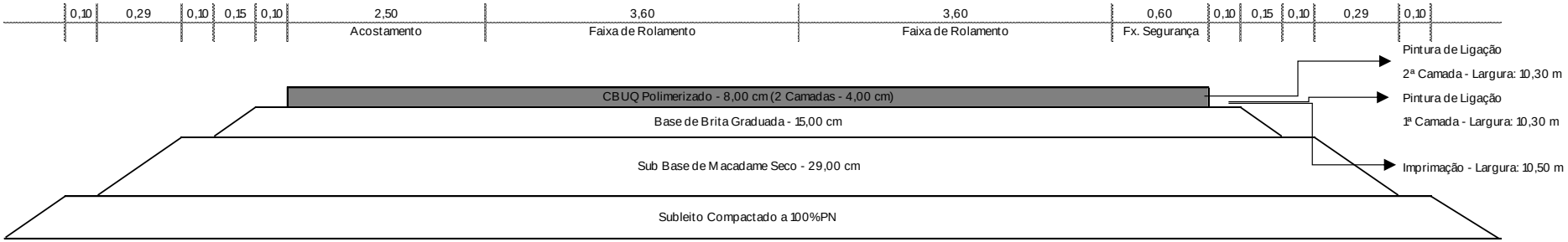
Ruas Marginais Norte							
Item	Material	Especificação	Un.	Métodos			
				DNER	Resiliência	Mecanístico	
				Convencional	Convencional	Convencional	Polimérico
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	7,50	5,00	8,50	7,00
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	30,00	15,00	15,00
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00		20,00	23,00

Ruas Marginais Sul							
Item	Material	Especificação	Un.	Métodos			
				DNER	Resiliência	Mecanístico	
				Convencional	Convencional	Convencional	Polimérico
Revestimento	CBUQ	DNIT 031/2006 ES	cm	7,50	5,00	8,50	7,00
Base	Brita Graduada	DNIT 139/2010 ES	cm	15,00	30,00	15,00	15,00
Sub Base	Macadame Seco	DER-PR-ES-P-03-05	cm	20,00		20,00	23,00

Figura 28 – Seção Transversal Tipo de Pavimentação – Pista Principal – Tipo 1

Seção Transversal de Pavimentação - Pista Principal - Tipo 1

Km 00,000 ao Km 14,969
Km 15,007 ao Km 18,123
Km 18,163 ao Km 21,500
Km 22,900 ao Km 25,240



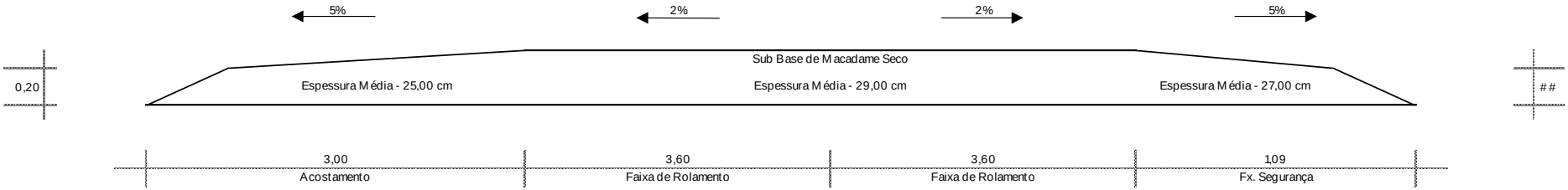
Largura Média - CBUQ: 10,30 m

Largura Média - Base: 10,65 m

Largura Média - Sub Base: 11,29 m

Largura Média - Subleito: 11,78 m

Detalhe da Redução de Espessura da Sub Base



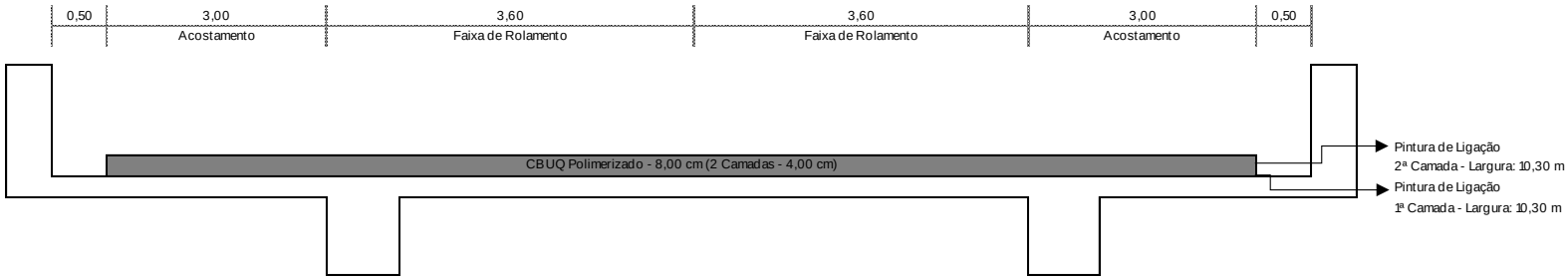
Média Ponderada - Espessura Sub Base: 0,26 m

Observação: Por decisão da fiscalização do DER-PR, emanada no relatório de análise dos projetos, ficou definida que a declividade dos acostamentos e faixas de segurança, deve ser atingida na camada de sub base, fazendo-se a complementação da declividade da plataforma de terraplenagem de 2% para os 5% de declividade dos acostamentos e faixas de segurança através da redução de espessura da camada de sub base.

Figura 29 – Seção Transversal Tipo de Pavimentação – Pista Principal – Tipo 2:

Seção Transversal de Pavimentação - Pista Principal - Tipo 2

Km 14,969 ao Km 15,007 - Ponte Rio Apucaraninha
Km 18,123 ao Km 18,163 - Ponte Rio Santa Cruz

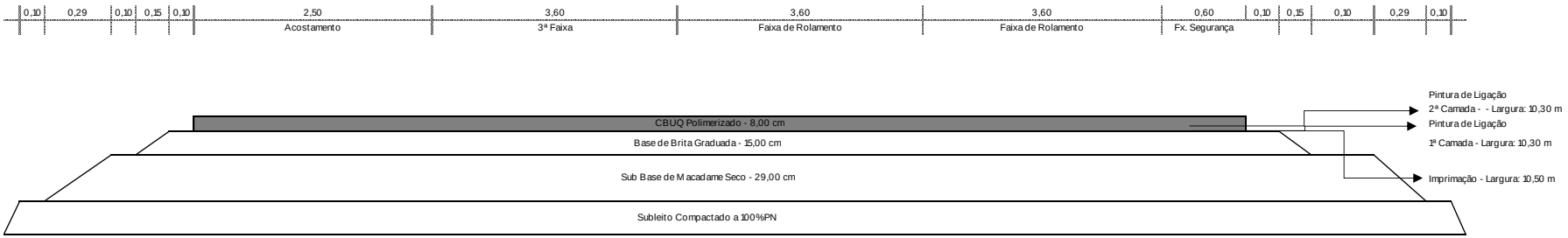


Largura Média - CBUQ: 13,20 m

Figura 30 - Seção Transversal Tipo de Pavimentação – Pista Principal – Tipo 3

Seção Transversal de Pavimentação - Pista Principal - Tipo 3

Km 21,500 ao Km 22,900



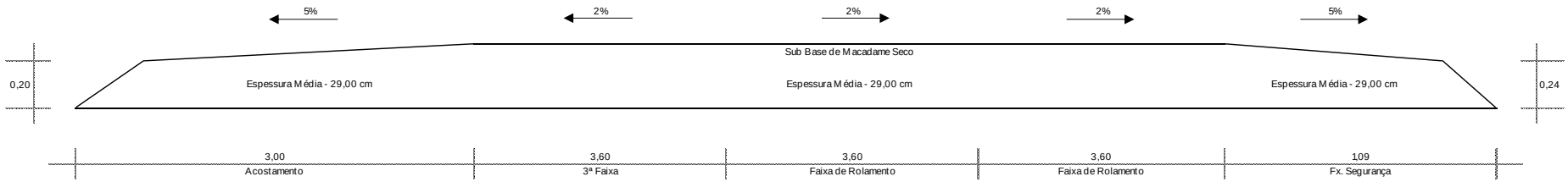
Largura Média - CBUQ: 13,90 m

Largura Média - Base: 14,25 m

Largura Média - Sub Base: 14,89 m

Largura Média - Subleito: 15,38 m

Detalhe da Redução de Espessura da Sub Base



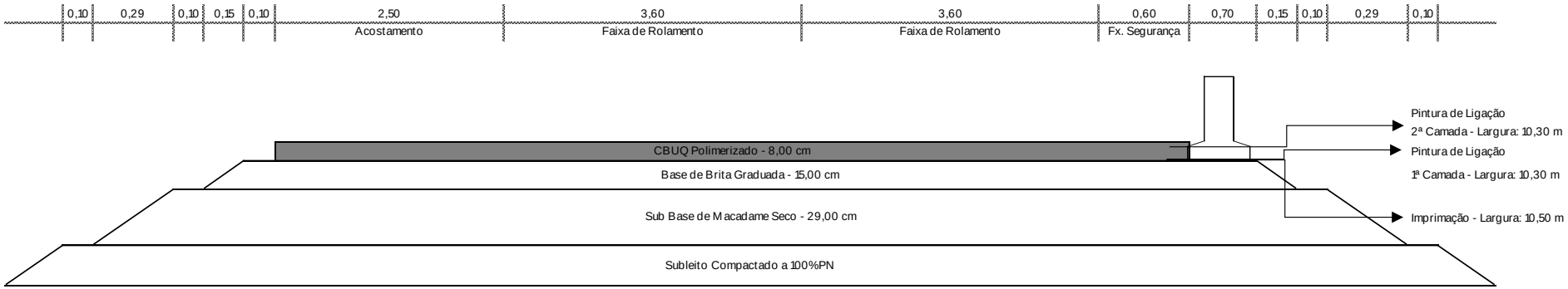
Média Ponderada - Espessura Sub Base: 0,26 m

Observação: Por decisão da fiscalização do DER-PR, emanada no relatório de análise dos projetos, ficou definida que a declividade dos acostamentos e faixas de segurança, deve ser atingida na camada de sub base, fazendo-se a complementação da declividade da plataforma de terraplenagem de 2% para os 5% de declividade dos acostamentos e faixas de segurança através da redução de espessura da camada de sub base.

Figura 31 – Seção Transversal Tipo de Pavimentação – Pista Principal – Tipo 4

Seção Transversal de Pavimentação - Pista Principal - Tipo 4

Km 22,900 ao Km 27,200



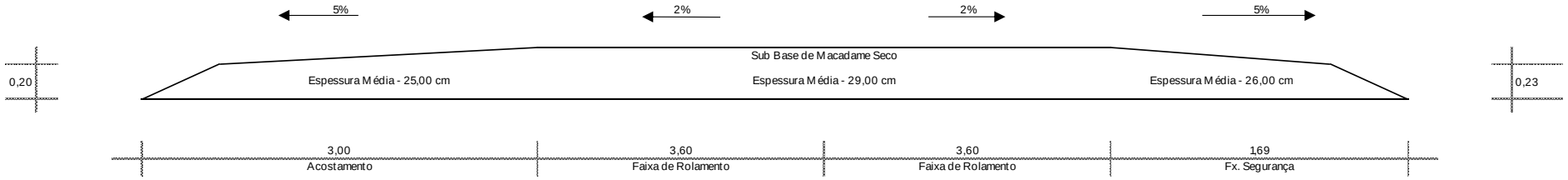
Largura Média - CBUQ: 10,30 m

Largura Média - Base: 11,25 m

Largura Média - Sub Base: 11,89 m

Largura Média - Subleito: 12,38 m

Detalhe da Redução de Espessura da Sub Base



Média Ponderada - Espessura Sub Base: 0,26 m

Observação: Por decisão da fiscalização do DER-PR, emanada no relatório de análise dos projetos, ficou definida que a declividade dos acostamentos e faixas de segurança, deve ser atingida na camada de sub base, fazendo-se a complementação da declividade da plataforma de terraplenagem de 2% para os 5% de declividade dos acostamentos e faixas de segurança através da redução de espessura da camada de sub base.

Figura 32 – Seção Transversal Tipo de Pavimentação - Marginais - Tipo 1:

Seção Transversal de Pavimentação - Marginais - Norte e Sul - Tipo 1

Km 25,100 ao Km 27,200

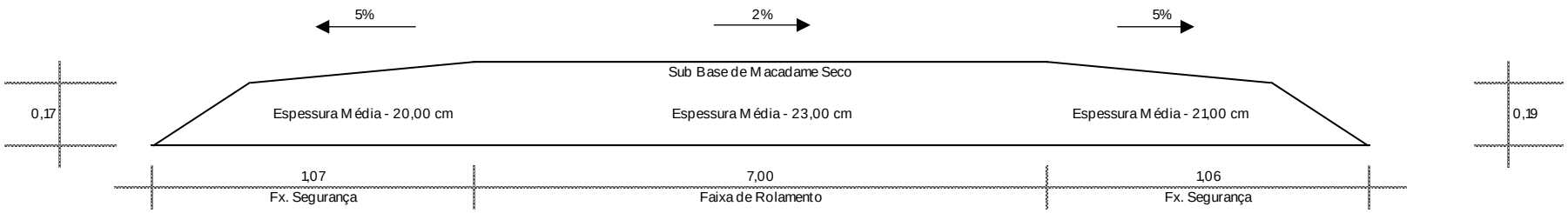
Largura Média - CBUQ: 8,20 m

Largura Média - Base: 8,55 m

Largura Média - Sub Base: 9,13 m

Largura Média - Subleito: 9,56 m

Detalhe da Redução de Espessura da Sub Base



Média Ponderada - Espessura Sub Base: 0,22 m

Observação: Por decisão da fiscalização do DER-PR, emanada no relatório de análise dos projetos, ficou definida que a declividade dos acostamentos e faixas de segurança, deve ser atingida na camada de sub base, fazendo-se a complementação da declividade da plataforma de terraplenagem de 2% para os 5% de declividade dos acostamentos e faixas de segurança através da redução de espessura da camada de sub base.

Definindo-se o consumo dos materiais, conforme publicação DER-PR – setembro 2015 apresentado na planilha abaixo:

5.5 PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO

Para a elaboração deste relatório, as seguintes atividades foram desenvolvidas:

- Análise crítica e formatação dos dados das sondagens realizadas com a finalidade de utilização no dimensionamento das soluções de restauração;
- Análise crítica e formatação dos dados de tráfego, com a finalidade de utilização no dimensionamento das soluções de restauração;
- Análise crítica e formatação dos dados dos levantamentos deflectométricos, com a finalidade de utilização no dimensionamento das soluções de restauração;
- Análise crítica e formatação dos dados do Inventário de Superfície, com a finalidade de utilização no dimensionamento das soluções de restauração;
- Análise crítica e formatação dos dados dos Levantamentos de Irregularidade (IRI), com a finalidade de utilização no dimensionamento das soluções de restauração;
- Análise crítica e formatação dos dados de caracterização dos acostamentos, com a finalidade de utilização no dimensionamento das soluções de restauração;
- Dimensionamento das soluções de restauração da pista existente da rodovia PR-445, pelo Método DNIT-PRO-011/79 para Pavimentos Flexíveis;
- Dimensionamento das soluções de restauração da pista existente da rodovia PR-445, pelo Método DNIT-PRO-269/94 para Pavimentos Flexíveis;
- Verificação Técnica das soluções de restauração da pista existente da rodovia PR-445, por Análise Mecanística, para Pavimentos Flexíveis.

5.5.1.1 Investigações Geotécnicas para Restauração do Pavimento:

Foram realizadas em campo, durante o mês de dezembro de 2020, neste segmento, um total de 12 (doze) poços de inspeção através de sondagens de trincheiras, espaçados regularmente com objetivo de identificar a profundidade e os tipos de materiais das camadas constituintes do pavimento, a presença e profundidade do lençol freático e

coletar amostras para realização de ensaios de laboratório (granulometria e índices físicos).

Os boletins de sondagem dos poços de inspeção e os quadros resumo dos resultados de ensaios de laboratório serão apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

As espessuras das camadas do pavimento encontradas no segmento, são apresentadas na tabela a seguir.

Ao longo de todo o segmento, o revestimento é composto por uma superposição de camadas em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ) e Micro Revestimento a Frio, com espessura total variando entre 10,0 e 16,0 cm, com média de 14,0 cm. A camada de base da pista e acostamentos é predominantemente em Solo Cimento, sendo que nas faixas adicionais aparecem bases em material britado e Base Negra. As espessuras variam de 10,0 e 30,0 cm, com média de 15,3 cm. A camada de sub-base é predominantemente em Solo Melhorado com Cimento e a espessura varia entre 14,0 e 20,0 cm, com média de 15,9 cm.

Em todo o segmento, os materiais da camada final de terraplenagem são compostos de Argilas Siltosas, com CBRs variando entre 6,4% e 18,0%, acusando uma média ponderada para o trecho de 9,5%.

A estrutura dos acostamentos difere do sistema encontrado na pista, no que tange as espessuras dos materiais de revestimento, devido as diferenciações das soluções de restauração executadas ao longo do tempo de utilização da rodovia, constituída de preenchimentos e reconstruções dos acostamentos nas medidas necessárias para atender os requisitos mínimos dos degraus entre este e a pista.

Os degraus existentes atualmente foram definidos pelo levantamento realizado com o objetivo de obtenção destes dados.

Foram realizadas em campo, durante o mês de dezembro de 2020, neste segmento, um total de 12 (doze) poços de inspeção através de sondagens de trincheiras, espaçados regularmente com objetivo de identificar a profundidade e os tipos de materiais das camadas constituintes do pavimento, a presença e profundidade do lençol freático e coletar amostras para realização de ensaios de laboratório (granulometria e índices físicos).

Os boletins de sondagem dos poços de inspeção e os quadros resumo dos resultados de ensaios de laboratório serão apresentados no Volume 3B – Estudos Geotécnicos.

As espessuras das camadas do pavimento encontradas no segmento, são apresentadas na **Erro! Autoreferência de indicador não válida.**.

Ao longo de todo o segmento, o revestimento é composto por uma superposição de camadas em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CBUQ) e Micro Revestimento a Frio, com espessura total variando entre 10,0 e 16,0 cm, com média de 14,0 cm. A camada de base da pista e acostamentos é predominantemente em Solo Cimento, sendo que nas faixas adicionais aparecem bases em material britado e Base Negra. As espessuras variam de 10,0 e 30,0 cm, com média de 15,3 cm. A camada de sub-base é predominantemente em Solo Melhorado com Cimento e a espessura varia entre 14,0 e 20,0 cm, com média de 15,9 cm.

Em todo o segmento, os materiais da camada final de terraplenagem são compostos de Argilas Siltosas, com CBRs variando entre 6,4% e 18,0%, acusando uma média ponderada para o trecho de 9,5%.

A estrutura dos acostamentos difere do sistema encontrado na pista, no que tange as espessuras dos materiais de revestimento, devido as diferenciações das soluções de restauração executadas ao longo do tempo de utilização da rodovia, constituída de preenchimentos e reconstruções dos acostamentos nas medidas necessárias para atender os requisitos mínimos dos degraus entre este e a pista.

Os degraus existentes atualmente foram definidos pelo levantamento realizado com o objetivo de obtenção destes dados.

Tabela 42 - Características do Pavimento Existente

Quadro Resumo dos Boletins de Sondagem

Rodovia: PR-445 **Segmento:** Km 0,00 ao Km 26,80

Subtrecho: Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville **Extensão:** 26,80 Km

Segmento	Km	Pista								Acostamentos							
		Revestimento		Base		Sub Base		Reforço de Subleito		Revestimento		Base		Sub Base		Subleito	
		Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)
1	+ 420	CBUQ	16,0	Solo Cimento	14,0	Solo Melhorado	15,0	Argila Siltosa	38,0	CBUQ	9,0	Solo Cimento	11,0	Solo Melhorado	18,0	Argila Siltosa	45,0
2	4 + 500	CBUQ	13,0	Solo Cimento	14,0	Solo Melhorado	17,0	Argila Siltosa	78,0	CBUQ	11,0	Brita Graduada	33,0			Argila Siltosa	76,0
3	5 + 380	CBUQ	16,0	Solo Cimento	13,0	Solo Melhorado	16,0	Argila Siltosa	86,0	CBUQ	11,0	Solo Cimento	10,0	Solo Melhorado	16,0	Argila Siltosa	87,0
4	7 + 780	CBUQ	15,0	Solo Cimento	11,0	Solo Melhorado	15,0	Argila Siltosa	138,0	CBUQ	12,0	Brita Graduada	24,0			Argila Siltosa	141,0
5	10 + 180	CBUQ	15,0	Solo Cimento	10,0	Solo Melhorado	14,0	Argila Siltosa	71,0	CBUQ	15,0	Brita Graduada	27,0			Argila Siltosa	68,0
6	12 + 930	CBUQ	15,0	Solo Cimento	10,0	Solo Melhorado	17,0	Argila Siltosa	73,0	CBUQ	15,0	Brita Graduada	27,0			Argila Siltosa	73,0
7	13 + 590	CBUQ	13,0	Solo Cimento	12,0	Solo Melhorado	14,0	Argila Siltosa	116,0	CBUQ	10,0	Solo Cimento	7,0	Solo Melhorado	14,0	Argila Siltosa	124,0
8	15 + 510	CBUQ	16,0	Solo Cimento	12,0	Solo Melhorado	13,0	Argila Siltosa	106,0	CBUQ	10,0	Solo Cimento	12,0	Solo Melhorado	12,0	Argila Siltosa	79,0
9	17 + 200	CBUQ	15,0	Solo Cimento	15,0	Solo Melhorado	18,0	Argila Siltosa	82,0	CBUQ	8,0	Solo Cimento	15,0	Solo Melhorado	18,0	Argila Siltosa	81,0
10	20 + 470	CBUQ	12,0	Brita Graduada	28,0			Argila Siltosa	102,0	CBUQ	12,0	Brita Graduada	28,0			Argila Siltosa	102,0
11	22 + 460	CBUQ	12,0	Brita Graduada	30,0			Argila Siltosa	78,0	CBUQ	12,0	Brita Graduada	30,0			Argila Siltosa	78,0
12	25 + 150	CBUQ	10,0	Base Negra	14,0	Brita Graduada	20,0	Argila Siltosa	76,0	CBUQ	10,0	Base Negra	12,0	Brita Graduada	20,0	Argila Siltosa	87,0
Média:			**14,0**		**15,3**		**15,9**		**87,0**		**11,3**		**19,7**		**14,0**		**86,8**
Desvio Padrão:			**1,9**		**6,4**		**2,0**		**24,5**		**2,0**		**8,9**		**6,2**		**24,4**
Máximo:			**15,9**		**21,6**		**17,9**		**111,5**		**13,3**		**28,6**		**20,2**		**111,1**
Mínimo:			**12,1**		**8,9**		**13,9**		**62,5**		**9,2**		**10,8**		**7,8**		**62,4**

5.5.1.2 Medida das Deflexões Recuperáveis

As medidas de deflexão foram realizadas com emprego do FWD, espaçadas de 40 em 40 metros, alternadamente por faixa de tráfego.

A condição de deflexão admissível para o trecho pode ser verificada pelo preconizado no procedimento DNER-PRO 11/79, através da equação:

$$\log D = 3{,}01 - 0{,}176 (\log N)$$

5.5.1.3 Resultado das Deflexões Recuperáveis

Para a definição das deflexões admissíveis para o segmento, foram utilizados os dados relativos ao número "N" de repetições do eixo padrão obtidos nos Estudos de Tráfego, que devem ser apresentados em capítulo próprio

De acordo com os dados oriundos do Estudo de Tráfego realizado foram definidos os números de solicitações do eixo padrão para o período de 10 anos. O estudo de tráfego realizado definiu uma taxa de crescimento anual do tráfego de 1,29%, sendo o ano de início da operação da rodovia fixado em 2023.

Tabela 43 - Cálculo do Número "N" – Sentido Norte

Cálculo do Número "N" - Pista Dupla - Sentido Norte											
Rodovia: PR-445		**Trecho:** Entr. BR-376 - Acesso a Mauá da Serra					**Segmento:** Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville				
Ano		**Volumes de Tráfego - VMDA**					**Valores do Número "N"**				**Observações**
		Veículos Tipo				**Total**	**USACE**		**AASHTO**		
		Passeio	**Moto**	**Coletivo**	**Carga**		**Anual**	**Acumulado**	**Anual**	**Acumulado**	
	2.020				471	471	1,52E+06				
	2.021				477	477	1,54E+06				
	2.022				483	483	1,56E+06				
1	2.023				489	489	1,58E+06	1,58E+06	6,28E+05	6,28E+05	
2	2.024				496	496	1,52E+06	3,10E+06	6,37E+05	1,27E+06	
3	2.025				502	502	1,62E+06	4,72E+06	6,45E+05	1,91E+06	
4	2.026				509	509	1,64E+06	6,37E+06	6,53E+05	2,56E+06	
5	2.027				515	515	1,66E+06	8,03E+06	6,62E+05	3,22E+06	
6	2.028				522	522	1,69E+06	9,72E+06	6,70E+05	3,89E+06	
7	2.029				529	529	1,71E+06	1,14E+07	6,79E+05	4,57E+06	
8	2.030				535	535	1,73E+06	1,32E+07	6,88E+05	5,26E+06	
9	2.031				542	542	1,75E+06	1,49E+07	6,96E+05	5,96E+06	
10	2.032				549	549	1,77E+06	**1,67E+07**	7,05E+05	**6,66E+06**	
		Composição do Tráfego - %					**FV_{USACE}**	**FV_{AASHTO}**	**F_R**	**F_P**	
		0,00%	0,00%	0,00%	100,00%		10,41070	4,13857	1,0000	0,8500	
		Taxas de Crescimento do Tráfego				**Dados para o Cálculo do Número "N"**					
		2.020	a	2.042	1,29%	Ano Inicial para o Cálculo do Número "N":					
		a				Período de Projeto para o Cálculo do Número "N" (Anos):					

Tabela 44 - Cálculo do Número “N” – Sentido Sul

Cálculo do Número "N" - Pista Dupla - Sentido Sul											
Rodovia: PR-445		**Trecho:** Entr. BR-376 - Acesso a Mauá da Serra					**Segmento:** Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville				
Ano		**Volumes de Tráfego - VMDA**					**Valores do Número "N"**				**Observações**
		Veículos Tipo				**Total**	**USACE**		**AASHTO**		
		Passeio	**Moto**	**Coletivo**	**Carga**		**Anual**	**Acumulado**	**Anual**	**Acumulado**	
	2.020				545	545					
	2.021				552	552					
	2.022				559	559					
1	2.023				566	566	1,83E+06	1,83E+06	7,27E+05	7,27E+05	
2	2.024				574	574	1,76E+06	3,59E+06	7,37E+05	1,46E+06	
3	2.025				581	581	1,88E+06	5,47E+06	7,46E+05	2,21E+06	
4	2.026				589	589	1,90E+06	7,37E+06	7,56E+05	2,97E+06	
5	2.027				596	596	1,93E+06	9,29E+06	7,65E+05	3,73E+06	
6	2.028				604	604	1,95E+06	1,12E+07	7,75E+05	4,51E+06	
7	2.029				612	612	1,98E+06	1,32E+07	7,85E+05	5,29E+06	
8	2.030				620	620	2,00E+06	1,52E+07	7,95E+05	6,09E+06	
9	2.031				628	628	2,03E+06	1,72E+07	8,06E+05	6,89E+06	
10	2.032				636	636	2,05E+06	**1,93E+07**	8,16E+05	**7,71E+06**	
		Composição do Tráfego - %					FV_{USACE}	FV_{AASHTO}	F_R	F_P	
		0,00%	0,00%	0,00%	100,00%		10,41070	4,13857	1,0000	0,8500	
		Taxas de Crescimento do Tráfego				**Dados para o Cálculo do Número "N"**					
		2.020	a	2.042	1,29%	Ano Inicial para o Cálculo do Número "N":					
		a				Período de Projeto para o Cálculo do Número "N" (Anos):					

Para o Projeto de Restauração deste segmento, utilizaremos a condição mais desfavorável apresentada para o Sentido Sul:

$1{,}93 \times 10^7$ (USACE)

Os valores deflectométricos medidos pelo FWD, foram convertidos para valores da viga benkelmann seguindo orientação do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT - 2006, que relaciona esses valores seguindo as seguintes expressões:

- Para $D_0 < 85 \times 10^{-2}$ mm - $DBenkelmann = 20{,}645 \times (D_{FWD} - 19)^{0{,}351}$
- Para $D_0 > 85 \times 10^{-2}$ mm - $DBenkelmann = 8{,}964 \times (D_{FWD} - 60)^{0{,}715}$

Deflexões obtidas para o Segmento:

Para o segmento foram obtidas as médias das deflexões para a pista, constantes nas tabelas abaixo:

Tabela 45 - Valores Deflectométricos Médios – Pista

Deflexões - Pista						
Segmento		DFWD-Média	Dpadrão	Dc - FWD	Dc - Benkelmann	Rc
Inicio	Final	(0,01 mm)		(0,01 mm)	(0,01 mm)	(m)
	27 + 200	30,0	13,8	43,8	63,8	689,9

Deflexões Admissíveis para o Segmento:

As deflexões admissíveis para todo o segmento são determinadas a partir das condições impostas pelo preconizado no procedimento DNER-PRO 11/79, apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 46 - Valores Deflectométricos Admissíveis

Deflexões Admissíveis					
Segmento		Extensão	N_{USACE}	PRO-011/79	PRO-269/94
Início	Final	(Km)		(0,01 mm)	(0,01 mm)
0 + 000	27 + 200	27,20	1,93E+07	53,4	60,0

Em termos de valores globais, a deflexão média geral para a pista é 19,5% superior, à deflexão média admissível calculada pelo Método DNER-PRO 11/79. O valor já convertido em deflexão benkelmann, apresenta uma deflexão média de 63,8 x 10^{-2} mm para a pista, acompanhadas de um raio da bacia de deformação de 692,8 m.

5.5.1.4 Levantamento do Estado de Superfície do Pavimento

O levantamento do estado da superfície do pavimento seguiu o procedimento da norma DNIT 006/2003 “Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirígidos” com espaçamentos de 40 metros alternados. A quantificação das áreas de defeitos foi realizada seguindo as instruções da norma DNIT 007/2003 – “Levantamento para Avaliação da Condição de Superfície de Subtrecho Homogêneo de Rodovias de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos”, após a definição dos segmentos homogêneos do

trecho, através do vídeo registro e levantamento das medidas de flechas de trilhas de roda e irregularidade transversal, executado com emprego do equipamento “Three Laser Profiler System” um perfilógrafo a laser capaz de coletar simultaneamente os dados relativos a irregularidade longitudinal e transversal. Foi preenchida a planilha constante na norma para obtenção das frequências absolutas e relativas das ocorrências inventariadas e fixação do Índice de Gravidade Global (IGG).

Através deste levantamento se caracterizam todos os defeitos do pavimento, como: trincamentos, afundamentos, escorregamentos, existência de panelas e remendos e outros defeitos, visando definir um conceito para o estado superficial do pavimento. Esses levantamentos anotados em formulários específicos, que fazem parte da norma DNIT-006/2003 “Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos”, permitem o cálculo das frequências de ocorrência dos defeitos, que nos permite o cálculo do IGG – Índice de Gravidade Global de todo o segmento.

Resultados da Avaliação Objetiva:

A aplicação do Procedimento DNIT-PRO-007/2003, considerando-se toda a extensão inventariada, apontou um Índice de Gravidade Global ‑ IGG, médio para a Pista de Rolamento na Faixa Esquerda igual a 16, equivalente a um estado da superfície do pavimento “BOM”, e para a Faixa Direita igual a 19, também equivalente a um estado da superfície do pavimento “BOM”.

A profundidade média da trilha de roda (ATR) para a Pista de Rolamento na Faixa Esquerda é igual a 2 mm, e para a Faixa Direita igual a 3 mm.

A área trincada média, relativa ao somatório FC2+FC3, corresponde a um percentual médio para a para a Pista de Rolamento na Faixa Esquerda é igual a 1% e para a Faixa Direita igual a 1%.

Aa tabelas a seguir, resumem os resultados para os Índices de Gravidade Global (IGG), Trilha de Roda (ATR) e Trincamentos (FC2+FC3).

Tabela 47 - Resultados da Avaliação das Condições de Superfície – Faixa Esquerda

Inventário de Superfície - Tratamento de Dados - DNIT-PRO-007/2003 - Faixa Esquerda						
Segmento		Extensão	IGG		ATR	FC2 + FC3
Inicio	Final	(Km)	Valor	Conceito	(mm)	(%)
	27 + 200	27,2	16	Bom	2	1%

Tabela 48 - Resultados da Avaliação das Condições de Superfície – Faixa Direita

Inventário de Superfície - Tratamento de Dados - DNIT-PRO-007/2003 - Faixa Direita						
Segmento		Extensão	IGG		ATR	FC2 + FC3
Inicio	Final	(Km)	Valor	Conceito	(mm)	(%)
	27 + 200	27,2	19	Bom	3	1%

O projeto de restauração foi conduzido procurando diagnosticar o estado funcional e estrutural dos pavimentos existentes. Para este fim, assumiu-se como premissa a divisão do trecho em segmentos homogêneos contemplando os seguintes parâmetros: Estrutura do pavimento existente, percentual de trincamentos, deflexões e número N.

5.5.1.5 Divisão do Trecho em Segmentos Homogêneos

A necessidade da divisão de uma rodovia em segmentos homogêneos tem vários objetivos, principalmente permitir uma avaliação em cima da homogeneidade de parâmetros de análise e indicação de soluções ou intervenções com certa continuidade ou espaçamento, sem muitas variações intercaladas. Nos segmentos homogêneos são agrupados os pontos que apresentam similaridades em suas características, facilitando o seu tratamento e a sua análise, sem comprometer a eficácia da intervenção na reabilitação do pavimento.

Com os valores obtidos no levantamento das deflexões, irregularidades e trincamentos, realizou-se a divisão do trecho em segmentos homogêneos, por meio do método das diferenças acumuladas preconizado pela AASHTO (1986).

A variação do coeficiente angular da curva assim obtida indica uma mudança do comportamento médio de um determinado segmento para outro caracterizando, matematicamente, as extremidades dos segmentos homogêneos. Os parâmetros levados a efeito na divisão dos segmentos homogêneos foram: inventário da superfície, deflexão e tráfego. Procurou-se delimitar a extensão mínima de 200 m e máxima de 2.000 m.

Tabela 49 - Quadro Resumo de Dados dos Segmentos Homogêneos – Pista

Resumo Dados - Pista

Rodovia: PR-445
Subtrecho: Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville

Segmento: Km 0,00 ao Km 27,20
Extensão: 27,20 Km

Segmento Homogêneo			Extensão	Condição Estrutural					Condição Superficial							Reparos			he	Hcg	Degrau		Tipo Solo	Diagnóstico
Segmento	Estacas			D0(FWD)	DP	Do(FWD)	Do(BKM)	RC	FC2	FC3	FC2+FC3	ATR	IGG	Conceito	IRI	Profundos		Superficiais			Acostamentos			
	Inicio	Fim	(m)	(cm-2)	(cm-2)	(cm-2)	(cm-2)	(m)	(%)	(%)	(%)	(mm)				(%)	Nº	(%)	(cm)	(cm)	LE	LD		
1		1 + 900	1.900,00	22,4	6,9	29,3	46,8	808,3				1	4	Bom	2,4				16,0	29,0	7,0	7,0	III	RL+ Restaurar
2	1 + 900	3 + 400	1.500,00	43,7	14,6	58,3	74,9	323,6				2	7	Bom	3,2	5,3%	4		16,0	29,0			III	RL+ Restaurar
3	3 + 400	3 + 900	500,00	25,1	2,8	27,9	44,5	579,0				2	8	Bom	2,3				16,0	29,0			III	RL+ Restaurar
4	3 + 900	5 + 150	1.250,00	32,9	14,6	47,5	66,9	488,0	1%		1%	2	15	Bom	2,4	3,2%	2	1%	13,0	31,0	2,0	2,0	III	RL+ Restaurar
5	5 + 150	7 + 150	2.000,00	34,7	12,2	46,9	66,4	371,6	1%		1%	2	15	Bom	2,6	2,0%	2	1%	16,0	29,0	5,0	5,0	III	RL+ Restaurar
6	7 + 150	8 + 000	850,00	44,2	16,7	60,9	76,6	339,1	1%		1%	2	14	Bom	2,6	2,4%	1	1%	15,0	26,0	3,0	3,0	III	RL+ Restaurar
7	8 + 000	9 + 800	1.800,00	53,0	20,7	73,7	84,1	259,7	1%		1%	3	12	Bom	3,0	7,8%	7	1%	15,0	26,0			III	RL+ Restaurar
8	9 + 800	11 + 800	2.000,00	35,0	15,0	50,0	68,9	506,8	1%		1%	2	12	Bom	2,4	4,0%	4	1%	15,0	24,0			III	RL+ Restaurar
9	11 + 800	13 + 200	1.400,00	24,5	7,1	31,6	50,2	693,2	1%		1%	2	10	Bom	2,2			1%	15,0	27,0			III	RL+ Restaurar
10	13 + 200	15 + 200	2.000,00	53,2	22,6	75,8	85,2	293,5	1%		1%	3	14	Bom	3,0	8,0%	8	1%	13,0	26,0	3,0	3,0	III	RL+ Restaurar
11	15 + 200	17 + 200	2.000,00	31,0	9,5	40,5	60,6	500,0	0%		0%	3	11	Bom	2,7			0%	16,0	25,0	6,0	6,0	III	RL+ Restaurar
12	17 + 200	19 + 000	1.800,00	35,1	14,4	49,4	68,5	467,4				3	14	Bom	2,8	1,1%	1		15,0	33,0	7,0	7,0	III	RL+ Restaurar
13	19 + 000	20 + 200	1.200,00	37,1	14,4	51,5	70,1	489,4	1%	1%	2%	4	18	Bom	2,5	1,7%	1	2%	15,0	33,0			III	RL+ Restaurar
14	20 + 200	22 + 200	2.000,00	27,1	11,2	38,3	58,4	658,2	0%		0%	3	11	Bom	2,8	1,0%	1	0%	12,0	28,0			III	RL+ Restaurar
15	22 + 200	23 + 500	1.300,00	23,4	10,5	33,9	53,2	1.076,5				3	10	Bom	2,3				12,0	30,0			III	RL+ Restaurar
16	23 + 500	25 + 000	1.500,00	56,8	22,9	79,7	87,3	277,5	3%	1%	3%	4	31	Regular	3,6	10,7%	8	3%	12,0	30,0			III	RL+ Restaurar
17	25 + 000	26 + 000	1.000,00	54,3	23,3	77,5	86,1	288,8	4%	3%	6%	4	57	Regular	3,3	8,0%	4	6%	10,0	34,0			III	RL+ Restaurar
18	26 + 000	27 + 200	1.200,00	55,9	20,8	76,7	85,7	258,8	4%	4%	8%	4	57	Regular	4,0	13,3%	8	8%	10,0	34,0			III	RL+ Restaurar

5.5.2 Soluções Adotadas

Tendo em vista que foram utilizados os seguintes métodos para a definição de uma estrutura de pavimento flexível:

- DNIT-PRO-011/79;
- DNIT-PRO-269/94;
- Análise Mecanística.

Apresentamos então resumidamente na Tabela a seguir, as alternativas de soluções calculadas para todas as situações previamente estabelecidas e as soluções adotadas a melhor condição técnica para a estrutura dos pavimentos.

Tabela 50 - Resumo das Soluções Calculadas – Pista

Resumo das Soluções Calculadas - Pista

Rodovia: PR-445
Subtrecho: Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville

Segmento: Km 0,00 ao Km 27,20
Extensão: 27,20 Km

Nº	Estacas		Extensão	Soluções DNIT-PRO-011/79				Soluções DNIT-PRO-269/94				Soluções Análise Mecanística				Tipo de Solução	Soluções Adotadas			
	Inicial	Final	(m)	RP (%)	RS (%)	CBUQ (cm)	CBUQ(P) (cm)	RP (%)	RS (%)	CBUQ cm	CBUQ(P) cm	RP (%)	RS (%)	CBUQ cm	CBUQ(P) cm	(m)	RP (%)	RS (%)	CBUQ (cm)	CBUQ(P) (cm)
1		1 + 900	1.900,00				4,0				4,0				4,0	RL+REF				4,0
2	1 + 900	3 + 400	1.500,00	5%			5,0	5%			4,0	5%			4,0	RL+REF	5%			5,0
3	3 + 400	3 + 900	500,00				4,0				4,0				4,0	RL+REF				4,0
4	3 + 900	5 + 150	1.250,00	3%	1%		4,0	3%	1%		4,0	3%	1%		4,0	RL+REF	3%	1%		4,0
5	5 + 150	7 + 150	2.000,00	2%	1%		4,0	2%	1%		4,0	2%	1%		4,0	RL+REF	2%	1%		4,0
6	7 + 150	8 + 000	850,00	2%	1%		5,5	2%	1%		4,0	2%	1%		5,0	RL+REF	2%	1%		5,5
7	8 + 000	9 + 800	1.800,00	8%	1%		4,0	8%	1%		4,0	8%	1%		4,0	RL+REF	8%	1%		4,0
8	9 + 800	11 + 800	2.000,00	4%	1%		4,0	4%	1%		4,0	4%	1%		4,5	RL+REF	4%	1%		4,5
9	11 + 800	13 + 200	1.400,00		1%		4,0		1%		4,0		1%		4,0	RL+REF		1%		4,0
10	13 + 200	15 + 200	2.000,00	8%	1%	4,0	4,0	8%	1%	4,0	4,0	8%	1%		4,5	RL+REF	8%	1%	4,0	4,0
11	15 + 200	17 + 200	2.000,00		0%		4,0		0%		4,0		0%		4,0	RL+REF		0%		4,0
12	17 + 200	19 + 000	1.800,00	1%			4,0	1%			4,0	1%			4,0	RL+REF	1%			4,0
13	19 + 000	20 + 200	1.200,00	2%	2%		4,0	2%	2%		4,0	2%	2%		4,0	RL+REF	2%	2%		4,0
14	20 + 200	22 + 200	2.000,00	1%	0%		4,0	1%	0%		4,0	1%	0%		4,0	RL+REF	1%	0%		4,0
15	22 + 200	23 + 500	1.300,00				4,0				4,0				4,0	RL+REF				4,0
16	23 + 500	25 + 000	1.500,00	11%	3%	4,0	4,0	11%	3%	4,0	4,0	11%	3%		7,0	RL+REF	11%	3%	4,0	4,0
17	25 + 000	26 + 000	1.000,00	8%	6%	4,0	4,0	8%	6%	4,0	4,0	8%	6%		6,5	RL+REF	8%	6%	4,0	4,0
18	26 + 000	27 + 200	1.200,00	13%	8%	4,0	4,0	13%	8%	4,0	4,0	13%	8%	4,0	6,0	RL+REF	13%	8%	4,0	6,0

5.5.2.1 Soluções Adotadas para a Pista de Rolamento

5.5.2.2 Soluções para os Segmentos a Restaurar:

As soluções para os segmentos caracterizados como "a Restaurar" na pista de rolamento envolvem questões que viabilizam melhores resultados, no sentido de reduzir a diversidade dos defeitos da rodovia, atendendo os parâmetros estabelecidos pelos métodos DNER-PRO-011/79 e DNER-PRO 269-94 (Tecnapav), complementado pela Análise Mecanística dos dados levantados.

Tendo em vista que não existe uma diferenciação muito elevada entre os reforços calculados pelos métodos descritos anteriormente e que principalmente as características dos defeitos de trincamento FC2 e FC3 atingem maiores áreas, em pequena parte do segmento, julgamos conveniente a adoção dos serviços preliminares de reparos superficiais e profundos seguidos de reforços que atendam os três métodos utilizados no dimensionamento.

A pista atual será utilizada como uma das pistas da rodovia a ser duplicada, portanto as terceiras faixas atuais serão transformadas em acostamentos ou faixa de segurança dependendo do lado em que esteja inserida, sendo que os acostamentos que possuem degraus em relação a pista deverão ter esse desnível preenchido.

O Retigráfico, contendo a variação das espessuras e materiais empregados nas camadas de restauração de pavimento, e suas concordâncias indicadas ao longo do trecho está disponível no ANEXO 04.

Desta forma pode-se definir o quadro de soluções finais como descrito na tabela abaixo:

Tabela 51 - Resumo das Soluções Adotadas – Pista

Resumo das Soluções Adotadas

Rodovia: PR-445
Subtrecho: Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville

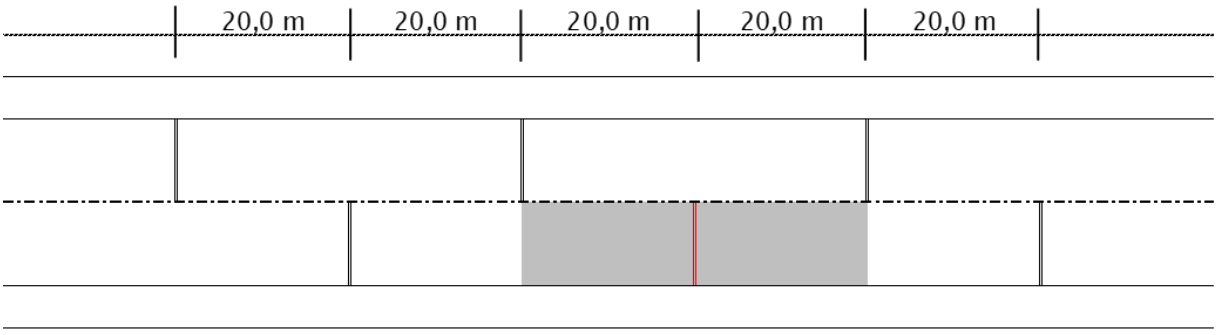
Segmento: Km 0,00 ao Km 27,20
Extensão: 27,20 Km

Nº	Estaca		Extensão	Acostamento - LE						Pista					Acostamento - LD					
	Inicial	Final	(m)	Largura (m)	RP (%)	RS (%)	CBUQ(B)-Degrau (cm)	CBUQ(B) (cm)	CBUQ(P) (cm)	Largura (m)	RP (%)	RS (%)	CBUQ(B) (cm)	CBUQ(P) (cm)	Largura (m)	RP (%)	RS (%)	CBUQ(B)-Degrau (cm)	CBUQ(B) (cm)	CBUQ(P) (cm)
1		1 + 900	1.900,00	1,00	0,5%	0,5%	7,0		4,0	7,20				4,0	2,50	0,5%	0,5%	7,0		4,0
2	1 + 900	3 + 400	1.500,00	1,00	0,5%	0,5%			5,0	7,20	5%			5,0	2,50	0,5%	0,5%			5,0
3	3 + 400	3 + 900	500,00	1,00	0,5%	0,5%			4,0	7,20				4,0	2,50	0,5%	0,5%			4,0
4	3 + 900	5 + 150	1.250,00	1,00	0,5%	0,5%	2,0		4,0	7,20	3%	1%		4,0	2,50	0,5%	0,5%	2,0		4,0
5	5 + 150	7 + 150	2.000,00	1,00	0,5%	0,5%	5,0		4,0	7,20	2%	1%		4,0	2,50	0,5%	0,5%	5,0		4,0
6	7 + 150	8 + 000	850,00	1,00	0,5%	0,5%	3,0		5,5	7,20	2%	1%		5,5	2,50	0,5%	0,5%	3,0		5,5
7	8 + 000	9 + 800	1.800,00	1,00	0,5%	0,5%			4,0	7,20	8%	1%		4,0	2,50	0,5%	0,5%			4,0
8	9 + 800	11 + 800	2.000,00	1,00	0,5%	0,5%			4,5	7,20	4%	1%		4,5	2,50	0,5%	0,5%			4,5
9	11 + 800	13 + 200	1.400,00	1,00	0,5%	0,5%			4,0	7,20		1%		4,0	2,50	0,5%	0,5%			4,0
10	13 + 200	15 + 200	2.000,00	1,00	0,5%	0,5%	3,0	4,0	4,0	7,20	8%	1%	4,0	4,0	2,50	0,5%	0,5%	3,0	4,0	4,0
11	15 + 200	17 + 200	2.000,00	1,00	0,5%	0,5%	6,0		4,0	7,20		0%		4,0	2,50	0,5%	0,5%	6,0		4,0
12	17 + 200	19 + 000	1.800,00	1,00	0,5%	0,5%	7,0		4,0	7,20	1%			4,0	2,50	0,5%	0,5%	7,0		4,0
13	19 + 000	20 + 200	1.200,00	1,00	0,5%	0,5%			4,0	7,20	2%	2%		4,0	2,50	0,5%	0,5%			4,0
14	20 + 200	22 + 200	2.000,00	1,00	0,5%	0,5%			4,0	7,20	1%	0%		4,0	2,50	0,5%	0,5%			4,0
15	22 + 200	23 + 500	1.300,00	1,00	0,5%	0,5%			4,0	7,20				4,0	2,50	0,5%	0,5%			4,0
16	23 + 500	25 + 000	1.500,00	1,00	0,5%	0,5%		4,0	4,0	7,20	11%	3%	4,0	4,0	2,50	0,5%	0,5%		4,0	4,0
17	25 + 000	26 + 000	1.000,00	1,00	0,5%	0,5%		4,0	4,0	7,20	8%	6%	4,0	4,0	2,50	0,5%	0,5%		4,0	4,0
18	26 + 000	27 + 200	1.200,00	1,00	0,5%	0,5%		4,0	6,0	7,20	13%	8%	4,0	6,0	2,50	0,5%	0,5%		4,0	6,0

5.5.2.3 Execução de Reparos Profundos

Serviço a ser executado no sentido de eliminar as áreas comprometidas estruturalmente, substituindo-se a base defeituosa por uma nova, que atenda as condições técnicas para o recebimento das camadas de reforço. Os reparos profundos são indicados nas planilhas de Tratamento dos Dados Deflectométricos, e consistem na indicação de execução de remendos profundos a partir do ponto determinado (20 m para cada lado) em toda a largura da faixa. Para cada ponto definido para a prerrogativa estabelecida no tratamento de dados para a definição de reparos profundos, é estabelecida uma área de recuperação, como a representada esquematicamente na figura abaixo:

Localização Esquemática das Áreas de Reparos Profundos



Convenções:

Pontos dos Levantamentos com FWD

Pontos definidos com Deficiência Estrutural – Rc < 100 m

Área a ser reparada

Sendo que os trabalhos a serem realizados neste item, seguirão a seguinte sequência executiva:

1- Remoção Mecanizada do Pavimento;

2- Execução de Sub-base em Macadame Seco;

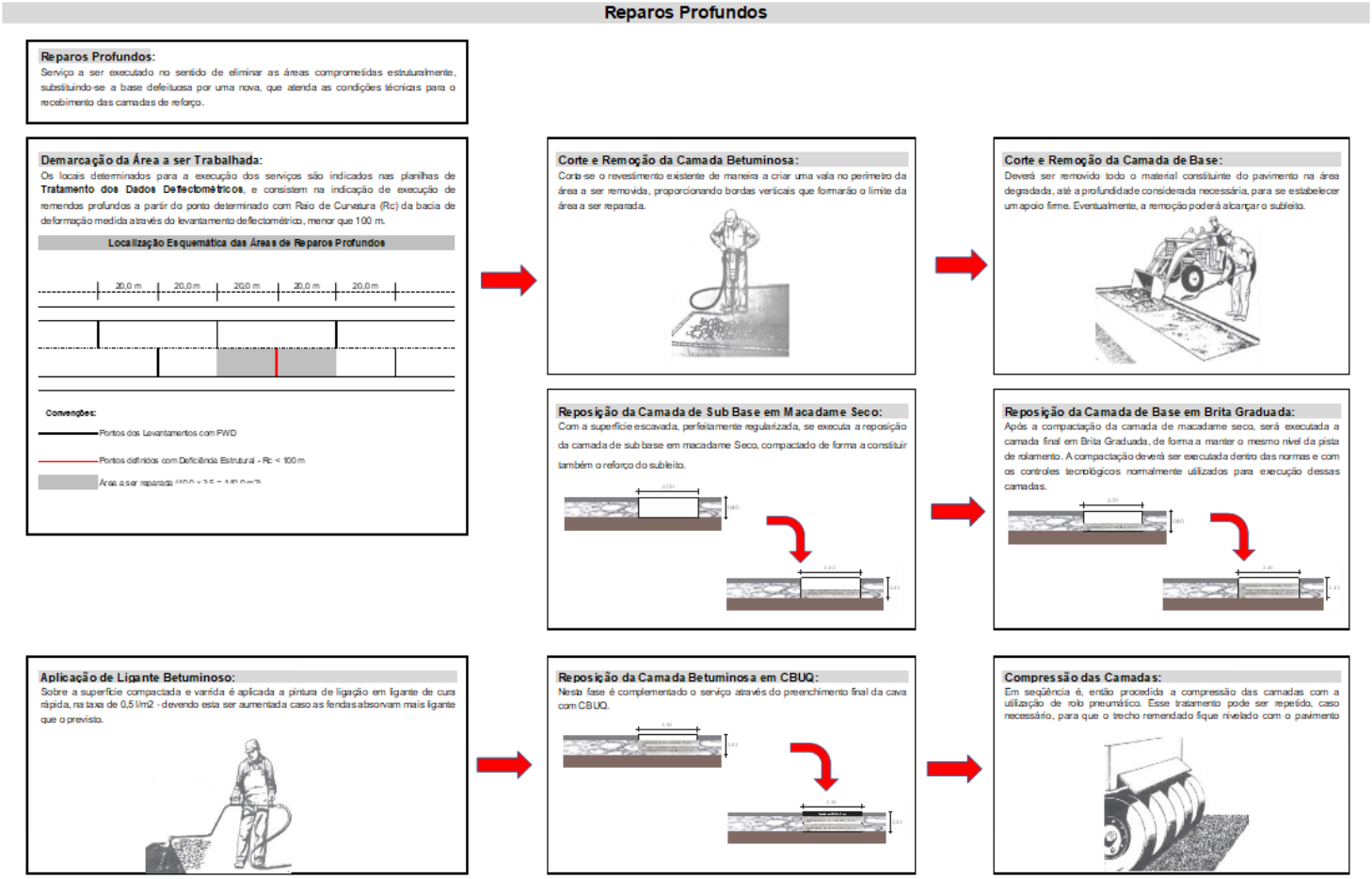
3- Execução de Base de Brita Graduada;

4- Execução de Imprimação;

5- Execução de Pintura de Ligação;

6- Execução de Camada de CBUQ-Faixa “B” - Convencional.

Figura 33 - Representação Esquemática da Execução de Reparos Profundos



5.5.2.4 Execução de Reparos Superficiais

A execução desses reparos será efetivada nas áreas definidas através da quantificação dos defeitos realizada pelo método DNIT-007-2003 e correspondentes aos defeitos do tipo FC2+FC3.

Sendo que os trabalhos a serem realizados neste item, seguirão a seguinte sequência executiva:

1- Remoção da camada de Revestimento por Fresagem Descontínua;

2- Execução de Pintura de Ligação;

3- Execução de Camada de CBUQ-Faixa “B” - Convencional.

5.5.2.5 Execução de Reforço Calculado

Para a execução das camadas de reforço serão adotados a seguinte sequência executiva:

1- Execução dos Reparos Profundos e Superficiais;

2- Execução de Preenchimento dos degraus pista-Acostamentos em CBUQ-Faixa “B”

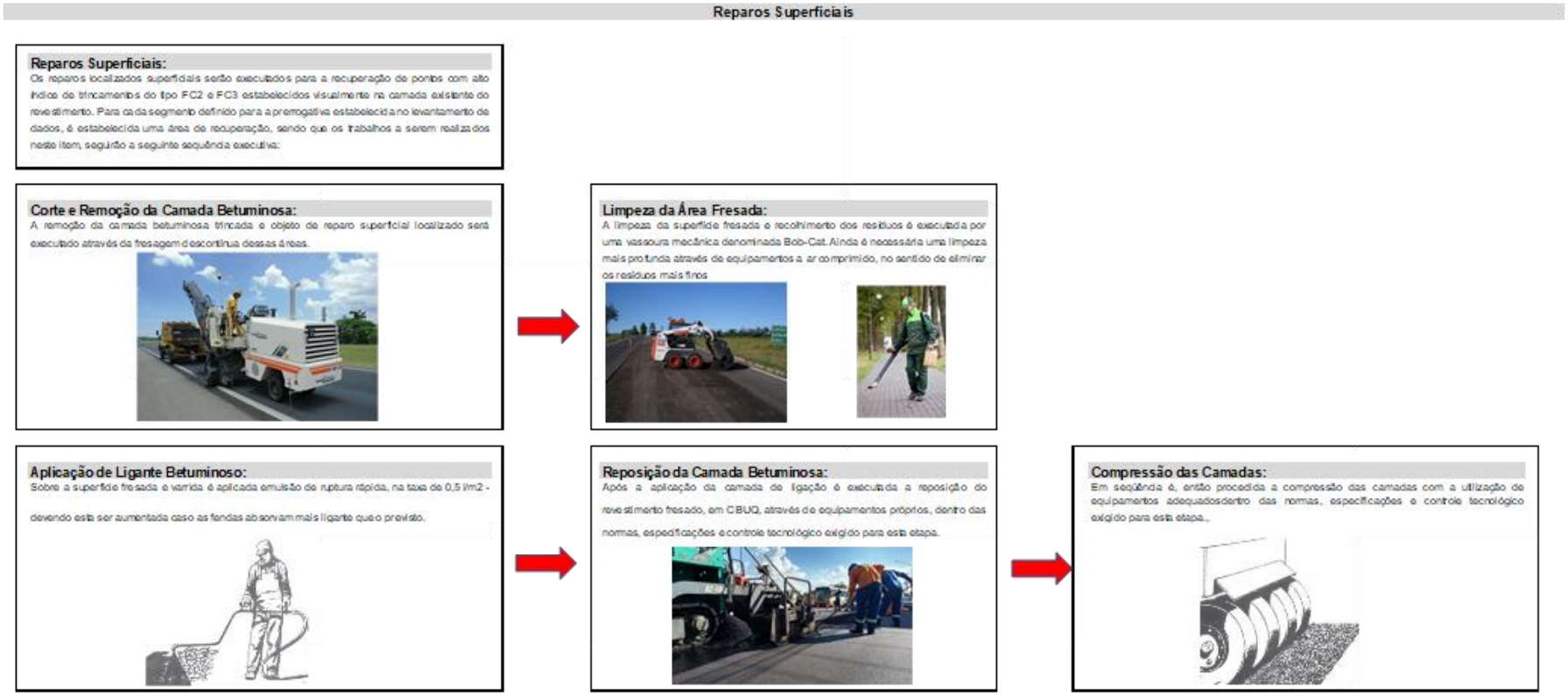
3- Execução de Pintura de Ligação;

4- Execução de camada Calculada em CBUQ-Faixa “B” Convencional;

5- Execução de Pintura de Ligação;

6- Execução de camada Calculada em CBUQ com CAP Polimerizado.

Figura 34 - Representação Esquemática da Execução de Reparos Superficiais:



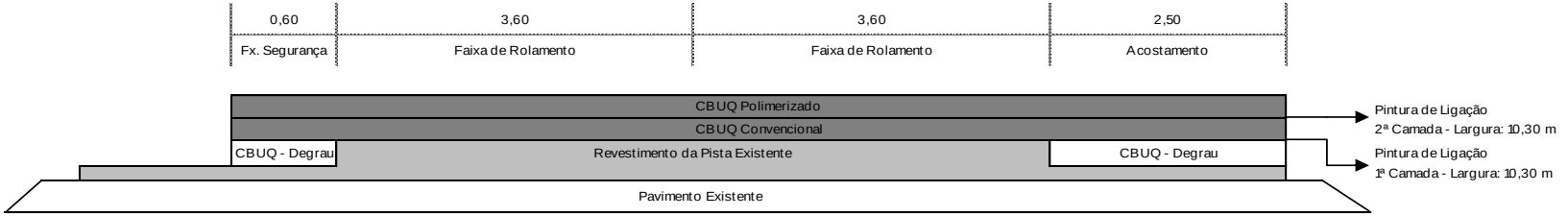
5.5.3 Seções Tipo:

Dessa forma podemos estabelecer em concordância com o projeto geométrico, as Seções Transversais Tipo para a Restauração da pista Existente:

Tabela 52 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Tipo 1:

Seção Transversal de Restauração - RL + REF - Pista Principal - Tipo 1

Km 00,000 ao Km 08,885
Km 15,419 ao Km 17,945
Km 18,416 ao Km 20,611
Km 20,940 ao Km 21,465
Km 22,900 ao Km 24,232
Km 24,586 ao Km 24,666
Km 24,906 ao Km 25,080



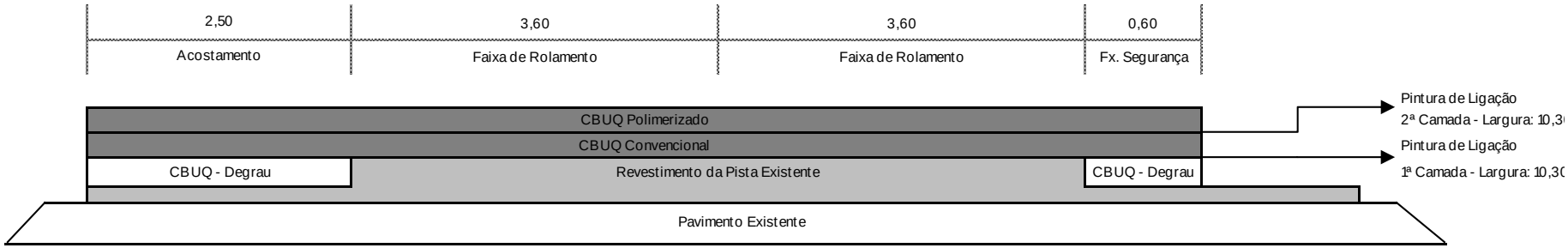
Observações:
1- Os reparos profundos serão executados antes dos reforços calculados e são definidos através da condição de Rc < 100 m, relacionados no Tratamento dos Dados Deflectométricos.
2- Os reparos superficiais serão executados antes da execução dos reforços e devem eliminar todo o trincamento do tipo FC-2 e FC-3.
3- Os acostamentos e as terceiras faixas remanescentes devem ter revestimento e pavimento demolidos e removidos.

equência Executiva:
1- Execução de Reparos Profundos;
2- Execução de Reparos Superficiais;
3- Execução de Pintura de Ligação - Acostamentos;
4- Execução de Preenchimento de Degraus dos Acostamentos em CBUQ Convencional;
5- Execução de Pintura de Ligação - Pista e Acostamentos;
6- Execução de Camada de Reforço em CBUQ Convencional conforme Solução Definida;
7- Execução de Pintura de Ligação;
8- Execução de Camada de Reforço em CBUQ Polimérico, conforme Solução Definida;

Tabela 53 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Tipo 2:

Seção Transversal de Restauração - RL + REF - Pista Principal - Tipo 2

Km 09,168 ao Km 10,818
Km 11,146 ao Km 14,770



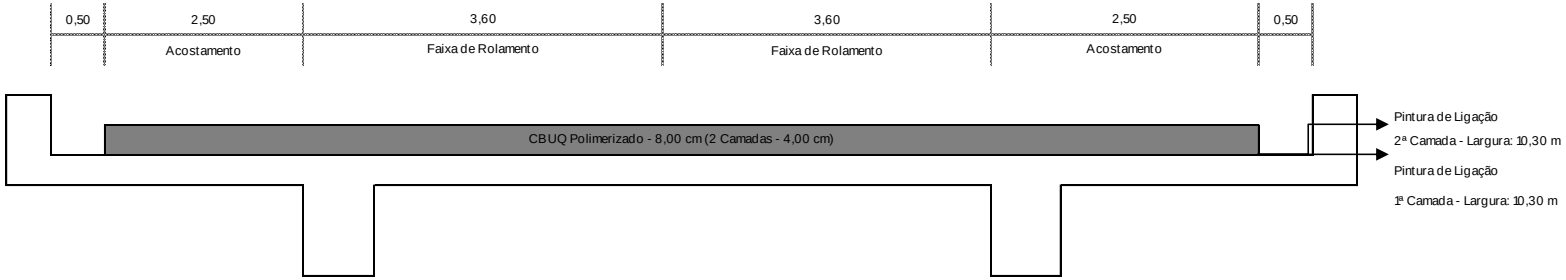
Observações: **1-** Os reparos profundos serão executados antes dos reforços calculados e são definidos através da condição de Rc < 100 m, relacionados no Tratamento dos Dados Deflectométricos.
2- Os reparos superficiais serão executados antes da execução dos reforços e devem eliminar todo o trincamento do tipo FC-2 e
3- Os acostamentos e as terceiras faixas remanescentes devem ter revestimento e pavimento demolidos e removidos.

Sequência Executiva: **1-** Execução de Reparos Profundos;
2- Execução de Reparos Superficiais;
3- Execução de Pintura de Ligação - Acostamentos;
4- Execução de Preenchimento de Degraus dos Acostamentos em CBUQ Convencional;
5- Execução de Pintura de Ligação - Pista e Acostamentos;
6- Execução de Camada de Reforço em CBUQ Convencional conforme Solução Definida;
7- Execução de Pintura de Ligação;
8- Execução de Camada de Reforço em CBUQ Polimérico, conforme Solução Definida;

Tabela 54 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Tipo 3:

Seção Transversal de Restauração - RL + REF - Pista Principal - Tipo 3

Km 14,960 ao Km 15,000 - Ponte Rio Apucaraninha
Km 18,123 ao Km 18,163 - Ponte Rio Santa Cruz

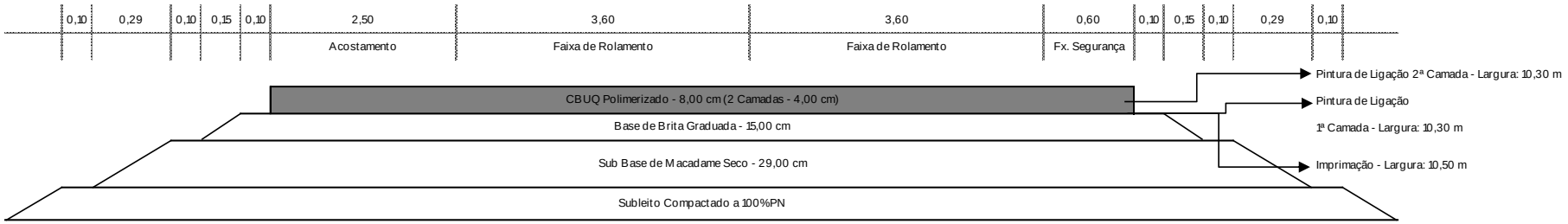


Sequência Executiva: **1-** Execução de Pintura de Ligação - Pista e Acostamentos;
2- Execução de 1ª Camada de Reforço em CBUQ Polimérico;
3- Execução de Pintura de Ligação - Pista e Acostamentos;
4- Execução de 2ª Camada de Reforço em CBUQ Polimérico;

Tabela 55 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Tipo 4:

Seção Transversal de Restauração - Reconstrução - Pista Principal - Tipo 4

Km 10,818 ao Km 11,146
Km 14,770 ao Km 14,960



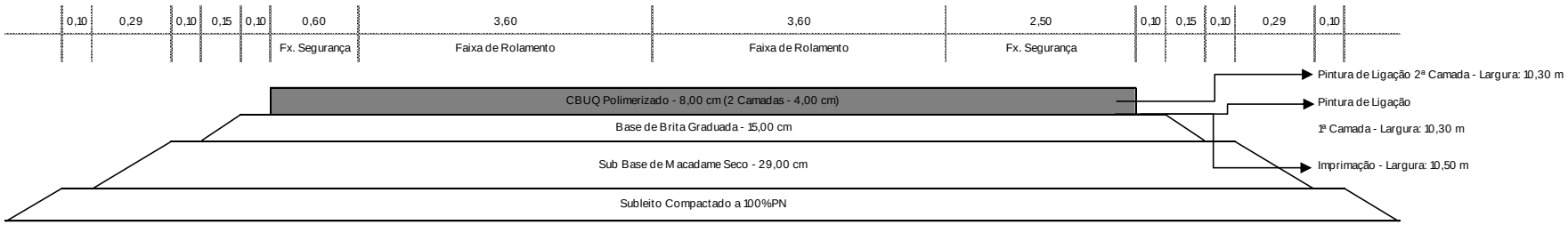
Largura Média - CBUQ: 10,30 m
Largura Média - Base: 10,65 m
Largura Média - Sub Base: 11,29 m
Largura Média - Subleito: 11,78 m

Sequência Executiva:
1- Demolição e Remoção do Pavimento Existente;
2- Reaterro Compactado, conforme definido em Projeto Específico;
3- Regularização do Subleito a 100% PN;
4- Execução de SubBase em Macadame Seco;
5- Execução de Base em Brita Graduada;
6- Execução de Imprimação;
7- Execução de Pintura de Ligação;
8- Execução de 1ª Camada em CBUQ Polimérico;
9- Execução de Pintura de Ligação;
10- Execução de 2ª Camada em CBUQ Polimérico;

Tabela 56 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Tipo 5:

Seção Transversal de Restauração - Reconstrução - Pista Principal - Tipo 5

Km 15,000 ao Km 15,419
Km 17,945 ao Km 18,123
Km 18,163 ao Km 18,416
Km 20,611 ao Km 20,940
Km 24,232 ao Km 24,586
Km 24,666 ao Km 24,906



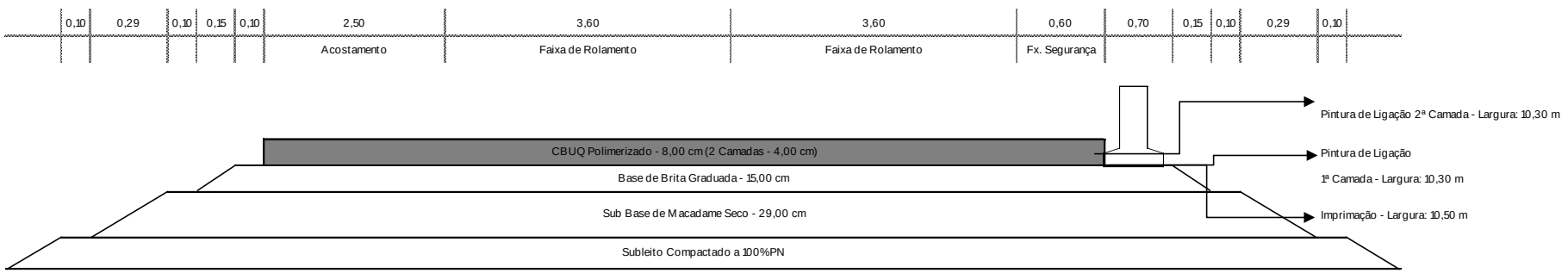
Largura Média - CBUQ: 10,30 m
Largura Média - Base: 10,65 m
Largura Média - Sub Base: 11,29 m
Largura Média - Subleito: 11,78 m

Sequência Executiva: **1-** Demolição e Remoção do Pavimento Existente;
2- Reaterro Compactado, conforme definido em Projeto Específico;
3- Regularização do Subleito a 100% PN;
4- Execução de SubBase em Macadame Seco;
5- Execução de Base em Brita Graduada;
6- Execução de Imprimação;
7- Execução de Pintura de Ligação;
8- Execução de 1ª Camada em CBUQ Polimérico;
9- Execução de Pintura de Ligação;
10- Execução de 2ª Camada em CBUQ Polimérico;

Tabela 57 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Tipo 6:

Seção Transversal de Restauração - Reconstrução - Pista Principal - Tipo 6

Km 25,080 ao Km 27,200

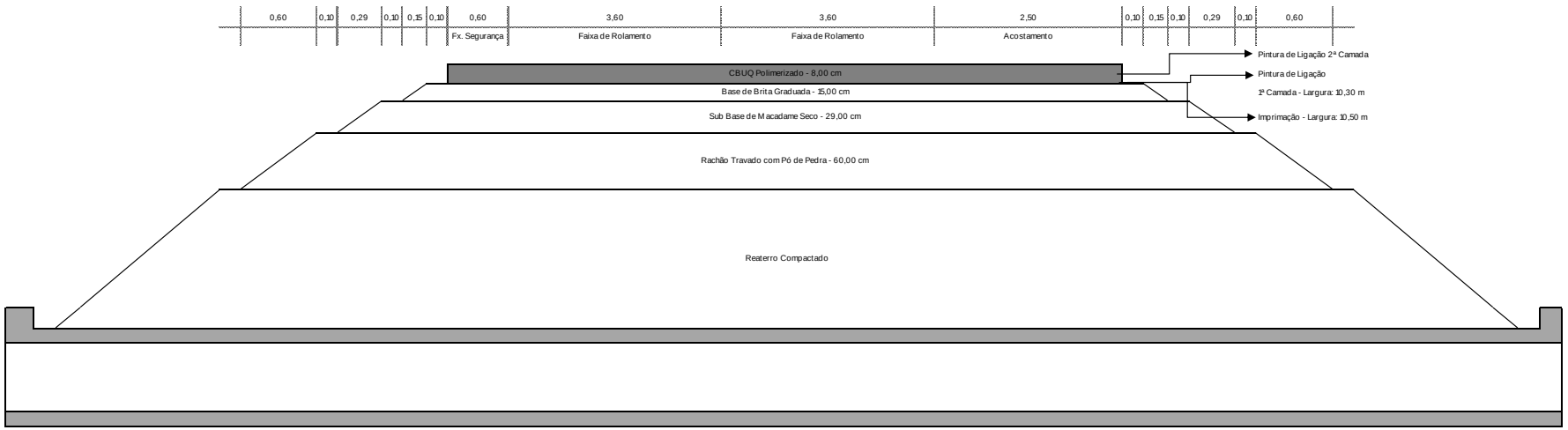


Largura Média - CBUQ: 10,30 m
Largura Média - Base: 11,25 m
Largura Média - Sub Base: 11,89 m
Largura Média - Subleito: 12,38 m

Sequência Executiva: **1-** Demolição e Remoção do Pavimento Existente;
2- Reaterro Compactado, conforme definido em Projeto Específico;
3- Regularização do Subleito a 100% PN;
4- Execução de SubBase em Macadame Seco;
5- Execução de Base em Brita Graduada;
6- Execução de Imprimação;
7- Execução de Pintura de Ligação;
8- Execução de 1ª Camada em CBUQ Polimérico;
9- Execução de Pintura de Ligação;
10- Execução de 2ª Camada em CBUQ Polimérico;

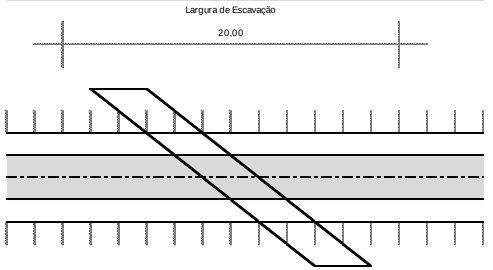
Tabela 58 - Seção Transversal Tipo de Restauração da Pista Existente – Substituição de Bueiros:

Seção Transversal de Pavimentação - Substituição de Bueiros



Largura Média - CBUQ: 10,30 m
Largura Média - Base: 10,65 m
Largura Média - Sub Base: 11,29 m
Largura Média - Rachão Travado: 12,38 m
Largura Média - Subleito: 13,67 m

Planta Baixa da Intervenção



Sequência Executiva:

1- Demolição e Remoção do Pavimento Existente;
2- Escavação do local para remoção do Bueiro Existente;
2- Remoção do Bueiro Existente;
3- Execução do Novo Bueiro;
4- Reaterro Compactado do local escavado;
5- Regularização do Subleito a 100% PN;
6- Execução de SubBase em Macadame Seco;
7- Execução de Base em Brita Graduada;
8- Execução de Imprimação;
9- Execução de Pintura de Ligação;
10- Execução de 1ª Camada em CBUQ Polimérico;
11- Execução de Pintura de Ligação;
12- Execução de 2ª Camada em CBUQ Polimérico;

5.5.4 Quantitativos dos Serviços de Restauração

Com a definição das soluções a serem adotadas para o Projeto de Restauração do pavimento existente para o segmento, podemos então quantificar os serviços gerados. Vamos partir do quadro de consumo dos materiais para cada tipo de serviço, definido conforme publicação DER-PR – setembro 2015 apresentado na planilha abaixo:

Tabela 59 - Consumo dos Materiais de Pavimentação - Restauração:

Quadro de Consumo dos Materiais

Rodovia: PR-445
Subtrecho: Entr. BR-376 - Acesso a Lerroville

Segmento: Km 0,00 ao Km 27,2
Extensão: 27,20 Km

Nº	Materiais		Consumo por m3/m2									Un.	Consumo por T				
			Un.	Quantidades				Un.	Quantidades				Quantidades			Un.	Quantidade
1	CBUQ - Faixa "B"	Brita	m3	0,8750	2,400	1,500	1,4000	T	0,8750	2,400	2,100	m3	0,8495	1,500	0,566	T	0,850
2		Areia	m3	0,0800	2,400	1,500	0,1280	T	0,0800	2,400	0,192	m3	0,0777	1,500	0,052	T	0,078
3		CAP-50/70	m3	0,0450	2,400	1,000	0,1080	T	0,0450	2,400	0,108	m3	0,0655	1,000	0,066	T	0,066
1	CBUQ - Faixa "C"	Brita	m3	0,8330	2,400	1,500	1,3328	T	0,8330	2,400	1,999	m3	0,8088	1,500	0,539	T	0,809
2		Areia	m3	0,0800	2,400	1,500	0,1280	T	0,0800	2,400	0,192	m3	0,0777	1,500	0,052	T	0,078
3		Filler	m3	0,0300	2,400	1,430	0,0503	T	0,0300	2,400	0,072	m3	0,0306	1,430	0,021	T	0,031
4		CAP-50/70	m3	0,0570	2,400	1,000	0,1368	T	0,0570	2,400	0,137	m3	0,0830	1,000	0,083	T	0,083
1	CBUQ - Faixa "C" com Polímero	Brita	m3	0,8310	2,400	1,500	1,3296	T	0,8310	2,400	1,994	m3	0,8068	1,500	0,538	T	0,807
2		Areia	m3	0,0800	2,400	1,500	0,1280	T	0,0800	2,400	0,192	m3	0,0777	1,500	0,052	T	0,078
3		Filler	m3	0,0300	2,400	1,430	0,0503	T	0,0300	2,400	0,072	m3	0,0306	1,430	0,021	T	0,031
4		CAP-55/75-E	m3	0,0590	2,400	1,000	0,1416	T	0,0590	2,400	0,142	m3	0,0859	1,000	0,086	T	0,086
1	Pintura de Ligação	RR-1C	m2	1,0000	0,0005	1,500	0,0003	T	1,0000	0,0003	0,0003						
1	Imprimação	EAI	m2	1,0000	0,0012	1,000	0,0012	T	1,0000	0,0012	0,0012						
1	Base	Brita Graduada	m3	1,0000	2,400	1,500	1,6000	T	1,0000	2,400	2,400	m3	1,0000	1,500	0,667	T	1,000
1	Sub Base	Macadame Seco	m3	1,0000	2,300	1,500	1,5333	T	1,0000	2,300	2,300	m3	1,0000	1,500	0,667	T	1,000

Nº	Materiais
1	Brita
2	Areia
3	Filler
4	CAP-50/70
5	CAP-55/75-E

Dosagens CBUQ		
Binder	Faixa "B"	Faixa "C"(P)
87,50%	83,30%	83,10%
8,00%	8,00%	8,00%
	3,00%	3,00%
4,50%	5,70%	
		5,90%

Densidades		
Brita	1,500	T/m3
Areia	1,500	T/m3
Filler	1,430	T/m3
Emulsões	1,000	T/m3
CAP	1,000	T/m3
CBUQ	2,400	T/m3
Brita Graduada	2,400	T/m3
Macadame Seco	2,300	T/m3

Taxas		
Imprimação	1,20	l/m2
Pintura de Ligação	0,50	l/m2

5.6 PROJETO DE DRENAGEM E OAC

O Projeto de Drenagem consiste na definição, detalhamento e posicionamento do novo sistema de drenagem a ser implantado, considerando-se a ampliação da via existente, para captação das águas que possam atingir a rodovia, conduzindo-as a situações que assegurem o seu afastamento, garantindo e a estabilidade além de minimizar a manutenção e conservação da via.

5.6.1 Cadastro e Diagnóstico dos Dispositivos Existentes

A avaliação dos dispositivos existentes foi realizada com base no levantamento topográfico e fotográfico

Atualmente a drenagem superficial é feita através de sarjetas/ valetas longitudinais a rodovia e em geral em estado de conservação Regular, ou seja, há interferência no funcionamento do dispositivo devido à falta de manutenção, sendo necessária limpeza e desobstrução dos mesmos.

Foi realizado o dimensionamento hidráulico dos dispositivos existentes e análise do estado de conservação visando garantir o pleno funcionamento das obras.

Baseado nos resultados obtidos foram indicadas substituições e/ou complementações.

5.6.2 Obras de arte correntes

Para elaboração do projeto de drenagem foram utilizadas as vazões de contribuição apresentados nos cálculos hidrológicos e a verificação hidráulica dos dispositivos existentes executada conforme as ***Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, Especificações de Serviço- DNIT e Manual de Drenagem de Rodovias-DNIT***.

5.6.2.1 Aproveitamento de Obras Existentes

No dimensionamento hidráulico dos bueiros foi considerado o item ***3.3 Casos Particulares, da IS-203- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários***, que preconiza que, no caso de Projetos de Pavimentação, Restauração e

Duplicação, onde a maioria das obras já se encontram implantadas, apenas se aplicará a sistemática da IS-203 para os casos em que o levantamento cadastral indicar a necessidade de substituição do bueiro. Portanto, no caso de serem mantidas as obras-de-arte correntes existentes, ou apenas serem prolongadas (Projetos de Duplicação – Melhoramentos – Terceiras faixas, etc.), a metodologia da IS-203 não se aplica.

Dessa forma, para os bueiros cuja ficha de cadastro apontou a possibilidade de aproveitamento, os dados obtidos dos estudos hidrológicos para a bacia em questão foram desconsiderados. Visando manter a condição existente da tubulação, os mesmos foram prolongados com mesma declividade e diâmetro. Para os casos em que não foi possível o aproveitamento, seguiu-se o disposto na IS-203, atendendo as premissas a seguir:

5.6.2.2 Implantação de Obras Novas

5.6.2.2.1 Bueiros Operando como canal

Na hipótese de bueiros operando como canal, o dimensionamento foi feito considerando-se o seu funcionamento no regime supercrítico, limitando-se a sua capacidade hidráulica à vazão correspondente ao regime crítico, com energia específica igual ao seu diâmetro ou altura.

As equações utilizadas foram aquelas constantes do ***Manual de Drenagem de Rodovias-DNIT*** e que são reproduzidas abaixo:

Bueiros Tubulares

$$Q_c = 1,533 \, . D^{2,5}$$

$$V_c = 2,56 . \sqrt{D}$$

$$I_c = 32,82 . \frac{n^2}{\sqrt[3]{D}}$$

Bueiros Celulares

$$Q_c = 1,705 . B . H^{1,5}$$

$$V_c = 2,56.\sqrt{H}$$

$$I_c = 2,60.\frac{n^2}{\sqrt[3]{H}}.(3+\left(\frac{4.H}{B}\right)^{\frac{4}{3}}$$

Qc = Vazão crítica, em m³/s;

Vc = Velocidade crítica, em m/s;

Ic = Declividade crítica, em m/m;

D = Diâmetro do bueiro tubular, em m;

Tabela 60 – Vazão crítica para bueiros tubulares

TIPO	DIÂMETRO (m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m^2)	VAZÃO CRÍTICA (m^3/s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLVIDADE CRÍTICA (%)
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC	1,20	1,73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,74
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

Tabela 61 – Vazão crítica para bueiros tubulares

TIPO	DIMENSÃO (m x m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m^2)	VAZÃO CRÍTICA (m^3/s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLVIDADE CRÍTICA (%)
BSCC	1,50x1,50	1,50	4,70	3,14	0,68
BSCC	2,00x2,00	2,67	9,64	3,62	0,62
BSCC	2,50x2,50	4,17	16,85	4,05	0,58
BSCC	3,00x300	6,00	26,58	4,43	0,54
BDCC	1,50x1,50	3,00	9,40	3,14	0,68
BDCC	2,00x2,00	5,33	19,29	3,62	0,62
BDCC	2,50x2,50	8,33	33,70	4,05	0,58
BDCC	3,00x300	12,00	53,16	4,43	0,54
BTCC	3,00x300	18,00	79,73	4,43	0,54

Se, excepcionalmente, algum bueiro for implantado com declividade inferior à crítica, a sua vazão de dimensionamento será verificada segundo o procedimento para dimensionamento no regime subcrítico apresentado no Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT.

5.6.2.2.2 Bueiros Operando como Orifício

Os bueiros, dimensionados para operarem como canal com a vazão calculada para 15 anos ‑ bueiros tubulares ‑ e 25 anos ‑ bueiros celulares ‑, foram, ainda, verificados para as vazões respectivas de 25 e 50 anos, considerando-se a sua operação como orifício. Admitiu-se que para estes períodos de recorrência as obras possam trabalhar com carga hidráulica, limitada a:

- Hw ≤ 2D para bueiros tubulares projetados;
- Hw ≤ 2H para bueiros celulares projetados;
- Nível d'água abaixo do greide da rodovia, para evitar o sobre passe da pista.

Onde:

Hw = Carga hidráulica a montante (m);

D = Diâmetro do bueiro (m).

$$\boldsymbol{Q = C.A.\sqrt{2.g.h}}$$ *- Fórmula do Orifício*

Onde:

Q = Vazão, em m³/s;

C = Coeficiente, adimensional;

A = Área da seção transversal, em m²;

g = Aceleração da gravidade, em m/s²;

h = Carga hidráulica sobre o centro da obra, em m.

Tomando-se C = 0,63 e g = 9,81 m/s², tem-se:

Bueiros Tubulares:

$$h = \frac{(Q_{25})^2}{4,803.D^4}$$

Bueiros Celulares:

$$h = \frac{(Q_{50})^2}{7,787 \,.B^2.H^2}$$

Onde:

h = Carga hidráulica sobre o centro da obra, em m;

Q 25 = Vazão para TR=25 anos, em m³/s;

Q 50 = Vazão para TR=50 anos, em m³/s;

D = Diâmetro do bueiro tubular, em m;

H = Altura do bueiro celular, em m;

O coeficiente de rugosidade adotado para dimensionamento foi de 0,015 para tubos de concreto e 0,024 para tubos metálicos, sendo as velocidades máximas admissíveis de 4,5 m/s e 6 m/s, respectivamente.

5.6.2.2.3 Critérios de Implantação de bueiros

Para as obras de arte correntes projetadas, o diâmetro mínimo adotado foi de 0,80m, exceto onde a adoção de diâmetros menores for justificada a fim de atender outros critérios de projeto. Para os prolongamentos, sempre que possível utilizou-se o mesmo diâmetro ou diâmetro comercial equivalente.

O recobrimento mínimo para redes de drenagem urbana foi de 1,50m, em relação a terraplenagem, conforme solicita o Decreto Estadual N° 140/2015. Exceção se aplica aos casos em que tal recobrimento inviabiliza o deságue dos bueiros, onde foi respeitada a recomendação da especificação de serviço para execução de bueiros tubulares de concreto (DER/PR ES-D 09/18), que solicita um recobrimento mínimo de 0,60m a partir da plataforma de terraplenagem.

A resistência de compressão foi estabelecida para as diversas classes dos tubos pela ***NBR 8890/2007- Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios-ABNT. A classe do tubo seguiu a tabela indicada no Álbum de projetos-tipos de dispositivos de drenagem - DNIT***, em função da altura do aterro sobre a estrutura e sobrecarga rodoviária Classe 45.

Tabela 62 - Altura do aterro x classe do tubo

ALTURA DO ATERRO	CLASSE
H ≤ 3,50m	CA-01
H ≤ 5,0m	CA-02
H ≤ 7,0m	CA-03
H ≤ 8,5m	CA-03

As bocas dos bueiros tubulares de concreto foram indicadas de acordo com Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR.

Foram indicados dissipadores de energia em todos os lançamentos dos bueiros cuja velocidade de saída excedeu o máximo admissível para o material de composição do solo, conforme tabela a seguir:

Tabela 63 - Velocidade máxima admissível do terreno

COBERTURA VEGETAL	VELOCIDADE MÁXIMA (m/s)
Grama comum firmemente implantada	1,50 a 1,80
Tufos de grama com solo exposto	0,60 – 1,20
Argila	0,80 -1,30
Argila coloidal	1,30 -1,80
Lodo	0,35-0,85
Areia fina	0,30-0,40
Areia média	0,35-0,45
Cascalho fino	0,50-0,80
Silte	0,70-1,20
Alvenaria de tijolos	2,50
Concreto de cimento portland	4,50
Aglomerantes consistentes	2,00
Revestimento betuminoso	3,00-4,00

Para implantação dos bueiros foi prevista abertura de valas onde a base menor corresponde à largura do berço, acrescida de 0,60m para cada lado, a partir da face externa do berço e talude com inclinação 1: 1.

O reaterro e compactação com soquete vibratório foi contabilizado até 0,60m acima da geratriz superior do tubo, ou da célula. O restante do reaterro até a cota de terraplenagem foi indicado como compactação de aterros a 100% proctor normal.

Os quantitativos de demolição de pavimento gerados pela implantação de bueiros e redes serão apresentados no Projeto de Pavimentação. A extensão considerada corresponde:

$$\boldsymbol{L = (b + 2 * 0,60) + 2.h}$$

Sendo:

L= Extensão da demolição;

B= Largura do berço do bueiro;

h= Altura de escavação para implantação do bueiro.

Antecedendo a etapa de prolongamento dos bueiros existentes, os mesmos deverão ser limpos e desobstruídos possibilitando um contínuo escoamento das águas que incidem no corpo estradal, ou que se deslocam de um lado para o outro através dos mesmos. Este procedimento deve seguir a **NORMA DNIT/028/2004-ES** – ***Drenagem- Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem- Especificação de serviço***.

5.6.3 Drenagem superficial

5.6.3.1 Critérios de dimensionamento

Os dispositivos de drenagem superficial posicionados longitudinalmente à rodovia, como é o caso das sarjetas de bordo, canaletas, sarjetas de canteiro, meios fios, sarjetas de banqueta e valetas de proteção de taludes de cortes e/ou aterros, tiveram o seu dimensionamento hidráulico realizado por meio da comparação entre a descarga de

projeto e a capacidade de escoamento do dispositivo considerado, de modo que não haja transbordamento.

Para o cálculo da descarga de projeto calculou-se a descarga de projeto pela aplicação da fórmula do Método Racional:

$$\boldsymbol{Q = \frac{(C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3) i}{6}}$$

Onde:

Q = *vazão escoada, em m3/s;*

A_1 = *área da de contribuição do talude, em ha;*

A_2 = *área da de contribuição da pista, em ha;*

A_3 = *área da de contribuição externa, em ha;*

C_1 = *coeficiente de escoamento superficial do talude, adimensional;*

C_2 = *coeficiente de escoamento superficial da pista, adimensional;*

C_3 =*coeficiente de escoamento superficial da área externa, adimensional;*

i = *intensidade de precipitação (mm/min);*

O valor da intensidade de precipitação foi definido pela Equação de Chuvas de **Marilândia do Sul,** obtida na publicação "***Chuvas Intensas Para Obras de Drenagem No Estado do Paraná***", de Roberto Fendrich, (ANA/SUDERHSA, 2000), conforme especificado nos ***Estudos Hidrológicos.***

A capacidade hidráulica máxima dos dispositivos foi obtida pela associação das equações de Manning e da continuidade:

$$\boldsymbol{Q = \frac{1}{n} A\, R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}}$$

Onde:

Q = *vazão máxima admissível, em m³/s;*

A = *área da seção transversal do dispositivo, em m²;*

I = *declividade longitudinal do dispositivo, em m/m;*

n = *coeficiente de rugosidade, adimensional;*

Os períodos de recorrência foram utilizados conforme a tabela abaixo:

Tabela 64 - Tempos de recorrência em função do tipo de dispositivo

Espécie	Período de Recorrência (anos)
Drenagem superficial	5 a 10
Drenagem subsuperficial	10
Bueiros Tubulares	15 (como canal)
	25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (como canal)
	50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Fixada a seção do dispositivo e a declividade é possível determinar a lâmina d'água e velocidade para a vazão escoada. Para sarjetas e valetas em grama foram utilizados coeficientes de rugosidade médios em função da declividade longitudinal do escoamento, conforme a seguir apresentados:

Tabela 65 - Declividade longitudinal x coeficiente de rugosidade

Declividade Longitudinal	Coeficiente de Rugosidade
$I < 1\%$	0,065
$1\% \leq I < 2\%$	0,046
$2\% \leq I < 3\%$	0,041
$3\% \leq I < 5\%$	0,038
$I \geq 5\%$	0,035

No caso de revestimento com grama, as velocidades máximas admissíveis estão apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 66 - Velocidade máxima admissível para revestimento em grama

Tipo de terreno ou material da plataforma	Velocidade para revestimento de grama em leivas (m/s)	Velocidade para revestimento de grama em placas (m/s)
Solo argiloso ou solo com boa coesão	1,50	1,80
Solo siltoso ou com média coesão	1,10	1,30
Solo arenoso ou com baixa coesão	0,60	0,80

Tabela 67 - Coeficiente de escoamento superficial em função do tipo de cobertura

Valores dos Coeficientes de Deflúvio						
Cobertura Vegetal		Declividade Média da Bacia (%)				
		Escar-pada I > 50	Monta-nhosa 20 < I < 50	Forte-mente ondulada 10 < I < 20	Ondu-lada 5 < I < 10	Leve-mente Ondulada 2 < I < 5
Sem Vegetação	I	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	S	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	P	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
Pastagem Campo ou Cerrado	I	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	S	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	P	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Culturas	I	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	S	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	P	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Matas ou Capoeiras	I	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	S	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
	P	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10

Neste projeto, foram adotados os seguintes valores para coeficiente de escoamento superficial:

Áreas pavimentadas: **0,90**;

Superfícies em taludes: **0,70**;

Área gramada e vegetação capoeira: **0,23-0,35;**

Para as sarjetas projetadas em concreto foi utilizado coeficiente de rugosidade de 0,015, sendo que, as velocidades de projeto devem estar compreendidas entre 0,50 m/s e 4,5 m/s. Para valetas de proteção, foi excepcionalmente admitida velocidade de 6 m/s para revestimento em concreto, conforme sugerido na IP-DE-H00/002.

5.6.3.2 Critérios de Implantação

5.6.3.2.1 Sarjetas de Corte

Têm como objetivo captar as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las longitudinalmente à rodovia, até a transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de proteção.

As sarjetas foram projetadas em todos os cortes, sendo construídas à margem dos acostamentos, terminando em pontos de saída convenientes (pontos de passagem de corte para aterro ou caixas coletoras).

Para as saídas de sarjetas no terreno natural foi prevista a mudança de seção de do dispositivo, passando de triangular para trapezoidal para facilitar a execução e garantir o encaixe no terreno. Os dispositivos adotados foram selecionados conforme ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR***, exceto onde indicado.

5.6.3.2.2 Canaleta

As canaletas retangulares de concreto foram indicadas nas seguintes situações para o segmento de projeto:

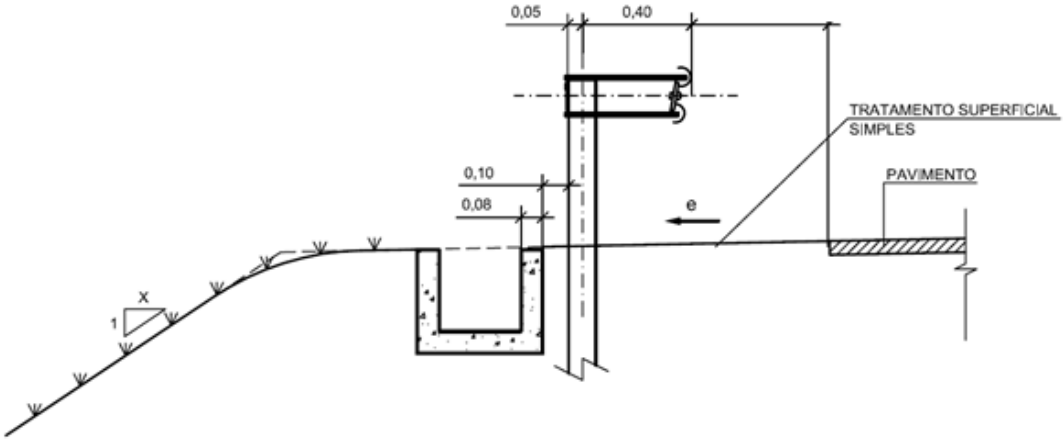
a. Bordos da pista em segmentos de aterro com altura superior a 3m, visando captar a contribuição da pista e garantir a estabilidade dos aterros;

O Projeto de Sinalização e Segurança previu defensas metálicas nos segmentos de aterros com altura superior a 1m. Dessa forma, fica garantida a implantação das canaletas em conformidade com a ***NBR-15486/2016- Segurança no tráfego - Dispositivos de contenções viária***, uma vez que esta seção transversal e profundidade a torna obstáculo fixo.

A distância entre a face da defensa e o pavimento fica condicionada a existência de faixa de segurança ou acostamento, sendo para estes casos isentados.

Esta solução foi adotada em detrimento a meios fios, devido à necessidade de alagamento da plataforma para ampliação da capacidade hidráulica do dispositivo.

Figura 35 - Detalhe de implantação da canaleta



5.6.3.2.3 Sarjetas de Canteiro Central

Nos segmentos de duplicação onde a separação das pistas se deu por canteiro central côncavo, e atendendo a ***NBR-15486/2016- Segurança no tráfego - Dispositivos de contenções viárias - Diretrizes de projeto e ensaios de impacto***, foram indicadas sarjetas constantes no ***Álbum de Projetos tipo do DER-SP***, as quais possui inclinação 1:4 em ambos os lados, DR-2B-1 e DR-2B-2. Estes modelos são passíveis de ser implantados sem dispositivo de segurança.

É importante ressaltar que, nenhum dos dispositivos para esta finalidade indicados no ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR*** atendem os critérios de segurança estabelecidos pela norma supracitada.

Para os segmentos com desnível entre pistas, onde o fundo do canteiro foi posicionado próximo à pista mais baixa, foram indicadas sarjetas de bordo de seção triangular e revestimento em concreto, tipo STC-01.

5.6.3.2.4 Descidas d'água

As descidas d' água de cortes em degraus (DCD) são utilizadas como dispositivos que possibilitam o escoamento e dissipação de energia das águas que se concentram em talvegues interceptados pela terraplenagem, e que vertem sobre os taludes de corte. As

descidas dágua em aterro (DAD) foram concebidas a jusante de entradas d'água e de bueiros, de acordo com o ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR.***

5.6.3.2.5 Dissipadores de Energia

São dispositivos destinados a dissipar a energia do fluxo d' água, reduzindo consequentemente sua velocidade, de modo que não haja risco de erosão no final das saídas de sarjetas, descidas d' água, valetas de proteção e bueiros. Foram projetados sistemas de amortecimento a jusante de todos os lançamentos no terreno natural. Foram indicados preferencialmente dispositivos do ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR.***

5.6.3.2.6 Caixas Coletoras e de Ligação

As caixas coletoras têm por finalidade coletar e destinar as águas oriundas dos sistemas de drenagem superficial e de talvegue, conduzindo-as para fora do corpo estradal através dos bueiros de greide ou bueiros de grota. As caixas coletoras foram indicadas em função de sua altura e do diâmetro do bueiro conforme ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR***. Para bueiros não contemplados neste álbum, foram utilizadas as caixas especiais conforme projeto tipo específico.

5.6.3.2.7 Transposição de Sarjetas

Para transposição de segmentos de sarjeta em acessos regularizados ou particulares, foram previstas transposições com placas de concreto conforme ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR.***

5.6.4 Drenagem pluvial urbana

5.6.4.1 Meios-fios

Atendendo a ***NBR-15486/2016- Segurança no tráfego - Dispositivos de contenções viárias - Diretrizes de projeto e ensaios de impacto***, foram indicados os seguintes meios fios:

- MFC-01 no bordo externo das alças e marginais com declividade transversal incidindo na calçada;
- MFC-06 nas guias rebaixadas;
- MFC-9A – ilhas.

Para o dimensionamento foi considerado alagamento de 1,50m.

Não foram indicados meios fios nos bordos internos e narizes físicos;

Os lançamentos em terreno natural, quando necessário, foram realizados mediante implantação de gárgulas sob o passeio.

5.6.5 Drenagem subterrânea

5.6.5.1 Drenos Profundos

Os dispositivos de drenagem profunda têm como objetivo, rebaixar o nível do lençol freático evitando a percolação da água ao pavimento. No presente projeto, foi considerado o dreno do tipo DPS-6A para corte em solo nos seguintes locais:

- Presença de N.A. no ensaio de caracterização do solo.

Para retirar a água captada pelos drenos citados foram utilizadas as caixas coletoras ou boca de saída do tipo BSD-02.

5.6.5.2 Drenos de pavimento

O projeto do sistema de drenagem subsuperficial do pavimento consiste na determinação do balanceamento entre permeabilidade e estabilidade da estrutura do pavimento e na coleta e remoção rápida da água que infiltra no pavimento.

Drenos de pavimento ou drenos subsuperficiais são dispositivos que tem como função receber as águas drenadas pela camada do pavimento de maior permeabilidade conduzindo-as até o local de deságue.

Para este projeto foi adotado o dreno subsuperficial, longitudinais e transversais, DSS-04 do ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem – DNIT***, composto por material drenante, manta geotêxtil e tubo perfurado com Ø = 150 mm ou Ø = 200 mm, nos seguintes locais:

- Segmentos que o projeto geométrico indica curvas verticais côncavas;
- Segmentos de corte em solo;
- Segmentos com declividade transversal nula.

Para retirar a água captada por este dreno foram utilizadas as caixas coletoras, bueiros ou bocas de saída do tipo BSDS-01, constante no ***Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem - DER-PR.***

A seguir apresenta-se o modelo utilizado para o dimensionamento dos drenos subsuperficiais quanto a Infiltração de projeto, cálculos das vazões e dimensionamento das saídas de água.

5.6.5.2.1 Avaliação da Infiltração de projeto

Para o cálculo da intensidade da chuva crítica foi adotado a equação da chuva, apresentado no Estudo Hidrológico, considerando o Tempo de recorrência (T_r) de 1 ano e tempo de concentração (t_c) de 60 minutos. Resultado na Intensidade Pluviométrico (p_i) de 50,19 mm/h.

Para a determinação da Taxa de Infiltração por unidade de área (q_i), Cedergren (1974) propõem coeficientes de infiltração (c_i), para revestimentos asfálticos variando entre 0,33 a 0,50. Para o presente estudo, foi adotado o valor do coeficiente de infiltração igual a 0,44.

Para a determinação da taxa de infiltração foi utilizado a seguinte equação:

$$q_i = \frac{c_i \cdot p_i}{36000}$$

Onde:

q_i = Taxa de infiltração por unidade de área, em cm/s;

c_i = Coeficiente de infiltração;

p_i = Intensidade Pluviométrica, em mm/h.

5.6.5.2.2 Cálculo da Vazão de Projeto

De acordo com a metodologia apresentada abaixo, determina-se a vazão por metro linear da camada drenante através da seguinte equação:

$$Q_R = \frac{W \cdot q_i}{100}$$

Onde:

Q_R= Vazão de projeto, em m³/s;

W= Largura de contribuição, em m;

Para se determinar o espaçamento entre as saídas da água, deve-se determinar a vazão máxima (Q_{max}) que o dispositivo suporta, admitindo que a altura da lâmina d'água no Tubo será de 2/3 e o coeficiente de Manning igual a 0,015 mm/h, através da seguinte equação:

$$Q_{Max} = \frac{A_m \cdot {R_h}^{2/3} \cdot {S_y}^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q_{max}= Vazão máxima do dispositivo, em m³/s;

A_m= Área molhada, em m²;

R_h= Raio Hidráulico, em m;

S_y= Declividade Longitudinal da pista, em m/m;

n = Coeficiente de Manning, em mm/h;

5.6.5.2.3 Dimensionamento das saídas de água

Para determinar o espaçamento entre as saídas da água (LS) que escoa no interior do dreno raso longitudinal, quando a capacidade hidráulica deste alcançar seu valor máximo basta fazer a razão entre o valor da máxima vazão admissível (Qmax) e a quantidade de água que deve ser removida por metro linear do dreno longitudinal (QR).

Para retirar a água captada por este dreno foram utilizadas as caixas coletoras ou bocas de saída do tipo BSDS-02.

5.6.6 Resultados

As planilhas de dimensionamento das estruturas constantes no Projeto de Drenagem estão apresentadas no Volume 3- Tomo IV.

5.7 PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

5.7.1 Ponte Rio Apucaraninha

Na fase de estudos de concepções e projeto básico, a opção por reforço/alargamento para aproveitamento da estrutura existente foi descartada, por não conseguir atingir as métricas técnicas avaliadas, mostrando-se uma solução não recomendada. Desta forma, é prevista a demolição da estrutura existente, e foram apresentadas duas alternativas para as obras novas:

- Três vãos de 14m em laje celular formada por vigas pré-moldadas de concreto protendido justapostas e solidarizadas
- Vão único de 40m com tabuleiro em grelha formada por vigas pré-moldadas de concreto protendido, interligadas por transversinas e laje.

Devido as características geométricas da rodovia, hídricas, topográficas, ambientais (leito do rio e passa-fauna), optou-se pela adoção da solução em vão único.

Considerando-se as condições geométricas e características do local da transposição, como solução estrutural para a superestrutura, esta solução é composta por duas obras novas, com um vão único de 40,00m com taludes nos encontros.

Com a utilização de vigas longarinas pré-moldadas e protendidas, perfil I e 1,70m de altura. Em número de 06 vigas na seção, com afastamento, entre vigas, de 2,30m, para uma largura necessária ao tabuleiro, com 13,20m, de forma a acomodar a superlargura necessária à geometria da rodovia.

Quanto à moldagem destas vigas em concreto, pode-se optar pela moldagem no local sobre escoramento em treliças metálicas ou por transporte e lançamentos com equipamentos de porte tais como pares de guindastes, se de fácil acesso na região.

Para a moldagem da laje do tabuleiro, optou-se pela utilização de pré-lajes de concreto armado, com espessura de 5cm, para servirem de simples formas e escoramento durante a moldagem da laje efetiva da obra. Isto é, a laje do tabuleiro deverá ser moldada no local, sem formas e escoramentos inferiores, nos trechos entre vigas longarinas.

Quanto às transversinas, estas foram projetadas apenas nas regiões dos apoios, moldadas e protendidas no local, com seus cabos passantes em furos deixados nas extremidades das vigas longarinas.

Para a mesoestrutura foram consideradas travessas de concreto armado em todos os apoios, para as das extremidades foram previstas cortinas e alas laterais para confinamento dos aterros de acesso.

A fim de não possibilitar a ação de empuxos de terras das extremidades, quando necessário, foi previsto a execução de um aterro envolvente e em nível, à altura do fundo das travessas, avançando pelo menos 2,0m além da face interna das travessas

extremas, para então descer no talude 3:2 de inclinação de estabilidade. Ainda o nível de ME (máxima enchente) durante as cheias dos cursos d'água atingem cotas elevadas que possam desestabilizar os taludes, foram previstos enrocamentos de pedras de mão argamassadas para proteção das saias dos aterros.

Sobre as travessas de apoio foram previstas a execução de berços de regularização, em grout armado, para posicionamento e colocação de aparelhos de apoios de neoprene fretado, para apoio às vigas longarinas do tabuleiro.

Para as fundações, devido ao perfil geológico encontrado e as características estruturais da obra, foi adotada a solução em escadas raiz, em número de 12 estacas por travessa de apoio, com profundidades variadas, da ordem de 7,5m a 10,5m.

Esta solução, além da questão econômica, traz grandes vantagens como permitir eliminar os apoios intermediários de dentro do rio, e a execução das vigas em concreto protendido de grande capacidade, com manutenção fácil e alta durabilidade.

Além de que a utilização da protensão em pré-moldados, associada com concretos de alta resistência, traz uma série de benefícios à obra os quais podemos citar:

- Peças mais esbeltas, consequentemente mais leves, o que possibilita comprimento suficiente para vencer um vão de 40m;
- Acelerado processo de produção das vigas nos canteiros;
- Redução do consumo de forma e aço;
- Menos retração, menos deformação e consequentemente menos fissuração que os concretos comuns;
- Reduz ou elimina as zonas de tração do concreto, evitando o aparecimento de fissuras, desacelerando o processo de degradação da estrutura, aumentando, assim, a vida útil e diminuindo os custos com manutenção;
- Otimização e padronização das estruturas do trecho de duplicação, facilitando a logística e o controle tecnológico e de qualidade.

Adicionalmente, pelos estudos ambientais, foi necessário prever gabarito de passa-fauna sob a obra, com gabaritos de 2x2m nas margens do rio. Esta concepção atende à

estas premissas, desde que sejam conformados os taludes laterais, com ajuste pequeno, também, da calha do rio.

Para esta obra, o gabarito necessário para o passa-fauna que foi o condicionante para a cota do greide, sobrepondo o *free-board* mínimo de 1,00m.

5.7.2 Ponte Rio Santa Cruz

Na fase de estudos de concepções e projeto básico, a opção por reforço/alargamento para aproveitamento da estrutura existente foi descartada, por não conseguir atingir as métricas técnicas avaliadas, mostrando-se uma solução não recomendada. Desta forma, é prevista a demolição da estrutura existente, e foram apresentadas duas alternativas para as obras novas:

- Três vãos de 14m em laje celular formada por vigas pré-moldadas de concreto protendido justapostas e solidarizadas
- Vão único de 40m com tabuleiro em grelha formada por vigas pré-moldadas de concreto protendido, interligadas por transversinas e laje.

Devido as características geométricas da rodovia, hídricas, topográficas, ambientais (leito do rio), optou-se pela adoção da solução em vão único.

Considerando-se as condições geométricas e características do local da transposição, como solução estrutural para a superestrutura, esta solução é composta por duas obras novas, com um vão único de 40,00m com taludes nos encontros.

Com a utilização de vigas longarinas pré-moldadas e protendidas, perfil I e 1,70m de altura. Em número de 05 vigas na seção, com afastamento, entre vigas, de 2,50m, para uma largura necessária ao tabuleiro, com 12,00m.

Quanto à moldagem destas vigas em concreto, pode-se optar pela moldagem no local sobre escoramento em treliças metálicas ou por transporte e lançamentos com equipamentos de porte tais como pares de guindastes, se de fácil acesso na região.

Para a moldagem da laje do tabuleiro, optou-se pela utilização de pré-lajes de concreto armado, com espessura de 5cm, para servirem de simples formas e escoramento

durante a moldagem da laje efetiva da obra. Isto é, a laje do tabuleiro deverá ser moldada no local, sem formas e escoramentos inferiores, nos trechos entre vigas longarinas.

Quanto às transversinas, estas foram projetadas apenas nas regiões dos apoios, moldadas e protendidas no local, com seus cabos passantes em furos deixados nas extremidades das vigas longarinas.

Para a mesoestrutura foram consideradas travessas de concreto armado em todos os apoios, para as das extremidades foram previstas cortinas e alas laterais para confinamento dos aterros de acesso.

A fim de não possibilitar a ação de empuxos de terras das extremidades, quando necessário, foi previsto a execução de um aterro envolvente e em nível, à altura do fundo das travessas, avançando pelo menos 2,0m além da face interna das travessas extremas, para então descer no talude 3:2 de inclinação de estabilidade. Ainda o nível de ME (máxima enchente) durante as cheias dos cursos d'água atingem cotas elevadas que possam desestabilizar os taludes, foram previstos enrocamentos de pedras de mão argamassadas para proteção das saias dos aterros.

Sobre as travessas de apoio foram previstas a execução de berços de regularização, em grout armado, para posicionamento e colocação de aparelhos de apoios de neoprene fretado, para apoio às vigas longarinas do tabuleiro.

Para as fundações, devido ao perfil geológico encontrado e as características estruturais da obra, foi adotada a solução em escadas raiz, em número de 12 estacas por travessa de apoio, com profundidades variadas, da ordem de 5,5m a 10,0m.

Esta solução, além da questão econômica, traz grandes vantagens como permitir eliminar os apoios intermediários de dentro do rio, e a execução das vigas em concreto protendido de grande capacidade, com manutenção fácil e alta durabilidade.

Além de que a utilização da protensão em pré-moldados, associada com concretos de alta resistência, traz uma série de benefícios à obra os quais podemos citar:

- Peças mais esbeltas, consequentemente mais leves, o que possibilita comprimento suficiente para vencer um vão de 40m;
- Acelerado processo de produção das vigas nos canteiros;

- Redução do consumo de forma e aço;
- Menos retração, menos deformação e consequentemente menos fissuração que os concretos comuns;
- Reduz ou elimina as zonas de tração do concreto, evitando o aparecimento de fissuras, desacelerando o processo de degradação da estrutura, aumentando, assim, a vida útil e diminuindo os custos com manutenção;
- Otimização e padronização das estruturas do trecho de duplicação, facilitando a logística e o controle tecnológico e de qualidade.

Em função das características topográficas e hidrográficas locais, com calha do rio mais restritiva que o Rio Apucaraninha, para esta obra não é previsto gabarito de passa-fauna, sendo implantados dispositivos para esta finalidade em regiões próximas.

5.7.3 Interseção em desnível acesso à Tamarana

Em relação aos estudos preliminares e projeto básico apresentados, a geometria desta interseção foi alterada, em função da geometria se mostrar onerosa e de execução mais complexa. Após vários estudos de alternativas que atendessem as premissas técnico-econômicas, optou-se por vão único em estruturas de vigas pré-moldadas de concreto protendido e contenções próximas aos encontros.

Considerando-se as condições geométricas e características do local da transposição, como solução estrutural para a superestrutura, esta solução é composta por uma obra nova (Passagem Superior – PS), com um vão único de 30,00m.

Com a utilização de vigas longarinas pré-moldadas e protendidas, perfil I e 1,70m de altura. Em número de 09 vigas na seção, com afastamento, entre vigas, de 2,30m, para uma largura necessária ao tabuleiro, com 19,90m.

Quanto à moldagem destas vigas em concreto, pode-se optar pela moldagem no local sobre escoramento em treliças metálicas ou por transporte e lançamentos com equipamentos de porte tais como pares de guindastes, se de fácil acesso na região.

Para a moldagem da laje do tabuleiro, optou-se pela utilização de pré-lajes de concreto armado, com espessura de 5cm, para servirem de simples formas e escoramento

durante a moldagem da laje efetiva da obra. Isto é, a laje do tabuleiro deverá ser moldada no local, sem formas e escoramentos inferiores, nos trechos entre vigas longarinas.

Quanto às transversinas, estas foram projetadas apenas nas regiões dos apoios, moldadas e protendidas no local, com seus cabos passantes em furos deixados nas extremidades das vigas longarinas.

Para a mesoestrutura foram consideradas pilares que sustentam travessas de concreto armado em todos os apoios, para as das extremidades foram previstas cortinas para confinamento dos aterros de acesso.

Sobre as travessas de apoio foram previstas a execução de berços de regularização, em grout armado, para posicionamento e colocação de aparelhos de apoios de neoprene fretado, para apoio às vigas longarinas do tabuleiro.

Para as fundações, devido ao perfil geológico encontrado e as características estruturais da obra, foi adotada a solução em sapatas de 3,50m x 2,50m x 1,50m, em número de 4 por travessa de apoio.

Esta solução, além da questão econômica, traz grandes vantagens como permitir eliminar os apoios intermediários de dentro do rio, e a execução das vigas em concreto protendido de grande capacidade, com manutenção fácil e alta durabilidade.

Além de que a utilização da protensão em pré-moldados, associada com concretos de alta resistência, traz uma série de benefícios à obra os quais podemos citar:

- Peças mais esbeltas, consequentemente mais leves, o que possibilita comprimento suficiente para vencer um vão de 40m;
- Acelerado processo de produção das vigas nos canteiros;
- Redução do consumo de forma e aço;
- Menos retração, menos deformação e consequentemente menos fissuração que os concretos comuns;
- Reduz ou elimina as zonas de tração do concreto, evitando o aparecimento de fissuras, desacelerando o processo de degradação da estrutura, aumentando, assim, a vida útil e diminuindo os custos com manutenção;

- Otimização e padronização das estruturas do trecho de duplicação, facilitando a logística e o controle tecnológico e de qualidade.

5.8 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

Os projetos de sinalização viária e dispositivos de segurança foram desenvolvidos com a finalidade de garantir segurança e prestar as necessárias informações aos usuários da rodovia.

Este projeto é composto por sinalização horizontal, sinalização vertical, dispositivos auxiliares e dispositivos de segurança, tais como barreiras de concreto e defensas metálicas. Para a sua execução foram consideradas as recomendações contidas nos seguintes documentos:

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Vol. I – CONTRAN, 2007;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Vol. II – CONTRAN, 2007;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Vol. III – CONTRAN, 2014;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Vol. IV – CONTRAN, 2007.
- Norma Brasileira de Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto. ABNT NBR 15486 – 2016
- Norma Brasileira Segurança no tráfego – Defensas metálicas Implantação. ABNT NBR 6971 – 2012
- Norma Brasileira Segurança no tráfego – Barreiras de concreto. ABNT NBR 14885 – 2016
- Norma Brasileira Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – Projeto e implantação. ABNT NBR 14962 – 2020
- Norma Brasileira Sinalização vertical viária – Películas - Requisitos. ABNT NBR 14644 – 2013

A rodovia PR-445, em todo trecho de projeto, desenvolve-se em região de relevo ondulado, caracterizada como classe I-A, pista duplicada e velocidade diretriz de 80 km/h, características que subsidiaram o dimensionamento dos elementos contemplados neste projeto.

5.8.1 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal tem como finalidade principal, orientar o motorista dentro de critérios pré-estabelecidos por normas, transmitindo informações ou advertências aos usuários, sem que estes desviem sua atenção da rodovia, aumentando a segurança do tráfego. Este tipo de sinalização é composto por pinturas de faixas contínuas e faixas seccionadas, no pavimento, associada à pintura de símbolos no mesmo.

Classificação:

A sinalização horizontal é classificada em quatro grandes grupos:

a) Marcas longitudinais: formam um conjunto de linhas longitudinais à pista, que estabelecem as regas de ultrapassagem e dos deslocamentos laterais dos veículos, tendo as marcas contínuas poder de regulamentação, enquanto as seccionadas, apenas ordenam os movimentos veiculares.

b) Marcas de canalização: possuem a característica de transmitir ao condutor uma mensagem de fácil entendimento em situações que exijam uma reorganização de seu caminhamento natural. Basicamente, orienta o fluxo de tráfego em situações específicas como interseções, variação de larguras, obstáculos na pista, etc.

c) Marcas transversais: ordenam os deslocamentos frontais dos veículos, compatibilizando-os com os cruzamentos de outros veículos e dos pedestres.

Inscrições no pavimento: atuam aumentando o grau de percepção dos usuários para as condições de operação da rodovia, possibilitando a tomada de decisão adequada, no tempo apropriado. São compostas por setas direcionais, símbolos e legendas.

Materiais Especificados

Segundo a Instrução de Plano de Trabalho para Implantação de Sinalização Rodoviária do DNIT, a especificação do material da sinalização horizontal decorre da faixa de VDM em que a rodovia se encontra.

Desse modo, temos para faixa de VDM da rodovia (até 5.000 veículos unidirecional) foi escolhida a utilização de tinta à base de resina acrílica emulsionada em água, com espessura de 0,5 mm, excetuando as inscrições no pavimento que serão realizadas em termoplástico pré-formado, com espessura de 1,0 mm.

5.8.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de sinais situados na posição vertical, implantados à margem da via ou suspensos sobre ela, transmitindo mensagens mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas. Seu emprego tem por finalidade fornecer informações que permitam aos usuários da rodovia adotar comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os condutores.

Classificação segundo sua função:

- Regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via;
- Advertir os condutores sobre condições com potencial risco existentes na via ou nas suas proximidades, tais como escolas e passagens de pedestres;
- Indicar direções, localizações, pontos de interesse turístico ou de serviços e transmitir mensagens educativas, dentre outras, de maneira a ajudar o condutor em seu deslocamento.

Os sinais devem estar corretamente posicionados dentro do campo visual do usuário, ter forma e cores padronizadas, símbolos e mensagens simples e claras, além de letras com tamanho e espaçamento adequados à velocidade de percurso, de modo a facilitar sua percepção, assegurando uma boa legibilidade e, por consequência, uma rápida compreensão de suas mensagens por parte dos usuários. Suas cores devem ser mantidas inalteradas tanto de dia quanto à noite, mediante iluminação ou refletorização.

Para todos os sinais posicionados lateralmente à via deve-se garantir uma pequena deflexão horizontal, entre 3° e 5° (três e cinco graus), em relação à direção ortogonal ao trajeto dos veículos que se aproximam, de forma a evitar reflexos provocados pela incidência de faróis de veículos ou de raios solares sobre a placa. Adicionalmente, os sinais devem ser inclinados em relação à vertical, em trechos de rampa, para frente ou para trás conforme a rampa seja ascendente ou descendente, de forma assim melhorar também a refletividade. De maneira análoga os sinais suspensos também devem ser defletidos formando um ângulo com a vertical entre 3° e 5° (três e cinco graus).

Ainda quando ao posicionamento na via, todas as placas devem distar, a partir do bordo voltado para a rodovia, 1,20 m do bordo externo do acostamento, ou pista, quando este não existir. Devem também ser elevadas, a partir do inferior da placa, 1,20 m da superfície da pista de rolamento, para placas de solo, sendo a exceção os marcos quilométricos, que devem ser elevados em 0,50 m. Já para as placas suspensas, o gabarito mínimo, medido do bordo inferior ao plano do pavimento rodoviário, deve ser 5,50 m.

A escolha dos materiais para confecção do substrato da sinalização vertical deu-se em função do local de fixação da placa, sendo utilizado chapa de alumínio composto para placas terrestres e chapa de alumínio com 2 mm de espessura para placas aéreas. Já para os suportes dos sinais, foram projetadas com suporte metálicos em perfil “c”, adequado a resistência e ao comprimento.

Aliada às características já citadas, tem-se a especificação dos materiais das placas, visando garantir à correta transmissão das mensagens da sinalização vertical perenemente, principalmente no tocante a manutenção de cores, segundo a na norma ABNT NBR 14644:2013 — Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos.

A diferenciação visual entre sinais de diferentes finalidades é efetuada a partir de padronização própria de forma e cores, associadas ao tipo de mensagem que pretende transmitir, favorecendo o tempo de reação por parte do usuário, permitindo assim melhor leitura à complexidade da operação da via. De acordo com as suas funções, os sinais verticais são reunidos em quatro grupos:

a) Sinais de regulamentação: contem mensagens imperativas, cujo desrespeito constitui infração;
b) Sinais de advertência: contem mensagens cuja finalidade é alertar os usuários para condições adversas ou situações inesperadas na via;
c) Sinais de indicação: contem mensagens cuja finalidade é identificar, orientar, posicionar, indicar e educar os usuários, facilitando o seu deslocamento;
d) Dispositivos auxiliares: indicam a presença de obstáculos e orientam o fluxo de tráfego.

Ressalta-se que qualquer dispositivo de sinalização sem a devida conservação e manutenção perde sua eficácia, podendo induzir ao desrespeito, daí a necessidade de serem mantidas condições que assegurem que a vegetação, placas publicitárias e outros materiais que por ventura sejam depositados ao longo da via, não prejudiquem a visualização da sinalização projetada.

5.8.3 Dispositivos Auxiliares

Dispositivos auxiliares são elementos colocados junto à via, como reforço da sinalização convencional, com finalidade de alertar os motoristas sobre situações adversas ou de referência para o seu posicionamento na pista. Dentre os mais utilizados podemos citar: tachas, tachões, marcadores de perigo, marcadores de alinhamento, e balizadores.

Tachas são pequenos prismas com elementos refletivos dispostos no pavimento afim de propiciar reforço noturno para sinalização horizontal. Acompanham todas as linhas longitudinais e de canalização, sendo preferencialmente fixadas em segmentos não pintados, protegendo o dispositivo durante uma nova pintura. As tachas podem ser bidirecionais, quando implantadas em vias de sentido duplo, ou monodirecionais, quando em sentido único, porém sempre apropriando a cor da linha a qual estão associadas. Assim, as tachas bidirecionais recebem elementos refletivos de acordo com seu emprego, refletivos amarelos em ambos os lados para as tachas associadas à sinalização amarela (proibição) e refletivo branco num lado e vermelho no outro, para as tachas associadas a marcações brancas. Para as monodirecionais, há somente o emprego de refletivo branco em um dos lados da tacha. No projeto, devido à duplicação, foram previstas majoritariamente tachas mondirecionais brancas do tipo III, restringindo

o emprego de tachas bidirecionais, tanto brancas quanto amarelas, para os dispositivos e marginais de sentido duplo. Deste modo, especificou-se tachas para o eixo da rodovia, a cada 12 m, visando coincidir com os segmentos não-pintados das faixas, tachas para os bordos, com cadência de 16 m e tachas para o interior das canalizações de acordo com a cor empregada nos zebrados (amarela ou branca).

Os tachões são dispositivos de emprego semelhante as tachas, contudo por terem dimensões maiores, são utilizados somente em vias locais de baixa velocidade para impedir deslocamentos laterais. Devido as suas características, não foram projetados tachões para a PR-445

Os marcadores de perigo são utilizados para alertar os motoristas sobre a existência de obstáculos físicos fora da pista da rodovia, deste modo foram previstos nos narizes das ilhas nas interseções.

Os balizadores e os marcadores de alinhamento são dispositivos auxiliares de percurso, posicionados lateralmente à via, em série, de forma a indicar aos usuários o alinhamento da borda da via, principalmente em situações envolvendo risco de acidentes e são particularmente importantes em trajetos noturnos ou com visibilidade prejudicada devido a condições adversas de tempo. Marcadores de alinhamento são aplicados nas curvas acentuadas (sempre do lado externo da curva) e, ainda, em pontos localizados onde o alinhamento pode ser considerado confuso. Nos segmentos de curva, a distância entre marcadores consecutivos é dada pela expressão: $d = \sqrt{R}$, onde: R= raio da curva.

De acordo com as características geométricas da rodovia não foi necessário projetar novos marcadores de alinhamento.

5.8.4 Dispositivos de Segurança

Os dispositivos de segurança compreendem elementos colocados de forma permanente ao longo da via, interseções, ramos e acessos, de modo a proteger os usuários e minimizar danos. Os sistemas de contenção têm por objetivo evitar colisão frontal contra outro veículo (após travessia de canteiro central), quedas em grandes desníveis e choque contra elementos fixos (como pilares das obras de arte especiais, postes de iluminação e árvores).

Para a PR-445 procurou-se seguir o padrão atual da rodovia, projetando somente defensas metálicas como dispositivos de contenção, exceto onde a largura do canteiro central é inferior a zona livre indicada (9,00 m), projetando-se barreira dupla de concreto.

Desse modo, foram projetados dispositivos de segurança seguindo os requisitos da ABNT NBR 15.486, destacando-se as defensas metálicas para aterros com altura superior a 1,00 m, proteção de obstáculos fixos (pórticos, postes, árvores etc.), encontros com as OAEs e demais locais que ofereçam riscos aos condutores.

O nível de contenção para os dispositivos de segurança que se encontram na rodovia será do tipo H2 com espaço de trabalho nível W4 ≤ 1,3 m de acordo com a tabela 9 da ABNT NBR 15486/2016, por se tratar de uma rodovia classe I-A e alta velocidade e com geometria suave, mas sinuosa e classifica como nível de contenção alto devido aos veículos que circulam na rodovia. Para as vias marginais como usualmente é mais utilizada por veículos menores e em baixa velocidade foi previsto defensas metálicas com nível de contenção normal N2 e espaço de trabalho W4 ≤ 1,3 m

Obs: Como a norma não apresenta um detalhamento das defensas pelo nível de cada severidade, ficando a cargo do fabricante estabelecer e apresentar os parâmetros do seu produto, enquadrando-o de acordo com os níveis da norma. E assim o fornecedor possui um produto que é similar, mas com suas singularidades com relação a outros do mercado, e pode haver níveis de espaço de trabalho diferentes em um mesmo nível de contenção de uma fabricante para outra, não foi apresentado detalhamento específico da defensa. Em momento adequado deve seguir o processo de escolha do DER através dos processos usuais para escolha de fornecedores. Apenas apresentamos os níveis de segurança que as defensas devem obter de acordo com a norma ABNT NBR 15486/2016 e que deverão ser atendidos pelo fabricante.

Defensa Metálica

Sistema de segurança contínuo, constituído por perfis metálicos implantados ao longo das vias com circulação de veículos, projetado na forma, resistência e dimensões, para conter e redirecionar os veículos desgovernados, absorvendo parte da energia cinética do veículo, pela deformação do dispositivo.

As defensas metálicas devem ter os postes cravados no solo através de abertura de buracos com posterior enchimento de concreto. Suas extremidades devem ser dotadas de ancoragem, propiciando adequada fixação ao sistema.

Barreira de Concreto

Dispositivo de segurança, rígido e contínuo, destinado a ser implantado ao longo das vias, com forma e dimensões adequadas que, ao ser colidido por veículos desgovernados, reconduza os mesmos à pista com desacelerações suportáveis para os usuários, minimizando também os danos possíveis aos veículos e ao próprio dispositivo.

Destaca-se que as barreiras simples de concreto, tipo New Jersey, estão presentes nas pontes e viadutos, mas não foram projetados novos dispositivos, apenas barreiras duplas no canteiro central para divisão de fluxos.

Transição Tripla Onda

A alternância de elementos de contenção com rigidezes diferentes deve ser realizada de modo gradual, visando não transmitir uma mudança brusca ao condutor. Portanto, nos locais onde há mudança de um sistema de contenção de menor rigidez, defensa metálica, para um sistema de contenção de maior rigidez, barreira de concreto, foi projetado a utilização de transição tripla onda, com extensão de 10,00 m.

Terminal

Os terminais são subsistemas das contenções laterais com dupla função: ancorar o dispositivo de segurança e propiciar atenuação contra impactos frontais ao sistema. Devido a essas características, os terminais estão presentes em ambas as extremidades dos dispositivos de contenção, devendo ser dotados de amortecimento na face voltada contra o fluxo de veículos ou terminais em defensa defletida (terminal ancorado em talude de corte), sempre que a velocidade for superior ou igual a 60 km/h. Portanto, foram projetados os seguintes tipos:

- Terminal absorvedor de energia: para velocidade de 80 km/h, fixação simples (12,00 m);
- Terminal em defensa defletida (terminal ancorado em talude de corte); conjunto onde as defensas são defletidas horizontalmente, prosseguindo até o talude de corte, onde deve ser firmemente ancorado. O terminal deve ser implantado de

acordo com a ABNT NBR 6971:2012, Figura A23 . A deflexão deve ser de acordo com a tabela 11 da ABNT NBR 15486:2016.

- Terminal abatido: lâminas de defensa metálica cravadas no solo para promover ancoragem ao final do dispositivo (16,00 m);
- Em locais onde há desnível do terreno foram previstos os terminais do tipo não abertura que tem por capacidade redirecionar o veículo a partir do primeiro poste impactado;
- Atenuador de impacto TAU-II: para velocidade de até 100km/h e serão instalados em bifurcações onde há o risco de colisão frontal com dispositivos de contenção. O atenuador de impacto tem a capacidade de absorver a energia a uma taxa controlada, parando o veículo impactante em distância relativamente curta, e de uma forma que reduza o potencial de ferimentos severos aos ocupantes.

5.8.5 Plano de Execução de Obra

5.8.5.1 Etapas construtivas

5.8.5.1.1 Serviços de Sinalização e Dispositivos de Segurança

Sinalização Horizontal

- **Execução**

a) A fase de execução engloba as etapas de limpeza do pavimento, pré-marcação e pintura.

b) A limpeza deve ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento.

c) A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos locados pela equipe de pré-marcação, através dos quais o operador da máquina irá se guiar para a aplicação do material. A locação deve ser feita com base no projeto de sinalização, que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

d) A pintura consiste na aplicação do material por equipamento adequados, de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização.

e) As tintas devem ser misturadas, de forma a garantir a boa homogeneidade do material.

f) As microesferas de vidro devem ser adicionadas à tinta quando da sua aplicação, na proporção determinada pelo fabricante. Pode ser adicionado solvente compatível com a tinta, na proporção máxima de 5 % (cinco por cento), em volume, para ajuste da viscosidade.

g) O termoplástico deve ser fundido a uma temperatura entre 180ºC e 200ºC e agitado permanentemente para obter uma consistência uniforme durante a aplicação.

h) A aplicação dos materiais só deverá ser realizada quando a temperatura da superfície da via estiver entre 5ºC e 40ºc.

➢ **Considerações gerais**

A durabilidade da sinalização horizontal é comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, no entanto, transmite informações e advertências ao motorista sem que este desvie a atenção da rodovia.

Outro aspecto a ser ressaltado é a função orientadora para o tráfego noturno, fornecendo aos usuários a delimitação da faixa de rolamento, sem as quais se torna difícil visualizar o próprio corpo estradal, razão pela qual, segmentos novos de pista ou recapeamento jamais devem ser liberados ao tráfego sem que antes tenha sido implantada a sinalização horizontal.

O emprego dos materiais, na sinalização horizontal, deve estar de acordo com normas da ABNT para tintas e dispositivos auxiliares (tachas e elementos refletivos).

Sinalização Vertical:

Para a execução da sinalização vertical deve ser adotada a seguinte sistemática:

- **Insumos**

a) Placas e Painéis

Conforme especificado em projeto.

b) Retrorrefletividades

A película refletiva deverá ser resistente a intempéries e proporcionar visibilidade, tanto à luz diurna como à noite, sob luz refletidas.

c) Suportes

Conforme especificado em projeto.

- **Posicionamento**

a) Quanto ao ângulo em relação à pista:

Os sinais verticais, quando colocados na rodovia, devem formar um ângulo de 93º a 95º em relação ao eixo longitudinal da via.

Analogamente, os sinais suspensos devem ter os painéis posicionados de maneira a formar um ângulo de 3º a 5º (três a cinco graus) com a vertical.

b) Quanto à altura até a parte inferior da placa:

As placas colocadas ao lado da pista devem ficar a uma altura de 1,20m do bordo da pista. Já as placas suspensas devem respeitar o gabarito rodoviário conforme definido em projeto

c) Quanto ao afastamento da placa e do suporte da placa em relação ao bordo as pistas:

Para placas no chão: 1,20m contatos a partir da projeção da placa.

- **Equipamentos**

Os equipamentos utilizados na implantação da sinalização vertical deverá ser:

a) Trado, para escavação no local dos suportes;

b) Caminhão plataforma, para fixação das placas suspensas;

c) Caminhão guindauto, para manejar os suportes de placas suspensas;

d) Betoneira, para confecção das sapatas em concreto das estruturas de sustentação das placas suspensas;

e) Cone de sinalização para proteger a área de trabalho na pista.

➢ **Execução**

a) Inicialmente deve ser feito o levantamento da área para verificação das condições do local de implantação das placas. Posteriormente, as atividades descritas nas subseções seguintes;

b) Limpeza do local, de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado;

c) Marcação da localização dos dispositivos a serem implantados, de acordo com o projeto de sinalização;

d) Distribuição das placas nos pontos já localizados anteriormente;

e) Escavação da área para fixação dos suportes;

f) Preparação da sapata ou base, em concreto de cimento Portland, para recebimento dos suportes das estruturas de sustentação das placas que assim o exigirem;

g) Fixação das placas ou módulos de painéis aos suportes e às travessas, através de braçadeiras, parafusos, arruelas, porcas e contra porcas;

h) Implantação da placa, de forma que os suportes fixados mantenham rigidez e posição permanente e apropriada, evitando que balancem, girem ou sejam deslocados;

i) Implantação das placas ou painéis suspensos deve contar com a utilização de caminhão plataforma. Durante a implantação o trânsito deve ser desviado, com o auxílio de cones ou qualquer dispositivo adequado para esta finalidade.

Qualquer interferência do projeto de sinalização com rede de distribuição de concessionária deve ser imediatamente comunicada à fiscalização.

➢ **Considerações gerais**

O emprego dos materiais, na sinalização vertical, deve estar de acordo com normas da ABNT para chapas, películas e estruturas de sustentação (suportes metálicos, suportes de madeira, pórticos e semi-pórticos).

Defensa metálica

- **Execução**

a) Todas as peças da defensa devem ser dimensionadas com estrita observância à uniformidade e facilidade de montagem;

b) O transporte e armazenamento das peças da defensa deverão ser efetuados de modo a não provocarem danos ao revestimento da rodovia;

c) Os componentes das defensas não podem apresentar arestas ou cantos vivos voltados contra o fluxo de tráfego. Os elementos de fixação devem estar atrás das lâminas e se, ainda assim, houver possibilidade de atingir pessoas e veículos, devem ter suas formas baixas e arredondadas;

d) Os postes das defensas devem ser enterrados 1.100 mm ± 10 mm, em aterro compactado. No caso de fixação em taludes, ou terrenos muito ondulados, os postes devem ter comprimento compatível com esta exigência;

e) As defensas metálicas devem ter os postes cravados no solo, por processo de percussão, assegurando um adequado atrito lateral. Em extensões pequenas (menores de 300 m) e isoladas de defensas, pode se admitir a implantação através de abertura de buracos no solo, com posterior enchimento de concreto.

- **Considerações gerais**

As defensas devem ser instaladas, de preferência, paralelamente à diretriz da pista.

Barreira de concreto

- **Execução**

As barreiras de concreto devem atender aos requisitos da norma ABNT NBR 14885:2016 e ABNT NBR 14931:2004, podendo ser usada a moldagem in loco ou a pré-moldagem:

A moldagem in loco pode ser executada por meio de fôrmas fixas ou deslizantes (moldagem contínua).

No caso de peças pré-moldadas, estas devem ter comprimento mínimo de 3,0 m, para ambos os casos de barreira de face dupla e de face simples. O perfil transversal pode ser moldado integralmente ou em partes.

No caso de moldagem em partes, as peças devem ser solidarizadas entre si, observando-se os requisitos desta norma ABNT NBR 14885:2016, no que se refere ao adensamento do concreto;

O perfil a ser adotado deve ser o denominado New Jersey;

As aberturas devidas a disposições construtivas, tais como fendas ou sulcos, bem como espaçamentos ou folgas entre peças pré-moldadas, não devem ser maiores do que 50 mm;

O eixo de referência do perfil da barreira deve permanecer na posição vertical para declividades transversais da pista até 10%. Para superelevações maiores, o eixo de referência do perfil deve ser normal ao plano do pavimento, em todo o trecho com superelevação;

As juntas das barreiras devem ser coincidentes com as juntas do pavimento, quando este for placa de concreto. No caso de barreiras moldadas in loco, devem ser previstas juntas de retração do tipo seção enfraquecida, a cada 6,00 m, com largura máxima de 10 mm e profundidade de 30 mm a 50 mm, em todo o contorno do perfil. No caso de barreiras moldadas in loco, devem ser feitas juntas de dilatação espaçadas de 30,0 m, com abertura de 3 cm, a menos que o projeto indique outro espaçamento. Quando houver interrupção de concretagem, é obrigatória a execução de juntas de construção, dotadas de dispositivos de transferência de esforços laterais, a fim de assegurar a continuidade da armadura.

- **Considerações gerais**

As superfícies de deslizamento da barreira não devem apresentar saliências ou reentrâncias maiores do que 10 mm, quando verificadas em extensão de 3 m. O concreto das barreiras moldadas in loco deve ser curado com emprego de produto de cura química, formador de película plástica, com taxa mínima de aplicação igual a 250 ml/m², logo após as operações de acabamento superficial, ou por procedimento equivalente, capaz de evitar a perda de água do concreto, sem danificar a superfície recém-

executada. Eventuais defeitos oriundos de execução das barreiras, como abatimento de bordas, fissuras, desnivelamentos, cavidades e depressões, por exemplo, devem ser corrigidos prontamente.

5.9 PROJETO DE PAISAGISMO E OBRAS COMPLEMENTARES E PAISAGISMO

O projeto de paisagismo e obras complementares compreende o revestimento vegetal dos taludes e áreas remanescentes da obra, implantação de calçadas, dispositivos de acessibilidade, meios-fios complementares, dispositivos de vedação da faixa de domínio e implantação de alambrados para os passa faunas.

5.9.1 Revestimento Vegetal

O revestimento vegetal dos taludes resultantes da obra e outras áreas remanescentes é extremamente importante, pois sua função é impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água na superfície.

Para o projeto de duplicação da PR-445, foi considerado o serviço de revestimento vegetal pelo processo da hidrossemeadura e enleivamento.

A hidrossemeadura deverá ser utilizada para o revestimento vegetal dos grandes taludes de corte, e as outras áreas, receberão o enleivamento.

Hidrossemeadura

A hidrossemeadura é um processo de plantio que emprega o uso de equipamentos hidráulicos para dispersar uma massa líquido-pastosa, com sementes, adubo e outros insumos. Esse material é lançado sobre a terra através da utilização de um tanque pulverizador que normalmente é transportado por caminhão ou reboque ao local. O objetivo da aplicação é proporcionar uma cobertura rápida e homogênea da área, com ação imediata na proteção do solo a processos erosivos.

Para a aplicação da hidrossemeadura, deverá ser previsto o preparo de uma mistura contendo adubo, mulch, adesivo e sementes. A mistura de sementes deverá ser composta por espécies previamente determinadas entre gramíneas e leguminosas.

As sementes deverão ter sua procedência garantida, ou seja, deverão ser utilizadas apenas sementes com a produção fiscalizada. Estão previstas, nas superfícies hidrossemeadas, duas aplicações de fertilização nitrogenada após a germinação, aos 60 e 120 dias, aproximadamente.

Enleivamento

O enleivamento ou plantio de grama em placas, é o processo em que as leivas ou placas contendo a gramínea, são transplantadas de viveiro ou outro local de extração, para o local de implantação, promovendo a cobertura imediata do solo.

Recomenda-se a utilização da grama tipo Batatais (Paspalum notatum), espécie resistente e rústica, com aspecto estético agradável e maior facilidade na obtenção de mudas. As placas de grama devem apresentar tamanho uniforme, não podem apresentar espécies invasoras.

Inicialmente procede-se o preparo do solo, com a limpeza e a aplicação de cerca de 10 cm de terra preta sobre o terreno, para posterior colocação das placas de grama. Pode ser necessário a aplicação e incorporação de adubos e corretivos no solo. As placas serão plantadas lado a lado, sem deixar espaço livre entre uma placa e outra.

Para a fixação das placas deverá ser utilizada de 4 a 5 estacas de madeira posicionadas nas extremidades e centro da leiva, cravadas no terreno cerca de 15 cm. Em terrenos planos não é necessário o cravamento das placas. Após a implantação das placas deverá ser executada uma cobertura com terra vegetal e irrigação.

Delimitação das áreas com revestimento vegetal

Para a delimitação das áreas dos taludes foi considerado um metro a mais da crista e pé dos taludes de projetos. Foram obtidas a soma das áreas dos polígonos horizontais na planta e então multiplicadas pelo fator de inclinação conforme as tabelas apresentadas no desenho DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-001 e na memória de cálculo. As áreas da hidrossemeadura e do enleivamento são apresentadas com cores distintas na planta do projeto de paisagismo e obras complementares.

5.9.2 Calçadas de Concreto

Nas baias dos pontos de ônibus projetados, no projeto da interseção de acesso a Lerroville e na via marginal do lado direito (ramo 400) foram projetadas calçadas em concreto, para propiciar a locomoção de pedestres. As calçadas terão largura de 1,50 metros, podendo variar em alguns locais. A calçada constitui-se de lastro de brita com espessura de 10 cm e calçada em concreto fck=20Mpa com espessura de 8 cm. Essa espessura já garante o tráfego de veículos leves para o acesso as propriedades. A declividade transversal deverá ser de 2%.

Na prancha DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-003 e na memória de cálculo é apresentada tabela com a localização e quantidades das calçadas. Com o valor total das áreas e dos perímetros (laterais da calçada excluindo o lado do meio-fio) foram calculadas as quantidades dos serviços para execução das calçadas.

5.9.3 Rampas de Acessibilidade

De forma a atender o Decreto Federal n^{o} 5,296, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e a Norma ABNT 9050 (acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos), foram indicadas em projetos a implantação de rampas de acessibilidade ou rebaixamento das calçadas.

As rampas de acessibilidade devem atender ao especificado na norma ABNT 9050. As principais características são:

a) Inclinação constante e não superior a 8,33% (1:12) no sentido longitudinal da rampa central e na rampa das abas laterais;

b) Largura mínima do rebaixamento de 1,50m;

c) A rampa não pode diminuir a faixa livre de circulação de no mínimo 1,20m;

d) A largura da rampa central dos rebaixamentos deve ser de no mínimo 1,50m; e

e) Não pode haver desnível entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável.

Por causa da largura das calçadas projetadas de 1,50 metro, a implantação da rampa padrão não é possível pois não sobra espaço suficiente para a circulação no nível da calçada (são necessários 3,00 metros de largura, 1,80m da rampa e 1,20m de faixa livre para circulação), sendo a solução fazer o rebaixamento na largura total da calçada.

Em todas as rampas e rebaixamento das calçadas deverá ser implantado piso tátil de alerta, também de acordo com a norma ABNT 9050.

A tabela com a localização dos rebaixamentos das calçadas é apresentada na prancha DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-006 e na memória de cálculo. A estaca indicada é a localização referencial do centro do rebaixamento da calçada. Havendo interferências com dispositivos de drenagem, postes ou outros elementos no local indicado, fazer a construção no local mais próximo possível, salvaguardando as dimensões necessárias para garantir a acessibilidade (rampas com 8,33% de declividade - 1,80m de comprimento).

Os detalhamentos da rampa padrão, rebaixamento da calçada, travessia em nível e do piso tátil de alerta são apresentados nas pranchas DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-005 e 006.

5.9.4 Cercas

As cercas são os dispositivos delimitadores da faixa de domínio de uma rodovia, e devem ser implantadas ao longo dela, exceto nos perímetros urbanos, nas travessias de grandes cursos d’ água, entroncamento com outras estradas e acessos, postos de combustíveis e comércios, e nos pontos em que julgadas desnecessárias.

As cercas são constituídas de mourões em concreto armado e de quatro fios de arame farpado. O projeto tipo apresentado na prancha DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-002 tem como referência as definições da ES-OC 11/18 (Obras Complementares: Cercas), mas algumas dimensões foram adequadas devido aos novos requisitos para mourões de concreto armado para cercas de arame da ABNT NBR 7176:2013.

Os locais de implantação e de remoção de cercas existentes são apresentados nas plantas do projeto de paisagismo e obras complementares, em tabela na prancha DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-002 e na memória de cálculo.

5.9.5 Meios-fios Complementares

Alguns meios-fios complementares foram indicados no projeto de paisagismo e obras complementares:

- MFC Tipo 6 – Utilizado como guia rebaixada, para acesso de veículos as propriedades lindeiras nas vias marginais;
- MFC Tipo 9A – Para delimitação da pista/calçada nas baias dos pontos de ônibus projetadas na rodovia;
- MFC Tipo 3 – Para contenção lateral da calçada, nas travessias de pedestres em nível nas ilhas.

O detalhe desses meios-fios e suas notas de serviços são apresentados na prancha DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-004.

A estaca indicada em projeto do MFC tipo 6 é a localização referencial do centro do meio-fio. Os acessos dos veículos às propriedades devem ser verificados, e, sua implantação deve ser em frente ao acesso/portão. Havendo interferências com dispositivos de drenagem, postes ou outros elementos no local a implantação do MFC tipo 6 pode ser deslocada, desde que seja mantido o acesso as propriedades.

5.9.6 Abrigo dos Pontos de Ônibus

Nos locais previstos dos pontos de ônibus em projeto, está indicado a implantação de abrigo pré-moldado em concreto, conforme padrão do DER/PR, apresentado no desenho DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-007. Os abrigos terão largura de 3,0 metros, que corresponde a 6 módulos da estrutura pré-moldada.

5.9.7 Alambrados para Passa Faunas

Os passa fauna são um conjunto de elementos que delimitam um corredor ecológico.

Existem grupos de animais que tem por hábito circularem em seu território (corredor ecológico), procurando comida ou dessedentação, podendo atravessar rodovias que cortam seu habitar, gerando atropelamentos, com risco de acidentes rodoviários. Para

minimizar este impacto, sugere-se a implantação de passagens inferiores nas trilhas ou corredores desses animais, e barreiras de contenção para se evitar a entrada destes na rodovia. Assim os animais escolhem os melhores caminhos, procurando trilhá-los com certos padrões de frequência, sendo as matas ciliares dos rios consagrados corredores de deslocamentos das mesmas.

Estas passagens inferiores são associadas as OAEs ou OACs da própria rodovia, desde que preparadas para esse fim.

Na PR-445, as passagens de fauna serão nos locais indicados na tabela a seguir.

Tabela 68 – Passa Faunas previstos

PASSA FAUNAS		
km	**Estaca**	**Local**
6,10	305+10	Prolongamento de O.A.C. existente
14,75	749	Sob Ponte do Rio Apucaraninha

De forma a proteger e conduzir os animais para as passagens de fauna, serão implantados alambrados nas margens da rodovia.

Especificações do Alambrado

A implantação dos alambrados para a delimitação dos passa-faunas deverá ocorrer paralelo a pista da rodovia, ao longo da faixa de domínio, até a ponte ou OAC que será o corredor da fauna.

O alambrado indicado em projeto seguiu as especificações da NORMA DNIT 077/2006 – Cerca viva ou de tela para proteção da fauna – Especificação de serviço.

As dimensões recomendadas são de 2 metros de altura, sendo os 50 cm iniciais dotados de tela com malha fina quadrada de 2 cm ou placa de pré-moldado (h ≈ 30cm) e o restante com tela de 10 cm de malha.

O projeto tipo do alambrado é apresentado na prancha DE-E-PR-445-000-027-3-PG 2-008.

Implantação dos Alambrados

De acordo com a especificação DNIT-ES 077/2006, a extensão necessária da cerca é de 100 metros para cada lado do passa-fauna considerado. No projeto de duplicação da PR-445 foi adotado como mínimo a extensão de 100 metros, mas os alambrados foram projetados em sua grande maioria com 200 metros de extensão. Em alguns locais com existência de mais vegetação a extensão foi maior.

Em relação ao afastamento da pista, de forma geral o alambrado está indicado em projeto a 10 metros do bordo do acostamento ou faixa de segurança, ou após os pés dos taludes de aterros e dispositivos de drenagem projetados, e não ultrapassando a faixa de domínio.

5.9.8 Edificações à Demolir

Nas plantas do projeto de paisagismo e obras complementares também apresentam as edificações que foram atingidas pelo projeto, que terão que ser demolidas. São edificações comerciais, residenciais, e pontos de ônibus.

5.10 CADASTRO DE INTERFERÊNCIAS

O cadastro de interferências é apresentado tendo como base o levantamento topográfico realizado para o desenvolvimento dos projetos. O objetivo é identificar as redes de infraestrutura existentes na faixa de domínio e nas suas proximidades e que deverão ser relocadas ou protegidas para a execução da obra rodoviária.

A partir do levantamento topográfico foram identificadas as seguintes interferências:

- Árvores;
- Postes da rede pública;
- Rede Elétrica;
- Luminárias;
- Edificações.

As linhas de transmissão de energia foram identificadas em campo e indicadas em planta através dos postes levantados.

Os cadastros de outras redes existentes foram obtidos através de dados fornecidos pelas empresas responsáveis, concessionárias dos serviços.

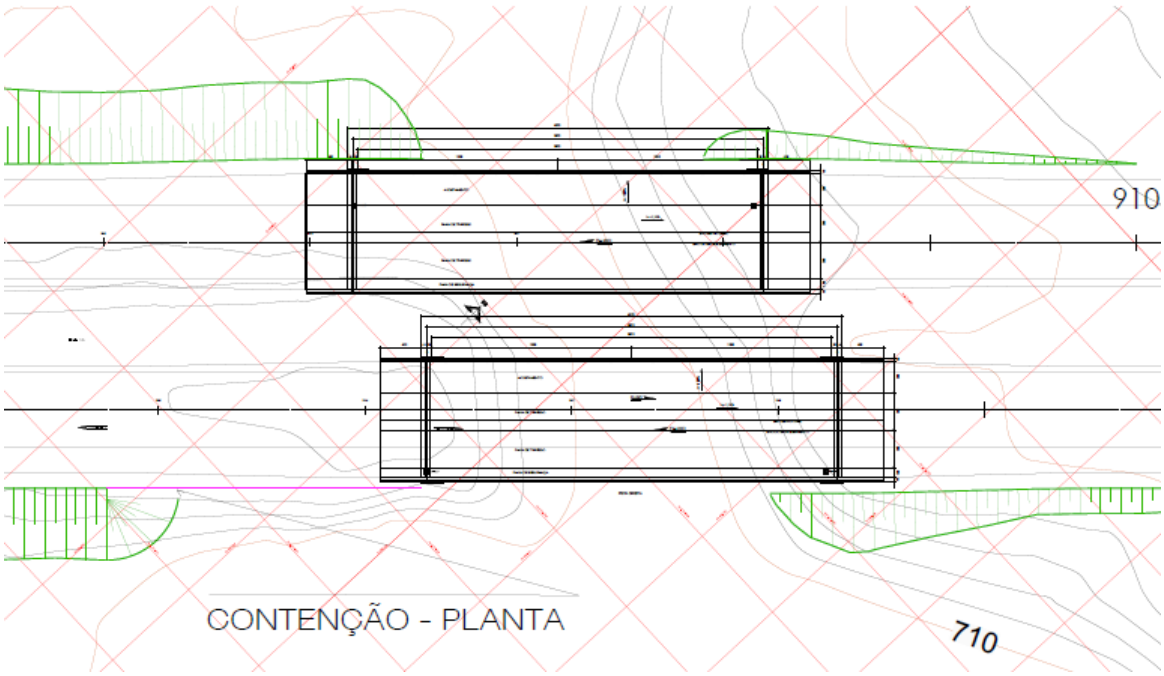
5.10.1 Base de Dados

Conforme levantamentos, foram identificadas as inferências as quais devem ser removidas ou relocadas, sendo as mesmas apresentadas no Volume 02, conforme relação a seguir:

- 349 árvores;
- 41 postes;
- 51 Interferências de Rede Elétrica;
- 2 Luminárias;
- 1 edificação.

5.11 PROJETO DE CONTENÇÃO

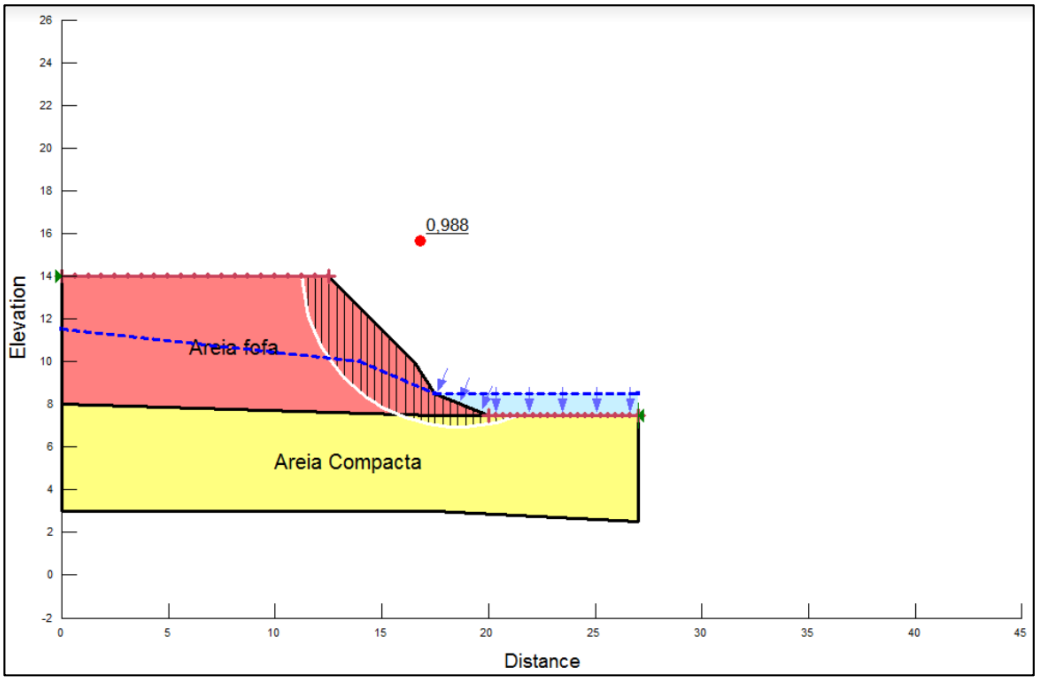
5.11.1 Análise de Estabilidade e Projeto Contenção Estaca 904+15,03 – Pista Direita



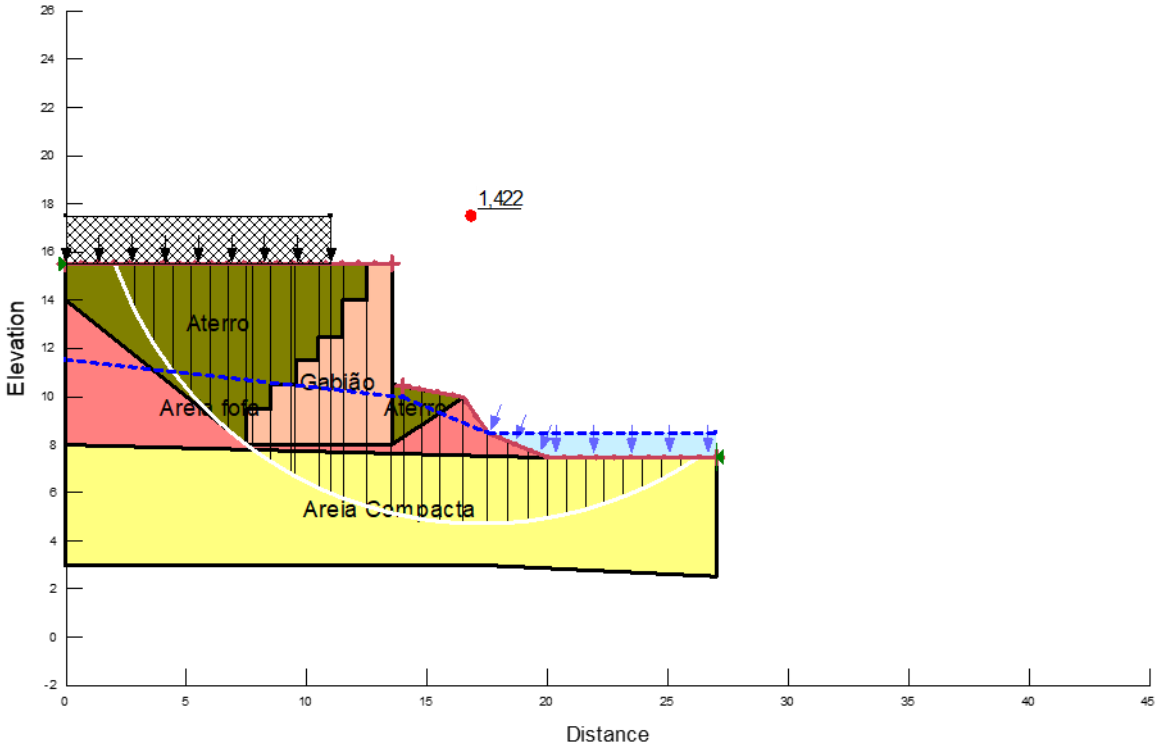
Na fase de estudos de concepções e projeto básico, foram feitas análise com os parâmetros obtidos nos ensaios de cisalhamento e o perfil inferido pelas sondagens,

chegando-se a fator de segurança muito baixo, ou seja, não será possível a execução do aterro complementar utilizando um muro de gravidade na crista.

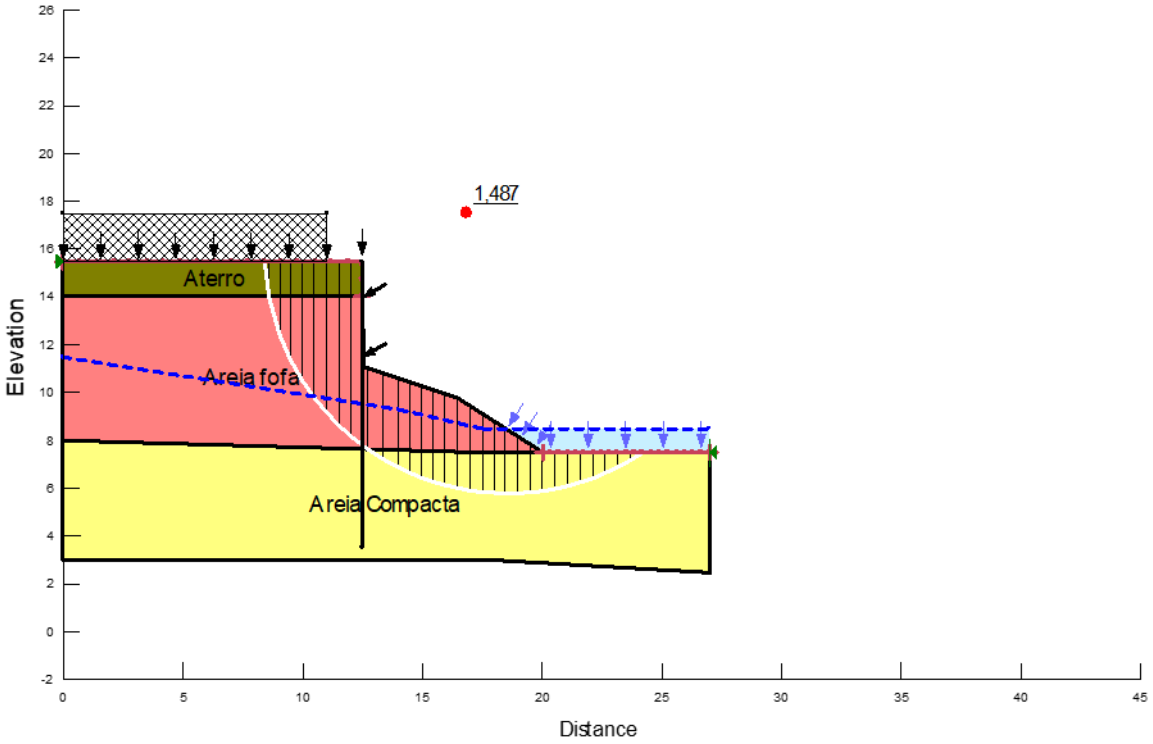
As análises de estabilidade global foram processadas em software específico (Geoslope) através do critério do equilíbrio limite, método de Bishop, conforme imagem abaixo:



Dessa forma, foi primeiramente analisada a alternativa com troca de solo e a execução de gabião. Para ser estável, o gabião deveria ser assente na areia compacta, além disso o volume de material removido, o volume de gabião e as grandes dificuldades construtivas (talude construtivo, presença de água, solo arenoso com água, velocidade de execução - gabião é essencialmente um processo artesanal) indicam que esta solução não é viável. De qualquer forma, a seguir é apresentada a análise de estabilidade.

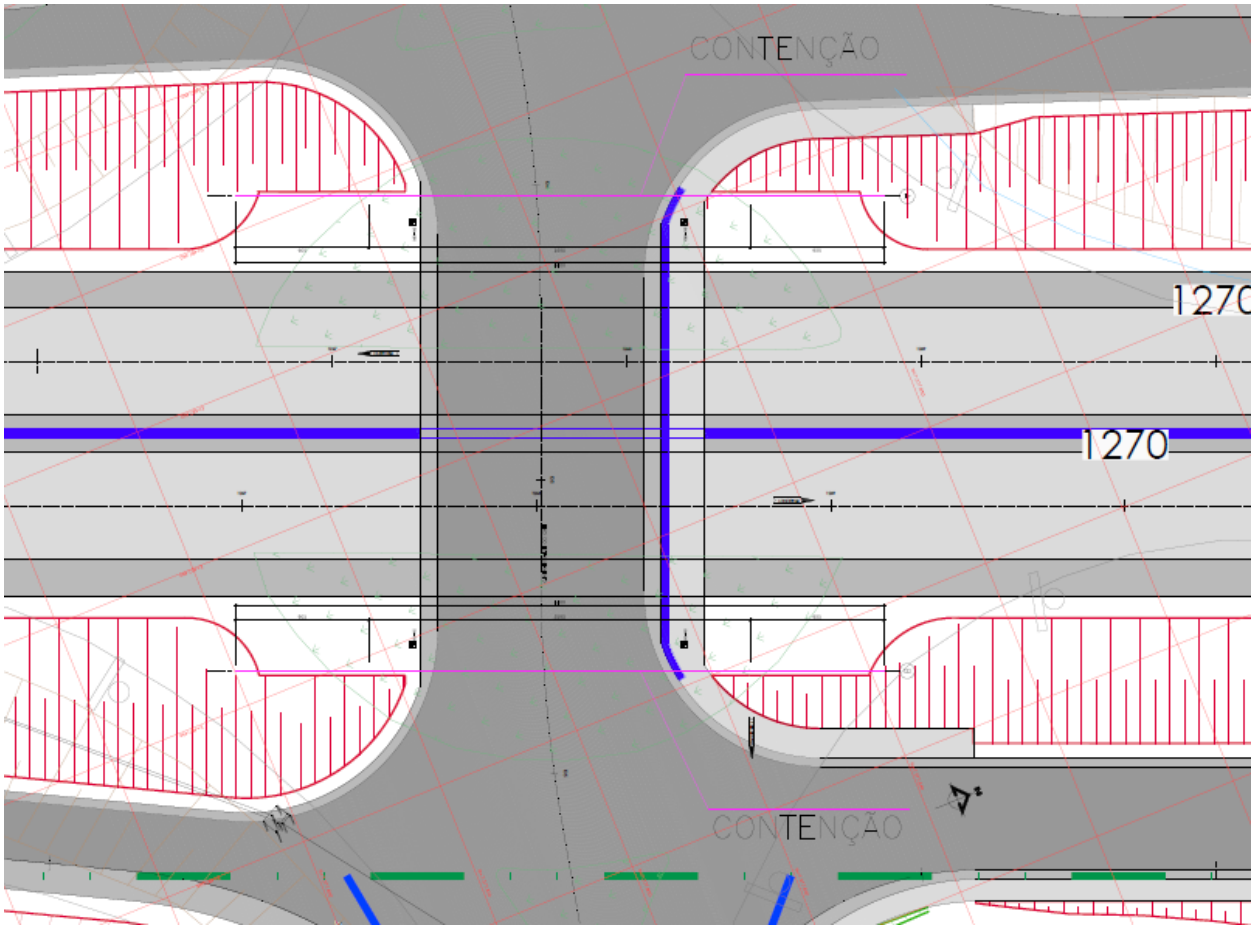


Dessa forma, a solução viável tecnicamente é a execução de cortina de estacas atirantada.



O perfil geotécnico indica a grande possibilidade de ocorrência de solo de alteração de rocha ou rocha extremamente alterada, portanto, as estacas deverão ser raiz de diâmetro 41 cm em solo e 31 cm em rocha.

5.11.2 Projeto Contenção Estaca 1266+17,67



O perfil geotécnico apresenta uma primeira camada de argila arenosa, marrom, muito mole a mole (porosa) com espessuras entre 3,6 e 5,8 m.

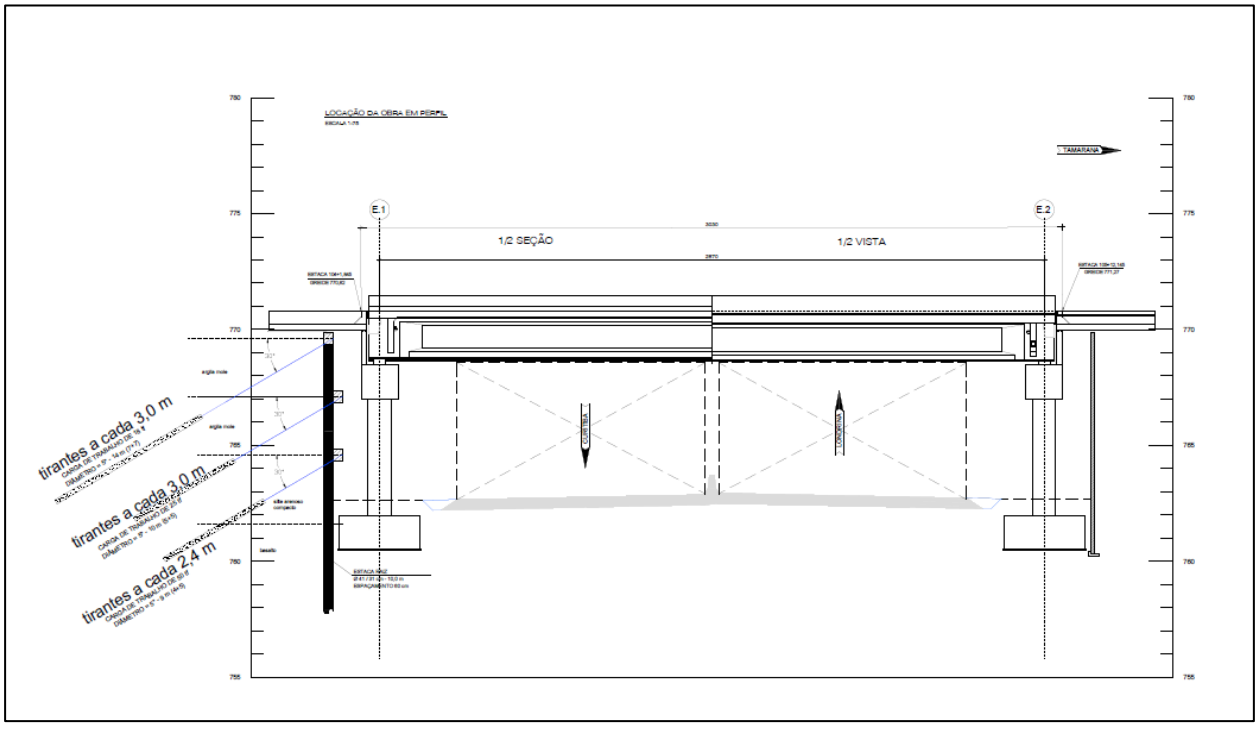
Abaixo desse material ocorre silte arenoso, marrom, medianamente compacto a muito compacto até o topo rochoso (entre 6,7 e 9,2 m).

A rocha identificada nas sondagens variou de basalto extremamente alterado até são.

O desnível máximo de projeto é de 8,0 m, considerando a diferença entre o platô de apoio da laje de transição e a pista inferior. Entretanto, haverá construtivamente um acréscimo de aproximadamente 1 m para a execução das sapatas da OAE.

Com relação a diferença entre o platô construtivo e o greide final, ainda haverá um acréscimo de 1 m de material de aterro e estrutura.

Pela geometria da obra e pelos materiais presentes, a melhor alternativa é através de cortina de estacas atirantada. Como a ficha será em basalto, a estaca deverá ser raiz.



5.12 PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

5.12.1 Introdução

A seguir serão descritos os requisitos e critérios gerais para execução dos serviços de instalação do sistema de iluminação.

Todos os itens, serviços, mão de obra ou materiais eventualmente não incluídos nestas especificações, mas que sejam de fornecimento ou execução usual, ou que sejam necessários para completar o fornecimento com o objetivo de atender às necessidades operacionais deverão ser considerados como parte do fornecimento.

5.12.2 Esquema Construtivo

A iluminação das interseções e marginais do trecho 01 da PR-445 foi dimensionada considerando as larguras de vias, acrescidas de passeios, acostamentos, faixas de segurança e canteiros.

Encontrou-se três situações típicas, devido as diferentes larguras, e estas estão apresentadas no memorial de cálculo, onde se manteve a mesma altura de poste e modelo de luminária, variando apenas o ângulo de instalação da luminária em relação ao solo, e o comprimento do braço extensor.

5.12.3 Materiais

5.12.3.1 Luminárias

Por se tratar de um projeto de Iluminação de pistas de rolagem com tráfego leve de veículos, e com largura bastante extensa do leito carroçável, estão sendo previstos pontos de iluminação com luminárias baseadas na tecnologia LED (Light Emitting Diode – Diodo Emissor de Luz) a uma altura de montagem média de 11,5 metros, e que garantam um fluxo luminoso mínimo de 22.990 lumens por ponto.

Figura 36 - Luminária PHILIPS BGP293 T25 DM11 LED240/740

Características Técnicas mínimas pretendidas para as Luminárias:

- Fabricante: Philips
- Modelo: BGP293 T25 DM11 LED240/740
- Corpo: Em alumínio extrudado anodizado;
- Dissipação do Calor: Através do próprio corpo da luminária;
- Fixadores: Em aço inox, que impeçam qualquer rotação ou desprendimento da luminária, decorrentes de trepidações sofridas pelos postes. Deverão receber tratamento adequado contra a ação do tempo;
- Temperatura de Cor: 4.000K;
- Fluxo luminoso: > 21.473 lumens;
- Temperatura de Operação: -10º C a 55º C;
- Grau de Proteção: IP 66;
- Vida Útil: Não inferior a 50 mil horas;
- Equivalência: Vapor Metálico e/ou Sódio de até 400W;
- Difusor: Em vidro liso plano temperado e de elevada resistência a impactos, para minimizar os efeitos causados pelo ambiente e evitar o acúmulo de sujeira ao longo do tempo. Deverá possuir proteção contra a luz Ultravioleta;
- Garantia Mínima: 05 anos.

Características Elétricas:

- Tensão de Entrada: 220Vac;
- Potência: 146W;
- Fator de Potência: > 0.95;
- Cabo de Entrada: 0,50 mm² (bitola mínima);
- Equipamentos Auxiliares: Driver LED incorporado à luminária.

O fornecedor das luminárias deverá atestar as especificações técnicas do seu produto, comprovando que os requisitos mínimos para o fornecimento foram atendidos. Deverão ser apresentados os laudos e os ensaios relacionados a seguir, realizados por laboratórios oficiais e credenciados pelo INMETRO, em conformidade com as normas NBR 15129 e NBR IEC 60598-1 (Requisitos Gerais e Ensaios):

- Ensaio de Grau Proteção Ótico / Alojamento;
- Ensaio de Vibração;
- Ensaio de Resistência a Impacto.
- Ensaio Térmico.

Deverá ser fornecido também o relatório de ensaio para o LED, conforme Norma IES LM-80-08. A eficácia mínima do conjunto deverá ser de 110 lm/W, com uma eficiência mínima de 90%.

5.12.3.2 Postes

Os postes de iluminação para instalação nas pistas principais e secundárias deverão ser de aço reto cônico, flangeado, fixados por chumbadores tipo “J” nas bases de concreto construídas nos taludes à margem da rodovia ou passeios nos casos das OAE´s, e travados com porca sextavada. A altura livre é de 11,0m, diâmetro da base de 173mm, diâmetro do topo de 60mm, galvanizado a fogo, fabricado conforme NBR 14744, flecha máxima admissível de 4% da altura útil, revestido com zinco por imersão a quente com camada mínima de 70µM conforme NBR 6323. O poste deverá ser provido de furo de diâmetro de 1", a 8,0m de altura, para passagem de cabos da rede aérea, ref. FONINI, código CONIC 1000.112.B

Os postes auxiliares da rede elétrica aérea e dos postos de medição/comando deverão ser de concreto armado, seção duplo T, para rede de distribuição, padrão Copel - conforme NTC 810.143, altura total 10,5 metros, resistência nominal 300 Dan.

Os postes de concreto devem apresentar superfícies externas suficientemente lisas, sem apresentar ninhos de concretagem, armadura aparente, fendas ou fraturas (exceto pequenas fissuras capilares, não orientadas segundo o comprimento do poste, inerentes ao próprio material), não sendo permitida pintura (exceto para identificar a condição de liberação das peças) nem cobertura superficial com o objetivo de cobrir os ninhos de concretagem ou fissuras.

5.12.3.3 Cabos Isolados

A rede de distribuição será aérea, utilizando-se cabos de alumínio multiplexados. Os cabos do circuito principal serão ancorados nos postes da rede de iluminação para suporte e fixação da rede, através de armações secundárias de 1 estribo.

Os cabos serão de alumínio multiplexado (quadruplex ou triplex conforme indicação em planta), autossustentado. Condutor em alumínio 1350, têmpera H19, resistência à tração mínima de 105 MPA (H19), encordoamento redondo compacto. Isolação constituída por polietileno termoplástico (PE), classe térmica 70^{o}C. Condutor neutro: Cabo de alumínio não isolado, CA (alumínio 1350). Identificação: Veias Coloridas (CZ, PT e V). Conforme NBR 8182. Bitola dos condutores 3x16 mm2. Ref. CONDUSPAR.

Tabela 69 - Identificação de cores dos condutores

IDENTIFICAÇÃO DE CORES DOS CODUTORES	
Fase **A**	Preto
Fase **B**	Cinza
Fase **C**	Vermelho

Figura 37 - Cabo de alumínio não isolado -CONDUSPAR

5.12.3.4 Relés Fotoelétricos

O acionamento da iluminação será feito através de relés fotoelétricos magnéticos instalados nas luminárias.

Embora redundantes, é de suma importância a utilização de relés robustos e confiáveis, já que a falha destes componentes implica na não ligação das luminárias.

O sistema magnético proporciona maior confiabilidade pela sua configuração que incorpora elementos de proteção contra picos transientes e sobre corrente, que protegem os seus próprios componentes e todo o conjunto de iluminação.

Os relés serão do tipo fotoelétrico magnético, próprio para comando de iluminação (com 3 pinos de contato em latão, linha-linha e carga), utilização em corrente alternada, tipo LN (liga a noite e desliga de dia), 220 V, potência até 1.000 W, ref Ilumatic, modelo RM-74 N

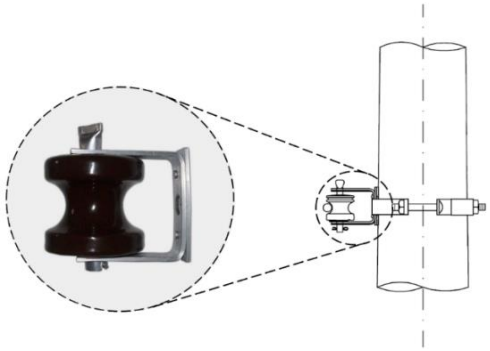
Figura 38 - Relés fotoelétricos magnéticos

5.12.3.5 Distribuição dos circuitos

Os circuitos deverão seguir o encaminhamento indicado nos desenhos, e a distribuição dos cabos alimentadores se dará por distribuição aérea.

A fixação dos cabos será através de um conjunto isolador vertical, constituído por roldana de porcelana para ancoragem (armação Press Bow) instalada nos postes. As partes metálicas do conjunto deverão ser fabricadas em aço galvanizado a fogo, linha pesada.

Figura 39 - Detalhe do Isolador Tipo Roldana no Poste

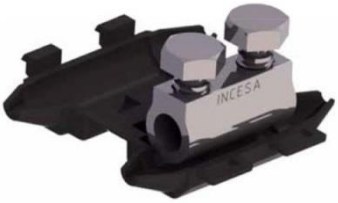


5.12.3.6 Emendas e derivações

Nas regiões onde os ramais de alimentação alternam de cabos multiplexados em alumínio (cabeamento aéreo) para cabos de cobre isolados (instalados nos eletrodutos) as emendas deverão ser através de conectores em alumínio.

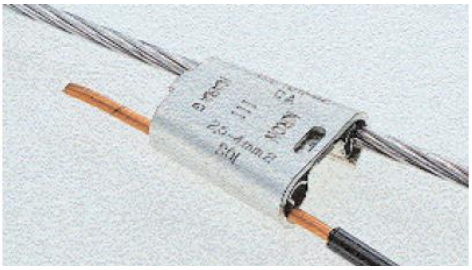
Essas conexões estão previstas nos circuitos de alimentação das luminárias que tem travessias sob a pista, e nas transições entre cabeamento aéreo e subterrâneo.

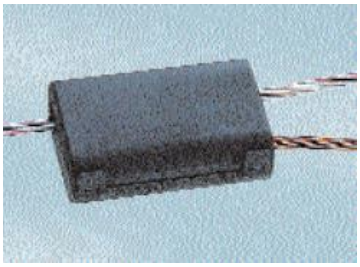
Figura 40 - Conector de emenda



As derivações entre os cabos das luminárias e os cabos dos circuitos de alimentação, devem ser feitas através de conectores tipo cunha, protegidos com capa em polietileno contra radiação ultravioleta, garantindo a sua aplicação em ambientes externos.

Figura 41 - Conector Tipo Cunha





5.12.3.7 Proteções elétricas

As proteções dos circuitos alimentadores do sistema de iluminação da rodovia serão através de disjuntores tripolares, cujas características estão descritas no Memorial de Cálculos desse projeto. Os disjuntores serão instalados nas entradas de energia padrão das Concessionárias (vide diagramas de entrada).

Serão utilizados circuitos de alimentação trifásicos, que possibilitarão atenderem trechos maiores em função das menores quedas de tensão, reduzindo assim a quantidade de entradas de energia. A distribuição das cargas nos circuitos trifásicos foi realizada respeitando-se o balanceamento entre as fases dos circuitos e, dessa maneira, os custos de implantação serão menores se comparados a um sistema monofásico.

Para a verificação da distribuição dos circuitos de iluminação, e balanceamento entre as fases dos circuitos trifásicos, consultar os Diagramas de Entrada de Energia.

5.12.3.8 Aterramento e SPDA

Os postes deverão ser aterrados em suas carcaças através de conector e cabo nu de 16mm², e interligado às hastes de aterramento.

Todas as hastes de aterramento devem ser de aço revestido em cobre, com comprimento de 2,40m. Devem estar enterradas a uma profundidade mínima de 600mm

abaixo do nível do solo, e se interligarão através do fio mensageiro do cabo multiplex, responsável pela equipotencialização das hastes de aterramento de todos os postes.

As conexões enterradas deverão ser executadas com solda exotérmica, e a resistência de aterramento deverá ser menor ou igual à 10Ω em qualquer época do ano.

5.12.4 Especificações Executivas

A execução da obra deverá seguir as especificações abaixo listadas.

5.12.4.1 Sinalização da Via

A execução de obras em rodovias e em suas margens são fatores que determinam o surgimento de problemas de fluidez e segurança na circulação de veículos.

Situações deste tipo constituem-se em fatos imprevistos para quem está dirigindo ao longo da rodovia, em condições de velocidade relativamente constantes. Junto a trechos em obras, acidentes podem ocorrer, devido à implantação de sinalização que venha a transmitir informações confusas ou contraditórias.

Essa situação pode ser agravada pela implantação de sinais a distâncias incorretas ou pela escolha e implantação de dispositivos de canalização e controle inadequados ou em número insuficiente.

Dessa forma, além de um adequado planejamento para a execução desses tipos de obras e do desenvolvimento de projetos de desvio de trânsito, cuidado especial deve ser dado à sinalização para que se obtenha um controle seguro do fluxo de tráfego.

5.12.4.2 Abertura de Cavas

Todas as cavas para implantação dos postes serão abertas nos locais determinados pelo projeto. Serão removidos os materiais do solo com a profundidade determinada pela fórmula, para o caso dos postes "Duplo T":

$$P = H * 0,10 + 0,60$$

Onde:

P = Profundidade da cava (metros)

H = altura do poste

Para os postes metálicos flangeados, deverá ser construída uma base de concreto de 60x60x90cm.

Tanto um caso como outro estão referido a solos com boa resistência. Em situações de solo mole deverá ser avaliada corretamente a implantação do poste de acordo com o terreno.

5.12.4.3 Estrutura de instalação das luminárias

5.12.4.3.1 Instalação e distanciamento entre os postes

Conforme cálculo luminotécnico, a maior distância permitida entre os postes é de 35,0m, para garantir o nível de iluminância requerido pela norma NBR 5101.

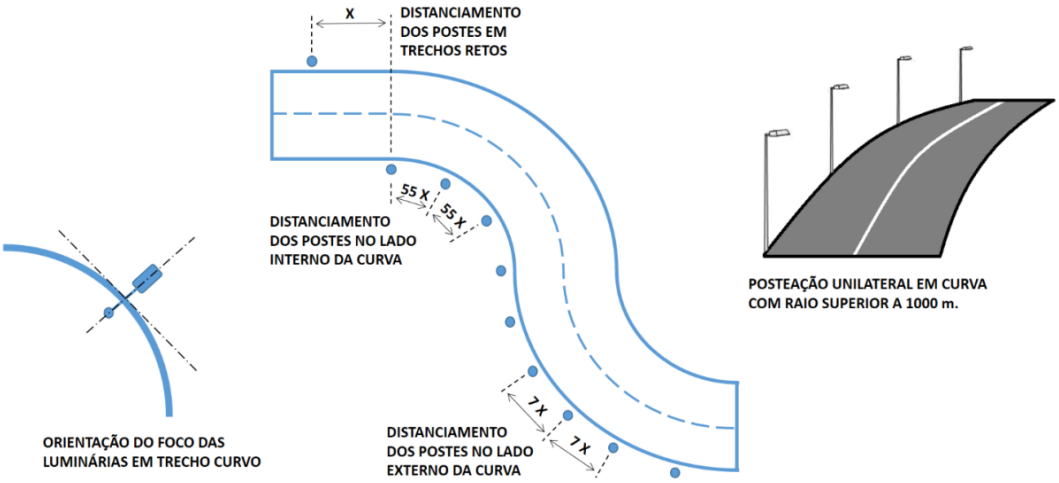
De maneira geral, nos trechos em linha reta da via, foram especificados em intervalos médios de 35,0m. Nos trechos em curva, o afastamento entre os postes deve seguir as recomendações para instalação, conforme NBR 5101:

- Curvas horizontais de pequeno raio, no lado externo da curva – 70% da distância em trecho reto.
- Curvas horizontais de pequeno raio, no lado interno da curva – 55% da distância em trecho reto.

Nas alças de acesso é recomendado que os postes sejam instalados na face interna da via, minimizando assim os riscos de colisões de veículos. Em locais cujo raio da curva seja superior a 1 km, é recomendada a instalação unilateral dos postes do lado esquerdo (vide figura 6) no intuito de se evitar a desorientação do motorista em relação a curvatura da pista.

Em qualquer um dos casos citados acima, a orientação do foco das luminárias deverá sempre permanecer perpendicular ao raio de curvatura da pista, conforme representado na figura abaixo.

Figura 42 - Instalação e Distanciamento dos Postes em Curvas



5.12.4.4 Lançamento dos Condutores

O lançamento dos condutores será efetuado após a instalação dos postes e deverão seguir as especificações do projeto executivo. Efetuar inspeção prévia no tramo de lançamento, verificando possíveis travessias. Caso seja necessário, providenciar métodos de bloqueio evitando o contato. Utilizar equipamento de tração compatível com o peso do condutor. Alertar os colaboradores do risco de queda do condutor. Evitar o trânsito de pessoas estranhas ou veículos sob a área de trabalho.

5.12.4.5 Testes nas Luminárias

Após conclusão dos serviços de instalação todas as luminárias serão testadas com simulação de escurecer. Deverá ser efetuado um ajuste fino no direcionamento das luminárias para proporcionar uma melhoria nos níveis de iluminação da via.

5.12.5 Canteiro de Obras para Instalações Elétricas

Caso a empresa executante entenda que há a necessidade de canteiro de obras para instalações elétricas, esta será responsável por fornecimento e montagem, no local da

obra, de todo o equipamento necessário à execução dos serviços, inclusive a eventual instalação de usinas e depósitos, bem como a construção de alojamentos, escritórios e outras instalações necessárias ao trabalho.

Não haverá qualquer pagamento em separado para o canteiro de obras. Seus custos deverão ser incluídos nos preços propostos para os vários itens de serviço, constantes no Quadro de Quantidades.

Toda aquisição de terreno, direitos de exploração, servidões, facilidades ou direitos de acesso que venham a serem necessários para pedreiras, jazidas ou outras finalidades, que estejam além dos limites da faixa de domínio, deverão ser adquiridos pela Executante e o seu custo incluído nos preços propostos para os vários itens de serviços.

6 INFORMAÇÕES DO PROJETO DO PLANO DE EXECUÇÃO DE OBRA

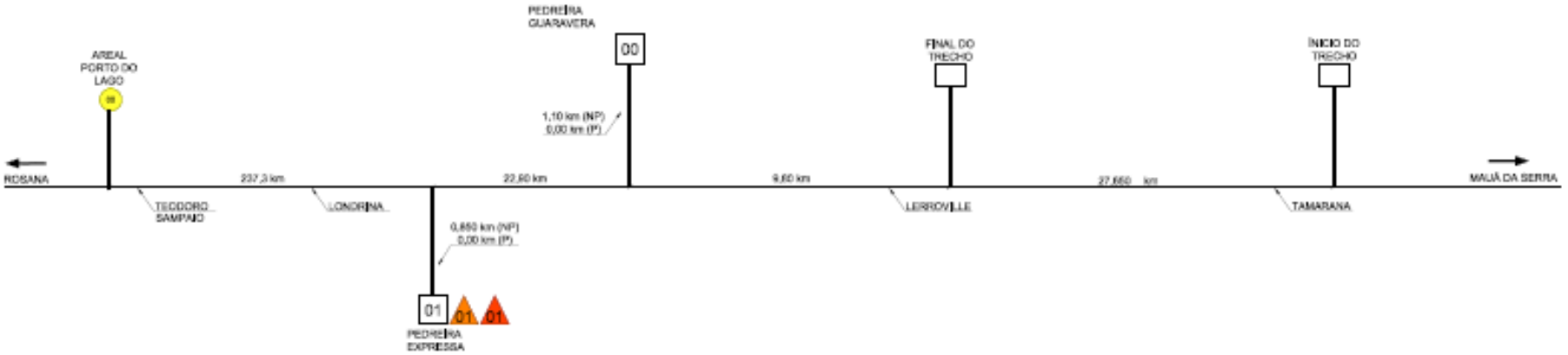
A seguir, segue um conjunto de orientações gerais inerentes aos serviços executivos de implantação do projeto.

Os assuntos foram subdivididos de acordo com a modalidade dos serviços. Ressalta-se aqui que todas as especificações de serviço e normas de execução devem ser respeitadas.

Este relatório possui como principal fonte o “IPR-742 - Manual de Implantação Básica de Rodovia – 3ª Edição” (DNIT,2010).

6.1 FATORES CONDICIONANTES:

A localização do segmento viário objeto das obras apresentado no diagrama a seguir:



6.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA OBRA

Serviços para duplicação e restauração	1º semestre	2º semestre	3º semestre	4º semestre	5º semestre	6º semestre	7º semestre
Mobilização e instalação do canteiro							
Fabricação das vigas pré-moldadas das OAEs							
Obras de arte correntes							
Terraplenagem							
Paisagismo							
Pavimentação e drenos de pavimento							
Drenagem superficial							
Sinalização e dispositivos de segurança							
Obras complementares							
Rede elétrica e iluminação							
Contenção OAE Rio Santa Cruz							
OAE Ponte Rio Santa Cruz LD							
OAE Ponte Rio Santa Cruz LE							
OAE Ponte Rio Apucaraninha LD							
OAE Ponte Rio Apucaraninha LE							
Contenção OAE Viaduto Tamarana							
OAE Viaduto Tamarana							
Pavimentação: Restauração							
Sinalização: Restauração							
Desmobilização e desmonte do canteiro							
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL							
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA							
PROGRAMA DE RESGATE E MONITORAMENTO DE FAUNA							
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS							

6.3 DADOS PLUVIOMÉTRICOS OFICIAIS DA REGIÃO

Para a determinação do regime pluviométrico da região foram avaliados os dados do posto pluviométrico São José, localizado no município de Marilândia do Sul-PR, código 02351027, operado pelo Instituto das Águas do Paraná.

Os dados os obtidos apresentam precipitação média anual de 1.764 mm, distribuídos em cerca de 122 dias de chuva durante o ano. Os gráficos apresentados a seguir ilustram o regime pluviométrico da região.

Figura 43 – Alturas de Precipitação – Estação São José

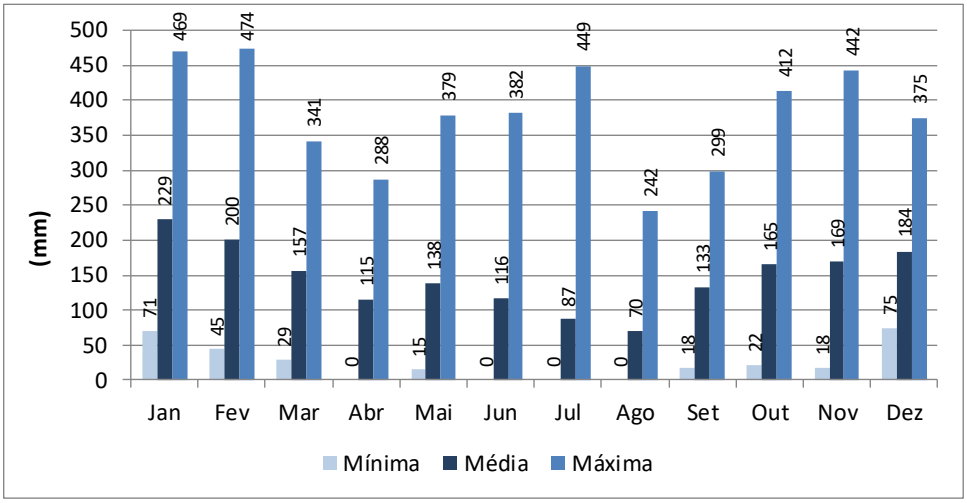


Figura 44 – Precipitação Máxima Diária – Estação São José

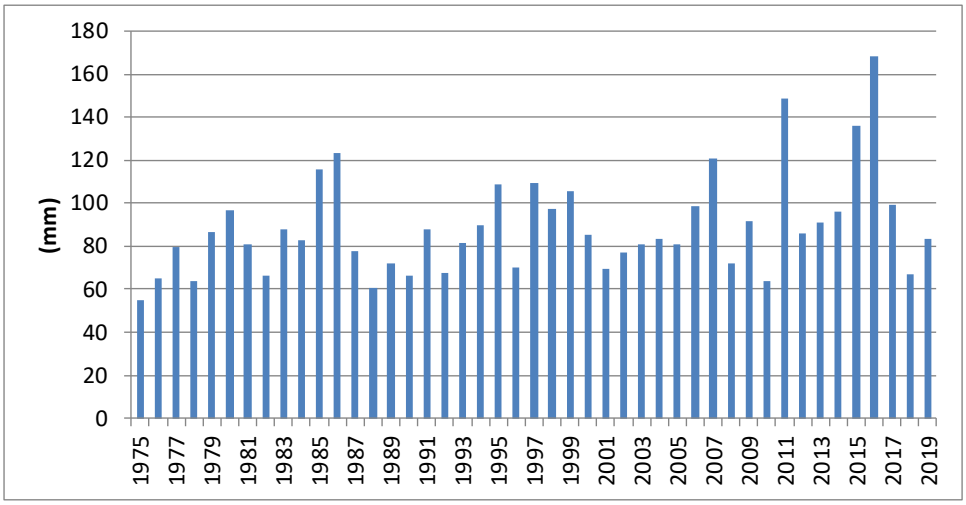
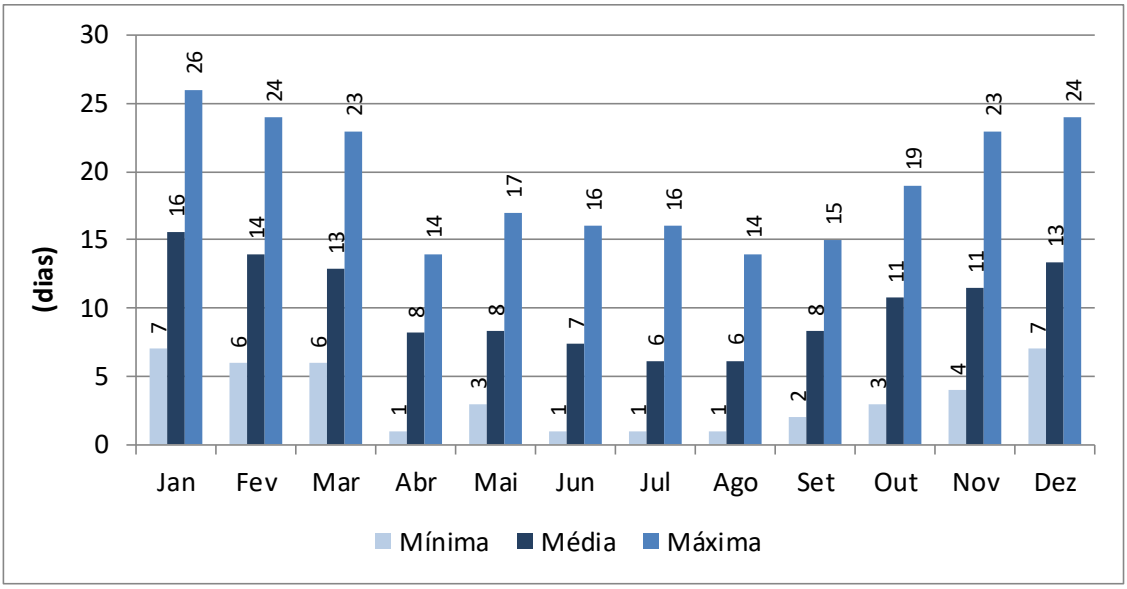


Figura 45 – Número de Dias de Chuva – Estação São José



6.4 RELAÇÃO ESTIMADA DO PESSOAL TÉCNICO NECESSÁRIO À EXECUÇÃO DAS OBRAS

Função	Estimativa
SERVENTE	126
BLASTER	3
AUXILIAR DE BLASTER	3
AJUDANTE	48
CARPINTEIRO	16
PEDREIRO	8
ARMADOR	30
ELETRICISTA	1
MONTADOR	2
SOLDADOR	1
PINTOR	1
SERRALHEIRO	2
PRÉ-MARCADOR	1
AJUDANTE ESPECIALIZADO	2
MOTORISTA/OPERADOR	29
Engenheiro supervisor	1
Engenheiro Auxiliar	2
Auxiliar Técnico	2
Chefe do setor Administrativo	1
Porteiro	2
Vigia	4
Auxiliar Administrativo	2
Faxineiro	2
Encarregado Geral	1
Encarregado de Terraplenagem	1
Encarregado de Pavimentação	1
Topógrafo	2
Auxiliar de topografia	4
Encarregado de obra de arte especial	2
Encarregado especializado	2
Técnico especializado	2
Encarregado de turma	5
Apontador	5
Encarregado de turma	2
Laboratorista	2
Auxiliar de laboratório	4
Técnico Florestal	1
TEC SEGURANÇA	2

Função	Estimativa
ENG SEGURANÇA	1
MÉDICO TRAB	1
Téc. Enfermagem	1

6.5 RELAÇÃO ESTIMADA DO EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS

EQUIPAMENTO	UNIDADE INSUMO	ESTIMATIVA
BATE ESTACAS HIDRÁULICO 300 KG	H	2
BATE ESTACAS LEVE	H	2
BETONEIRA 600 L GASOLINA	H	10
CAM. BASCUL. 1419 6M3 LEVE	H	2
CAM. BASCUL. 1635/45 12M3 MÉDIA	H	24
CAM. BASCUL. 1635/45 12M3 LEVE	H	2
CAM. BASCUL. 2426/48 6M3 MÉDIA	H	2
CAM. BASCUL. 2426/48 9M3 MÉDIA	H	2
CAM. CAÇAMBA MINÉRIO 10M3 SEVERA	H	10
CAM. CHASSI 1419	H	2
CAM. CHASSI 17.230	H	2
CAM. CHASSI 2423 P/ CARROCERIA	H	2
CAMINHÃO C/ GUINDAUTO	H	4
CAMINHÃO CARROCERIA 1419 14 T	H	3
CAMINHÃO CARROCERIA 815/37 6 T	H	2
CAMINHÃO CARROCERIA 816 8,25 T	H	1
CAMINHÃO CARROCERIA CABINE DUPLA	H	3
CAMINHÃO IRRIGADOR 6000 L	H	4
CAMINHÃO PIPA 6000 L	H	4
CARREG. FRONTAL PNEUS 924-K MÉDIA	H	6
CARRETA DE PERFURAÇÃO	H	2
Compactador manual solos gasolina	H	16
COMPRESSOR DE AR 189PCM	H	2
COMPRESSOR DE AR 748PCM	H	1
EQUIPAMENTO APLICAÇÃO TERMOPLÁSTICO SPRAY/	H	2
EQUIPAMENTO P/ HIDROSSEMEADURA	H	4
ESCAV. HIDRÁULICA 320D L SEVERA	H	4
ESCAV. HIDRÁULICA 320D L LEVE	H	2
ESCAV. HIDRÁULICA 320D L MÉDIA	H	6
Escav. hidráulica CX-220C leve	H	2

EQUIPAMENTO	UNIDADE INSUMO	ESTIMATIVA
ESCAV. HIDRÁULICA EC-140 LEVE	H	1
ESPARGIDOR DE ASFALTO 6000 L	H	2
EXTRUSORA PARA MEIO FIO DE CONCRETO	H	2
FORMA METÁLICA P/ ABRIGO	H	1
FRESADORA ASFALTO A FRIO W-200	H	1
GRADE DE DISCOS	H	4
GRUPO GERADOR 150 KVA	H	4
GRUPO GERADOR 40 KVA	H	1
GRUPO GERADOR 450 KVA	H	4
GRUPO GERADOR 55 KVA	H	1
GRUPO GERADOR 7 KVA	H	1
MESA VIBRAT. COMPLETA ELÉTRICA	H	1
MINICARREGADEIRA DE PNEUS S-450 C/VASSOURA	H	4
MOTONIVELADORA 120-K LEVE	H	1
MOTONIVELADORA 120-K MÉDIA	H	2
MOTONIVELADORA 140-K LEVE	H	1
MOTONIVELADORA C/ ESCARIFICADOR 140-K MÉDIA	H	2
PAVIMENTADORA/EXTRUSORA DE CONCRETO SP-25	H	2
RETROESCAVADEIRA BL-60 4X4 LEVE	H	2
RETROESCAVADEIRA BL-60 4X4 MÉDIA	H	1
ROLO PNEUS AUTOPROPELIDO 27 T	H	6
ROLO TANDEM LISO AUTOPROPELIDO CP-2100	H	6
ROLO VIBRATÓRIO CORRUG. AUTOPR. CS-54 B	H	8
ROLO VIBRATÓRIO LISO AUTOPROP. CA-250 PD	H	2
TALHA GUINCHO MANUAL 3 T	H	4
TANQUE DEPÓSITO ASFALTO ISOTÉRMICO 25 T	H	2
TANQUE DEPÓSITO ASFALTO FRIO 20000 L	H	2
TRATOR AGRÍCOLA 5105 4X4	H	2
TRATOR AGRÍCOLA BH-165 4X4	H	2
TRATOR LÂMINA D5-K MÉDIA	H	2
TRATOR LÂMINA D6-N MÉDIA	H	4
USINA ASFALTO MÓVEL CONTRA-FLUXO 50/80 T/HORA	H	1
USINA ASFALTO MÓVEL CONTRA-FLUXO 80/120 T/	H	1
USINA SOLOS BRITA GRADUADA 200/500 T/HORA	H	1
VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL	H	2
VEÍCULO FURGÃO 4,30M	H	6
VIBRO ACABADORA ESTEIRAS	H	2

6.6 CANTEIRO DE OBRAS

As áreas de apoio da obra (canteiro de obras e outras instalações) deverão ser instaladas em região com boas condições topográficas, fácil acesso, com disponibilidade de serviços públicos (abastecimento de água, eletricidade, gás, telecomunicações, etc), e contando também com o apoio do núcleo urbano mais próximo. Há que ponderar-se, em conjunto com os aspectos anteriormente mencionados, a posição de jazidas, pedreiras e areais, objetivando-se minimizar o custo de transportes.

O canteiro de obras concentra as edificações dos setores administrativos, técnico, recreativo, ambulatoriais, alimentar, almoxarifados, oficinas, postos de abastecimentos e alojamentos.

A empresa Executora da obra será responsável pelo fornecimento e montagem, no local da obra, de todo o equipamento necessário à execução dos serviços, inclusive a eventual instalação de usinas e depósitos, bem como a construção de alojamentos, escritórios e outras instalações necessárias ao trabalho.

Na sequência é apresentado o local sugerido para a implantação do canteiro de obras e um croqui de sugestão das edificações do canteiro.

Figura 46 – Indicação do Canteiro de Obras

6.7 PLANOS DE ATAQUE DOS SERVIÇOS DA DUPLICAÇÃO

Apresenta-se aqui um conjunto de orientações gerais inerentes aos serviços executivos de implantação do projeto. Os assuntos foram subdivididos de acordo com a modalidade dos serviços. Ressalta-se aqui que todas as especificações de serviço e normas de execução devem ser respeitadas.

Este relatório possui como principal fonte o “IPR-742 - Manual de Implantação Básica de Rodovia – 3ª Edição” (DNIT,2010).

6.7.1 Serviços Topográficos

Preliminarmente ao processo de locação da obra, deve-se verificar e checar os apoios topográficos implantados quando da elaboração do projeto de engenharia, bem como as condições de materialização dos pontos de amarração dos elementos de planimetria e

altimetria e das referências de nível, tanto da linha geral quanto das áreas de empréstimos, jazidas e bota-foras.

Em estradas, a principal locação se refere ao eixo, pois ele é o mais importante e, uma vez marcado, permite fazer o resto das marcações. A marcação do eixo é feita colocando-se piquetes e estacas distanciadas entre si. Geralmente, se colocam estas marcas a cada 20 m em tangente e, nos trechos em curva, para melhor visualizar-se a estrada, colocam-se os piquetes e estacas, em geral, a cada 10 m (meia estaca).

A partir da locação do eixo são marcadas as laterais da estrada, através de piquetes e estacas chamadas de off-sets. Para que se tenha uma perfeita marcação de off-sets é indispensável que a locação pelo eixo esteja convenientemente nivelada, que sejam reproduzidas as seções transversais da estrada e que se determine onde é necessário cortar e aterrar.

Nos aterros, preferem-se marcar estes off-sets afastados 1,00 m na horizontal dos seus pés, para que essas marcações não sejam danificadas. Em seguida, um topógrafo deve nivelar todos estes offsets, separando os da esquerda e da direita, podendo-se fechar esse nivelamento com as cotas indicadas na nota de serviço.

Depois de feita a limpeza do terreno e o desmatamento, por melhores que sejam os cuidados na execução desses serviços sempre acontecem danos às marcações havendo, pois, a necessidade de verificar a marcação do eixo e dos offsets. Esta nova marcação se chama de relocação.

6.7.2 Serviços de Terraplenagem

Desmatamento, Destocamento e Limpeza

Executar a limpeza do terreno, removendo todas as árvores, arbustos e a camada vegetal. Na operação de limpeza e desmatamento, são usados tratores de esteiras e motosserras. Após a operação de limpeza da área é necessário remover a vegetação que foi derrubada. Isto pode ser feito com o uso de pás carregadeiras e caminhões.

Devem ser previamente assinalados, mediante caiação, as árvores que devem ser preservadas e as toras que pretende reservar, as quais devem ser então, transportadas para local determinado, visando posterior aproveitamento.

A limpeza deve ser sempre iniciada pelo corte das árvores e arbustos de maior porte, tomando-se os cuidados necessários para evitar danos às árvores a serem preservadas, linhas físicas aéreas ou construções nas vizinhanças.

Para a maior garantia / segurança as árvores a serem cortadas devem ser amarradas e, se necessário, o corte deve ser efetuado em pedaços, a partir do topo.

É muito importante nessa etapa verificar as consonantes ambientais dos serviços.

Deve-se remover também as cercas, construções e qualquer outra estrutura que esteja dentro do limite do "offset", além de relocar as estruturas de serviços, como postes, linhas de fibra óticas, adutoras, etc.

Cortes

Para início dos serviços de terraplenagem deve-se observar a distribuição do material de acordo com o Projeto Executivo, indica-se realizar primeiramente as movimentações de terra no segmento da variante, pois a pista existente foi indicada para depósito de material excedente provenientes de outros locais de escavações.

Devido às características geotécnicas dos materiais do trecho, indica-se grande parte da escavação para lançamento em aterros e para conformação do canteiro/saia do pavimento, já os materiais que não atendem as características de projeto ou excedem a necessidade dos aterros foram indicados para DME.

O início e desenvolvimento dos serviços de escavações de materiais, objetivando a implantação de segmento viário em corte, se condicionam à prévia e rigorosa observância do disposto a seguir:

As áreas a serem objeto de escavação, para efeito da implantação de segmento de corte, devem apresentar-se convenientemente desmatadas e/ou destocadas e estando o respectivo entulho devidamente removido.

As obras-de-arte correntes, previstas para execução de tais segmentos em aterro, devem estar devidamente construídas e concluídas.

As marcações do eixo e dos offsets, bem como as referências de nível (RN) relacionadas com os segmentos interferentes com os serviços, devem, após as operações de

desmatamento e destocamento, ser devidamente checadas e, se for o caso, revistas, de sorte a guardarem consonância com o Projeto Geométrico.

Os locais definidos em projeto para bota-foras e/ou praças para depósitos provisórios de materiais oriundos do corte em foco, devem estar convenientemente preparados e aptos a receberem os respectivos materiais de deposição e as operações consequentes.

A tendência para execução dos serviços para escavação de solos na área rodoviária é a utilização de escavadeiras (retroescavadeiras), conjugada com a utilização de caminhões.

O acabamento dos taludes e da plataforma, para conformá-los às cotas e configurações definidas no projeto, deve ser feito com motoniveladora.

Para recompor a remoção de solo com baixa capacidade de suporte, indica-se aquisição de material pétreo para execução dos reforços de fundações de aterros.

Observar que as operações de corte incluem o rebaixamento do greide na espessura indicada no projeto de terraplenagem, necessário à execução da camada final de terraplenagem, em operações de aterro.

Aterros

Para execução dos aterros, transportar os materiais provenientes de escavações dos offsets e empréstimos, lançar e espalhar o material em camadas (verificar espessura de acordo com camada do aterro e tipo de material). Trabalhar o material de acordo com a especificação. O material deverá ser espalhado e compactado mecanicamente, através de rolos específicos para cada material. No caso de aterros com materiais rochosos o diâmetro máximo dos blocos deve ser respeitado (2/3 da espessura da camada compactada). Obedecer à inclinação dos taludes definidas pelo projeto executivo, previamente marcados pela topografia. Para camadas finais, indica-se uso de solo local e empréstimos compactados a 100% do PN. Este material deverá receber compactação com energia e equipamentos compatíveis. As camadas compostas pelo material pétreo deverão estar rigorosamente travadas através de variação granulométrica do material. Para liberação da execução do pavimento, a última camada da camada final deverá estar aprovada nos critérios de liberação de camadas do Projeto de Pavimentação.

Caminhos de Serviço

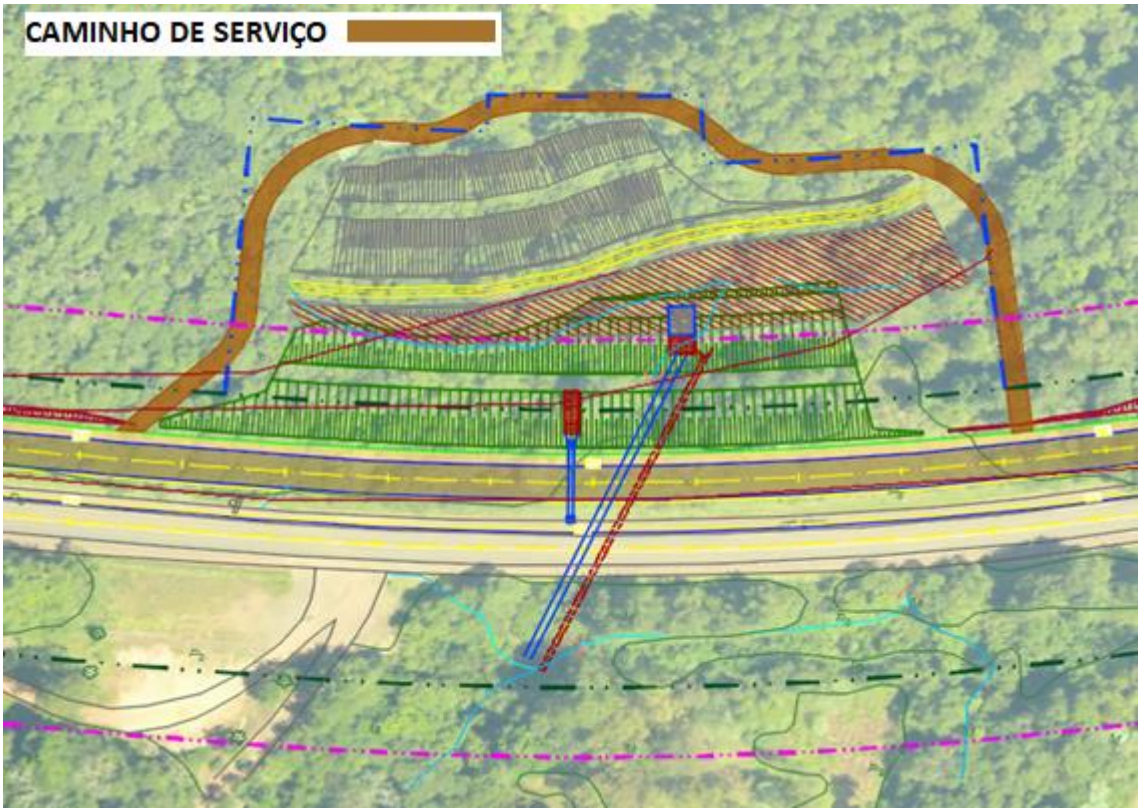
Considerando a complexidade de acesso para as execuções das obras de terraplenagem em determinados trechos da duplicação, o projeto prevê a implantação de caminhos de serviço, em caráter provisório, com o objetivo de otimizar o deslocamento de veículos e equipamento a serem utilizados nas obras.

A superfície de rolamento do caminho de serviço será composta pelo aproveitamento da camada de solo superficial presente na faixa a ser trabalhada, constituindo vias com baixo custo de execução, com mínimos movimentos de terra e constituída de uma plataforma com largura de 4 metros.

Abaixo estão indicados os trechos cujo esta intervenção considera-se necessária:

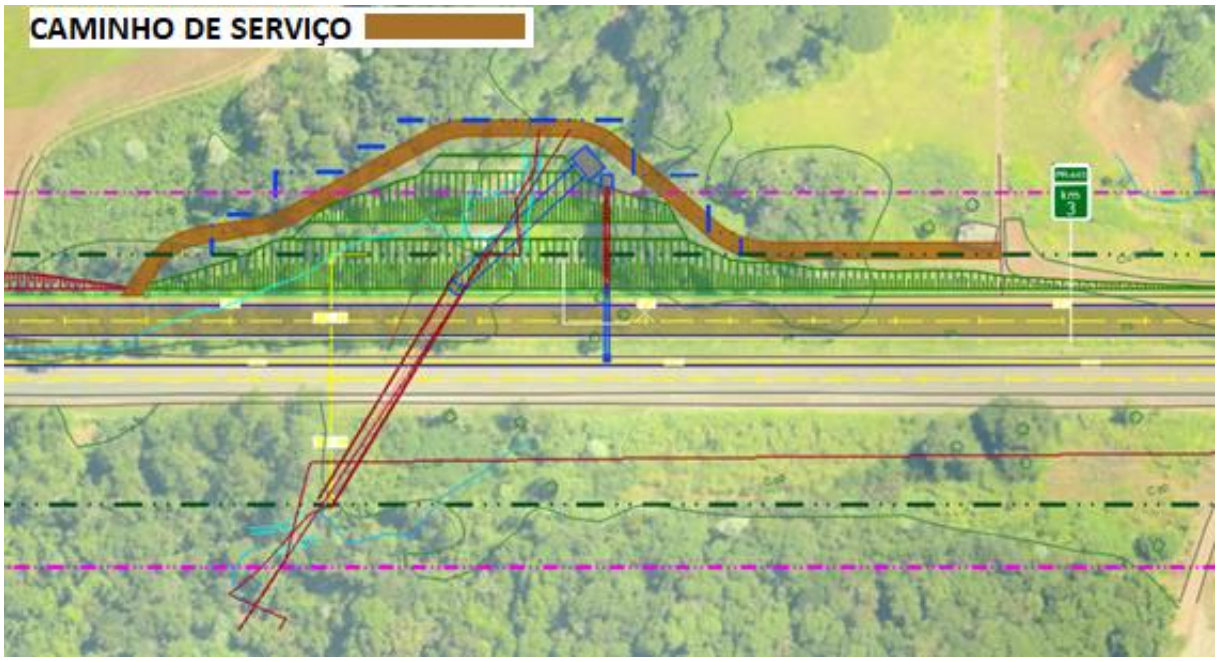
- Pista esquerda – Estaca 60+0,00 – Execução aterro e canal projetados;

Figura 47 - Caminho de Serviço Estaca 60



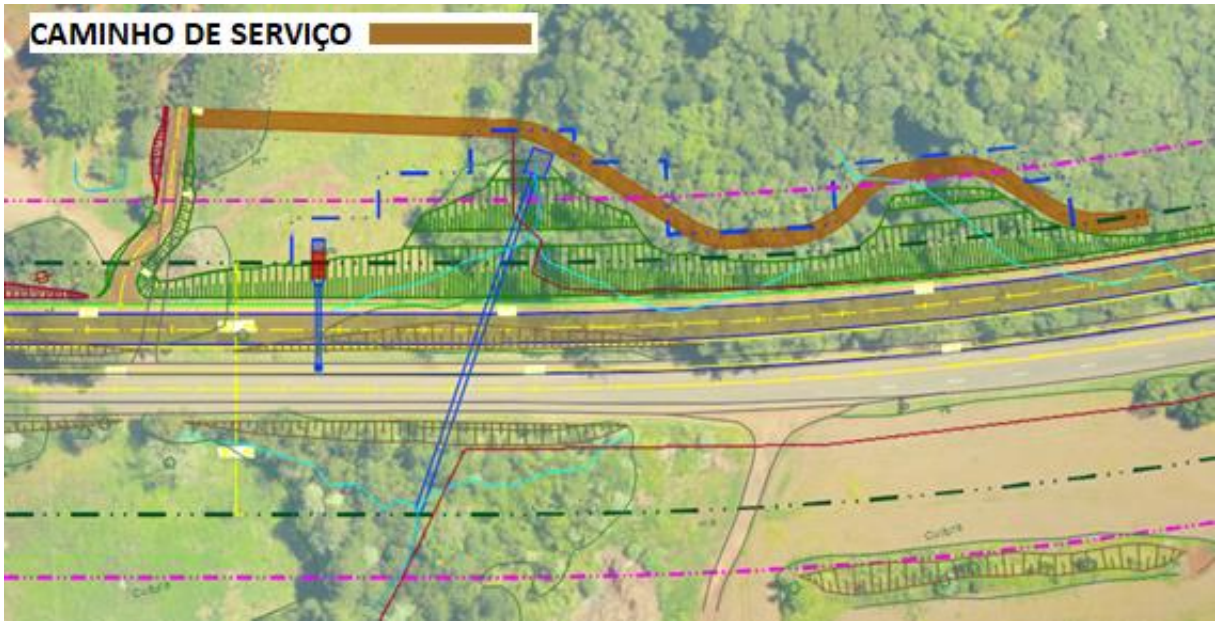
- Pista esquerda – Estaca 145+0,00 – Execução de aterro e bueiro projetados;

Figura 48 - Caminho de Serviço Estaca 145



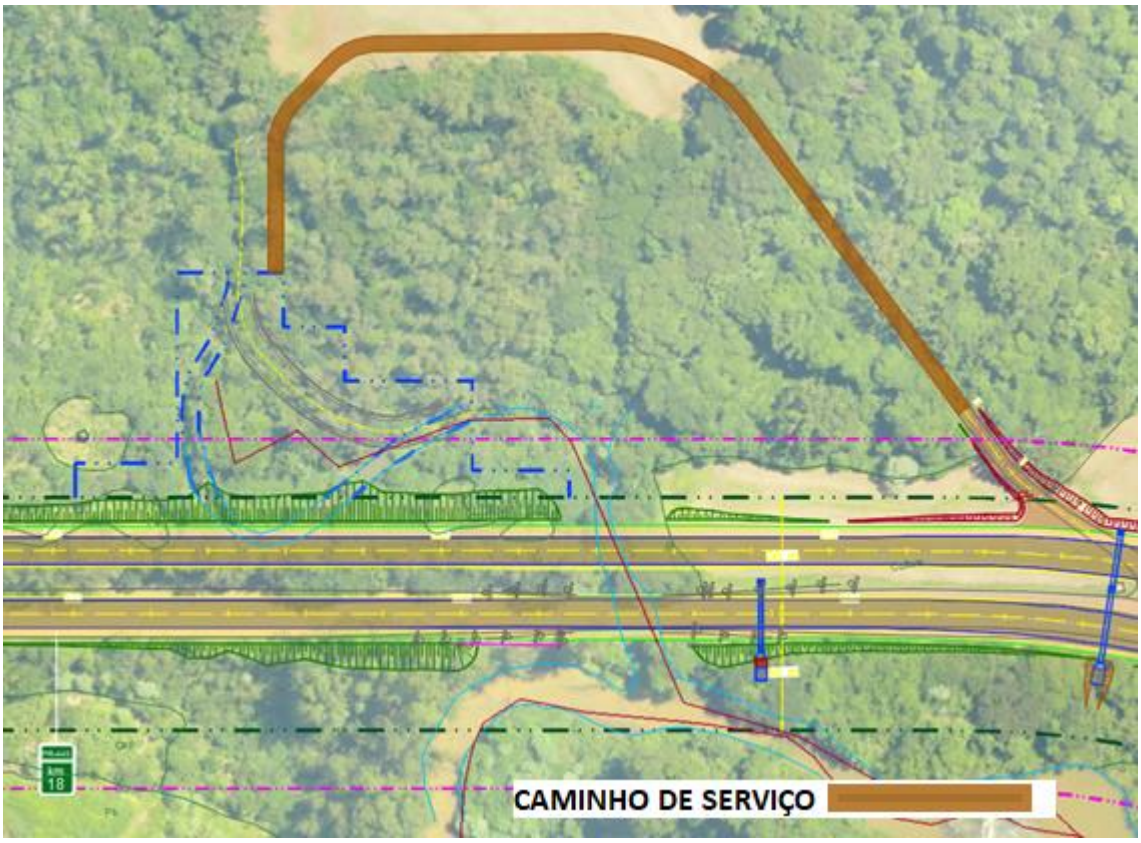
- Pista Esquerda – Estaca 175+0,00 – Execução de aterro e bueiro projetados;

Figura 49 - Caminho de Serviço Estaca 175



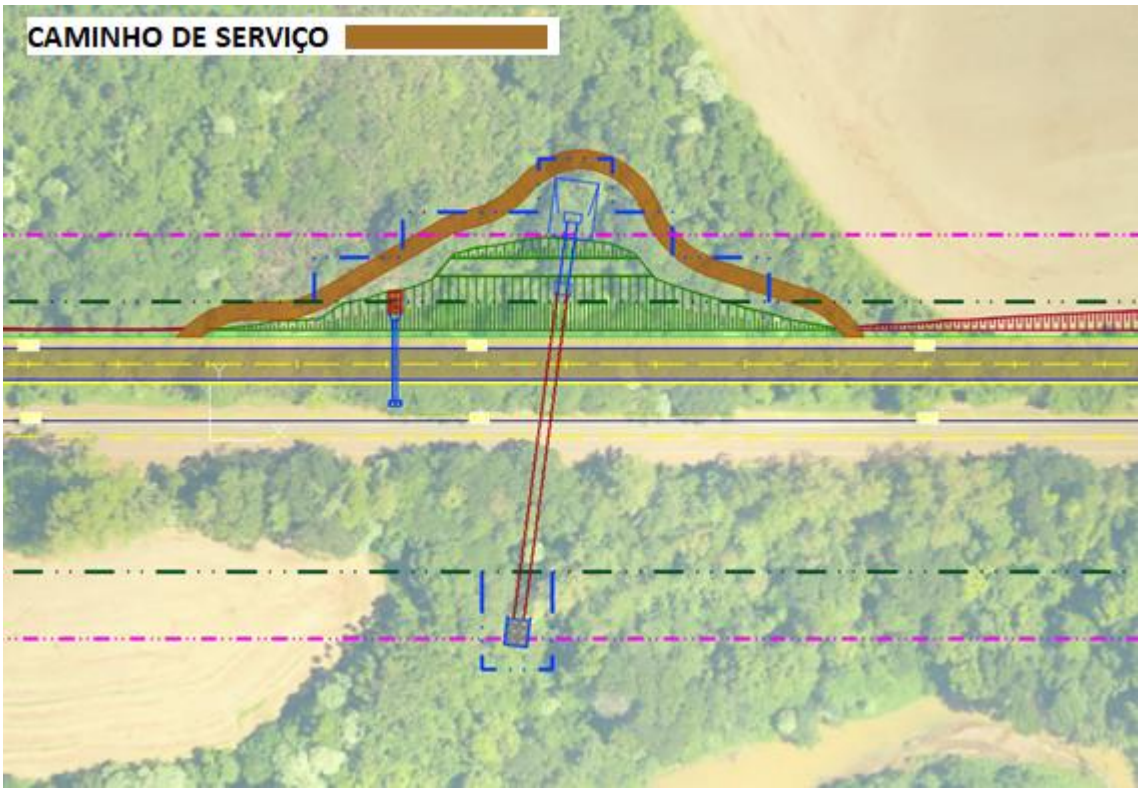
- Pista Esquerda – Estaca 900+0,00 – Obras de retificação de canal;

Figura 50 - Caminho de Serviço Estaca 900



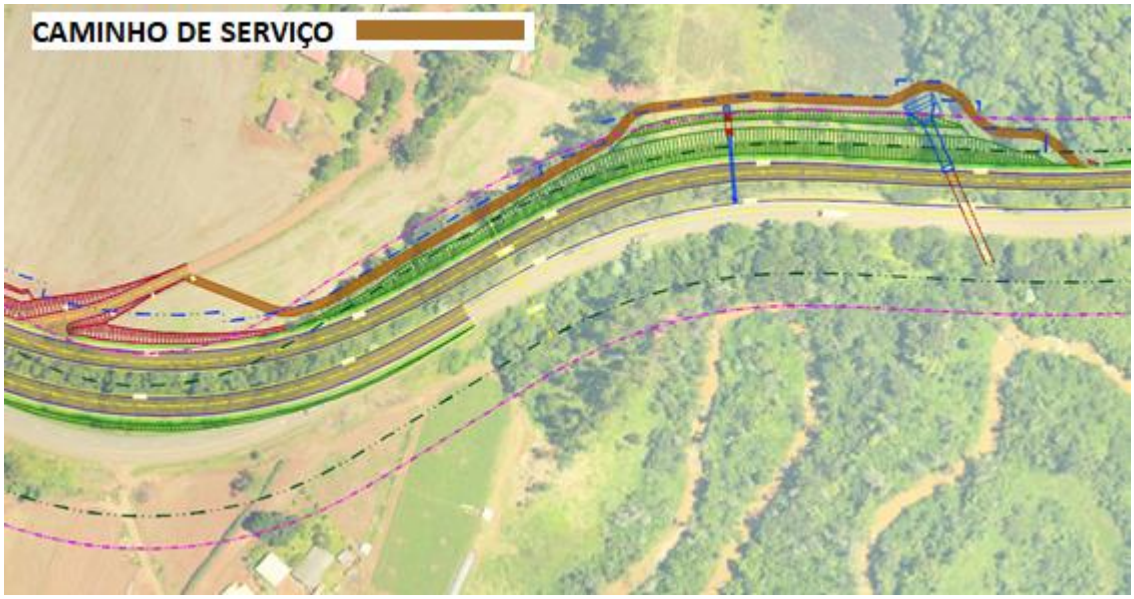
- Pista Esquerda – Estaca 960+0,00 – Execução de aterro e bueiro projetados;

Figura 51 - Caminho de Serviço Estaca 960



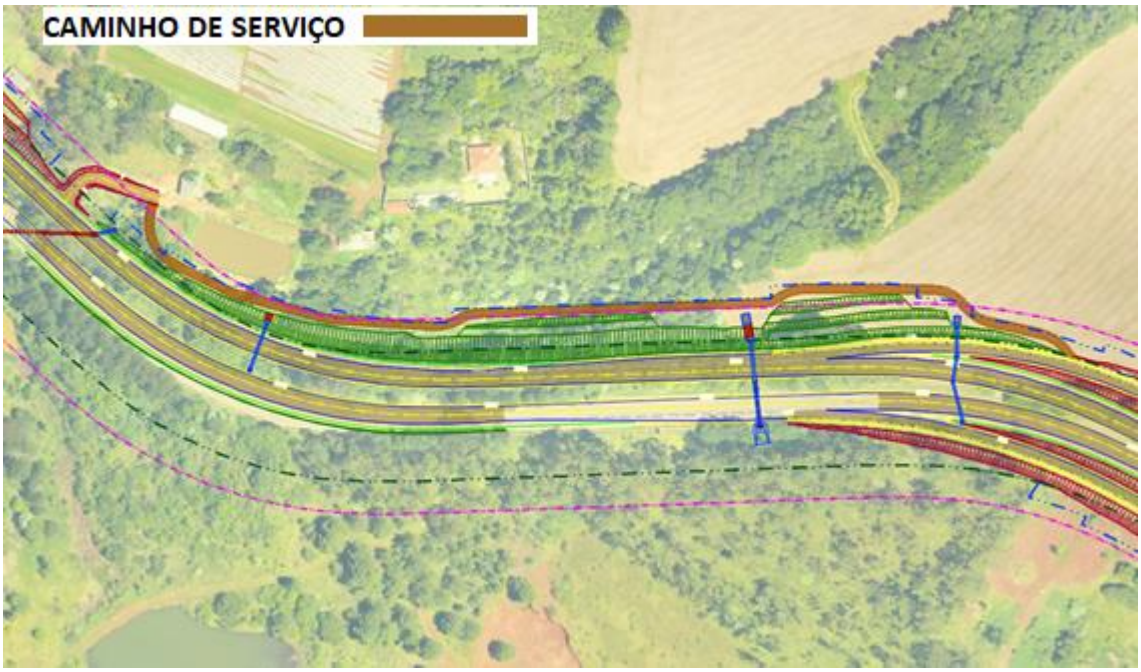
- Pista Esquerda – Estaca 1055+0,00 – Execução de aterro e bueiro projetados;

Figura 52 - Caminho de Serviço Estaca 1055



- Pista Esquerda – Estaca 1245+0,00 – Execução de aterro e bueiros projetados

Figura 53 - Caminho de Serviço Estaca 1245



6.7.3 Serviços de Drenagem

6.7.3.1 Drenagem – Bueiros de Greide

Para a execução de bueiros de greide com tubos de concreto, deve ser adotada a seguinte sistemática:

- Interrupção da sarjeta ou da canalização coletora junto ao acesso do bueiro e execução do dispositivo de transferência para o bueiro, como: caixa coletora, caixa de passagem ou outro indicado;
- Escavação em profundidade que comporte o bueiro selecionado, garantindo inclusive o recobrimento da canalização;
- Compactação do berço do bueiro, de forma a garantir a estabilidade da fundação e a declividade longitudinal indicada;
- Execução da porção inferior do berço com concreto de resistência fck min> 15 MPa, com a espessura de 10 cm;

- Colocação, assentamento e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4, em massa;

- Complementação do envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo à geometria prevista no projeto, e posterior reaterro com recobrimento mínimo de 0,60m acima da geratriz superior da canalização.

Bueiros de Talvegue

Para bueiros tubulares de concreto, instalados no fundo de grotas, recomendam-se as seguintes etapas executivas:

- Locação da obra de acordo com o projeto executivo de cada obra;

- A locação deve ser feita por instrumentação topográfica, após desmatamento e regularização do fundo do talvegue;

- Após a regularização do fundo da grota, antes da concretagem do berço, locar a obra com a instalação de réguas e gabaritos, que permitirão materializar no local, as indicações de alinhamento, profundidade e declividade do bueiro;

- O espaçamento máximo entre réguas deve ser de 5 m, permissíveis pequenos ajustamentos das obras, definidos pelas Notas de Serviço, garantindo adequação ao terreno;

- A escavação das cavas deve ser feita em profundidade que comporte a execução do berço, adequada ao bueiro selecionado, por processo mecânico ou manual;

- A largura da cava deve ser superior à do berço em, pelo menos, 30 cm para cada lado, de modo a garantir a implantação de fôrmas nas dimensões exigidas;

- Havendo necessidade de aterro para alcançar a cota de assentamento, o lançamento, sem queda, do material deve ser feito em camadas, com espessura máxima de 15 cm;

- Deve ser exigida a compactação mecânica por compactadores manuais, placa vibratória ou compactador de impacto para garantir o grau de compactação satisfatório e a uniformidade de apoio para a execução do berço;

- Após atingir o grau de compactação adequado, instalar fôrmas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência fckmin> 15 MPa, com a espessura de 10 cm;

- Somente após a concretagem, acabamento e cura do berço, devem ser feitos a colocação, assentamento e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4, em massa;

- A complementação do berço compreende o envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo à geometria prevista no projeto-tipo e posterior reaterro, com recobrimento mínimo de 0,60m, acima da geratriz superior da canalização em relação a plataforma de terraplenagem.

6.7.3.2 Drenagem Superficial

Seguir as notas de serviço constantes do Projeto de Execução para a execução dos serviços de Drenagem Superficial. As valas de proteção, tanto de corte como de aterro, poderão ser executadas logo após a complementação dos serviços de terraplenagem nos trechos considerados. Já as sarjetas indicadas para o canteiro central e para os bordos da plataforma, deverão ser executadas após os serviços de conformação do canteiro e de pavimentação da pista, respectivamente.

A execução das sarjetas deverá, sempre, levar em consideração o sentido de escoamento e os locais de saída (junto ao terreno natural, em descidas d'água ou em caixas coletoras) constantes das notas de serviço, tomando-se sempre o cuidado de impedir a formação de pontos baixos intermediários que possam vir a ser locais de acúmulo de água.

As sarjetas e valetas revestidas de concreto podem ser moldadas —in loco ou pré-moldadas, atendendo ao disposto no projeto ou em consequência de imposições construtivas. A execução das sarjetas de corte deve ser iniciada após a conclusão de

todas as operações de pavimentação, que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma, cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las.

No caso de banquetas de escalonamentos e valetas de proteção, quando revestidas, as sarjetas devem ser executadas logo após a conclusão das operações de terraplanagem, precedendo a operação de plantio ou colocação de revestimento dos taludes.

O preparo e a regularização da superfície de assentamento devem ser executados com operação manual, envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para cada dispositivo.

No caso de valetas de proteção de aterros ou cortes, admite-se, opcionalmente, a associação de operações manual e mecânica, mediante emprego de lâmina de motoniveladora, pá carregadeira equipada com retroescavadeira ou valetadeira adequadamente dimensionada para o trabalho.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas devem ser os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação, no caso de sarjetas de corte.

Em qualquer condição, a superfície de assentamento deve ser compactada, de modo a resultar uma base firme e bem desempenada.

Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento devem ser destinados a bota-fora, cuja localização deve ser definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para as valetas, os materiais escavados devem ser aproveitados na execução de uma banqueta de material energicamente compactado junto à borda de jusante da valeta de proteção do corte, ou de modo a conformar o terreno do aterro, na região situada entre a borda de jusante da valeta de proteção e o offset do aterro.

Para marcação da localização das valetas devem ser implantados gabaritos constituídos de guias de madeira, servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3,0 m, no máximo.

A concretagem deve envolver um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados.

O espalhamento e acabamento do concreto devem ser feitos mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial, de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes, permite a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida.

A retirada das guias dos segmentos concretados deve ser feita logo após constatar-se o início do processo de cura do concreto.

O espalhamento e acabamento do concreto dos segmentos intermediários devem ser feitos com apoio da régua de desempeno, no próprio concreto dos trechos adjacentes.

A cada segmento, com extensão máxima de 12,0 m, deve ser executada uma junta de dilatação, preenchida com argamassa asfáltica.

Quando especificado no projeto, deve ser aplicado revestimento vegetal, de forma a complementar o acabamento do material apiloado contíguo ao dispositivo.

As saídas d'água das sarjetas devem ser executadas de forma idêntica às próprias sarjetas, sendo prolongadas por cerca de 10 m, a partir do final do corte, com deflexão que propicie o seu afastamento da borda da plataforma (bigodes).

Esta extensão deve ser ajustada às condições locais, de modo a evitar os efeitos destrutivos de erosão.

O concreto utilizado, no caso de dispositivos revestidos, deve ser preparado em betoneira, com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar trabalhabilidade, e em quantidade suficiente para o uso imediato, não sendo permitida a sua redosagem.

A execução de sarjetas e valetas com revestimento vegetal deve ser iniciada com o preparo e a regularização da superfície de assentamento, seguindo-se as mesmas prescrições apresentadas para os dispositivos com revestimento de concreto.

A disposição do material escavado deve atender, igualmente, ao disposto para sarjetas e valetas revestidas de concreto.

Concluída a regularização da superfície de assentamento e verificadas as condições de escoamento, deve ser aplicada camada de terra vegetal, previamente selecionada e adubada, de modo a facilitar a germinação da grama.

As leivas selecionadas devem ser então, colocadas sobre a camada de terra vegetal e compactadas com soquetes de madeira, recomendando-se o emprego de gramíneas de porte baixo, de sistema radicular profundo e abundante, nativas da região, e podadas rentes, antes de sua extração.

O revestimento vegetal aplicado deve ser periodicamente irrigado, até constatar-se a sua efetiva fixação nas superfícies recobertas.

Durante o período remanescente da obra, deve ficar a cargo da executora a recomposição de eventuais falhas em que não tenha sido bem sucedido o plantio, ou em locais onde se tenha constatado a danificação do revestimento vegetal aplicado.

6.7.3.3 Drenagem Profunda

Seguir as indicações constantes do projeto, quanto à localização prevista para os drenos profundos. A execução destes serviços deverá se dar logo após a conclusão das atividades de terraplenagem nos locais de implantação. Todos os materiais a empregar deverão estar de acordo com as respectivas especificações de serviço.

As valas devem ser escavadas de acordo com a largura, o alinhamento e as cotas indicados no projeto.

Os tubos de tipo e dimensões requeridas devem ser assentados em berços, adequadamente compactados e acabados, de modo a serem preservadas as cotas de projeto, perfeitamente estáveis para o carregamento previsto.

O material de envolvimento dos drenos deve ser firmemente adensado, adotando-se compactador vibratório, de modo a garantir a imobilidade dos tubos, as espessuras das camadas e a perfeita graduação granulométrica dos materiais drenante e filtrante.

As juntas da ponta e da bolsa devem ser colocadas, de modo que as bolsas fiquem voltadas para o lado ascendente da declividade.

6.7.4 Serviços de Pavimentação

Na sequência apresentam-se as particularidades para os serviços utilizados na pavimentação.

Regularização do Subleito

É o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 0,20 m, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é DER/PR ES-P 01/05 e deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

Os materiais empregados na regularização do subleito deverão apresentar características iguais ou superiores às especificadas para a camada final de terraplenagem.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de regularização:

a) Motoniveladora pesada, com escarificador;

b) Caminhão-tanque irrigador;

c) Rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado;

d) Pá-carregadeira;

e) Caminhão basculante.

Inicialmente é procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, para na sequência iniciar a escarificação geral da superfície, com profundidade de até 0,2m abaixo da plataforma de projeto. O material espalhado é pulverizado, homogeneizado, mediante ação combinada da grade de discos e da motoniveladora. Estas operações devem prosseguir até que o material se apresente visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões.

Previamente à compactação verifica-se o teor de umidade dos materiais, corrigindo-o se necessário. No caso de a umidade estar abaixo do limite mínimo especificado, deve-se umedecer a camada, através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de

umidade exceder o limite superior especificado, o material deve ser aerado, mediante ação conjunta da grade de disco e da motoniveladora.

Concluída a correção da umidade, inicia-se a compactação utilizando o equipamento compatível com o tipo de material.

6.7.5 Serviços de Sinalização e Dispositivos de Segurança

6.7.5.1 Sinalização Horizontal

- **Execução**

a) A fase de execução engloba as etapas de limpeza do pavimento, pré-marcação e pintura.

b) A limpeza deve ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento.

c) A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos locados pela equipe de pré-marcação, através dos quais o operador da máquina irá se guiar para a aplicação do material. A locação deve ser feita com base no projeto de sinalização, que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

d) A pintura consiste na aplicação do material por equipamento adequados, de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização.

e) As tintas devem ser misturadas, de forma a garantir a boa homogeneidade do material.

f) As microesferas de vidro devem ser adicionadas à tinta quando da sua aplicação, na proporção determinada pelo fabricante. Pode ser adicionado solvente compatível com a tinta, na proporção máxima de 5 % (cinco por cento), em volume, para ajuste da viscosidade.

g) O termoplástico deve ser fundido a uma temperatura entre 180ºC e 200ºC e agitado permanentemente para obter uma consistência uniforme durante a aplicação.

h) A aplicação dos materiais só deverá ser realizada quando a temperatura da superfície da via estiver entre 5ºC e 40ºc.

➢ **Considerações gerais**

A durabilidade da sinalização horizontal é comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, no entanto, transmite informações e advertências ao motorista sem que este desvie a atenção da rodovia.

Outro aspecto a ser ressaltado é a função orientadora para o tráfego noturno, fornecendo aos usuários a delimitação da faixa de rolamento, sem as quais se torna difícil visualizar o próprio corpo estradal, razão pela qual, segmentos novos de pista ou recapeamento jamais devem ser liberados ao tráfego sem que antes tenha sido implantada a sinalização horizontal.

O emprego dos materiais, na sinalização horizontal, deve estar de acordo com normas da ABNT para tintas e dispositivos auxiliares (tachas e elementos refletivos).

6.7.5.2 Sinalização Vertical

Para a execução da sinalização vertical deve ser adotada a seguinte sistemática:

➢ **Insumos**

a) Placas e Painéis

Conforme especificado em projeto.

b) Retrorrefletividades

A película refletiva deverá ser resistente a intempéries e proporcionar visibilidade, tanto à luz diurna como à noite, sob luz refletidas.

c) Suportes

Conforme especificado em projeto.

➢ **Posicionamento**

a) Quanto ao ângulo em relação à pista:

Os sinais verticais, quando colocados na rodovia, devem formar um ângulo de 93º a 95º em relação ao eixo longitudinal da via.

Analogamente, os sinais suspensos devem ter os painéis posicionados de maneira a formar um ângulo de 3º a 5º (três a cinco graus) com a vertical.

b) Quanto à altura até a parte inferior da placa:

As placas colocadas ao lado da pista devem ficar a uma altura de 1,20m do bordo da pista. Já as placas suspensas devem respeitar o gabarito rodoviário conforme definido em projeto

c) Quanto ao afastamento da placa e do suporte da placa em relação ao bordo as pistas:

Para placas no chão: 1,20m contatos a partir da projeção da placa.

- **Equipamentos**

Os equipamentos utilizados na implantação da sinalização vertical deverá ser:

a) Trado, para escavação no local dos suportes;

b) Caminhão plataforma, para fixação das placas suspensas;

c) Caminhão guindauto, para manejar os suportes de placas suspensas;

d) Betoneira, para confecção das sapatas em concreto das estruturas de sustentação das placas suspensas;

e) Cone de sinalização para proteger a área de trabalho na pista.

- **Execução**

a) Inicialmente deve ser feito o levantamento da área para verificação das condições do local de implantação das placas. Posteriormente, as atividades descritas nas subseções seguintes;

b) Limpeza do local, de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado;

c) Marcação da localização dos dispositivos a serem implantados, de acordo com o projeto de sinalização;

d) Distribuição das placas nos pontos já localizados anteriormente;

e) Escavação da área para fixação dos suportes;

f) Preparação da sapata ou base, em concreto de cimento Portland, para recebimento dos suportes das estruturas de sustentação das placas que assim o exigirem;

g) Fixação das placas ou módulos de painéis aos suportes e às travessas, através de braçadeiras, parafusos, arruelas, porcas e contra porcas;

h) Implantação da placa, de forma que os suportes fixados mantenham rigidez e posição permanente e apropriada, evitando que balancem, girem ou sejam deslocados;

i) Implantação das placas ou painéis suspensos deve contar com a utilização de caminhão plataforma. Durante a implantação o trânsito deve ser desviado, com o auxílio de cones ou qualquer dispositivo adequado para esta finalidade.

Qualquer interferência do projeto de sinalização com rede de distribuição de concessionária deve ser imediatamente comunicada à fiscalização.

- **Considerações gerais**

O emprego dos materiais, na sinalização vertical, deve estar de acordo com normas da ABNT para chapas, películas e estruturas de sustentação (suportes metálicos, suportes de madeira, pórticos e semi-pórticos).

6.7.5.3 Defensa metálica

- **Execução**

a) Todas as peças da defensa devem ser dimensionadas com estrita observância à uniformidade e facilidade de montagem;

b) O transporte e armazenamento das peças da defensa deverão ser efetuados de modo a não provocarem danos ao revestimento da rodovia;

c) Os componentes das defensas não podem apresentar arestas ou cantos vivos voltados contra o fluxo de tráfego. Os elementos de fixação devem estar atrás das

lâminas e se, ainda assim, houver possibilidade de atingir pessoas e veículos, devem ter suas formas baixas e arredondadas;

d) Os postes das defensas devem ser enterrados 1.100 mm ± 10 mm, em aterro compactado. No caso de fixação em taludes, ou terrenos muito ondulados, os postes devem ter comprimento compatível com esta exigência;

e) As defensas metálicas devem ter os postes cravados no solo, por processo de percussão, assegurando um adequado atrito lateral. Em extensões pequenas (menores de 300 m) e isoladas de defensas, pode se admitir a implantação através de abertura de buracos no solo, com posterior enchimento de concreto.

- **Considerações gerais**

As defensas devem ser instaladas, de preferência, paralelamente à diretriz da pista.

6.7.5.4 Barreira de concreto

- **Execução**

As barreiras de concreto devem atender aos requisitos da norma ABNT NBR 14885:2016 e ABNT NBR 14931:2004, podendo ser usada a moldagem in loco ou a pré-moldagem:

A moldagem in loco pode ser executada por meio de fôrmas fixas ou deslizantes (moldagem contínua).

No caso de peças pré-moldadas, estas devem ter comprimento mínimo de 3,0 m, para ambos os casos de barreira de face dupla e de face simples. O perfil transversal pode ser moldado integralmente ou em partes.

No caso de moldagem em partes, as peças devem ser solidarizadas entre si, observando-se os requisitos desta norma ABNT NBR 14885:2016, no que se refere ao adensamento do concreto;

O perfil a ser adotado deve ser o denominado New Jersey;

As aberturas devidas a disposições construtivas, tais como fendas ou sulcos, bem como espaçamentos ou folgas entre peças pré-moldadas, não devem ser maiores do que 50 mm;

O eixo de referência do perfil da barreira deve permanecer na posição vertical para declividades transversais da pista até 10%. Para superelevações maiores, o eixo de referência do perfil deve ser normal ao plano do pavimento, em todo o trecho com superelevação;

As juntas das barreiras devem ser coincidentes com as juntas do pavimento, quando este for placa de concreto. No caso de barreiras moldadas in loco, devem ser previstas juntas de retração do tipo seção enfraquecida, a cada 6,00 m, com largura máxima de 10 mm e profundidade de 30 mm a 50 mm, em todo o contorno do perfil. No caso de barreiras moldadas in loco, devem ser feitas juntas de dilatação espaçadas de 30,0 m, com abertura de 3 cm, a menos que o projeto indique outro espaçamento. Quando houver interrupção de concretagem, é obrigatória a execução de juntas de construção, dotadas de dispositivos de transferência de esforços laterais, a fim de assegurar a continuidade da armadura.

- **Considerações gerais**

As superfícies de deslizamento da barreira não devem apresentar saliências ou reentrâncias maiores do que 10 mm, quando verificadas em extensão de 3 m. O concreto das barreiras moldadas in loco deve ser curado com emprego de produto de cura química, formador de película plástica, com taxa mínima de aplicação igual a 250 ml/m², logo após as operações de acabamento superficial, ou por procedimento equivalente, capaz de evitar a perda de água do concreto, sem danificar a superfície recém-executada. Eventuais defeitos oriundos de execução das barreiras, como abatimento de bordas, fissuras, desnivelamentos, cavidades e depressões, por exemplo, devem ser corrigidos prontamente.

6.7.6 Serviços de Paisagismo e Obras Complementares

6.7.6.1 Revestimento Vegetal

O revestimento vegetal será executado por hidrossemeadura ou enleivamento, de acordo com o indicado em projeto, e deve seguir a especificação que constam no documento ES-OC 15/05 – Especificação de Serviços Rodoviários – Obras Complementares: Proteção Vegetal.

a) Hidrossemeadura

De acordo com a normativa, o plantio deve se processar por meio de sulcos construídos nos taludes, nos quais se devem plantar sementes pela aspersão de hidrossemeadura.

A seguinte sequência executiva é recomendada:

- Preparo do terreno – limpeza, regularização e nivelamento da superfície;
- “Picoteamento” manual, para proporcionar maior fixação do adubo e sementes ao solo;
- Preparo da solução - a solução é preparada no caminhão pipa espargidor, contendo os seguintes materiais:

  - Fertilizantes e adubos de acordo com o padrão estabelecido,

  - Sementes de acordo com a seleção planejada,

  - “Mulch” constituído de serragem de madeira, palha de arroz, na razão de 3 toneladas/há, e

  - Adesivo;
- Aplicação da solução - a solução preparada no caminhão pipa espargidor deve ser continuamente agitada durante a operação e distribuída homogeneamente em toda a superfície.

b) Enleivamento

As placas de gramíneas deverão ser de espécie vegetal adequada a região.

A seguinte sequência executiva é recomendada:

- Preparo do terreno – limpeza, regularização e nivelamento da superfície;
- Aplicação de fertilizantes e corretivos, na área regularizada, de acordo com o padrão estabelecido;
- Plantio das placas de leivas/grama e sua fixação no solo com o auxílio estacas de madeira.

Após a implantação, a irrigação e manutenção deverá ser executada em todas as áreas que receberam revestimento vegetal, sejam por hidrossemeadura ou enleivamento:

- Irrigação – As áreas devem ser irrigadas com a quantidade de 10 litros/m² em intervalo de cinco dias até a germinação das sementes, em forma de chuvisco leve e nas horas amenas do dia;
- Manutenção – para manutenção da vegetação deve ser feita a adubação de cobertura após 6 meses da semeadura, com a aplicação de 50 kg/ha de fósforo e 25kg/ha de potássio, manualmente, a lanço ou com adubadeira tipo costal. Pode ser aplicada também a adubação foliar líquida, com diluição dos fertilizantes em água.

6.7.6.2 Cercas

As especificações e sistemática para a execução de cercas, nos locais indicados em projeto, constam no documento ES-OC 11/18 – Especificação de Serviços Rodoviários – Obras Complementares: Cercas.

- **Insumos**

a) Mourões de concreto

Atender as especificações, dimensões e requisitos da Norma ABNT NBR 7176.

b) Arame farpado

Atender as especificações e características conforme as Normas ABNT 6317, ABNT 6347 e DNER-EM 366.

- **Execução**

A seguinte sequência executiva é recomendada:

- A localização da cerca de arame farpado deve ser definida por meio de locação topográfica, delimitando a faixa de domínio;
- Para a implantação de uma cerca, deve ser feita a limpeza de uma faixa de terreno de 2,00 m de largura, para possibilitar sua execução e conservação, bem como

proteção contra fogo. A limpeza deve consistir de desmatamento e destocamento, para resultar em uma faixa para sua implantação;

- As cavas para o assentamento dos mourões devem ser executadas de acordo com as dimensões definidas no projeto;
- Os mourões devem ser alinhados e aprumados e o reaterro de suas fundações compactado, de modo a não sofrerem deslocamento;
- A fixação dos arames farpados nos mourões será por meio de grampos de aço zincado ou de braçadeiras de arame liso de aço zincado nº 14 ou, ainda, eventualmente, por outros processos indicados no projeto;
- Durante o esticamento dos fios, os mourões esticadores devem ser escorados;
- Os mourões de suporte de concreto devem ter espaçamento de 2,50 m;
- Os mourões esticadores de concreto devem ser cravados no terreno a cada 50,0 m e nos pontos de mudança dos alinhamentos horizontal e/ou vertical da cerca;
- Cada mourão esticador deve ser apoiado por dois mourões de escora.

6.7.6.3 Calçadas em concreto

➢ **Requisitos**

a) Concreto convencional, moldado in loco, resistência à compressão do concreto fck≥20MPa, com espessura de 8cm;

b) Lastro de brita com espessura de 10cm;

c) Dimensões conforme projeto;

d) Declividade transversal de 2%, no sentido da via.

➢ **Sequência executiva:**

A execução das calçadas só poderá ser realizada após a implantação dos meios-fios.

- Nivelamento e compactação do subleito;
- Instalação das formas de madeira;

- Colocação da base/lastro de brita;
- Lançamento, espalhamento e nivelamento (sarrafeamento) do concreto, produzido em central ou na própria obra;
- Desempeno do concreto;
- Execução das juntas a cada 2 metros;
- Cura (hidratação) do concreto por pelo menos 7 dias.

Dependendo das condições climáticas, especialmente quando as temperaturas forem elevadas, a cura do concreto pode ser estendida até 28 dias.

6.8 QUADRO DE QUANTIDADES E SERVIÇOS

Trecho	:	Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville
Subtrecho	:	km 0+000 ao km 26+800
Município(s)	:	Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina
Extensão	:	26,800 km

01 - TERRAPLENAGEM		
Descrição do Serviço	**Unid.**	**Quantidade**
Carga e transp. de material de limpeza	m3	172.286,400
Compactação de aterros 95% PN (A)	m3	366.583,600
Compactação de aterros em 2a. cat.	m3	8.369,600
Compactação de aterros 100% PN (A)	m3	289.846,900
Corte/limpeza, classificação, enleiramento, carga e transporte de árvores (volume estéreo) DMT=70km	m3	1.321,550
Desmatamento e limpeza diam. até 30cm	m2	915.632,000
Destocamento árvores diam. > 30cm	ud	7.711,000
Esc. carga e transp. 1a. cat. 0-200m	m3	192.127,300
Esc. carga e transp. 1a. cat. 200-400m	m3	163.191,000
Esc. carga e transp. 1a. cat. 400-600m	m3	140.082,590
Esc. carga e transp. 1a. cat. 600-800m	m3	150.131,540
Esc. carga e transp. 1a. cat. 800-1000m	m3	105.593,810
Esc. carga e transp. 1a. cat. 1000-1200m	m3	63.977,360
Esc. carga e transp. 1a. cat. 1200-1400m	m3	51.512,060
Esc. carga e transp. 1a. cat. 1400-1600m	m3	74.754,500
Esc. carga e transp. 1a. cat. 1600-2000m	m3	112.371,130
Esc. carga e transp. 1a. cat. 2000-3000m	m3	101.911,060
Esc. carga e transp. 1a. cat. 3000-4000m	m3	77.030,000
Esc. carga e transp. 1a. cat. 4000-5000m	m3	84.019,720
Esc. carga e transp. 1a. cat. 5000-6000m	m3	33.103,910
Esc. carga e transp. 1a. cat. 6000-8000m	m3	116.644,160
Esc. carga e transp. 1a. cat. 8000-10000m	m3	20.687,750
Esc. carga e transp. 1a. cat 10000 - 14000m	m3	86.979,110

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville		
Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800		
Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina		
Extensão : 26,800 km		
Esc. carga e transp. 1a. cat. 14000-18000m	m3	62.537,380
Esc. carga e transp. 2a. cat. 0-200m	m3	42.604,300
Esc. carga e transp. 2a. cat. 200-400m	m3	6.587,400
Esc. carga e transp. 2a. cat. 600-800m	m3	175,600
Esc. carga e transp. 2a. cat. 1200-1400m	m3	442,400
Esc. carga e transp. 2a. cat. 1400-1600m	m3	3.253,600
Esc. carga e transp. 2a. cat. 2000-3000m	m3	4.989,400
Esc. carga e transp. 2a. cat. 3000-4000m	m3	1.792,800
Esc. carga e transp. 3a. cat. 0-200m	m3	24.387,900
Esc. carga e transp. 3a. cat. 800-1000m	m3	81,200
Esc. carga e transp. 3a. cat. 1200-1400m	m3	10.570,000
Esgotamento de água em escavação	h	346,120
Espalhamento e conformação de bota-fora	m3	818.741,700
Preenchimento de rebaixo com rachão britado e brita inclusive compactação visual	m3	6.763,600
Preenchimento rebaixo c/ brita	m3	8.166,500
Remoção de solos moles	m3	2.206,810
Revestimento primário com Bica Corrida	m3	836,820

01.01 - Escavações e aterros para elementos de drenagem

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Compactação de aterros 95% PN (A)	m3	17.659,490

02 - PAVIMENTAÇÃO

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Brita graduada 100% PI	m3	53.250,650
C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto	t	60.036,710
Contenção lateral com solo local	m3	39.265,800
Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão	m2	351.086,100
Macadame seco britado preenchido c/pó de pedra	m3	96.954,030
Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão	m2	653.371,400
Regularização compac.subleito 100% PN (A)	m2	390.544,500

02.01 - Restauração da pista existente

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Brita graduada 100% PI	m3	7.828,450
Brita graduada 100% PI (mecânica) para remendo profundo	m3	753,200
C.B.U.Q. c/asfalto modificado por polímero, excl. fornec. asfalto	t	41.378,260
C.B.U.Q. excl. fornec. do CAP (até 10.000 t)	t	7.081,640

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
C.B.U.Q. p/fechamento de remendo (mecânico), excl. fornec. do CAP	t	1.146,220
Demolição mecânica de pavimento	m3	25.868,290
Fresagem descontínua a frio	m3	71,970
Imprimação impermeab. exclusive fornecimento da emulsão	m2	58.958,820
Macadame seco britado preenchido c/pó de pedra	m3	19.774,980
Pintura de ligação excl. fornec. da emulsão	m2	516.577,200
Regularização compac.subleito 100% PN (A)	m2	63.349,380

03 - DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Boca de BDTC 1,00m	ud	1,000
Boca de BDTC 1,20m	ud	2,000
Boca de BSTC 0,60m	ud	4,000
Boca de BSTC 0,80m	ud	70,000
Boca de BSTC 1,00m	ud	13,000
Boca de BSTC 1,20m	ud	4,000
Boca de BSTC 1,50m	ud	1,000
Bueiro metálico MP-100 circular e=2,0mm	kg	6.991,600
Bueiro metálico MP-100 circular e=3,4mm	kg	1.816,400
Bueiro metálico MP-152 circular e=3,4mm	kg	15.471,000
Corpo de BDTC 1,00m com berço	m	16,900
Corpo de BDTC 1,20m com berço	m	40,300
Corpo de BSTC 0,40m com berço	m	63,900
Corpo de BSTC 0,60m com berço	m	470,900
Corpo de BSTC 0,80m com berço	m	2.099,700
Corpo de BSTC 1,00m com berço	m	556,100
Corpo de BSTC 1,20m com berço	m	148,000
Corpo de BSTC 1,50m com berço	m	58,200
Demolição de concreto armado	m3	52,380
Demolição de concreto simples	m3	1.075,100
Escavação de bueiros em 1a. cat.	m3	18.045,430
Limpeza de sarjeta	m	2.878,000
Limpeza e desobstrução de bueiros simples	m	567,000
Meio fio de concreto tipo 1 (pré-moldado)	m	2.621,000
Meio fio de concreto tipo 3 (executado c/ extrusora)	m	23,700
Meio fio de concreto tipo 6 (executado c/ extrusora)	m	82,000
Meio fio de concreto tipo 6 (pré-moldado)	m	127,000
Meio fio de concreto tipo 9A (executado c/ extrusora)	m	115,000
Meio fio de concreto tipo 9A (pré-moldado)	m	203,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville		
Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800		
Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina		
Extensão : 26,800 km		
Reaterro e apiloamento mecânico	m3	43.410,130
Remoção de bueiro 0,60m	m	102,270
Remoção de bueiro 0,80m	m	41,390
Remoção de bueiro 1,00m	m	4,430
Remoção de bueiro 1,20m	m	370,000
Sarjeta trapezoidal concreto - tipo 3	m	502,800
Sarjeta trapezoidal concreto - tipo 4	m	4.535,000
Sarjeta triangular concreto - tipo 1	m	34.797,000
Valeta concreto proteção aterro - tipo 5A	m	1.045,000
Valeta concreto proteção aterro - tipo 6A	m	450,000
Valeta concreto proteção aterro - tipo 7A	m	4.681,000
Valeta concreto proteção aterro - tipo 8A	m	274,000
Valeta concreto proteção corte - tipo 5A	m	5.774,000
Valeta concreto proteção corte - tipo 7A	m	9.420,000
Valeta concreto proteção corte - tipo 8A	m	1.517,000

03.01 - Dreno sub superficial 40x40 cm com tubo PEAD 150mm, geotêxtil (GNT) e brita conforme projeto

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Escavação valas de drenagem 1a. cat.	m3	1.968,760
Fornecimento e coloc. tubo perfurado PEAD p/dreno ø=150mm	m	12.304,750
Fornecimento e colocação geotextil n/tecido(GNT)	m2	23.379,030
Fornecimento e transporte de brita para dreno	m3	1.722,670

03.02 - Dreno sub superficial 40x40 cm com tubo PEAD 200mm, geotêxtil (GNT) e brita conforme projeto

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Escavação valas de drenagem 1a. cat.	m3	1.606,880
Fornecimento e colocação de tubo PEAD ø=200mm	m	10.043,000
Fornecimento e colocação geotextil n/tecido(GNT)	m2	19.081,700
Fornecimento e transporte de brita para dreno	m3	1.305,590

03.03 - Boca de saída com tubo PEAD 200mm conforme projeto

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Concreto Fck = 11 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	10,780
Formas de madeira comum	m2	151,200
Fornecimento e colocação de tubo PEAD ø=200mm	m	70,000

03.04 - Drenagem dos Aterros

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville		
Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800		
Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina		
Extensão : 26,800 km		
Fornecimento e colocação geotextil n/tecido(GNT)	m2	15.104,800

03.05 - Valetas, canaletas e grelhas, dissipadores, transp. sarjetas, entradas e descidas d'água, gárgulas, caixas coletoras, lajotas, envelopamento de tubos, drenos, bocas de lobo, poços de visita e queda, chaminé e canais

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	60.453,350
Aço CA-60 fornec. dobr. colocação	kg	941,400
Alvenaria bloco concreto estrutural 19x19x39cm, e=19cm	m2	174,680
Alvenaria pedra de mão argamassada	m3	730,110
Apiloamento manual	m3	914,360
Argamassa cimento e areia 1:3	m3	19,920
Concreto Fck = 11 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	865,060
Concreto Fck = 15 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	2.571,240
Concreto Fck = 20 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	329,560
Concreto Fck = 25 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	361,350
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	1,120
Corpo de BSTC 0,40m sem berço	m	195,900
Enleivamento	m2	14.823,400
Escavação de bueiros em 1a. cat.	m3	44.803,280
Escavação valas de drenagem 1a. cat.	m3	5.279,450
Formas de madeira comum	m2	15.529,740
Fornecimento e colocação de Tela Telcon Q-138 ou similar	kg	109,150
Fornecimento e colocação tubo concreto d=20cm	m	114,100
Lastro de brita	m3	1.583,010

04 - GALERIAS CELULARES

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	41.686,000
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	25,000
Bombeamento de concreto usinado	m3	369,170
Concreto usinado Fck = 15 MPa, exclusive bombeamento	m3	6,000
Concreto usinado Fck = 25 MPa, exclusive bombeamento	m3	332,800
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	18,100
Concreto usinado Fck= 30 MPa slump 24+-2mm, exclusive bombeamento	m3	12,270
Escoramento cavas de fundação	m2	216,830
Formas de madeira compensada resinada	m2	1.376,020

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Fornecimento e cravação de estaca pré-moldada centrifugada de concreto ø=50cm Lm=10m	m	280,000
Fornecimento, transporte, montagem e colocação de tubo metálico processo não destrutivo, Tunnel Liner ou equivalente, Ø=1,60m, e=2,70mm, galvanizado, revestido com epóxi (inclusive escavação e injeção de argamassa)	m	108,100
Fornecimento, transporte, montagem e colocação de tubo metálico processo não destrutivo, Tunnel Liner ou equivalente, Ø=1,60m, e=3,90mm, galvanizado, revestido com epóxi (inclusive escavação e injeção de argamassa)	m	60,700
Lastro de brita	m3	8,720

05 - LIGANTES BETUMINOSOS

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Fornecimento de CAP-50/70	t	468,990
Fornecimento de CAP-50/70 com polímero elastomérico (55/75)	t	5.983,480
Fornecimento de emulsão asfáltica EAI p/imprimação	t	492,050
Fornecimento de emulsão asfáltica RR-1C	t	584,970

06 - PONTE SOBRE O RIO APUCARANINHA - PISTA DIREITA

06.01 - Infraestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	5.742,000
Argamassa fluida para estaca raiz (volume efetivamente aplicado)	m3	192,200
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	24,000
Execução de estaca raiz em rocha ø=310mm, exclusive materiais	m	102,000
Execução de estaca raiz em solo ø=410mm, exclusive materiais	m	90,000

06.02 - Mesoestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	12.080,000
Apoio elastomérico fretado fornec.colocação	kg	199,260
Bombeamento de concreto usinado	m3	119,670
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	2,790
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	119,670

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	540,720
Formas de madeira compensada resinada	m2	303,490
Fornecimento e aplicação de argamassa grout pura	m3	0,950

06.03 - Superestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	37.357,000
Aço CA-60 fornec. dobr. colocação	kg	1.469,340
Bombeamento de concreto usinado	m3	340,930
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão, de pré-lajespré-moldadas P=90kg	ud	437,000
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão de vigas pré-moldadas L=40m e P=60tf	ud	6,000
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	5,000
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	29,760
Concreto usinado Fck = 35 MPa, exclusive bombeamento	m3	146,770
Concreto usinado Fck = 50 MPa, exclusive bombeamento	m3	164,400
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	92,410
Formas de madeira compensada resinada	m2	1.618,830
Fornecimento, corte e colocação de aço CP 190 RB Ø=15,2mm, inclusive protensão	kg	12.513,160
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	58,030
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 15ø=15,2mm	ud	24,000
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 4ø15,2mm	ud	4,000
Fornecimento e colocação de ancoragem passiva p/ 15ø15,2mm	ud	12,000
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=50mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	25,700
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=85mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	696,000
Pintura duas demãos em superfícies de concreto com tinta acrilica	m2	23,630

06.04 - Acabamento e serviços complementares

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Barreira simples de concreto, armada, nível contenção TL5 - Terminal, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	97,400

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Dreno/Buzinote de PVC Ø=100mm	m	5,500
Dreno/Buzinote de PVC Ø=150mm	m	5,500
Fornec., transporte e colocação de tubo de PVC d=200mm suspenso em ponte	m	40,700
Fornecimento e instalação de junta de dilatação tipo Jeene JJ6080 VV EPDM/Uniontech UT60OAE com lábios poliméricos, ou equivalente	m	26,400
Pintura a cimento e limpeza	m2	1.777,390

07 - PONTE SOBRE O RIO APUCARANINHA - PISTA ESQUERDA

07.01 - Infraestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	7.322,000
Argamassa fluida para estaca raiz (volume efetivamente aplicado)	m3	252,200
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	24,000
Escavação p/ fundação em 1a. cat.	m3	280,500
Execução de estaca raiz em rocha ø=310mm, exclusive materiais	m	120,000
Execução de estaca raiz em solo ø=410mm, exclusive materiais	m	132,000

07.02 - Mesoestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	12.080,000
Apoio elastomérico fretado fornec.colocação	kg	199,260
Bombeamento de concreto usinado	m3	119,670
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	2,790
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	119,670
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	540,720
Formas de madeira compensada resinada	m2	303,490
Fornecimento e aplicação de argamassa grout pura	m3	0,950

07.03 - Superestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	37.357,000
Aço CA-60 fornec. dobr. colocação	kg	1.469,340

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Bombeamento de concreto usinado	m3	340,930
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão, de pré-lajespré-moldadas P=90kg	ud	437,000
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão de vigas pré-moldadas L=40m e P=60tf	ud	6,000
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	5,000
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	29,760
Concreto usinado Fck = 35 MPa, exclusive bombeamento	m3	146,770
Concreto usinado Fck = 50 MPa, exclusive bombeamento	m3	164,400
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	92,410
Formas de madeira compensada resinada	m2	1.618,830
Fornecimento, corte e colocação de aço CP 190 RB Ø=15,2mm, inclusive protensão	kg	12.513,160
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	58,030
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 15ø=15,2mm	ud	24,000
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 4ø15,2mm	ud	4,000
Fornecimento e colocação de ancoragem passiva p/ 15ø15,2mm	ud	12,000
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=50mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	25,700
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=85mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	696,000
Pintura duas demãos em superfícies de concreto com tinta acrilica	m2	23,630

07.04 - Acabamento e serviços complementares

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Barreira simples de concreto, armada, nível contenção TL5 - Terminal, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	97,400
Demolição de concreto armado	m3	466,480
Dreno/Buzinote de PVC Ø=100mm	m	5,500
Dreno/Buzinote de PVC Ø=150mm	m	5,500
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	1.698,500
Fornec., transporte e colocação de tubo de PVC d=200mm suspenso em ponte	m	40,700
Fornecimento e instalação de junta de dilatação tipo Jeene JJ6080 VV EPDM/Uniontech UT60OAE com lábios poliméricos, ou equivalente	m	26,400

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Pintura a cimento e limpeza	m2	1.777,390

08 - PONTE SOBRE O RIO SANTA CRUZ - PISTA DIREITA

08.01 - Infraestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	6.685,000
Argamassa fluida para estaca raiz (volume efetivamente aplicado)	m3	228,200
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	24,000
Escavação p/ fundação em 1a. cat.	m3	255,000
Execução de estaca raiz em rocha ø=310mm, exclusive materiais	m	120,000
Execução de estaca raiz em solo ø=410mm, exclusive materiais	m	108,000

08.02 - Mesoestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	10.134,000
Apoio elastomérico fretado fornec.colocação	kg	166,050
Bombeamento de concreto usinado	m3	92,330
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	2,540
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	92,330
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	572,610
Formas de madeira compensada resinada	m2	275,260
Fornecimento e aplicação de argamassa grout pura	m3	0,700

08.03 - Superestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	31.288,000
Aço CA-60 fornec. dobr. colocação	kg	1.314,000
Bombeamento de concreto usinado	m3	290,850
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão, de pré-lajespré-moldadas P=90kg	ud	391,000
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão de vigas pré-moldadas L=40m e P=60tf	ud	5,000
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	4,590
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	26,640

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Concreto usinado Fck = 35 MPa, exclusive bombeamento	m3	127,210
Concreto usinado Fck = 50 MPa, exclusive bombeamento	m3	137,000
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	90,740
Formas de madeira compensada resinada	m2	1.412,230
Fornecimento, corte e colocação de aço CP 190 RB Ø=15,2mm, inclusive protensão	kg	10.425,800
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	57,100
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 15ø=15,2mm	ud	20,000
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 4ø15,2mm	ud	4,000
Fornecimento e colocação de ancoragem passiva p/ 15ø15,2mm	ud	10,000
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=50mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	22,700
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=85mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	580,000
Pintura duas demãos em superfícies de concreto com tinta acrilica	m2	21,610

08.04 - Acabamentos e Serviços complementares

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Barreira simples de concreto, armada, nível contenção TL5 - Terminal, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	97,400
Dreno/Buzinote de PVC Ø=100mm	m	5,500
Dreno/Buzinote de PVC Ø=150mm	m	5,500
Fornec., transporte e colocação de tubo de PVC d=200mm suspenso em ponte	m	40,700
Fornecimento e instalação de junta de dilatação tipo Jeene JJ6080 VV EPDM/Uniontech UT60OAE com lábios poliméricos, ou equivalente	m	24,000
Pintura a cimento e limpeza	m2	1.572,350

09 - PONTE SOBRE O RIO SANTA CRUZ - PISTA ESQUERDA

09.01 - Infraestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	5.417,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Argamassa fluida para estaca raiz (volume efetivamente aplicado)	m3	180,200
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	24,000
Execução de estaca raiz em rocha ø=310mm, exclusive materiais	m	114,000
Execução de estaca raiz em solo ø=410mm, exclusive materiais	m	66,000

09.02 - Mesoestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	10.134,000
Apoio elastomérico fretado fornec.colocação	kg	166,050
Bombeamento de concreto usinado	m3	92,330
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	2,540
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	92,330
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	572,610
Formas de madeira compensada resinada	m2	275,260
Fornecimento e aplicação de argamassa grout pura	m3	0,700

09.03 - Superestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	31.288,000
Aço CA-60 fornec. dobr. colocação	kg	1.314,000
Bombeamento de concreto usinado	m3	290,850
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão, de pré-lajespré-moldadas P=90kg	ud	391,000
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão de vigas pré-moldadas L=40m e P=60tf	ud	5,000
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	4,590
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	26,640
Concreto usinado Fck = 35 MPa, exclusive bombeamento	m3	127,210
Concreto usinado Fck = 50 MPa, exclusive bombeamento	m3	137,000
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	90,740
Formas de madeira compensada resinada	m2	1.412,230
Fornecimento, corte e colocação de aço CP 190 RB Ø=15,2mm, inclusive protensão	kg	10.425,800
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	57,100
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 15ø=15,2mm	ud	20,000
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 4ø15,2mm	ud	4,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Fornecimento e colocação de ancoragem passiva p/ 15ø15,2mm	ud	10,000
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=50mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	22,700
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=85mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	580,000
Pintura duas demãos em superfícies de concreto com tinta acrilica	m2	21,610

09.04 - Acabamentos e serviços complementares

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Barreira simples de concreto, armada, nível contenção TL5 - Terminal, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	97,400
Demolição de concreto armado	m3	311,800
Dreno/Buzinote de PVC Ø=100mm	m	5,500
Dreno/Buzinote de PVC Ø=150mm	m	5,500
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	1.550,000
Fornec., transporte e colocação de tubo de PVC d=200mm suspenso em ponte	m	40,700
Fornecimento e instalação de junta de dilatação tipo Jeene JJ6080 VV EPDM/Uniontech UT60OAE com lábios poliméricos, ou equivalente	m	24,000
Pintura a cimento e limpeza	m2	1.572,350

10 - VIADUTO DE ACESSO À TAMARANA

10.01 - Infraestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Bombeamento de concreto usinado	m3	82,500
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	3,150
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	82,500
Escavação p/ fundação em 1a. cat.	m3	153,300
Formas de madeira compensada resinada	m2	150,000

10.02 - Mesoestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	20.880,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Apoio elastomérico fretado fornec.colocação	kg	298,890
Bombeamento de concreto usinado	m3	141,460
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	141,460
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	1.512,080
Formas de madeira compensada resinada	m2	262,460
Fornecimento e aplicação de argamassa grout pura	m3	2,140

10.03 - Superestrutura

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	45.306,000
Aço CA-60 fornec. dobr. colocação	kg	1.716,000
Bombeamento de concreto usinado	m3	395,100
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão, de pré-lajespré-moldadas P=90kg	ud	510,000
Carga, transporte, lançamento e posicionamento no vão de vigas pré-moldadas de concreto, P=47t, L=30m	ud	9,000
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	8,000
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	50,750
Concreto usinado Fck = 35 MPa, exclusive bombeamento	m3	154,900
Concreto usinado Fck = 40 MPa, exclusive bombeamento	m3	189,450
Escoramento (cimbramento) inclusive fundação	m3	200,170
Formas de madeira compensada resinada	m2	2.029,480
Fornecimento, corte e colocação de aço CP 190 RB Ø=15,2mm, inclusive protensão	kg	8.826,350
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	186,260
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 15ø=15,2mm	ud	36,000
Fornecimento e colocação de ancoragem ativa p/ 4ø15,2mm	ud	4,000
Fornecimento e colocação de ancoragem passiva p/ 15ø15,2mm	ud	18,000
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=50mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	39,500
Fornecimento e colocação de bainha semi-rígida metálica galvanizada øint=85mm, inclusive injeção com nata de cimento	m	828,000
Pintura duas demãos em superfícies de concreto com tinta acrilica	m2	37,810

10.04 - Acabamentos e serviços complementares

Trecho	:	Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville
Subtrecho	:	km 0+000 ao km 26+800
Município(s)	:	Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina
Extensão	:	26,800 km

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Barreira simples de concreto, armada, nível contenção TL5 - Terminal, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	76,600
Dreno/Buzinote de PVC Ø=100mm	m	12,000
Dreno/Buzinote de PVC Ø=150mm	m	8,000
Fornec., transporte e colocação de tubo de PVC d=200mm suspenso em ponte	m	60,600
Fornecimento e instalação de junta de dilatação tipo Jeene JJ6080 VV EPDM/Uniontech UT60OAE com lábios poliméricos, ou equivalente	m	39,800
Gradil ferro galv. d=2" c/ suporte de concreto	m	29,680
Pintura a cimento e limpeza	m2	2.111,700

11 - CONTENÇÕES

11.01 - Contenção Ponte sobre o Rio Santa Cruz: Cortina Atirantada

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	11.353,000
Apicoamento em concreto	m2	19,500
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	50,000
Bombeamento de concreto usinado	m3	93,350
Concreto Fck = 25 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	1,390
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	1,060
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	38,150
Concreto usinado Fck= 30 MPa slump 24+-2mm, exclusive bombeamento	m3	52,810
Dreno tipo barbacã PVC d=50mm	m	10,750
Escavação p/ fundação em 1a. cat.	m3	23,270
Execução de estaca raiz em solo ø=410mm, exclusive materiais	m	400,000
Formas de madeira compensada resinada	m2	204,670
Fornec. e coloc. de tubo de PVC 50mm	m	21,500
Fornecimento e aplicação de concreto projetado via seca	m3	1,390
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	2,760
Fornecimento e colocação de geocomposto drenante tipo MacDrain 2L 20.2 1x30, ou similar	m2	43,000
Fornecimento e colocação de Tela Telcon Q-138 ou similar	kg	30,020
Fornecimento, instalação e protensão de Tirante Dywidag GW ST 690/790 32 inclusive perfuração 4" , placas e acessórios e injeção de nata de cimento	m	150,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Fornecimento, instalação e protensão de Tirante Dywidag GW ST 950/1050 40 inclusive perfuração 4" , placas e acessórios e injeção de nata de cimento	m	140,000
Perfuração em concreto armado d=16,0mm	m	15,000

11.02 - Contenção Viaduto de Tamarana: Cortina Atirantada

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Aço CA-50 fornec. dobr. colocação	kg	35.279,000
Apicoamento em concreto	m2	173,280
Arrasamento e preparo de estacas d<0,50m	ud	146,000
Bombeamento de concreto usinado	m3	230,770
Concreto Fck = 25 MPa, preparo em betoneira e lanç.	m3	14,240
Concreto magro, preparo em betoneira e lanç.	m3	3,550
Concreto usinado Fck = 30 MPa, exclusive bombeamento	m3	65,690
Concreto usinado Fck= 30 MPa slump 24+-2mm, exclusive bombeamento	m3	165,080
Dreno tipo barbacã PVC d=50mm	m	143,500
Escavação p/ fundação em 1a. cat.	m3	172,200
Execução de estaca raiz em rocha ø=310mm, exclusive materiais	m	438,000
Execução de estaca raiz em solo ø=410mm, exclusive materiais	m	1.000,000
Formas de madeira compensada resinada	m2	251,780
Fornec. e coloc. de tubo de PVC 50mm	m	287,000
Fornecimento e aplicação de concreto projetado via seca	m3	14,240
Fornecimento e aplicação de mastique elástico tipo Sikaflex T-68 ou similar para vedação de juntas	kg	13,920
Fornecimento e colocação de geocomposto drenante tipo MacDrain 2L 20.2 1x30, ou similar	m2	574,000
Fornecimento e colocação de Tela Telcon Q-138 ou similar	kg	307,570
Fornecimento, instalação e protensão de Tirante Dywidag GW ST 690/790 25 inclusive perfuração 4", placas e acessórios e injeção de nata de cimento	m	252,000
Fornecimento, instalação e protensão de Tirante Dywidag GW ST 950/1050 32 inclusive perfuração 4" , placas e acessórios e injeção de nata de cimento	m	264,000
Fornecimento, instalação e protensão de Tirante Dywidag GW ST 950/1050 36 inclusive perfuração 4" , placas e acessórios e injeção de nata de cimento	m	252,000
Perfuração em concreto armado d=16,0mm	m	75,600

Trecho	:	Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville
Subtrecho	:	km 0+000 ao km 26+800
Município(s)	:	Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina
Extensão	:	26,800 km

12 - OBRAS COMPLEMENTARES

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Abrigo em parada de ônibus	ud	7,000
Cerca 4 fios c/ mourões de concreto	m	52.578,000
Demolição de alvenaria	m3	15,350
Enleivamento	m2	283.963,000
Hidrossemeadura	m2	599.184,000
Relocação de portão (Media de 2,20x5,44 e P=222,46kg) DMT=300m	ud	48,000
Remoção de casa de alvenaria	m2	2.273,250
Remoção de cercas	m	3.681,000
Retirada de ponto de ônibus	ud	8,000

12.01 - Passeio

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Bombeamento de concreto usinado	m3	432,330
Concreto usinado Fck = 20 MPa, exclusive bombeamento	m3	432,330
Escavação p/ fundação em 1a. cat.	m3	89,060
Estaca a trado (broca) manual ø=25cm, exclusive concreto e aço	m	395,800
Formas de madeira comum	m2	1.343,350
Fornec. e assentamento de piso tátil de concreto alerta/direciona vermelho, 40x40cm	m2	16,190
Fornecimento e instalação de tela de alambrado, com altura de 1,50m, fio 12 (2,76mm), malha 10 cm e altura de 0,50cm, fio 14 (2,10mm), malha 02 cm fixada em postes de concreto com arame Ovalado (3 fios – sustentação), exclusive postes e fundação	m	1.979,000
Lastro de brita	m3	438,200
Regularização e compactação manual de passeios	m2	4.233,600

13 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Amortecedor de impacto para velocidade de 100km/h	ud	3,000
Barreira dupla de concreto, armada, nível contenção TL4, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	1.692,570
Barreira simples de concreto, armada, nível contenção TL4, executada c/extrusora (NBR 14885/16)	m	781,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Defensa metálica nível H2 W4 com terminal abatido de ancoragem	m2	21.472,950
Defensa metálica nível N2 W4 com terminal abatido de ancoragem	m	1.661,590
Faixa de sinalização horizontal - termoplástico por aspersão - e=1,5mm	m2	20.264,310
Fornecimento e colocação de catadióptrico 10x20cm com película refletiva	ud	1.707,000
Fornecimento e colocação de Suporte em perfil "C" 110x70x25x2mm, h=2,50m, inclusive acessórios e instalação	ud	320,000
Fornecimento e instalação de módulo de transição p/defensa metálica, dupla/tripla onda, completo	ud	24,000
Fornecimento e instalação de terminal abatido de ancoragem H2 em talude de corte	m	21,000
Fornecimento e instalação de terminal absorvedor de energia, para velocidade 80 km/h, de acordo com a ABNT NBR 15486-2016	ud	85,000
Pintura de setas e zebrados - termoplástico por extrusão - e=3mm	m2	6.020,440
Placa sinalização c/ película refletiva	m2	703,220
Remoção de defensa metálica	m	347,000
Remoção de pórtico c/transporte	ud	1,000
Remoção e transporte de placa de sinalização, inclusive suporte	m2	267,220
Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 110x70x25x2,00mm, h=3,00m	ud	97,000
Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 110x70x25x2,00mm, h=3,50m	ud	212,000
Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 150x85x25x2,70mm, h=4,00m	ud	8,000
Suporte metálico galv. fogo perfil "C" 150x85x25x3,40mm, h=4,50m	ud	150,000
Tacha refletiva bidirecional	ud	464,000
Tacha refletiva monodirecional	ud	15.010,000

14 - SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Barreira plástica	ud	264,000
Canalizador de tráfego tipo Conão, de polietileno h=110cm, base quadrada	ud	880,000
Cone de PVC flexível refletivo h=75cm	ud	16,000

Trecho : Duplicação PR-445 - Mauá da Serra ao acesso à Lerroville Subtrecho : km 0+000 ao km 26+800 Município(s) : Mauá da Serra / Tamarana / Marilândia do Sul / Londrina Extensão : 26,800 km		
Faixa de sinalização horizontal provisória	m2	1.990,000
Fornecimento e colocação de bandeirola para sinalização de transito	ud	16,000
Luz intermitente (piscante)	ud	16,000
Placa de sinalização provisória	m2	261,120
Remoção e transporte de placa de sinalização, inclusive suporte	m2	288,000
Suporte madeira 3"x3" p/ placa de sinalização provisória	ud	288,000

15 - REDE ELÉTRICA E ILUMINAÇÃO

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Iluminação - fornecimento e instalação conforme projeto e quadro de quantidades anexo	gb	1,000

16 - PROGRAMAS DE GERENCIAMENTO DE MEIO AMBIENTE

Descrição do Serviço	Unid.	Quantidade
Programa de educação ambiental	mes	30,000
Programa de monitoramento de atropelamentos de fauna	mes	6,000
Programa de monitoramento de recursos hídricos	mes	20,000
Programa de resgate e monitoramento de fauna	mes	30,000

PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA VIÁRIA - PR-445 - IMPLANTAÇÃO		
INFRAESTRUTURA PARA INSTALAÇÃO DE POSTES DE CONCRETO		
DESCRIÇÃO	**UND.**	**TOTAL IMPLANTAÇÃO**
Poste de metálico flangeado, produzido em aço SAE 1010/1020, galvanizado a fogo, soldado em processo circular, 11,0m de altura livre, diâmetro de 60,3mm no topo e 175mm na base	pç.	144,00
Braço reto, galvanizado a fogo, diâmetro de 60,3 mm, projeção horizontal de 1,20m	pç.	0,00
Braço reto, galvanizado a fogo, diâmetro de 60,3 mm, projeção horizontal de 1,8m	pç.	118,00
Braço reto, galvanizado a fogo, diâmetro de 60,3 mm, projeção horizontal de 3,7m	pç.	26,00
Conjunto Isolador Vertical Armação Press Bow Galvanizado a Fogo Pesado e Roldana de Porcelana Para Ancoragem Classe de Isolação 1kV	pç.	144,00
Chumbador tipo J 1/2" x 10"	pç.	576,00
SPDA E ATERRAMENTO		
Terminal de compressão de 16mm c/ 1 furo	pç.	144,00
Terminal de compressão de 4mm c/ 1 furo	pç.	144,00
Parafuso máquina métrico fenda phililips M2,5x10mm	pç.	288,00
Parafuso prisioneiro 1/4"x2"	pç.	144,00
Porca sextavada 1/4"	pç.	288,00
Arruela lisa 1/4"	pç.	288,00
Arruela de pressão 1/4"	pç.	288,00
Fita de aço inox 19x0,8x30000mm	pç.	10,00
Fecho de aço inox para fita 19x0,8mm	pç.	288,00

Haste de terra de alta camada - ø5/8"x2400mm, incluindo 1 conector reforçado em bronze estanhado para conexão entre cabos 16mm² a 70mm² e haste terra	pç.	144,00
Cabo de cobre nú, Seção 16mm², 7 Fios.	m	432,00
ILUMINAÇÃO		
Luminária para Iluminação Pública a LED, potência de 154W - 110VAC/220VAC, fluxo luminoso 19.000 lumens c/ corpo em alumínio injetado em alta pressão, com tomada 7 pinos padrão NEMA	pç.	144,00
Relé Fotocélula 220V, corrente máxima de acionamento 10A, fabricado em Polipropileno estabilizado na cor cinza apropriado para suportar exposição solar e chuva, uso externo IP 54; com suporte em "L". Dimensões médias aceitáveis: Diâmetro 85.0mm e Altura 67,0mm	pç.	144,00
CABOS		
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Vermelho	m	1.152,00
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Preto	m	1.152,00
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Cinza	m	1.152,00
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Verde/ Amarelo	m	1.152,00
Cabo Multiplexado Aluminio 4x16mm² XLPE - 0,6/1kV	m	5.400,00
ENTRADA DE ENERGIA PADRÃO		
Kit padrão de entrada individual com poste pré moldado duplo T - 300 daN medição direta trifásico até 100A - rede aérea.	kit	4,00
MISCELÂNEAS		
Fita isolante PVC preta 20m, classe premium e espessura 0,19mm	pç.	50,00

PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA VIÁRIA - PR-445 - km 0+000 - IMPLANTAÇÃO

INFRAESTRUTURA PARA INSTALAÇÃO DE POSTES DE CONCRETO

DESCRIÇÃO	UND.	TOTAL IMPLANTAÇÃO
Poste de metálico flangeado, produzido em aço SAE 1010/1020, galvanizado a fogo, soldado em processo circular, 11,0m de altura livre, diâmetro de 60,3mm no topo e 175mm na base	pç.	56,00
Braço reto, galvanizado a fogo, diâmetro de 60,3 mm, projeção horizontal de 1,8m	pç.	56,00
Conjunto Isolador Vertical Armação Press Bow Galvanizado a Fogo Pesado e Roldana de Porcelana Para Ancoragem Classe de Isolação 1kV	pç.	56,00
Eletroduto flexível corrugado PEAD Ø2"	m	168,00
Chumbador tipo J 1/2" x 10"	pç.	224,00
SPDA E ATERRAMENTO		
Terminal de compressão de 16mm c/ 1 furo	pç.	56,00
Terminal de compressão de 4mm c/ 1 furo	pç.	56,00
Parafuso máquina métrico fenda phililips M2,5x10mm	pç.	112,00
Parafuso prisioneiro 1/4"x2"	pç.	56,00
Porca sextavada 1/4"	pç.	112,00
Arruela lisa 1/4"	pç.	112,00
Arruela de pressão 1/4"	pç.	112,00
Haste de terra de alta camada - ø5/8"x2400mm, incluindo 1 conector reforçado em bronze estanhado para conexão entre cabos 16mm² a 70mm² e haste terra	pç.	56,00
Cabo de cobre nú, Seção 16mm², 7 Fios.	m	168,00
ILUMINAÇÃO		
Luminária para Iluminação Pública a LED, potência de 154W - 110VAC/220VAC, fluxo luminoso 19.000 lumens c/ corpo em alumínio injetado em alta pressão, com tomada 7 pinos padrão NEMA	pç.	56,00
Relé Fotocélula 220V, corrente máxima de acionamento 10A, fabricado em Polipropileno estabilizado na cor cinza apropriado para suportar exposição solar e chuva, uso externo IP 54; com suporte em "L". Dimensões médias aceitáveis: Diâmetro 85.0mm e Altura 67,0mm	pç.	56,00
CABOS		
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Vermelho	m	448,00
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Preto	m	448,00
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Cinza	m	448,00
Cabo de cobre flexível unipolar 4mm² antichama, 0,6/1 kV - Verde/ Amarelo	m	448,00
Cabo Multiplexado Aluminio 4x25mm² XLPE - 0,6/1kV	m	2200,00
ENTRADA DE ENERGIA PADRÃO		
Kit padrão de entrada individual com poste pré moldado duplo T - 300 daN medição direta trifásico até 100A - rede aérea.	kit	2,00
MISCELÂNEAS		
Fita isolante PVC preta 20m, classe premium e espessura 0,19mm	pç.	20,00

PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA VIÁRIA - PR-445 - REMOÇÃO		
DESCRIÇÃO	**UND.**	**TOTAL REMOÇÃO**
ARRUELA QUADRADA	un	185,00
CRUZETA DE MADEIRA	un	29,00
GANCHO OLHAL	un	33,00
ISOLADOR BASTÃO POLIMÉRICO 15kV	un	33,00
ISOLADOR DE DISCO PORCELANA 15kV	un	66,00
ISOLADOR DE PINO POLIMÉRICO 15kV	cj	39,00
MANILHA SAPATILHA	un	33,00
MÃO FRANCESA PLANA	un	58,00
OLHAL PARA PARAFUSO	un	33,00
PARAFUSO CABEÇA QUADRADA 300mm	un	120,00
PARAFUSO ROSCA DUPLA 300mm	un	27,00
PINO DE ISOLADOR	un	33,00
PINO DE TOPO	un	1,00
PORCA OLHAL	un	33,00
PORCA QUADRADA	un	36,00
CHAVE FUS. DSTB,TIPO C,15KV C/PF. PORCELANA	un	4,00
ALCA PRE-FORMADA CA-CAA 2/0 AWG	un	66,00
CABO CA 4 AWG	m	300,00
CABO CA 2/0 AWG	m	869,00
BASE CHAVE FUS.T.A 15KV 100A	un	12,00
PORTA FUS.TIPO A 15KV 100A 2KA	un	12,00
POSTE DUPLO T B/300/12m	un	5,00
POSTE DUPLO T B/600/12m	un	3,00
POSTE DUPLO T B/1000/12m	un	4,00
PARA-RAIOS - 15KV - 5KA DISTRIBUICAO	un	12,00

PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA VIÁRIA - PR-445 - RELOCAÇÃO		
DESCRIÇÃO	**UND.**	**TOTAL RELOCAÇÃO**
ARRUELA QUADRADA	un	185,00
CRUZETA DE MADEIRA	un	29,00
GANCHO OLHAL	un	33,00
ISOLADOR BASTÃO POLIMÉRICO 15kV	un	33,00
ISOLADOR DE DISCO PORCELANA 15kV	un	66,00
ISOLADOR DE PINO POLIMÉRICO 15kV	cj	39,00
MANILHA SAPATILHA	un	33,00
MÃO FRANCESA PLANA	un	58,00
OLHAL PARA PARAFUSO	un	33,00
PARAFUSO CABEÇA QUADRADA 300mm	un	120,00
PARAFUSO ROSCA DUPLA 300mm	un	27,00
PINO DE ISOLADOR	un	33,00
PINO DE TOPO	un	1,00
PORCA OLHAL	un	33,00
PORCA QUADRADA	un	36,00
CHAVE FUS. DSTB,TIPO C,15KV C/PF. PORCELANA	un	4,00
ALCA PRE-FORMADA CA-CAA 2/0 AWG	un	66,00
CABO CA 4 AWG	m	300,00
CABO CA 2/0 AWG	m	869,00
BASE CHAVE FUS.T.A 15KV 100A	un	12,00
PORTA FUS.TIPO A 15KV 100A 2KA	un	12,00
POSTE DUPLO T B/300/12m	un	5,00
POSTE DUPLO T B/600/12m	un	3,00
POSTE DUPLO T B/1000/12m	un	4,00
PARA-RAIOS - 15KV - 5KA DISTRIBUICAO	un	12,00

6.9 CANTEIRO DE OBRAS

As áreas de apoio da obra (canteiro de obras e outras instalações) deverão ser instaladas em região com boas condições topográficas, fácil acesso, com disponibilidade de serviços públicos (abastecimento de água, eletricidade, gás, telecomunicações, etc), e contando também com o apoio do núcleo urbano mais próximo. Há que ponderar-se, em conjunto com os aspectos anteriormente mencionados, a posição de jazidas, pedreiras e areais, objetivando-se minimizar o custo de transportes.

O canteiro de obras concentra as edificações dos setores administrativos, técnico, recreativo, ambulatoriais, alimentar, almoxarifados, oficinas, postos de abastecimentos e alojamentos.

A empresa Executora da obra será responsável pelo fornecimento e montagem, no local da obra, de todo o equipamento necessário à execução dos serviços, inclusive a eventual instalação de usinas e depósitos, bem como a construção de alojamentos, escritórios e outras instalações necessárias ao trabalho.

Na sequência é apresentado o local sugerido para a implantação do canteiro de obras e um croqui de sugestão das edificações do canteiro.

Figura 47 – Indicação do Canteiro de Obras

7 ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS

INFORMAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE ORDEM GERAL	
DER/PR ES-IG 01/05	Informações e Recomendações de Ordem Geral

SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM	
DER/PR ES-T 01/18	Serviços preliminares
DER/PR ES-T 02/18	Cortes
DER/PR ES-T 03/18	Empréstimos
DER/PR ES-T 04/18	Remoção de solos moles
DER/PR ES-T 05/18	Colchão drenante de areia para fundação de aterro
DER/PR ES-T 06/18	Aterros
DER/PR ES-T 07/18	Revestimento Primário
DER/PR ES-T 08/18	Caminhos de serviço

SERVIÇOS DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE	
DER/PR ES-D 01/18	Sarjetas e valetas
DER/PR ES-D 02/18	Transposição de segmentos de sarjeta
DER/PR ES-D 03/18	Entradas e descidas d'água
DER/PR ES-D 04/18	Dissipadores de energia
DER/PR ES-D 05/18	Bocas e caixas para bueiros tubulares
DER/PR ES-D 06/18	Drenos longitudinais profundos
DER/PR ES-D 07/18	Drenos sub-superficiais
DER/PR ES-D 08/18	Drenos sub-horizontais
DER/PR ES-D 09/18	Bueiros tubulares de concreto
DER/PR ES-D 11/18	Demolição de dispositivos de concreto

SINALIZAÇÃO E DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA	
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, retrorefletivo
DER/PR ES-OC 05/18	Sinalização horizontal com material termoplástico aplicado pelo processo de aspersão, retrorefletivo
DER/PR ES-OC 09/18	Fornecimento e implantação de placas laterais para sinalização vertical

SINALIZAÇÃO E DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA	
DER/PR ES-OC 06/18	Tachas refletivas
DER/PR ES-OC 14/18	Defensas de concreto (barreiras)
ABNT NBR 6971/12	Defensas metálicas – Projeto e implantação
ABNT NBR 14885/16	Segurança no tráfego – Barreiras de concreto
ABNT – NBR 14962/20	Sinalização vertical viária — Suportes metálicos em aço para placas — Projeto e implantação
ABNT – NBR 15402/14	Sinalização horizontal viária — Procedimentos para execução da demarcação e avaliação
ABNT – NBR 15486/16	Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaios de impacto

SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	
DER/PR ES-OA 01/05	Serviços Preliminares
DER/PR ES-OA 02/05	Concreto e Argamassas
DER/PR ES-OA 03/05	Armaduras para concreto armado
DER/PR ES-OA 04/05	Armaduras para concreto protendido
DER/PR ES-OA 05/05	Fôrmas
DER/PR ES-OA 06/05	Escoramentos
DER/PR ES-OA 07/05	Fundações
DER/PR ES-OA 08/05	Estruturas de concreto armado
DER/PR ES-OA 09/05	Estruturas de concreto protendido
DER/SP ET-DE-C00/005	Juntas de dilatação para obras de arte especiais

SERVIÇOS DE PAISAGISMO	
DER/PR ES-OC 15/05	Proteção vegetal

SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES	
DER/PR ES-OC 11/18	Cercas
ABNT NBR 7176/13	Mourões de concreto armado para cercas de arame - Requisitos
DER/PR ES-OC 13/18	Meios-fios
DER/PR ES-OC 17/18	Abrigo para paradas de ônibus
DNIT ES-077/2006	Cerca viva ou de tela para proteção da fauna

SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO	
DER-PR-ES-P-01/05	Regularização Compactação do Subleito a 100% PN
DER-PR-ES-P-03/05	Macadame Seco Britado preenchido com Pó de Pedra
DER-PR-ES-P-05/18	Brita Graduada 100% PI
DER-PR-ES-P-17/17	Imprimação
DER-PR-ES-P-17/17	Pintura de Ligação
DER-PR-ES-P-15/17	CBUQ - Faixa "C" com Asfalto Modificado por Polímero
DNIT-129-2006-EM	Fornecimento de CAP-50/70 com Polímero Elastomérico (55/75)
DNIT-EM-363-97	Transporte de Material Betuminoso a Frio
DNIT-EM-095-96	Transporte de Material Betuminoso a Quente

SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO	
DNIT-EM-095-96	Fornecimento de CAP-50/70
DNIT-EM-363-97	Transporte de Material Betuminoso a Frio
DNIT-EM-095-96	Transporte de Material Betuminoso a Quente
DER/PR ES-P 27/05	Demolição Mecanizada de Pavimentos
DER-PR-ES-P-03/05	Macadame Seco Britado preenchido com Pó de Pedra
DER-PR-ES-P-05/18	Brita graduada 100% PI (mecânica) para remendo profundo
DER-PR-ES-P-31/05	Fresagem Descontínua do Revestimento
DER-PR-ES-P-17/17	Imprimação
DER-PR-ES-P-17/17	Pintura de Ligação
DER-PR-ES-P-21/17	CBUQ - Faixa "B" - Fechamento de Remendo
DNIT-EM-369-97	Fornecimento de Asfalto Diluído - CM-30
DER-PR-ES-P-21/17	CBUQ - Faixa "B"
DER-PR-ES-P-15/17	CBUQ - Faixa "C" com Asfalto Modificado por Polímero
DNIT-129-2006-EM	Fornecimento de CAP-50/70 com Polímero Elastomérico (55/75)
DER-PR-ES-P-01/05	Regularização Compactação do Subleito a 100% PN
DER-PR-ES-P-03/05	Rachão Travado preenchido com Pó de Pedra
DER-PR-ES-P-03/05	Macadame Seco Britado preenchido com Pó de Pedra
DER-PR-ES-P-05/18	Brita Graduada 100% PI
DER-PR-ES-P-17/17	Imprimação
DER-PR-ES-P-17/17	Pintura de Ligação
DER-PR-ES-P-15/17	CBUQ - Faixa "C" com Asfalto Modificado por Polímero

SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO	
DNIT-EM-369-97	Fornecimento de Asfalto Diluído - CM-30
DNIT-129-2006-EM	Fornecimento de CAP-50/70 com Polímero Elastomérico (55/75)

SERVIÇOS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	
ABNT NBR 5101	Iluminação Pública
ABNT NBR 5410	Instalações Elétricas em Baixa Tensão
ABNT NBR 15129	Luminárias para iluminação pública — Requisitos particulares
ABNT NBR IEC 60598-1	Luminárias - Parte 1: Requisitos gerais e ensaios
ABNT NBR 14744	Poste de aço para iluminação
ABNT NBR 6323	Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação
NTC 901100	–Fornecimento em tensão secundária de distribuição
NTC 901115	Atendimento a praças públicas e iluminação pública com medição

8 ESPECIFICAÇÕES DOS INSUMOS

A seguir são apresentadas as especificações dos materiais mais relevantes à obra. Algumas podem ser verificadas na norma DER/PR EM-R 01/05. Verificar notas e detalhes nos projetos executivos presentes no Volume 2.

ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS PARA SERVIÇOS RODOVIÁRIOS	
AÇO E PRODUTOS METÁLICOS	
NM 189/00	Arame de aço-carbono ovalado, zincado
NM 191/00	Arame de aço, zincado, de dois fios
NBR 5871/87 (PB 43)	Arruela lisa de uso para parafuso sextavado estrutural – Dimensões e material
NBR 6323/90 (EB 344)	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação
NBR 6970 – EB786	Defensas metálicas zincadas por imersão a quente
NBR 14282/99	Defensa metálica de perfis pintados
NBR 7480/96 (EB 3)	Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado
NBR 7481/90 (EB 565)	Tela de aço soldada - Armadura para concreto
NBR 7482/91 (EB 780)	Fios de aço para concreto protendido

ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS PARA SERVIÇOS RODOVIÁRIOS	
NBR 7483/04 (EB 781)	Cordoalhas de aço para concreto protendido - Requisitos
NBR 8855/91 (EB 168)	Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros
NBR 10062/87 (EB 1647)	Porcas com valores de cargas específicos – Características mecânicas dos elementos de fixação
NBR 11904/05 (EB 2204)	Placas de aço zincado para sinalização viária
NBR 14429/99	Dispositivos de sinalização viária – Pórtico e semipórticos de sinalização vertical zincados por imersão a quente – Requisitos
NBR 14890/02	Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – Requisitos
NBR 14891/02	Sinalização vertical viária – Placas
DNER-EM 366/97	Arame farpado de aço zincado
DNER-EM 374/97	Fios e barras de aço para concreto armado
DNER-EM 375/97	Fios de aço para concreto protendido
DNER-EM 376/97	Cordoalhas de aço para concreto protendido
AGLOMERANTES HIDRÁULICOS	
NBR 5732/91 (EB 1)	Cimento Portland comum
NBR 5733/91 (EB 2)	Cimento Portland de alta resistência inicial
NBR 7175/03 (EB 153)	Cal hidratada para argamassas – requisitos
DNER-EM 036/95	Cimento Portland - Recebimento e Aceitação
AGREGADOS	
NBR 7211/05 (EB 4)	Agregado para concreto - Especificação
DNER-EM 037/97	Agregado graúdo para concreto de cimento
DNER-EM 038/97	DNER-EM 038/97 – Agregado miúdo para concreto de cimento
ÁGUA	
DNER-EM 034/97	Água para argamassa e concreto de cimento Portland
ARTEFATOS CERÂMICOS	
NBR 7170/83 (EB 19)	Tijolo maciço cerâmico para alvenaria
CALDA DE CIMENTO	
NBR 7681/83 (EB 1348)	Calda de cimento para injeção
CONCRETOS E ARTEFATOS DE CONCRETO	
NBR 7212/84 (EB 136)	Execução de concreto dosado em central;

ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS PARA SERVIÇOS RODOVIÁRIOS	
NBR 8890/03 (EB-969)	Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio
NBR 12655/96	Preparo, controle e recebimento do concreto
NBR 14885/04	Segurança de tráfego: barreiras de concreto
ESFERAS E MICROESFERAS	
NBR 14281/99	Sinalização horizontal viária – Esferas de vidro – Requisitos
NBR 6831/01 (EB 1241)	Microesferas de vidro refletivas – Requisitos
DNER-EM 373/00	Microesferas de vidro retrorrefletivas para sinalização horizontal rodoviária
DNER-EM 379/98	Esferas de vidro para sinalização rodoviária horizontal
MADEIRA	
NBR 9480 (EB474)	Mourões de madeira preservada para cercas
MATERIAIS ASFÁLTICOS	
NBR 9685/05 (EB 1685)	Emulsão asfáltica para impermeabilização
DNER-EM 204/95	Cimentos asfálticos de petróleo
ANP	Regulamento Técnico Nº 3/2005
PARTÍCULAS REFLETIVAS	
NBR 14644/13	Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos
PLÁSTICOS E PVC	
NBR 15073/04	Tubos corrugados de PVC e polietileno para drenagem subterrânea agrícola
NBR 7362-2/99	Sistemas enterrados para condução de esgoto – Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça
TACHAS REFLETIVAS	
NBR 14636/13	Sinalização horizontal viária – Tachas refletivas viárias – Requisitos
TINTAS E TERMOPLÁSTICOS	
NBR 11862/92 (EB 2162)	Tintas para sinalização horizontal à base de resina acrílica
NBR 12935/93	Tintas com resina livre para sinalização horizontal
NBR 13132/94	Termoplástico para sinalização horizontal aplicado pelo processo de extrusão
NBR 13699/96	Sinalização horizontal viária – Tinta à base de resina acrílica emulsionada em água – Requisitos e método de ensaio
NBR 15741/16	Sinalização horizontal viária - Laminado elastoplástico para sinalização - Requisitos e métodos de ensaio
DNER-EM 276/00	Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água

ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS PARA SERVIÇOS RODOVIÁRIOS	
DNER-EM 368/00	Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina acrílica e/ou vinílica
DNER-EM 371/00	Tinta para sinalização horizontal rodoviária à base de resina, estireno-acrilato e/ou estireno-butadieno
DNER-EM 372/00	Material termoplástico para sinalização horizontal rodoviária
MATERIAIS PARA BASE E SUB-BASE	
DER/PR ES-P 08/18	Solo arenoso fino laterítico
DER/PR ES-P 11/18	Solo-cimento e solo tratado com cimento

9 LISTA PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS

Segue relação dos profissionais responsáveis pela execução dos estudos e projetos:

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
Responsável Técnico	Eng. Daniel R. A. Martins Pereira – CREA PR-750786259/D
Corresponsável Técnico	Eng. Djalma A. Martins Pereira – CREA PR-6259/D
Corresponsável Técnico	Eng. Jacqueline R. de Melo e Bertin – CREA/PR-15311/D
Corresponsável Técnico	Eng. Roberto Costa – CREA/PR-6258/D
Gerente Coordenadora do Contrato	Eng. Jacqueline R. de Melo e Bertin – CREA/PR-15311/D
Responsável Técnico da disciplina de Estudo de Tráfego, Projeto de Pavimentação, Projeto de Restauração de Pavimento, Plano de Execução de Obra	Eng. Djalma A. Martins Pereira – CREA PR-6259/D
Responsável Técnico da disciplina de Geometria e Interseções	Eng. Roberto Costa – CREA/PR-6258D
Responsável Técnico da disciplina de Avaliação de Pavimento, Levantamento de Interferências	Eng. Anderson Prussak
Responsável Técnica da disciplina de Obras Complementares e Paisagismo	Arq. Carolina Burda Costa

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
Responsável Técnica da disciplina Sinalização	Eng. Cíntia Adriana Azevedo de Liz
Responsável Técnico da disciplina de Iluminação	Eng. Cláudio Marinoni
Responsável Técnico da disciplina de Desapropriação	Eng Daniel Pereira
Responsável Técnico da disciplina de Meio Ambiente	Eng. Diorande Bianchini Jr.
Responsável Técnico da disciplina de Terraplenagem	Eng. Felipe Carpes
Responsável Técnica das disciplinas de Hidrologia, Hidráulica e Drenagem e Procedimento para Outorga de Águas	Eng. Francielle da Silva Maria
Responsável Técnico de Obras de Arte Especiais	Eng. Jocimara Cecon
Responsável Técnico da disciplina de Geologia, Geotecnia, Levantamento para PCA e Plano Controle Ambiental	Geólogo Luiz Antônio Rocha
Estudos Topográficos	Eng. Renato Asineli Filho
Responsável Técnico de Orçamentos	Eng. Rodrigo José Slompo da Costa

9.1 ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
172020286917

1. Responsável Técnico

DANIEL AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1700942034
Carteira: PR-75078/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

4. Atividade Técnica

Direção de serviço técnico	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , _____ de _____ de _____
Local — data

DANIEL AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA - CPF: 035.738.499-70

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 233,94 — Registrada em : 10/07/2020 — Valor Pago: R$ 233,94 — Nosso número: 24101017202028 6917

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202928105
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

JACQUELINE RIBEIRO DANTAS MELO E BERTIN

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1701436396**
Carteira: **PR-15311/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

4. Atividade Técnica

Coordenação	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de _____
Local data

Jacqueline Ribeiro Dantas Melo e Bertin

JACQUELINE RIBEIRO DANTAS MELO E BERTIN - CPF: 404.522.809-82

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 88,78 Registrada em : 15/07/2020 Valor Pago: R$ 88,78 Nosso número: 24101017202029281O5

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 22/07/2020 10:46:39

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

DER PARANA

ENGEFOTO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202929772
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

ROBERTO COSTA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1702487318
Carteira: PR-62587/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , _____ de _____ de _____
Local — data

ROBERTO COSTA - CPF: 184.999.709-82

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029772

DER PARANA

ENGEFOTO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202930010
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

DJALMA ROCHA AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1702487636
Carteira: PR-62591/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Estudo] *de engenharia de tráfego*	1,00	UNID
[Projeto] *de pavimentação asfáltica para rodovias*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local — data

DJALMA ROCHA AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA - CPF: 321.835.859-00

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029300 10

DER PARANA

ENGEFOTO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202935160
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

ANDERSON PRUSSAK

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: 1713440563
Carteira: PR-140539/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de início: 04/05/2020 Previsão de término: 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de início: 04/05/2020 Previsão de término: 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Avaliação] *de pavimentação asfáltica para rodovias*	49,70	KM
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Curitiba (Local), 25 de Janeiro (data) de 2021

Anderson Prussak

ANDERSON PRUSSAK - CPF: 070.634.879-65

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 88,78 Registrada em : 15/07/2020 Valor Pago: R$ 88,78 Nosso número: 241010172020293516O

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202935594
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

FELIPE CARPES

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE SEGURANCA DO TRABALHO

RNP: 1712883690
Carteira: PR-136971/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de compactação - terraplenagem*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

FELIPE CARPES - CPF: 079.689.449-37

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029355 94

DER PARANA

ENGEFOTO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202936124
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

FRANCIELLE DA SILVA MARIA

Título profissional: ENGENHEIRA CIVIL

RNP: 1710224061
Carteira: PR-121143/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____
Local — data

FRANCIELLE DA SILVA MARIA - CPF: 066.323.999-08

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029361 24

DER PARANA

ENGEFOTO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202937368
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

RODRIGO JOSE SLOMPO DA COSTA

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1702487342
Carteira: PR-6257/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Elaboração de orçamento] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ de _____ de _____
Local data

RODRIGO JOSÉ SLOMPO DA COSTA - CPF: 255.249.849-34

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029373 68

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
1720202939760
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

CINTIA ADRIANA AZEVEDO DE LIZ

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1703401506**
Carteira: **PR-30409/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de sinalização rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ___ de _____ de ____
Local data

CINTIA ADRIANA AZEVEDO DE LIZ - CPF: 865.884.279-72

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 88,78 **Registrada em : 15/07/2020** **Valor Pago: R$ 88,78** **Nosso número: 2410101720202939760**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 22/07/2020 10:23:32

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

ENGEFOTO

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202940253
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

GIULIANO DE CARVALHO E SILVA ASINELLI

Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL

RNP: 1701225808
Carteira: PR-80239/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A

2. Dados do Contrato

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR — CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/06/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/06/2020 — Previsão de término: 04/06/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/06/2020 — Previsão de término: 04/06/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Estudo] *de levantamento topográfico planialtimétrico*	49,70	KM
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, _____ de _____ de _____
Local — data

GIULIANO DE CARVALHO E SILVA ASINELLI - CPF: 029.521.479-14

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029402 53

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720202956907
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

LUIZ ANTONIO ROCHA

Título profissional: GEOLOGO

RNP: 1704397600
Carteira: PR-17579/D

2. Dados do Contrato

Contratante: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A — CNPJ: 76.436.849/0001-74
R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Contrato: 028/2020-DER/DT [1163] — Celebrado em: 04/05/2020
Valor: R$ 2.453.266,50 — Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 — Previsão de término: 04/05/2021
Proprietário: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A — CNPJ: 76.436.849/0001-74

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Estudo] *de mapeamento geológico*	49,70	KM
[Projeto] *de estudos geotécnicos*	49,70	KM
[Projeto] *de controle ambiental controle ambiental de solo*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , _____ de _____ de _____
Local data

LUIZ ANTONIO ROCHA - CPF: 466.591.299-87

ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A - CNPJ: 76.436.849/0001-74

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Valor da ART: R$ 88,78 — Registrada em : 15/07/2020 — Valor Pago: R$ 88,78 — Nosso número: 24101017202029569 07

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
1720202958721

Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

CLAUDIO ANTONIO MARINONI

Título profissional: **ENGENHEIRO ELETRICISTA**

RNP: 1701092603
Carteira: PR-19880/D
Registro/Visto: 3328

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: 76.669.324/0001-89

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/05/2021

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de sistemas de iluminação*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

CURITIBA (Local) 22 de JULHO de 2020 (data)

CLAUDIO ANTONIO MARINONI - CPF: 533.843.269-20

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Valor da ART: R$ 88,78 Registrada em : 15/07/2020 Valor Pago: R$ 88,78 Nosso número: 2410101720202958721

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 22/07/2020 11:33:55

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

9.1.1 ATESTADO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA DOS PROFISSIONAIS RESPONSÁVEIS – ADITIVO DE PRAZO

Página 1/1

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566625

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202935160
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

ANDERSON PRUSSAK

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1713440563**
Carteira: **PR-140539/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468758 x -49,222013

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440564 x -49,266073

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Avaliação] *de pavimentação asfáltica para rodovias*	49,70	KM
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

Anderson Prussak

ANDERSON PRUSSAK - CPF: 070.634.879-65

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 20/07/2021 19:26:46

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566692

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202939760
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

CINTIA ADRIANA AZEVEDO DE LIZ

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1703401506**
Carteira: **PR-30409/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468739 x -49,22197

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440564 x -49,266096

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] de sinalização rodoviária	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , _____ de _____ de _____
Local data

CINTIA ADRIANA AZEVEDO DE LIZ - CPF: 065.884.279-72

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566080
Complementar Aditivo de Prazo à 1720202886917

1. Responsável Técnico

DANIEL AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1700942034**

Carteira: **PR-75078/D**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

Registro/Visto: **3328**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR**

CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163']

Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468719 x -49,221992

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440567 x -49,266237

4. Atividade Técnica

Direção de serviço técnico	Quantidade	Unidade
[Projeto] de *infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

DANIEL AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA - CPF: 035.738.499-70

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Página 1/1

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566811

Complementar Aditivo de Prazo à 1720210266841
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

ELAINE RUPPRECHT ARAUJO

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1711555576**
Carteira: **PR-128591/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468758 x -49,222035

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440584 x -49,266116

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Coordenação, Projeto] de *infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Coordenação Adjunta

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

ELAINE RUPPRECHT ARAUJO - CPF: 066.356.899-40

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 20/07/2021 19:52:05

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

Página 1/1

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566528

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202930010
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

DJALMA ROCHA AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1702487636**
Carteira: **PR-6259/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468758 x -49,222099

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440564 x -49,266095

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Estudo] *de engenharia de tráfego*	1,00	UNID
[Projeto] *de pavimentação asfáltica para rodovias*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

DJALMA ROCHA AL-CHUEYR MARTINS PEREIRA - CPF: 321.835.859-00

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566641

Equipe à 1720202886917
Equipe à 1720202886917
Complementar Aditivo de Prazo à 1720202935594

1. Responsável Técnico

FELIPE CARPES

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1712883690**
Carteira: **PR-136971/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163]
Celebrado em: 04/05/2020
Valor: R$ 2.453.266,50
Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440564 x -49,266073

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468816 x -49,222035

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de compactação - terraplenagem*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

FELIPE CARPES - CPF: 079.689.449-37

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566676

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202936124
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

FRANCIELLE DA SILVA MARIA

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1710224061**
Carteira: **PR-121143/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020
Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468758 x -49,222013

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440564 x -49,266159

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , _____ de _____ de _____
Local data

FRANCIELLE DA SILVA MARIA- CPF: 066.323.999-08

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566722

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202940253
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

GIULIANO DE CARVALHO E SILVA ASINELLI

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1701225808**
Carteira: **PR-80239/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468719 x -49,222056

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440545 x -49,266095

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Estudo] *de levantamento topográfico planialtimétrico*	49,70	KM
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ___ de _____ de ____
Local data

GIULIANO DE CARVALHO E SILVA ASINELLI- CPF: 029.521.479-14

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566498

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202928105
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

JACQUELINE RIBEIRO DANTAS MELO E BERTIN

Título profissional: **ENGENHEIRA CIVIL**

RNP: **1701436396**
Carteira: **PR-15311/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,4687 x -49,222099

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440562 x -49,266164

4. Atividade Técnica

Coordenação	Quantidade	Unidade
[Projeto] de *infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

JACQUELINE RIBEIRO DANTAS MELO E BERTIN- CPF: 404.522.809-82

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Página 1/1

ART de Obra ou Serviço
1720213566749

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202956907
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

LUIZ ANTONIO ROCHA

Título profissional: **GEOLOGO**

RNP: **1704397600**
Carteira: **PR-17579/D**

2. Dados do Contrato

Contratante: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A** CNPJ: **76.436.849/0001-74**
R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020
Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Privado) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468681 x -49,222077

Proprietário: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A CNPJ: **76.436.849/0001-74**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Estudo] *de mapeamento geológico*	49,70	KM
[Projeto] *de estudos geotécnicos*	49,70	KM
[Projeto] *de controle ambiental controle ambiental de solo*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de ____
Local data

LUIZ ANTONIO ROCHA - CPF: 466.591.299-87

ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A- CNPJ: 76.436.849/0001-74

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Página 1/1

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566510

Complementar Aditivo de Prazo à 1720202929772
Corresponsável à 1720202886917

1. Responsável Técnico

ROBERTO COSTA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1702487318**
Carteira: **PR-6258/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468739 x -49,222099

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440566 x -49,266148

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] de *infraestrutura rodoviária*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

ROBERTO COSTA - CPF: 184.999.709-82

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR - CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 20/07/2021 19:21:14

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566684
Complementar Aditivo de Prazo à 1720202937368
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

RODRIGO JOSE SLOMPO DA COSTA

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1702487342**
Carteira: **PR-6257/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468719 x -49,22197

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440622 x -49,266137

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Elaboração de orçamento] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM
[Projeto] *de infraestrutura rodoviária*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de _____
Local data

RODRIGO JOSÉ SLOMPO DA COSTA - CPF: 255.249.849-34

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566765

Complementar Aditivo de Prazo à 1720205490623
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

THIAGO CHAVES DE OLIVEIRA

Título profissional: **ENGENHEIRO CARTOGRAFO**

RNP: **1701979004**
Carteira: **PR-90087/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468758 x -49,221906

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440584 x -49,266137

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de levantamento topográfico planimétrico*	1,00	UNID

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____ , ____ de _____ de ____
Local data

THIAGO CHAVES DE OLIVEIRA - CPF: 036.141.799-31

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- **A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.**
- **A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br**
- **A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.**

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

Registrada em : 20/07/2021

ART Isenta

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

ART de Obra ou Serviço
1720213566870
Complementar Aditivo de Prazo à 1720202958721
Equipe à 1720202886917

1. Responsável Técnico

CLAUDIO ANTONIO MARINONI

Título profissional: **ENGENHEIRO ELETRICISTA**

RNP: **1701092603**
Carteira: **PR-19880/D**
Registro/Visto: **3328**

Empresa Contratada: **ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A**

2. Dados do Contrato

Contratante: **DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR** CNPJ: **76.669.324/0001-89**

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020

Contrato: 028/2020-DER/DT [1163'] Celebrado em: 04/05/2020

Valor: R$ 2.453.266,50 Tipo da contratante: Pessoa Jurídica (Direito Público) brasileira

3. Dados da Obra/Serviço

R FREI FRANCISCO MONTALVERNE, 750
JARDIM DAS AMERICAS - CURITIBA/PR 81540-410
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,468719 x -49,221992

AV IGUACU, 420
REBOUCAS - CURITIBA/PR 80230-020
Data de Início: 04/05/2020 **Previsão de término:** 04/08/2021 **Coordenadas Geográficas:** -25,440622 x -49,266073

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
[Projeto] *de sistemas de iluminação*	49,70	KM

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

7. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

CURITIBA , de de
Local data

CLAUDIO ANTONIO MARINONI - CPF: 533.843.269-20

DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DO PARANA - DER/PR- CNPJ: 76.669.324/0001-89

8. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, conforme informações no rodapé deste formulário ou conferência no site www.crea-pr.org.br.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-pr.org.br ou www.confea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Acesso nosso site www.crea-pr.org.br
Central de atendimento: 0800 041 0067

CREA-PR

Registrada em : 20/07/2021

ART isenta

A autenticidade desta ART pode ser verificada em https://servicos.crea-pr.org.br/publico/art
Impresso em: 20/07/2021 19:54:27

www.crea-pr.org.br

CREA-PR

10 TERMO DE ENCERRAMENTO

Este **Volume 1 – Relatório do Projeto**, referente ao Projeto de Duplicação e Restauração da rodovia PR-445, no trecho compreendido entre o km 0,00 e o km 26,8 possui 321 páginas numeradas sequencialmente.

Eng. Daniel M Pereira – CREA PR – 75078/D