PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

MUNICÍPIO: Coronel Vivida – PR
TRECHO: Rodovia BR-373 e Rodovia BR-158
SUB-TRECHO: Entre o km 477+900 m da BR 373 até o km 503+980 m da BR 158.
EXTENSÃO: 9,23 km

PROJETO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO DE VIAS MARGINAIS

VOLUME 1 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

MAIO/2022

Duovias Engenharia Ltda

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 3
2. ESTUDOS 6
2.1 ESTUDO DE TRAÇADO 8
2.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICO 15
2.3 ESTUDO DE TRÁFEGO 23
2.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 27
2.5 ESTUDOS GEOLÓGICOS 42
2.6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS 65
3. PROJETOS 72
3.1 PROJETO GEOMÉTRICO 73
3.2 PROJETO DE TERRAPLANAGEM 78
3.3 PROJETO DE DRENAGEM 87
3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO 99
3.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO 117
3.6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES 165
4. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS 168
5. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA 171
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 172
5.2 FASES DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS 172
5.3 CONTROLE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS 191
5.4 CANTEIRO DE OBRAS 198
6. ART DA RESPONSÁVEL TÉCNICA 200
7. TERMO DE ENCERRAMENTO 202

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

1. APRESENTAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Este volume, denominado **Volume 1: Memória Justificativa** apresenta os serviços realizados para o **Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Vias Marginais**, localizada no município de Coronel Vivida – PR, iniciando no km 477+900 m da BR 373 até o km 503+980 da BR 158.

O Projeto Executivo de Engenharia aqui apresentado foi elaborado em cumprimento às disposições contidas Instruções de Serviço para Implantação de Rodovia do DNIT, no qual apresenta os seguintes itens de estudos e projetos relativos à implantação: estudos geológicos, estudos hidrológicos, estudos geotécnicos, projeto geométrico, projeto de terraplanagem, projeto de drenagem e obra de arte correntes, projeto de pavimentação, projeto de sinalização horizontal e vertical, projeto de obras complementares,

Este projeto conta com vias marginais em ambos os lados da rodovia, na qual, a marginal direita possui extensão de 4.683,90 m e a marginal esquerda extensão de 4.552,75 m, totalizando 9.236,65 m de pavimentação a ser implantada.

Este volume contém a memória descritiva do projeto executivo, descrevendo de forma ampla e abrangente os estudos realizados e os itens de projeto executivo elaborado, suas conclusões e recomendações.

Os trabalhos foram realizados de acordo com os termos contratuais firmados entre o Município de Coronel Vivida e a empresa Duovias Engenharia Ltda, cujas referências estão apresentadas abaixo:

- Contrato: PMCV 007/2022, assinado em 21 de janeiro de 2022.
- Ordem de Serviço: assinado em 28 de janeiro de 2022.
- Prazo de Execução: 120 dias.

Constam nesse projeto os seguintes volumes:

- Volume 1: Memória Justificativa

- Volume 2: Projeto Executivo
- Volume 3: Orçamento da Obra

Na figura a seguir é apresentado o mapa de situação:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.



Figura 1 - Mapa de Situação da implantação das Marginais na Rodovia BR 373.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2. ESTUDOS

2. ESTUDOS REALIZADOS

Para a elaboração do projeto executivo, os trabalhos e a metodologia adotada para o desenvolvimento dos estudos efetuados se basearam nas informações de dados do tráfego, geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, geométricos, planialtimétricos e ambientais obtidos na bibliografia existente.

Fizeram parte da análise para o encaminhamento do projeto, juntamente com a reunião de informações regionais e locais, discussões sobre os aspectos técnicos da implantação, que incluíram a geometria, a geotecnia, a estabilidade de cortes e aterros, as obras de arte correntes e especiais as questões ambientais.

A área de estudo está localizada no município de Coronel Vivida entre as coordenadas latitude 25°59'1.60"S, longitude 52°32'31.50"O, da Rodovia BR 373 na interseção com a Rodovia PR 562 de acesso ao município de Honório Serpa, até as coordenadas latitude 26°0'50.48"S, longitude 52°34'9.23"O da Rodovia BR 158.

Com área total de aproximadamente 684,417 km², estando a uma altitude de 710 m. Coronel Vivida possui como municípios limítrofes Itapejara d'Oeste, São João, Chopinzinho, Mangueirinha, Honório Serpa e Pato Branco.

Visando o melhor custo-benefício para a implantação de nova Rodovia, distribuídas conforme dimensionamento o pavimento (Item 3.4.4), da seguinte maneira:

- Será adotada a execução de sub-base em macadame seco preenchido com brita graduada com 20,00 cm, base em brita graduada com 15,00 cm, e, capa de rolamento em CBUQ com espessura de 5,00 cm.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2.1 ESTUDO DE TRAÇADO

2.1 ESTUDO DE TRAÇADO

O objetivo principal para a implantação das vias marginais é a implantação de acesso as empresas que estão instaladas ao longo da faixa de domínio da Rodovia BR 373 e BR 158.

O trecho em questão possui relevo predominantemente plano, tem início no km 477 + 900 m da Rodovia BR 373 e se desenvolve até o km 503 + 980 da BR 158, ambas localizadas no município de Coronel Vivida, resultando em uma extensão total de projeto de 9.236,65 m.

A rodovia foi projetada com características técnicas de" Classe III" (classificação do DNIT) em região ondulada, velocidade diretriz de 60 km/h em sua linha geral e dispositivos.

O traçado das vias marginais é desenvolvido por ambos os lados da rodovia em questão, contando com duas pistas nos dois sentidos, com objetivo de separar o tráfego motorizado do não motorizado, será realizada a implantação de calçadas para pedestres com largura de 3,00 m.

O traçado altimétrico das vias marginais foi projetado buscando o menor desnível possível nos acessos particulares e de forma a não criar desnível excessivo entre pistas mantendo rampa máxima de 6,20%, atendendo aos requisitos de norma respectivos a classe de projeto.

As interseções projetadas possibilitam pontos de retorno em nível espaçados a uma distância média de 430 m, em locais e configurações que melhor se ajustassem a morfologia do terreno e interferências presentes.

2.1.1 Soluções Propostas

No trecho em questão foram projetadas quatro interseções do tipo rótula alongada, pontos estes que cruzam com a rodovia, tendo preferência para quem trafega pela Rodovia, sendo identificadas da seguinte forma:

I-01 Interseção com a Rodovia BR 373 – Est 06+10;

I-02 Interseção com a Rodovia BR 373 – Est 70+10;

I-03 Interseção com a Rodovia BR 158 – Est 189+10;

I-04 Interseção com a Rodovia BR 158 – Est 223+00;

Diversos estudos mostram que rótulas reduzem o número e severidade dos acidentes nas interseções em que são aplicadas. A redução dos acidentes nas rótulas, quando comparada com as interseções com prioridade, pode ser atribuída à redução dos pontos de conflito entre as duas configurações.

Todos os dispositivos foram dimensionados para possibilitar que veículos de carga articulados (BT9), conhecido como Bitrem de 9 eixos, com comprimento total de 25,80 metros, não apresentem dificuldades de manobra em suas conversões.

Com base na metodologia do *Highway Capacity Manual*, adaptada nos manuais *A Policy on Geometric Design of Rural Highways*, AASHO, 1965, e *A Policy on Design of Urban Highways and Arterial Streets*, AASHO, 1973, conhecendo-se o número de veículos que vão efetuar as manobras de entrecruzamento e sua velocidade de operação ao realizar tais manobras, é possível determinar o comprimento necessário para os trechos de entrecruzamento.

A seguir, discorre-se sobre as interseções projetadas para o traçado em questão.

- Dispositivo 01:

O início do acesso ao trecho está localizado na BR 373, no cruzamento com a Rodovia PR 562. Neste local, não haverá nenhuma intervenção nova, apenas será realizada a ligação com as marginais, tendo preferência pra quem está circulando nas Rodovias PR 562 e BR 373.



Figura 2 - Localização do ponto de partida do trecho, com interseção a Rodovia PR 562.

- Dispositivo 02:

A interseção 02, projetada em forma de rótula alongada, é feita iniciando na estaca 85, e finalizando na Est 95, conforme figura abaixo.

A proposta para essa interseção é promover o acesso ao município de Coronel Vivida, pela Rua Romário Martins, como também acesso as indústrias presentes as margens da Rodovia, de maneira a executá-los com segurança.

A rótula alongada será em nível e possui comprimento total de 165 m, no decorrer dela é previsto duas faixas, uma para quem irá realizar a conversão pela interseção e outra para quem desejar seguir adiante na via marginal. Essas faixas foram projetadas com larguras de 4,00 m.

O principal objetivo de realizar a implantação de rótulas alongadas é evitar congestionamentos em momentos de pico, ou seja, pode suportar até cinco caminhões em espera, podendo assim o tráfego fluir normalmente.

Para que haja espaço suficiente a fim de que todos os veículos possam realizar os movimentos, foi projetado a ilha central com raio de 17,00 m, com faixa de aceleração e desaceleração para a entrada e saída, com comprimento de 80,00 m, conta também com taper comprimento de 80 m. A pista rotatória possui largura da faixa de 7,00 m e as ilhas centrais largura típica média de 12,40 m.



Figura 3 - Local de implantação da interseção 02, Rodovia BR 373.

Em relação ao greide da pista, ela se manterá na altura já existente, aproveitando a topografia local, para que as operações de terraplanagem se tornem pequenas.

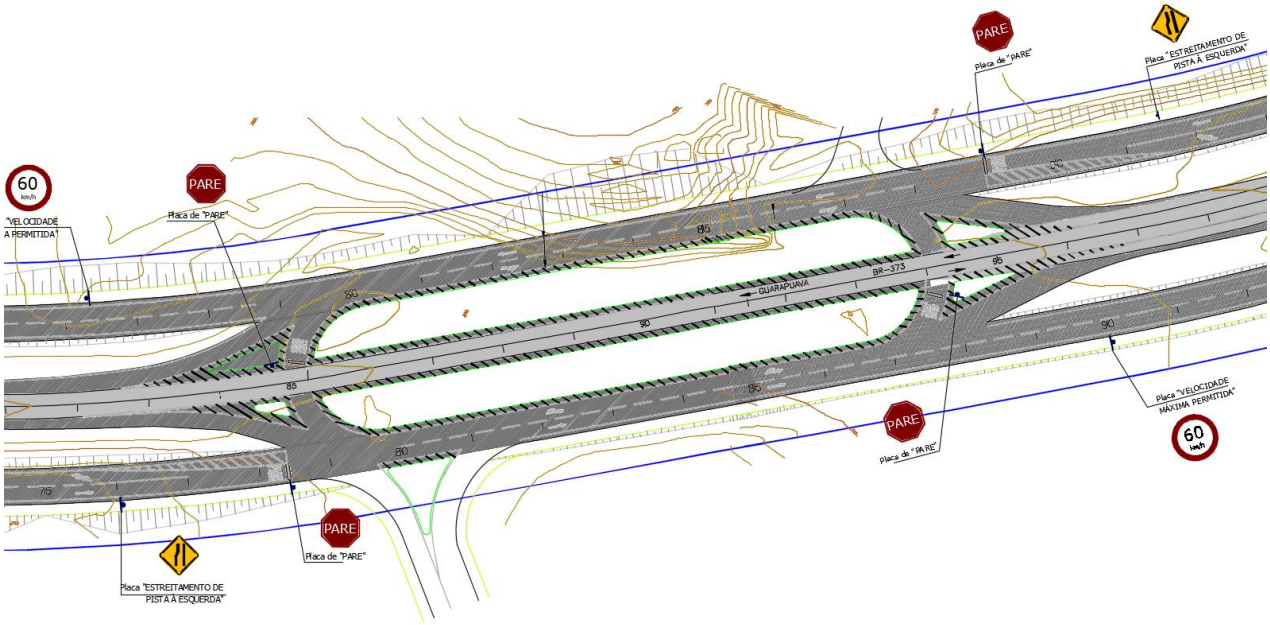


Figura 4 - Interseção projetada no entroncamento com a BR 373.

- Dispositivo 03:

A proposta para esta interseção também é a execução de uma rótula alongada, iniciando na estaca 185, e finalizando na Est 193+10, conforme figura abaixo.



Figura 5 - Local de implantação da interseção 03, Rodovia BR 158.

A partir desse ponto do traçado, a Rodovia deixa de ser denominada de BR 373, e passa a ser denominada de BR 158.

O objetivo essa interseção é promover o acesso ao município de Coronel Vivida, pela Rua Generoso Marques, como também acesso as indústrias presentes as margens da Rodovia, de maneira a executá-los com segurança.

A rótula alongada será em nível e possui comprimento total de 140 m, no decorrer dela é previsto duas faixas, uma para quem irá realizar a conversão pela interseção e outra para quem desejar seguir adiante na via marginal. Essas faixas foram projetadas com larguras de 4,00 m.

Para que haja espaço suficiente a fim de que todos os veículos possam realizar os movimentos, foi projetado a ilha central com raio de 19,00 m, com faixa de aceleração e desaceleração para a entrada e saída, com comprimento de 80,00 m, conta também com taper comprimento de 80 m. A pista rotatória possui largura da faixa de 7,00 m e as ilhas centrais largura típica média de 15,30 m.

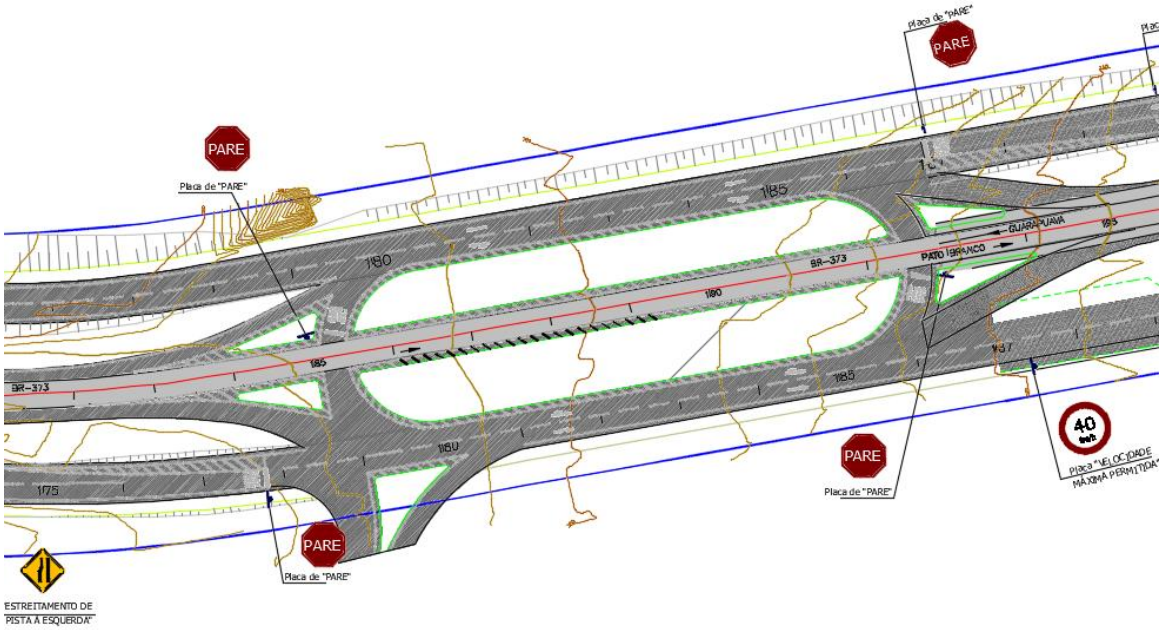


Figura 6 - Interseção projetada.

- Dispositivo 04:

A proposta para essa interseção é adaptar o acesso do Posto San Rafael, para as entradas e saídas das vias marginais.

Essa interseção também está projetada do tipo rótula alongada em nível, com larguras da pista de rolamento com 4,00 m, com a mesma disposição das demais interseções já vistas anteriormente.

Com relação ao comprimento, a rótula terá 90 metros, contando com largura da ilha central de 11,70 m, a pista rotatória com 7,00 m, faixa de aceleração e desaceleração com 80 metros de comprimento



Figura 7 - Local de implantação da interseção 04, Rodovia BR 158.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICO

2.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICO

Os estudos topográficos tiveram por objetivo simular em ambiente computacional e gráfico, com elevada precisão as informações referentes ao relevo, interferências e benfeitorias existentes ao longo da rodovia, no qual está contemplado o projeto de implantação de terceiras faixas.

Deste modo, consistiram na execução de levantamentos planialtimétricos cadastrais, com implantação de marcos de metal.

Estes pontos de apoio implantados foram reconhecidos com o uso de um GPS, e as coordenadas e altitudes dos pontos utilizados pela equipe de topografia para a realização do levantamento. Com o uso destas bases de referências instaladas em marcos componentes da rede implantada e interligadas foram levantados os demais marcos.

Desta forma, a metodologia de triangulação de uma superfície calculada, torna-se tão precisa quanto o levantamento de seções transversais normais a um eixo de uma poligonal ou eixo locado.

2.2.1 Implantação de Marcos Georreferenciados

Como pontos de partida para os trabalhos de campo seguem abaixo os marcos georreferenciados existentes ao longo dos trechos de implantação de terceiras faixas.

As coordenadas topográficas destes marcos foram utilizadas para cálculo das poligonais de apoio na fase seguinte.

Apresentamos as monografias dos marcos onde são informadas suas coordenadas geodésicas, UTM e topográficas.

RELAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS MARCOS DA IMPLANTAÇÃO DE TERCEIRAS FAIXAS						
MARCO Nº	TRECHO	COORDENADAS UTM		COORDENADAS LTM		COTAS
		NORTE	ESTE	LATITUDE	LONGITUDE	
BASE M 01	Marginais BR 373	7122194842	342975693	26°00'38.3"S	52°34'08.6"W	734.820
BASE M 02	Marginais BR 373	7122251006	342954411	26°00'36.5"S	52°34'09.3"W	736.974
BASE M 03	Marginais BR 373	7124508824	344298333	25°59'23.6"S	52°33'20.0"W	796.160
BASE M 04	Marginais BR 373	7124501920	344241515	25°59'23.8"S	52°33'22.1"W	795.570

Tabela 1 - Resumo dos marcos e localização.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

MONOGRAFIA DO MARCO

MARCO: BASE M 01 - Rodovia BR 373

DATUM (SIRGAS-2000)			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		**COORDENADAS UTM**	
LATITUDE:	26°00'38.3"S	UTM (N):	7122194842
LONGITUDE:	52°34'08.6"W	UTM (E):	342975693
ALTITUDE GEOMÉTRICA (m):	737.604	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (m):	734.820
TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO	TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO
SIGMA LATITUDE (m):	0,007	MODELO GEOIDAL:	MAPGEO 2010 (IBGE)
SIGMA LONGITUDE (m):	0,007	OBSERVAÇÕES	
SIGMA ALTITUDE GEOMÉTRICA:	0,018		
MARCOS DE REFERÊNCIA:	hgeoHNOR_IMBITUBA		

ITINERÁRIO

Partindo da estaca 0PP segue em sentido ao município de Pato Branco - PR com referência na via marginal esquerda até a estaca 220 + 7,00m chega-se no marco denominado de BASE M 01, localizado em frente ao posto San Rafael.

LOCALIZAÇÃO



FOTO DO LOCAL



DESCRIÇÃO

Marco com base e haste metálica.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

MONOGRAFIA DO MARCO

MARCO: BASE M 02 - Rodovia BR 373

DATUM (SIRGAS-2000)			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		**COORDENADAS UTM**	
LATITUDE:	26°00'36.5"S	UTM (N):	7122251006
LONGITUDE:	52°34'09.3"W	UTM (E):	342954411
ALTITUDE GEOMÉTRICA (m):	731.914	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (m):	736.974
TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO	TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO
SIGMA LATITUDE (m):	0,004	MODELO GEOIDAL:	MAPGEO 2010 (IBGE)
SIGMA LONGITUDE (m):	0,004	OBSERVAÇÕES	
SIGMA ALTITUDE GEOMÉTRICA:	0,010		
MARCOS DE REFERÊNCIA:	hgeoHNOR_IMBITUBA		

ITINERÁRIO

Partindo da estaca 0PP segue em sentido ao município de Pato Branco - PR com referência na via marginal direita até a estaca 219 + 0,00m chega-se no marco denominado de BASE M 02, localizado em frente ao posto San Rafael.

LOCALIZAÇÃO



FOTO DO LOCAL



DESCRIÇÃO

Marco com base e haste metálica.

MONOGRAFIA DO MARCO

MARCO: BASE M 03 - Rodovia BR 373

DATUM (SIRGAS-2000)			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		**COORDENADAS UTM**	
LATITUDE:	25°59'23.6"S	UTM (N):	7124508824
LONGITUDE:	52°33'20.0"W	UTM (E):	344298333
ALTITUDE GEOMÉTRICA (m):	795.741	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (m):	796.160
TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO	TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO
SIGMA LATITUDE (m):	0,002	MODELO GEOIDAL:	MAPGEO 2010 (IBGE)
SIGMA LONGITUDE (m):	0,003	OBSERVAÇÕES	
SIGMA ALTITUDE GEOMÉTRICA:	0,006		
MARCOS DE REFERÊNCIA:	hgeoHNOR_IMBITUBA		

ITINERÁRIO

Partindo da estaca 0PP segue em sentido ao município de Pato Branco - PR com referência na via marginal esquerda até a estaca 79 + 11,80 m chega-se no marco denominado de BASE M 03, localizado em frente a interseção com a Rua Romário Martins.

LOCALIZAÇÃO



FOTO DO LOCAL



DESCRIÇÃO

Marco com base e haste metálica.

MONOGRAFIA DO MARCO

MARCO: BASE M 04 - Rodovia BR 373

DATUM (SIRGAS-2000)			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		**COORDENADAS UTM**	
LATITUDE:	25°59'23.8"S	UTM (N):	7124501920
LONGITUDE:	52°33'22.1"W	UTM (E):	344241515
ALTITUDE GEOMÉTRICA (m):	796.140	ALTITUDE ORTOMÉTRICA (m):	795.570
TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO	TÉCNICA DE MEDIÇÃO:	GPS GEODÉSICO
SIGMA LATITUDE (m):	0,003	MODELO GEOIDAL:	MAPGEO 2010 (IBGE)
SIGMA LONGITUDE (m):	0,003	OBSERVAÇÕES	
SIGMA ALTITUDE GEOMÉTRICA:	0,008		
MARCOS DE REFERÊNCIA:	hgeoHNOR_IMBITUBA		

ITINERÁRIO

Partindo da estaca 0PP segue em sentido ao município de Pato Branco - PR com referência na via marginal direita até a estaca 81 + 10 m chega-se no marco denominado de BASE M 04, localizado em frente a interseção com a Rua Romário Martins.

LOCALIZAÇÃO



FOTO DO LOCAL



DESCRIÇÃO

Marco com base e haste metálica.

2.2.2 Poligonais de apoio

O caminhamento das poligonais foi do tipo fechado, quando a poligonal inicia e termina no mesmo par de marcos.

Para cada poligonal foram aferidos os erros nos eixos Norte, Leste e Z (altitude). Se mantidos dentro das tolerâncias, foram distribuídos entre os vértices da poligonal e obtidas as coordenadas finais dos marcos.

A partir deste conjunto de pontos materializados em campo foi realizada a coleta dos dados de relevo e cadastro propriamente ditos, pelo método da irradiação de pontos.

2.2.3 Irradiação

A partir dos pontos de coordenadas conhecidas iniciou-se o processo de coleta de dados detalhados do relevo, com vistas na elaboração das plantas de cadastro do Modelo Digital do Terreno (MDT). Nesta etapa são especialmente importantes os seguintes elementos a serem coletados:

- Limites da pista de rolamento, acostamentos, calçadas etc. existentes;
- Elementos de drenagem como bueiros, sarjetas, caixas coletoras etc.;
- Edificações existentes;
- Sinalização existente;
- Pontos de ônibus e acessos principais;
- Limites da vegetação;
- Talvegues e divisores;
- Redes de infraestrutura, como água, fibra-ótica, energia elétrica, gás etc.;
- Benfeitorias de toda ordem que possam interferir ou sofrer interferência do Projeto.

2.2.4 Desenhos e MDT

Para o tratamento / inserção dos pontos cadastrados em campo e a triangulação da superfície com o auxílio do software POSIÇÃO, não menos importante, as cartas topográficas disponibilizadas no site do Exército Brasileiro. Este conjunto de elementos minimizam a possibilidade de interpretações equivocadas, ou mesmo erros de codificação possíveis de ocorrer na fase de campo e permitem aferir a amplitude e detalhes do

levantamento para que assim as ferramentas operacionais utilizadas obtivessem a precisão necessária ao projeto proposto.

De posse de todos os dados de campo, processados e com todas as tolerâncias de erros de fechamento verificados, estes elementos são carregados em um CAD, onde, com os croquis de campo e utilizando-se das ferramentas de CAD, e o desenho foi construído através de simbologia, representando a situação encontrada em campo em uma forma digital.

Para a representação do relevo na forma de um relevo matemático utilizou-se do método da triangulação de Delaunay do aplicativo POSIÇÃO que pesquisa dentre todos os pontos do desenho aqueles que possuem cota e que serão utilizados no processamento, então, o aplicativo inicia o processo de triangulação, gerando os lados dos triângulos entre pontos de menor distâncias. Após a malha triangular concluída, as linhas obrigatórias (“break line”) são definidas e processadas, forçando um lado do triângulo a ser igual a esta linha. As linhas obrigatórias definem qualquer modificação não natural existente no terreno tais como os bordos, eixos, cristas e pés de taludes e valas, rio, etc.

Ao término do processamento, esta malha triangular permite a geração: das curvas de nível, do perfil longitudinal e das seções transversais.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2.3 ESTUDO DE TRÁFEGO

2.4 ESTUDO DE TRÁFEGO

Os estudos de tráfego apresentados a seguir foram extraídos na Instrução de Projeto IP-02 – Classificação das Vias da SIURB – Prefeitura Municipal de São Paulo, em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno das vias urbanas.

Para isso, foram classificadas as seguintes atividades:

- Parâmetros de Tráfego;
- Classificação das Vias;
- Análise dos volumes de tráfego.

2.4.1 Parâmetros de Tráfego

Para o estabelecimento do parâmetro "N" (número de operações do eixo padrão de 80 KN), representativo das características de tráfego, são estudados os seguintes tópicos:

- Estimativa das porcentagens mais prováveis de cada tipo de veículo de carga na composição da frota. Isso é efetuado levando-se em conta a função preponderante de cada classe de via.
- Carregamento provável de acordo com cada classe de via. Constata-se que, em viagens curtas e principalmente nas zonas urbanas, a porcentagem de veículos circulando com carga abaixo do limite e mesmo "vazios" é elevada.

Para o cálculo do fator de equivalência de cada tipo de veículo, necessário à determinação do número “N” (considerando seus carregamentos), são utilizados os estudos realizados para a determinação dos fatores de equivalência, e que constam de:

- Estabelecimento de modelos matemáticos, relacionando a carga útil às cargas resultantes nos eixos dos veículos. Foram obtidos a partir dos dados básicos de cada tipo de veículo (tara, número de eixo, limites máximos de carga por eixo, etc.) e confrontados com modelos obtidos por regressão linear de alguns levantamentos estatísticos disponíveis. A utilização desses modelos conduz à determinação dos fatores de equivalência correspondentes a:

105% da carga útil máxima

100% da carga útil máxima

75% da carga útil máxima

Estabelecimento de percentuais dos carregamentos para os tipos de veículos comerciais componentes da frota, de acordo com as características de cada classe de via, sendo calculados os fatores de equivalência final e determinados os números "N".

2.4.2 Classificação das Vias e Distribuição do Tráfego

O tráfego e as cargas solicitantes na via a ser pavimentada deverão ser caracterizados de forma a instruir a aplicação dos métodos adotados. O parâmetro "N" constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos à estrutura, na interface pneu/pavimento. O valor de "N" indica o número de solicitações previstas no período operacional do pavimento, por um eixo traseiro simples, de rodagem dupla, com 80 kN, conforme o Método do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

A previsão do valor final de “N" deve tomar como base contagens classificatórias, para utilização dos tipos de tráfego abaixo relacionados. Quando houver disponibilidade de dados de pesagens de eixos, com a respectiva caracterização por tipos, o cálculo do valor final de "N" dever· seguir integralmente as recomendações e instruções do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT-1996.

As vias urbanas a serem pavimentadas são classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de tráfego meio pesado, sendo descrito conforme o IP-02/2004 da PMSP, da seguinte forma:

- **Tráfego Meio Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2x10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

2.4.3 Análise dos Volumes de Tráfego

As vias destinadas a implantação de pavimento asfáltico, está localizada nas margens da Rodovia BR 373, na qual, serão responsáveis por absorver grande parte da demanda de tráfego de acesso as indústrias.

Deste modo, serão adotados os índices apresentados na tabela abaixo como objetivo da caracterização do tráfego dessas vias, a fim de subsidiar informações relevantes para o Projeto Geométrico e de Pavimentação.

Função predominante	Tráfego previsto	Volume inicial		N	N característico
		Veículo Leve	Caminhão / ônibus		
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	1501 A 5000	101 A 300	$1{,}40 \times 10^6$ a $3{,}10 \times 10^6$	**2×10^6**

Tabela 2 - Classificação das vias marginais e o parâmetro de tráfego.

2.4.4 Notas

Ressalta-se que, para o atendimento das condições de uso e de tempo de vida útil fixado em projeto, o pavimento deverá ser mantido em suas condições de concepção e periodicamente deverão ser efetuadas os serviços de manutenção indispensáveis para o perfeito funcionamento da estrutura do pavimento.

O período de projeto adotado é de 10 anos, em função da duração máxima da camada asfáltica de revestimento (oxidação de ligante), sendo o período recomendado pelo método de dimensionamento do DNIT, e embasado no método da AASHTO.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de estabelecer a individualização climática, geomorfológica e pluviométrica da área de interesse bem como os elementos necessários ao estudo de suficiência das obras de drenagem existentes e ao dimensionamento de novas obras do sistema de drenagem, assim como, a análise das características das bacias hidrográficas e a estimativa das vazões de contribuição.

O estudo hidrológico foi desenvolvido com base na Instrução de Serviço IS-203 e no Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, ambos do DNIT.

Os estudos desta etapa de projeto foram concentrados como objetivo de determinar:

- Escolha e análise das estações hidrometeorológicas;
- Coleta, análise, depuração e tratamento dos dados pluviométricos;
- Estudo estatístico;
- Pluviometria da região obtida das observações e medições existentes, usada para a elaboração das curvas de Intensidade – Duração – Frequência;
- Delimitação das bacias hidrográficas; e,
- Cálculo da vazão de acordo com a metodologia vigente.

2.4.1 Serviços executados

Os estudos foram concentrados nos serviços de escolha e análise das estações hidrometeorológicas, coleta, análise, depuração e tratamento dos dados pluviométricos e climáticos e estudo estatístico.

Para desenvolvimento dos trabalhos de hidrologia foi necessário a coleta de dados pluviométricos, para tanto, foi utilizada a estação Coronel Vivida, Cód. 2552044, pertencente ao AGUASPARANÁ – Instituto de Águas do Paraná, localizada no município de Coronel Vivida, nas coordenadas geográficas, 25° 58' 59'' de latitude e 52° 34' 00''de longitude, com altitude de 700,00 m.

2.4.2 Características Gerais da Região

A implantação das Vias Marginais tem com classificação climática predominante, segundo Wladimir Köppen o trecho se desenvolve na região do grupo C, que já tem as temperaturas médias do mês mais frio e estão abaixo dos 18º e acima dos 3ºC.

Os índices pluviométricos médios anuais são de 2.056,05 mm, sem evidenciar estações secas no ano, pertencendo ao tipo úmido (f) do grupo C. As temperaturas médias dos meses de verão são superiores a 22ºC, classificando a região no subtipo (a).

A classificação do clima na região, segundo Köppen, é subtropical úmido com verões quentes do tipo (Cfa). Na Figura 4 está apresentada a classificação segundo Köppen, com o agrupamento dos climas regionais semelhantes.



Figura 8 - Classificação climática, segundo Köppen

2.4.3 Séries Históricas

Foram coletados os dados históricos da estação pertencente ao Instituto das Águas do Paraná, onde podemos observar a precipitação total dos anos e meses registrados pelas estações, conforme apresentados nos quadros abaixo.

ALTURAS ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm)

ANO	Total Anual	Máxima Diária	Dias de Chuva
1981	1.812,30	97,00	107
1982	2.313,50	134,20	114
1983	3.081,70	185,60	131
1984	2.090,70 *	-	-

1985	1.346,40 *	-	-
1986	2.283,10	94,00	120
1987	2.000,90	89,20	121
1988	1.308,50	90,70	88
1989	1.927,00 *	-	-
1990	2.479,40	132,70	148
1991	1.756,50	131,20	82
1992	2.322,50	162,70	115
1993	2.072,90	95,20	111
1994	2.215,60 *	-	-
1995	1.822,30	95,50	100
1996	2.359,00	85,90	113
1997	2.394,30	151,10	117
1998	2.627,00	124,00	109
1999	1.687,00	92,60	100
2000	2.211,60	83,30	110
2001	2.081,60	75,00	109
2002	2.394,50	120,50	101
2003	1.743,70	82,40	80
2004	1.768,80	69,80	87
2005	1.754,50	101,30	80
2006	1.416,70	64,20	80
2007	1.781,00	153,00	81
2008	1.693,70	117,80	95
2009	2.302,00	104,50	111
2010	1.950,80	143,30	96
2011	2.150,00	111,10	100
2012	1.793,70	114,90	84
2013	2.599,90	145,50	109
2014	2.583,40	121,50	106
2015	2.815,00	126,90	116
2016	1.809,60	102,90	91
2017	2.316,00	86,70	90
2018	1.460,60 *	-	-
2019	1.618,60	96,40	88
2020	1.486,70	106,00	73
2021	1.425,00	66,60	76

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

RESUMO ANUAL

ANO	Total Anual	Máxima Diária	Dias de Chuva
MÉDIA	2.056,05	109,87	101
MÍNIMA	1.308,50	64,20	73
MÁXIMA	3.081,70	185,60	148
D PADRÃO	354,36	23,23	13,81

ALTURAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO (mm)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2001	184,60	335,60	184,10	167,10	133,30	172,00	180,00	78,60	100,30	165,00	244,90	136,10
2002	210,30	67,40	77,20	109,30	311,00	56,10	116,40	124,90	223,40	401,90	428,50	268,10
2003	131,50	136,00	117,90	98,20	80,70	157,00	89,40	38,10	118,50	204,80	214,50	357,10
2004	129,00	52,70	96,90	136,90	305,40	83,20	116,60	58,40	100,10	359,80	264,40	65,40
2005	108,50	14,00	55,00	119,40	254,00	240,30	114,50	129,90	225,80	404,50	71,50	17,10
2006	235,90	35,60	151,90	83,30	21,70	64,50	60,90	117,50	152,00	156,80	160,00	176,60
2007	175,20	108,30	177,30	315,90	301,60	29,00	126,70	23,40	22,80	147,10	208,40	145,30
2008	99,30	72,20	152,60	240,50	91,10	202,90	82,50	143,50	136,20	215,70	181,70	75,50
2009	175,80	94,50	167,30	75,10	244,60	131,70	180,40	131,10	299,80	348,30	264,60	188,80
2010	154,70	125,80	206,00	351,00	173,70	61,70	95,40	59,00	42,40	264,00	73,60	343,50
2011	195,50	358,70	136,00	97,60	48,00	74,90	286,60	346,10	132,00	262,10	164,30	48,20
2012	171,80	146,60	74,80	326,80	70,10	157,50	157,70	2,80	59,90	280,70	54,40	290,60
2013	185,80	245,10	318,80	81,50	232,70	460,80	89,30	142,50	220,80	194,00	153,10	275,50
2014	221,70	125,80	343,20	120,30	205,00	537,80	138,30	16,20	394,70	112,50	188,80	179,10
2015	470,90	262,80	175,80	59,90	182,40	189,20	332,90	74,80	140,20	253,30	278,80	394,00
2016	151,30	264,90	176,40	61,30	188,80	62,50	80,50	191,40	95,20	193,20	113,30	230,80
2017	267,50	161,30	249,20	111,20	187,20	183,50	7,80	115,10	24,90	496,00	297,70	214,60
2018	168,30	101,20	218,80	42,80	50,70	122,20	8,30	86,20	198,0 *	241,50	121,50	101,10
2019	121,70	226,60	187,70	175,50	268,60	41,90	44,60	28,90	54,40	130,60	193,80	144,30
2020	131,00	188,00	73,10	42,40	188,80	241,80	97,10	96,40	37,10	58,00	89,70	243,30
2021	381,30	48,80	88,90	9,30	65,60	133,60	53,10	45,00	192,60	306,10	92,20	8,50

Valores anuais

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MÉDIA	193,89	151,04	163,28	134,54	171,67	162,10	117,10	97,61	138,66	247,42	183,80	185,88
MÍNIMA	99,30	14,00	55,00	9,30	21,70	29,00	7,80	2,80	22,80	58,00	54,40	8,50
MÁXIMA	470,90	358,70	343,20	351,00	311,00	537,80	332,90	346,10	394,70	496,00	428,50	394,00
D. PADRAO	59,61	79,49	57,95	73,52	77,35	88,71	55,52	53,67	74,01	85,95	71,09	90,24

2.4.4 Relação Intensidade – Duração - Recorrência

O quadro abaixo apresenta média e desvio padrão da variável de Gumbel y em função do número de observações. Fonte: Gumbel (1958).

n	$\bar{y}_n$	σ_n	n	$\bar{y}_n$	σ_n	n	$\bar{y}_n$	σ_n
8	0,4843	0,9043	35	0,5403	1,1285	64	0,5533	1,1793
9	0,4902	0,9288	36	0,5410	1,1313	66	0,5538	1,1814
10	0,4952	0,9497	37	0,5418	1,1339	68	0,5543	1,1834
11	0,4996	0,9676	38	0,5424	1,1363	70	0,5548	1,1854
12	0,5035	0,9833	39	0,5430	1,1388	72	0,5552	1.1873
13	0,5070	0,9972	40	0,5436	1,1413	74	0,5557	1,1890
14	0,5100	1,0095	41	0,5442	1,1436	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	42	0,5448	1,1458	78	0,5565	1,1923
16	0,5157	1,0316	43	0,5453	1,1480	80	0,5569	1,1938
17	0,5181	1,0411	44	0,5458	1,1499	82	0,5572	1,1953
18	0,5202	1,0493	45	0,5463	1,1519	84	0,5576	1,1967
19	0,5220	1,0566	46	0,5468	1,1538	86	0,5580	1,1980
20	0,5236	1,0628	47	0,5473	1,1557	88	0,5583	1.1994
21	0,5252	1,0696	48	0,5477	1,1574	90	0,5586	1,2007
22	0,5268	1,0754	49	0,5481	1,1590	92	0,5589	1,2020
23	0,5283	1,0811	50	0,5485	1,1607	94	0,5592	1,2032
24	0,5296	1,0864	51	0,5489	1,1623	96	0,5595	1,2044
25	0,5309	1,0915	52	0,5493	1,1638	98	0,5598	1,2055
26	0,5320	1,0961	53	0,5497	1,1653	100	0,5600	1,2065
27	0,5332	1,1004	54	0,5501	1,1667	150	0,5646	1,2253
28	0,5343	1,1047	55	0,5504	1,1681	200	0,5672	1,2360
29	0,5353	1.1086	56	0,5508	1,1696	250	0,5688	1,2429
30	0,5362	1,1124	57	0,5511	1,1708	300	0,5699	1,2479
31	0,5371	1,1159	58	0,5515	1,1721	400	0,5714	1,2545
32	0,5380	1,1193	59	0,5518	1,1734	500	0,5724	1,2588
33	0,5388	1,1226	60	0,5521	1,1747	750	0,5738	1,2651
34	0,5396	1,1255	62	0,5527	1,1770	1000	0,5745	1,2685

O fator de frequência Kt pode ser determinado pela expressão:

$$K_t = \frac{y - yn}{\sigma n}$$

Onde:

- y: variável reduzida;
- yn: média aritmética da variável reduzida, para uma amostra de n elementos extremos;
- σn: desvio-padrão da variável reduzida.

De acordo com a equação de Gumbel e considerando que o tempo de recorrência, TR, é o inverso da probabilidade P, a variável reduzida pode ser calculada pela expressão:

$$y = -\ln\left[ln * TR - ln\,(TR - 1)\right]$$

A média aritmética da variável reduzida é determinada pela expressão:

$$P = \frac{\sum y}{n} = \frac{\sum 2.056{,}05}{36} = 57{,}11$$

E o desvio padrão:

$$\sigma n = \sqrt{\frac{\sum (y - yn)^2}{n}} = 19{,}20$$

Os valores seguem apresentados na tabela abaixo.

Nº de Eventos Considerados	TR - Tempo de Recorrência em Anos						
	5	10	15	20	25	50	100
30	0,8664	1,5410	1,9216	2,1881	2,3933	3,0257	3,6533
31	0,8628	1,5353	1,9147	2,1804	2,3850	3,0154	3,6411
32	0,8594	1,5299	1,9081	2,1730	2,3770	3,0054	3,6292
33	0,8562	1,5246	1,9018	2,1659	2,3693	2,9958	3,6178
34	0,8533	1,5200	1,8962	2,1596	2,3624	2,9874	3,6078
35	0,8504	1,5153	1,8905	2,1532	2,3555	2,9789	3,5976
36	0,8476	1,5110	1,8852	2,1473	2,3491	2,9709	3,5880
37	0,8450	1,5068	1,8802	2,1416	2,3430	2,9633	3,5791
38	0,8427	1,5031	1,8757	2,1366	2,3375	2,9566	3,5710
39	0,8403	1,4993	1,8711	2,1314	2,3319	2,9495	3,5627
40	0,8379	1,4955	1,8664	2,1262	2,3262	2,9426	3,5543

Para transformação das chuvas máximas de um dia em chuvas de 24 horas e daí por diante em chuvas de 1 hora e de 6 minutos, utilizou-se o método das Isozonas desenvolvido pelo Engº José Jaime Taborga Torrico, apresentado na Figura 5, abordado no livro Práticas Hidrológicas deste mesmo autor, que consiste na correlação dos dados dos postos pluviométricos com os dados dos postos pluviográficos, permitindo deduzir, de forma simples, as precipitações para os períodos inferiores há 24 horas.

$$H = P + kt * \sigma p$$

Intensidades de Precipitação:

- $H_{5\ anos} = 57{,}112 + 0{,}8476 * 21{,}72 = 75{,}52\ mm$
- $H_{10\ anos} = 57{,}112 + 1{,}5109 * 21{,}72 = 89{,}93\ mm$
- $H_{15\ anos} = 57{,}112 + 1{,}8852 * 21{,}72 = 98{,}06\ mm$
- $H_{20\ anos} = 57{,}112 + 2{,}1472 * 21{,}72 = 103{,}75\ mm$
- $H_{25\ anos} = 57{,}112 + 2{,}3490 * 21{,}72 = 108{,}13\ mm$
- $H_{50\ anos} = 57{,}112 + 2{,}9708 * 21{,}72 = 121{,}63\ mm$
- $H_{100\ anos} = 57{,}112 + 3{,}5880 * 21{,}72 = 135{,}04\ mm$

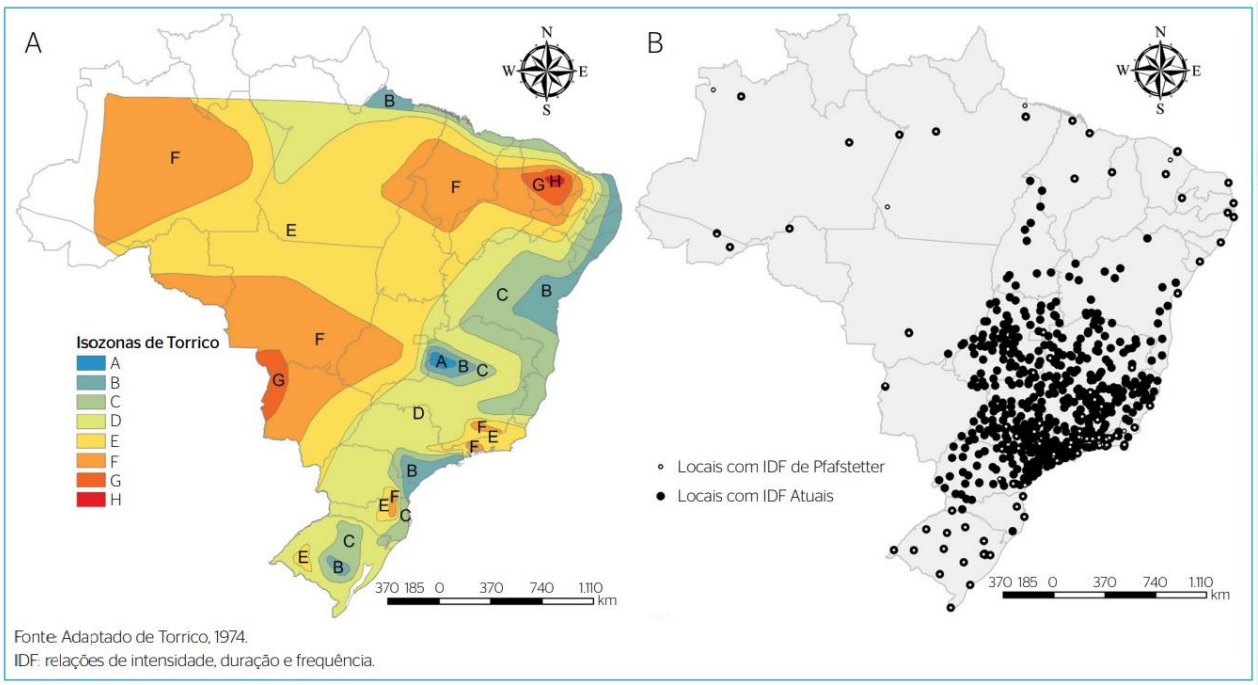


Figura 9 - Mapa de Isozonas (A), apresentada por Torrico (1974), incluindo relações de intensidade, duração e frequência determinadas por Pfafstetter (1956; 1982) e as utilizadas neste estudo (B).

Isozona	1h/24h chuva										6min/24h	
	TR (anos)										TR (anos)	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,4	37,2	36,0	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

Fonte: Torrico, 1974.
TR: períodos de recorrência.

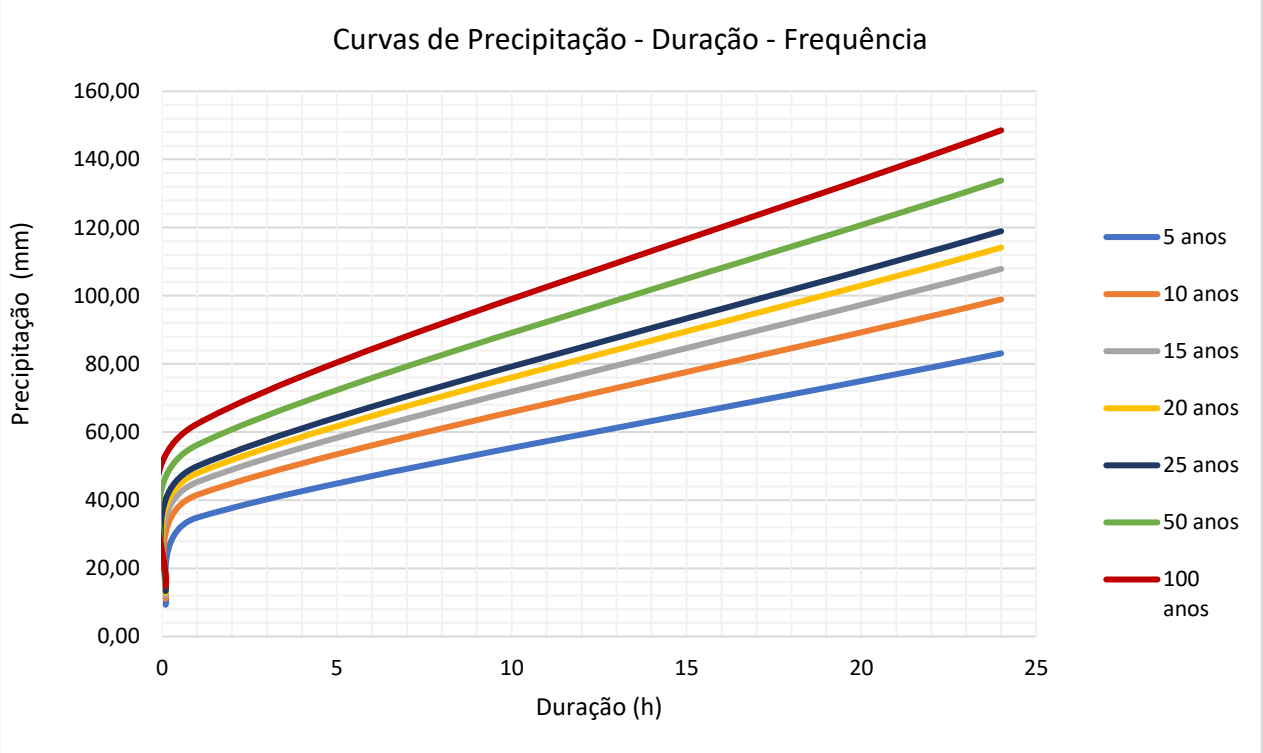
O lote do projeto encontra-se na isozona D, tendo os seguintes índices:

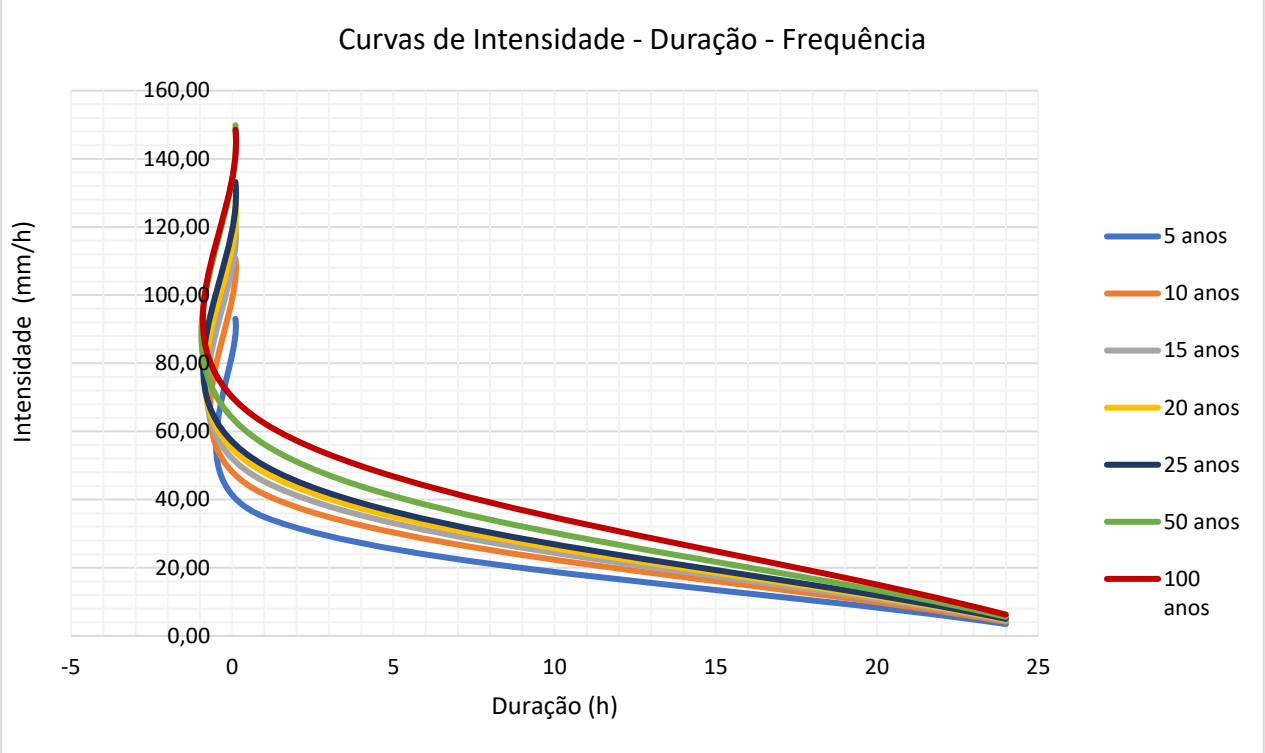
Tempo de Recorrência	Intensidade de Precipitação (mm)		
	6 minutos	1 hora	24 horas
5 anos	9,30	34,89	83,07
10 anos	11,08	41,55	98,92
15 anos	12,08	45,30	107,86
20 anos	12,78	47,93	114,12
25 anos	13,32	49,96	118,94
50 anos	14,99	56,20	133,80
100 anos	14,85	62,39	148,54

Como os dados observados são restritos a períodos de observação geral inferiores aos desejados em projeto. Assim sendo, é desejável o apoio de uma lei de distribuição probabilística de extremos teórica.

A estatística dos valores extremos, segundo Chow-Gumbel, apresenta-se como um dos métodos mais indicados para caracterizar a distribuição de chuvas máximas. Assim, procura-se analisar as relações intensidade - duração - frequência das chuvas observadas, determinando-se para os diferentes intervalos de duração da chuva, qual o tipo de equação e qual o número de parâmetros desta equação que melhor caracterizam aquelas relações.

Com os dados de precipitação calculados para os diversos tempos de recorrência e para os tempos de duração, pode-se traçar os gráficos, onde estão apresentadas as curvas de altura - duração - frequência e intensidade - duração – frequência.





2.4.5 Cálculo das Vazões

O cálculo da vazão das bacias de contribuição foi determinado através dos procedimentos citados a seguir:

As bacias com áreas inferiores a 4 km² a descarga foi determinada pelo método racional;

As bacias com áreas entre 4 a 10 km² a descarga foi determinada pelo método de racional corrigido;

As bacias com áreas superiores a 10 km² a descarga foi determinada pelo método de hidrograma unitário triangular.

O tempo de concentração das bacias foram avaliados por metodologia e modelos usuais, e que apresentem resultados compatíveis e considerando:

- Área da bacia;
- Comprimento e declividade do talvegue principal;
- Forma da bacia;
- Declividade do talvegue principal;
- Recobrimento Vegetal;

- Uso da terra; e
- Outros.

2.4.5.1 Método Racional:

Relaciona a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, sendo a vazão de dimensionamento calculada pela equação abaixo:

$$Q = \frac{C * I * A}{6}$$

Onde:

Q = vazão, em m3/s;
i = equação de chuva, em mm/min;
A = área de contribuição, em ha;
c = coeficiente de deflúvio, adimensional.

O volume excedente de chuva, com precipitação uniforme sobre a bacia, é determinado de acordo com o complexo solo-cobertura vegetal representado pelo coeficiente de escoamento ou Runoff.

O coeficiente de deflúvio foi arbitrado segundo a tabela apresentada pelo DNIT. Para áreas com urbanização fez-se a média ponderada considerando-se a área e o respectivo coeficiente. Para bacias sem urbanização, considerou-se a declividade da bacia e o tipo de solo da região conforme o Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, 2005.

Tipo de Área de Drenagem	Coeficiente C
Áreas sem melhoramentos	
Solo arenoso, declividade baixa < 2%.	0,05-0,10
Solo arenoso, declividade média entre 2% e 7%.	0,10-0,15
Solo arenoso com declividade alta > 7%	0,15-0,20
Solo argiloso, declividade baixa < 2%	0,13-0,17
Solo argiloso, declividade média entre 2% e 7%.	0,18-0,22
Solo argiloso com declividade alta > 7%	0,15-0,35
Áreas comerciais	
Áreas centrais	0,70-0,95
Áreas de bairros	0,50-0,70

Áreas Residenciais	
Residenciais isoladas	0,35-0,50
Unidades múltiplas, isoladas	0,40-0,60
Unidades múltiplas, conjugadas	0,60-0,75
Residencial suburbana	0,25-0,45
Area de apartamentos	0,50-0,700
Tipo de Área de Drenagem	Coeficiente C
Áreas industriais	
Áreas com ocupação esparsa	0,50-0,80
Área com ocupação densa	0,60-0,90
Ruas	
Revestimento asfáltico	0,70-0,95
Revestimento de concreto	0,80-0,95
Tijolos	0,70-0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75-0,85
Telhados	0,75-0,95

2.4.5.2 Método Racional Corrigido:

Para corrigir os efeitos de distribuição de chuvas nas bacias hidrográficas, consideradas uniformes no Método Racional, principalmente em bacias de médio porte, é introduzido um coeficiente redutor da intensidade de precipitação chamado coeficiente ou fator de distribuição, dado por:

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

Onde:
n = fator de distribuição;
A = área de contribuição da bacia, em km²;

E, portanto, o cálculo da vazão, neste caso, resultará do produto da vazão calculada pelo Método Racional, como atrás indicado, multiplicado pelo fator de distribuição n. Esta correção foi aplicada para bacias com áreas de drenagem entre 4,0 e 10 km².

2.4.5.3 Método do Hidrograma Unitário Triangular:

Este método utiliza as seguintes relações:

$$q = \frac{2,08 * A}{tp}$$

$$tp = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 * tc$$

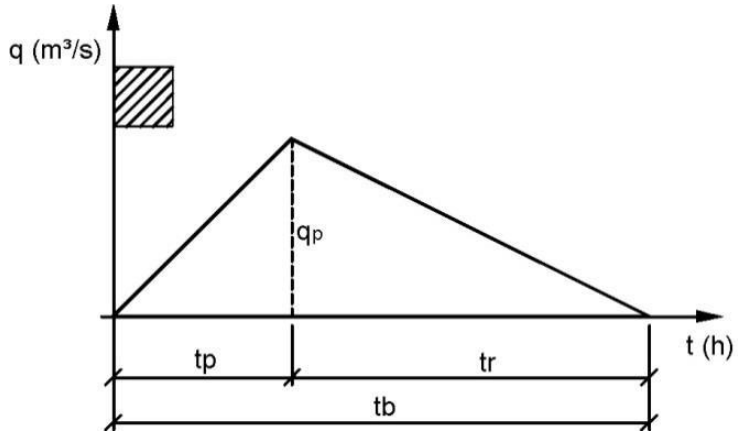
$$\Delta t = \frac{tc}{5}$$

$$tr = 1{,}67 * tc$$

$$tb = 2{,}67 * tc$$

Onde:

q = vazão máxima do hidrograma unitário, em m3/s;
A = área de contribuição da bacia, em km²;
tp = tempo de pico, em h;
Δt = tempo unitário, em h;
tc = tempo de concentração, em h;
tr = tempo de descida, em h;
tb = tempo de base, em h.



2.4.6 Bacias Hidrográficas

Nesta fase do projeto, foi analisado a bacia interceptada pelo traçado do projeto.

A bacia foi caracterizada pelos seguintes elementos:

- Fotografia aérea;

- Restituição aerofotogramétrica;

- Inspeção em campo.

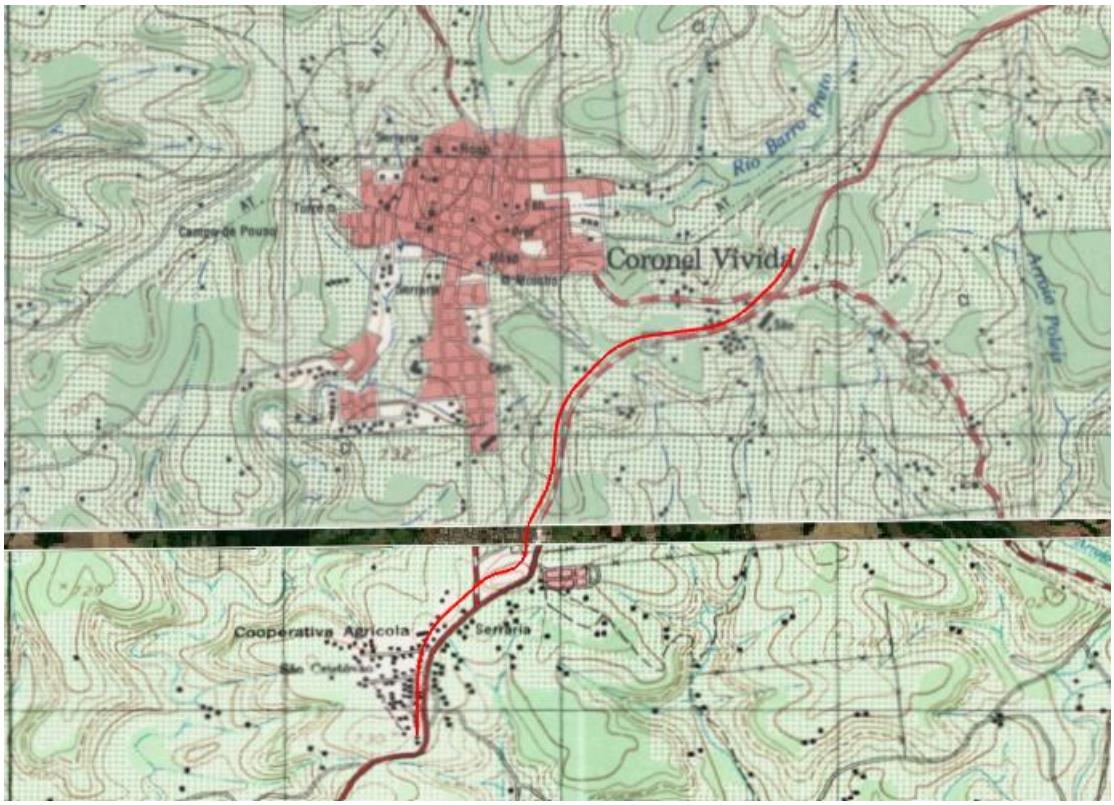


Figura 10 - Mapa das bacias hidrográficas interceptada pelo traçado.

2.4.7 Período de Recorrência

Para o estudo em questão foram adotados os seguintes tempos de recorrência, os quais estão em conformidade com a Instrução de Serviço IS-208 do DNIT.

- Obras de Drenagem Superficial: Tr = 10 anos;
- Obras de Arte Corrente:
  - Como Canal (Bueiros Tubular / Celular): Tr = 15 anos / Tr = 25 anos;
  - Como Orifício: Tr = 25 anos / Tr = 50 anos.
  - Pontes: Tr = 100 anos.

2.4.8 Tempo de Concentração

O tempo de concentração é definido como o tempo necessário para uma gota d'água percorrer a distância entre o ponto mais distante da bacia e a seção de vazão em estudo, onde acontece o pico do deflúvio superficial direto.

Para o cálculo utilizou-se a fórmula de Kirpich para bacias menores ou iguais a 100 ha e Kirpich Modificada no caso de bacias maiores que 100 ha, recomendada pelo "California Highways and Public Roads" expressa por:

$$tc = 57\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad ou, \quad tc = 85{,}2\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:
tc = Tempo de concentração, em minutos;
A = Área da bacia, em hectares;
L = Comprimento do talvegue principal, em km;
H = desnível (m).

Para obras de drenagem superficial será adotado o tempo de concentração igual a 5 minutos, e para as Obras de Arte Correntes, o tempo de 10 minutos como mínimo.

2.4.9 Declividade equivalente do Talvegue

No cálculo da declividade do talvegue, foram consideradas as características físicas das bacias hidrográficas conforme o memorial descritivo da prefeitura de Coronel Vivida. Informações como o comprimento das bacias e os desníveis foram necessárias para calcular a declividade efetiva do talvegue, conforme a equação abaixo:

$$i = \left[\frac{L}{\frac{L1}{\sqrt{i1}} + \frac{L2}{\sqrt{i2}} + \frac{L3}{\sqrt{i3}} + \cdots + \frac{Ln}{\sqrt{in}}}\right]^2$$

Onde:

i = declividade efetiva (m/m)
L = comprimento total do talvegue (km)
L1, L2, L3, Ln = comprimentos parciais do talvegue (km)
i1, i2, i3, in = declividades parciais (m/m)

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2.5 ESTUDOS GEOLÓGICOS

2.5 ESTUDOS GEOLÓGICOS

A presente caracterização reúne as informações geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas de caráter geral, visando ofertar subsídios para avaliação do local da implantação das vias marginais.

2.5.1 Metodologia:

O desenvolvimento dos estudos efetuados se baseou nas informações de dados geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, geométricos, planialtimétricos e ambientais obtidos na bibliografia existente.

Incluíram estudos, cartas e mapas temáticos disponíveis sobre a região de envolvimento do projeto, dados de aerofotointerpretação, de imagens e informações de campo.

Fizeram parte da análise para o encaminhamento do projeto, juntamente com a reunião de informações regionais e locais, discussões sobre os aspectos técnicos do recape, que incluíram a geometria, a geotecnia, as obras de arte correntes, as questões ambientais e as possibilidades de aproveitamento de materiais de construção.

2.5.2 Localização da Área:

A área de estudo está localizada no município de Coronel Vivida entre as coordenadas latitude 25°59'1.60"S, longitude 52°32'31.50"O, da Rodovia BR 373, até as coordenadas latitude 26°0'50.48"S, longitude 52°34'9.23"O da Rodovia BR 158, região Sudoeste do estado do Paraná.

2.5.3 Caracterização Geológica:

2.5.3.1 Geologia Regional:

O município de Coronel Vivida, está situado no Terceiro Planalto Paranaense, na área da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na Formação Serra Geral, onde predominam rochas ígneas eruptivas, em princípio, basaltos, cuja alteração foi formadora das conhecidas “terras roxas”, como por rochas sedimentares, pelo qual foram recobertos os basaltos na porção do Estado.

A Formação Serra Geral apresenta rochas basálticas formadas por derrames de lavas, representativas do intenso vulcanismo fissural, ocorrido durante a era Mesozóica.

Como característica, tem-se o predomínio de solo avermelhado, de composição em geral argilosa e com alta taxa de fertilidade.

O planalto basáltico, assim como o planalto paleozóico, inclina-se suavemente para o ocidente: cai de 1.250m, a leste, para 300m nas margens do Paraná (a montante de Sete Quedas). Constituído por uma sucessão de derrames (empilhados) de basalto, este planalto domina toda a metade ocidental do estado. Assinale, ainda, que seus solos, cuja origem vem dos produtos da decomposição do basalto, formam a chamada “terra roxa”, que se encontra no norte e oeste do estado. Ponderando o assunto, o Terceiro Planalto consiste no derrame de rochas eruptivas – *basaltos, diabásios e meláfiros* – e aos depósitos de arenitos (Botucatu e Caiuá) da era Mesozóica, onde ocorreu o maior derrame de lavas vulcânicas de todo o mundo. Vale lembrar que este famoso derrame também é conhecido como *derrame de Trapp*, que formou a terra roxa (GONÇALVES, 2010; WIKIPÉDIA, 2010).

- Relevo: Hipsometria e Declividade

O relevo da mesorregião Sudoeste é marcado por uma homogeneidade morfológica decorrente do predomínio de feições planas e onduladas. Apresenta terrenos com declividade de 0 a 10% (até 6 graus de inclinação do terreno) em 55% da área total distribuídos em toda a extensão da mesorregião. Estes são considerados aptos ao uso agrícola (lavoura e pastagem), permitindo a utilização de implementos mecanizáveis em concordância com as normas técnicas de uso e conservação dos solos. Nesta categoria estão ainda incluídas as áreas inundáveis, que apresentam limitações para o uso agrícola.

O relevo ondulado, que ocorre em 30% da área da mesorregião, com declividade de 10 a 20% (até 12 graus), está distribuído por toda a região. Tais relevos são considerados aptos para agricultura não-mecanizada e reflorestamento, apresentando restrições ao uso de mecanização agrícola devido à vulnerabilidade erosiva.

- Litotipo:

Do ponto de vista geológico, de forma ampla, o Brasil está localizado sobre uma das plataformas que constituem o Planeta, a Plataforma Sul-Americana, que se encontra estruturada essencialmente sobre rochas metamórficas de idade Arqueana, associadas às unidades Proterozóicas e às Coberturas Sedimentares e Vulcânicas Fanerozóicas.



Figura 11 - Geologia do Brasil

Sobre essa plataforma desenvolveram-se no Brasil, em condições estáveis, as Coberturas Sedimentares e Vulcânicas Fanerozóicas que preencheram espacialmente três extensas bacias: A Bacia Amazônica, a Bacia do Parnaíba e a Bacia do Paraná, onde se insere a área de estudo.



Figura 12 - Localização das Bacias.

A evolução geológica do Estado do Paraná iniciou há mais de 2.800 milhões de anos. Os registros geológicos, ainda que descontínuos, anteriores a 570 milhões de anos, são essencialmente rochas magmáticas e metamórficas, que constituem o embasamento da Plataforma Sul-Americana. Posteriormente esta plataforma constituiu a base para a

formação das unidades sedimentares e vulcânicas. Este embasamento, aqui denominado pelo termo **Escudo**, está exposto na parte leste do Estado (Primeiro Planalto e Litoral), sendo recoberto a oeste pela cobertura vulcânica e sedimentar denominada **Bacia do Paraná.**

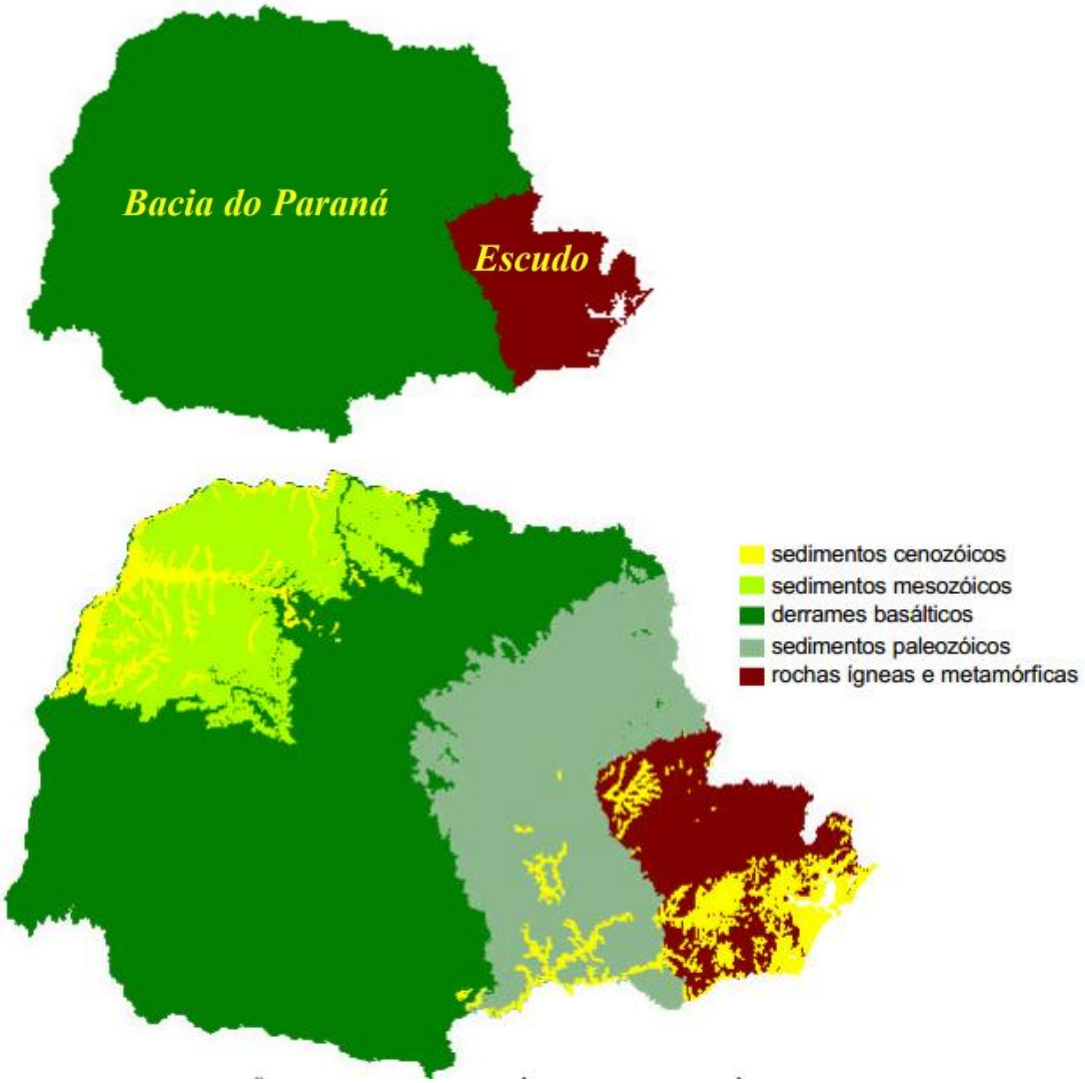


Figura 13 - Geologia do Paraná

As rochas do Paraná formam compartimentos distintos e abrangem um extenso intervalo do tempo geológico, com idades de 2,8 bilhões de anos até o presente. Na baixada litorânea, Serra do Mar e Primeiro Planalto, encontram-se rochas magmáticas e metamórficas mais antigas, recobertas parcialmente por sedimentos recentes de origem marinha e continental. O Segundo Planalto constitui a faixa de afloramento dos sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná. Sobrepostas a estes sedimentos ocorrem

as rochas vulcânicas de idade mesozoica do Grupo Serra Geral, formando o Terceiro Planalto, recobertas por sedimentos cretáceos no noroeste do Estado. Sedimentos recentes ocorrem em todas as regiões, principalmente nos vales dos rios, além de outros tipos de depósitos inconsolidados.

A Formação Serra Geral foi dividida em três compartimentos, equivalentes aos estabelecidos por vários pesquisadores do vulcanismo mesozoico da Bacia do Paraná (BELLIENI et al., 1984, 1986; PICCIRILLO e MELFI, 1988). O Compartimento Norte estende-se, no território paranaense, dos limites do estado com São Paulo até o alinhamento do rio Ivaí. O Compartimento Central é limitado por este alinhamento e o do rio Piquiri. O Compartimento Sul estende-se do alinhamento do rio Piquiri até os limites do Paraná com o estado de Santa Catarina.

O Compartimento Sul da Formação Serra Geral foi objeto de reconhecimento por ARIOLI (1980), com o objetivo de identificar uma diferenciação petrográfica e estrutural que favorecesse a seleção de alvos para a prospecção mineral. Durante o reconhecimento geológico realizado na região delimitada pelo paralelo 25º00’ e pelo meridiano 51º00’, esta diferenciação tornou-se patente, controlada aparentemente pela altitude dos derrames. Este controle sugere, portanto, uma sucessão estratigráfica, embora existam desnivelamentos provocados por falhas posteriores, não avaliados naquela fase do projeto.

Há semelhança do Compartimento Centro, a região a sul do lineamento do rio Piquiri contém uma predominância maciça de derrames, com as intrusões representando menos de 3% do volume. Por outro lado, as composições das lavas se equiparam, com 43,8% de basaltos, 26,4% de andesitos e 29,8% de tufos ácidos. Os basaltos e andesitos são quase exclusivamente pobres em Ti (95,5% e 98,4% respectivamente) e equigranulares (80% e 75% respectivamente). Os tufos ácidos são apenas do tipo Palmas, com 75,5% de riodacitos e 24,5% de riolitos. Mais de 60% destas rochas são ricas em vidro vulcânico na matriz, com raras evidências de fluxo ignimbrítico.

- Geomorfologia:

A grande unidade morfoestrutural no território paranaense, pode-se distinguir duas subunidades morfoesculturais: a Zona de Denudação Periférica e a Zona de Capeamento Basáltico-Arenítico.

A primeira está esculpida na faixa de rochas Paleozoicas e apresenta-se, no Paraná, como um planalto modelado em estruturas monoclinais, sub-horizontais, mergulhando para o oeste, o Segundo Planalto Paranaense.

A Zona de Capeamento Arenito-Basáltico corresponde ao grande derrame mesozoico de rochas eruptivas básicas que, no território paranaense, apresenta-se como o Terceiro Planalto Paranaense, ou Planalto Arenito-Basáltico e abrange cerca de 2/3 do território paranaense.

Esta unidade desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, com inclinação geral para oeste-noroeste e subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, atingindo altitudes médias de cimeira de 1100 a 1250m, na Serra da Esperança, declinando para altitudes entre 220 e 300 metros na calha do rio Paraná.

Segundo Maack (1968) este planalto subdivide-se em:

a) Planalto de Cambará e São Jerônimo da Serra, localizado na parte nordeste do Estado, tendo seus limites nos rios Tibagi, Paranapanema e Itararé;

b) Planalto de Apucarana, que se estende entre os rios Tibagi, Paranapanema, Ivaí e Paraná;

c) Planalto de Campo Mourão, compreendido entre os rios Ivaí, Piquirí e Paraná;

d) Planalto de Guarapuava, que ocupa terras entre os rios Piquiri, Iguaçu e Paraná;

e) Planalto de Palmas, que se estende entre o divisor norte da bacia do rio Uruguai e sul da bacia do Iguaçu até o vale deste. Este divisor de águas serve de limite natural entre os Estados do Paraná e Santa Catarina nesta região.

A sub-unidade morfoescultural número 2.4.5, denominada Planalto do Alto/Médio Piquiri, situada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação média e ocupa uma área de 4.626,01 km², que corresponde a 28,04% desta Folha. As classes de declividade predominantes estão entre 12-30% em uma área de 1.696,26 km² ; menor que 6% em uma área de 1.651,53 km² e entre 6-12% em uma área de 916,97 km². Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 620 metros com altitudes variando entre 360 (mínima) e 980 (máxima) m. s. n. m. (metros sobre o nível do mar). As formas predominantes são topos alongados e isolados, vertentes convexas e convexo côncavas e vales em “U” aberto. A direção geral da morfologia é NE/SW, modelada em rochas da Formação Serra Geral.

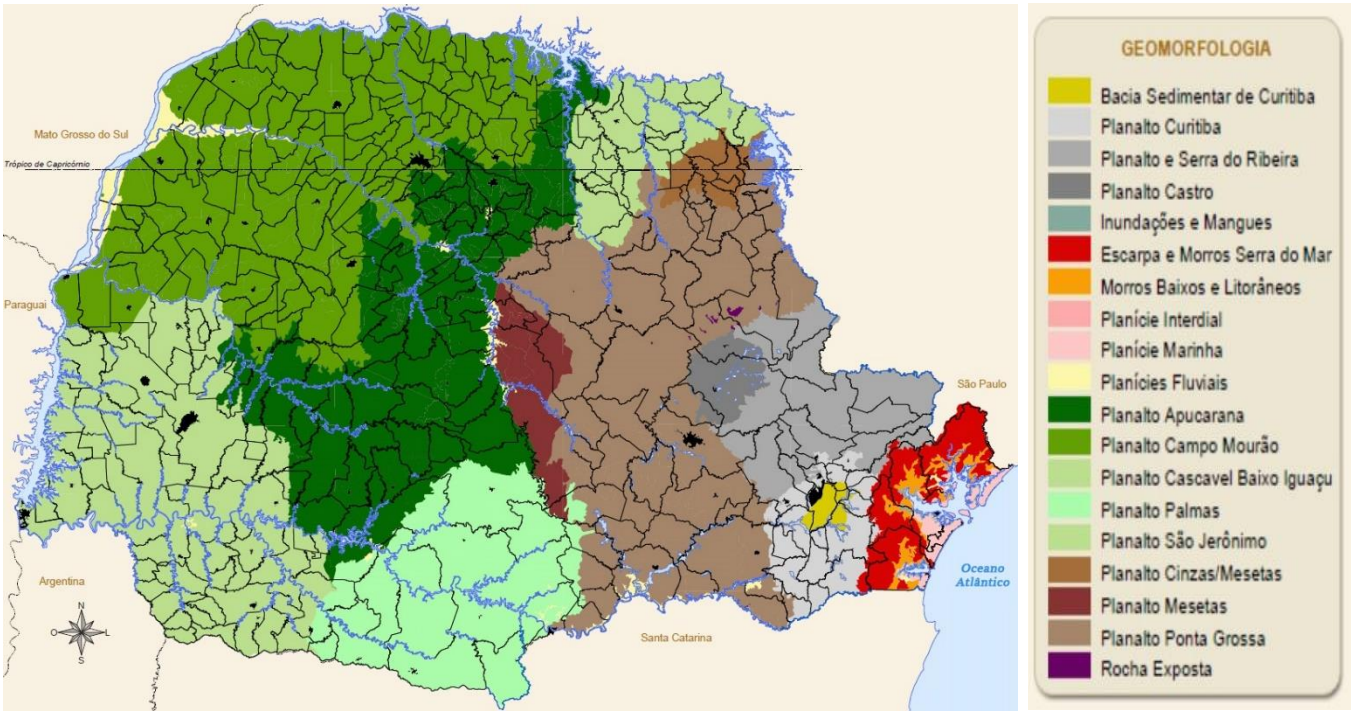


Figura 14 - Geomorfologia do Paraná

- Hidrografia:

O território paranaense é bem servido na sua rede de drenagem. A declividade do relevo paranaense na direção oeste e norte-ocidental fazem com que 92% das águas internas se dirijam à Bacia do Rio Paraná, e as demais à leste no sentido da Bacia Atlântica, sendo esses cursos d'água pouco extensos, pois nascem à pequena distância da costa.

A maior parte da superfície estadual fica sob domínio dos tributários do rio Paraná, dos quais os mais extensos são o rio Paranapanema e o rio Iguaçu.

O Estado é responsável por 25% de toda energia hidrelétrica produzida no Brasil. O volume gerado por Itaipu em 12 meses seria suficiente para abastecer o Paraná por quase cinco anos.

A hidrografia do Paraná pode ser classificada em cinco bacias hidrográficas:

- Bacia do Rio Paraná, cujos afluentes mais importantes são os rios Piquiri e Ivaí;

- Bacia do Rio Paranapanema, drenada pelos rios Pirapó, Tibagi, das Cinzas e Itararé;

- Bacia do Rio Iguaçu, que tem como principais afluentes o rio Chopim, no sul do estado, e o rio Negro, no limite com o Estado de Santa Catarina;

- Bacia do Rio Ribeira do Iguape, cujas águas seguem para o rio Ribeira do Iguape;

- Bacia Atlântica ou do Litoral Paranaense, cujas águas seguem direto para o Oceano Atlântico.

Com relação ao potencial hídrico das águas superficiais, a região destaca-se devido à presença da porção inferior do curso do rio Iguaçu. Com uma extensão total de 1.060 km, esse rio e seus afluentes constituem a maior bacia hidrográfica do Estado do Paraná, da qual 281 km de seu curso encontram-se no trecho da região Sudoeste, caracterizando-se por apresentar, em seu curso, corredeiras e saltos. Esta configuração determina a concentração de Usinas Hidroelétricas nesta porção da bacia do rio Iguaçu, como as de Salto Santiago, Salto Osório e Salto Caxias.

Os principais afluentes, no curso inferior do rio Iguaçu, na margem direita, são os rios Guarani e Andrade e, na margem esquerda, Chopim, Capanema e Santo Antônio.

Oito pontos de monitoramento da qualidade das águas estão localizados na porção inferior do rio Iguaçu. Ao longo do trecho do rio Iguaçu que vai de Capanema a Realeza, em dois pontos o Índice de Qualidade das Águas (IQA) está na categoria boa (IQA entre 52 e 79), considerados locais com águas moderadamente comprometidas.

Na Represa de Salto Osório e no rio Chopim, em dois pontos analisados, as águas apresentaram um IQA na categoria ótima (IQA entre 80 e 100), que significa trecho não comprometido ou pouco comprometido. Na represa do Salto Caxias, as águas tiveram um IQA na categoria boa (IQA entre 52 e 79), considerada moderadamente comprometida.

No rio Capanema, o IQA registrou valores de 52 a 79, enquadrados na categoria boa, considerada moderadamente comprometida.

No rio Santo Antônio, o IQA variou da categoria de qualidade ótima a boa (IQA entre 52 e 100), indicando uma oscilação de águas de moderadamente a pouco comprometidas (SUDERHSA, 1998).

- Clima:

A maior parte da área territorial do Estado do Paraná, localiza-se na região de clima subtropical, onde dominam temperaturas amenas.

O Estado do Paraná não possui uma estação seca bem definida. As isoietas registram índices pluviométricos médios entre 1.200 mm e 1.900 mm de chuvas anuais.

As maiores quantidades ocorrem no litoral, junto às serras, nos planaltos do centro-sul e do leste paranaense.

O clima do Paraná pode ser dividido em três diferentes tipos da classificação Köppen: Cfa, Cfb e Cwa.

Na Figura 14 está representada a distribuição espacial dos tipos climáticos que caracterizam o estado do Paraná.



Figura 15 - Mapa de classificação do clima do Paraná (IAPAR).

A mesorregião sudoeste apresenta dois tipos de clima. Nas zonas de menores altitudes, ao longo dos vales dos rios Iguaçu, Chopim e Capanema, ocorre o clima segundo a Köppen e Geiger, Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa), de verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas com tendência de concentração nos meses de verão. Nos meses mais quentes, a temperatura média é superior a 22°C, e, nos meses mais frios, inferior a 18°C com chuvas entre 1.600 mm e 1.900 mm e umidade relativa do ar de 80%, sem deficiência hídrica.

Nas zonas de maiores altitudes, ao longo dos principais divisores d'água, ocorre o clima Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), de verões frescos e geadas severas e frequentes, sem estação seca, cujas principais médias anuais de temperatura dos meses mais quentes são inferiores a 22°C, e, dos meses mais frios, inferiores a 18°C. A temperatura média anual é de 16°C, com chuvas entre 1.600 e 1.900 mm e umidade relativa do ar de 85%, sem deficiência hídrica (MAACK, 1968).

a) Circulação atmosférica

Os sistemas atmosféricos que atuam no sul do Brasil são controlados pela ação das massas de ar intertropicais – quentes, e polares – frias, sendo estas últimas responsáveis pelo caráter mesotérmico do clima.

Na região sul as condições de tempo dependem da atuação da Massa Tropical Atlântica – MTA, e da Massa Polar Atlântica – MPA.

O Estado do Paraná, é atravessado pela latitude do Trópico de Capricórnio e, por essa razão, encontra-se numa faixa de transição climática e fortemente influenciada pela estacionalidade. No verão, prevalecem os sistemas atmosféricos de baixa pressão, e no inverno, de alta.

Os tipos de tempo, dentro de uma massa de ar, fria ou quente, úmida ou seca, depende da temperatura, da umidade relativa e da sua estrutura. Estes elementos serão alterados pelas condições locais, mas tendem a manter as características originais da massa de ar. Quando uma massa de ar se afasta da sua região de origem, as suas características serão modificadas, mas as mudanças resultantes nos tipos de tempo são graduais no espaço e no tempo. Quando uma massa de ar dá lugar a outra em uma região, apresentando características opostas de pressão, uma alta e a outra baixa, o tempo pode mudar abruptamente, às vezes com ventos violentos.

b) Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar expressa a quantidade de vapor d'água existente na atmosfera em dado momento em relação ao máximo de vapor d'água que poderia ser contido no ar, à temperatura ambiente (WMO, 1990).

O valor da umidade relativa pode mudar pelo aumento ou diminuição do conteúdo de vapor d'água presente na atmosfera, bem como pela mudança de temperatura. É expressa em percentual (%).

Baseamos o nível de conforto de umidade no ponto de orvalho, pois ele determina se a transpiração vai evaporar da pele e, consequentemente, esfriar o corpo. Pontos de orvalho mais baixos provocam uma sensação de mais secura. Pontos de orvalho mais altos provocam uma sensação de maior umidade. Diferente da temperatura, que em geral varia significativamente do dia para a noite, o ponto de orvalho tende a mudar mais

lentamente. Assim, enquanto a temperatura pode cair à noite, um dia abafado normalmente é seguido por uma noite abafada.

Coronel Vivida tem variação sazonal extrema na sensação de umidade.

O período mais abafado do ano dura em média 7 meses, de outubro a abril, no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido pelo menos em 18% do tempo. O mês com mais dias abafados é janeiro, com média de 20 dias.

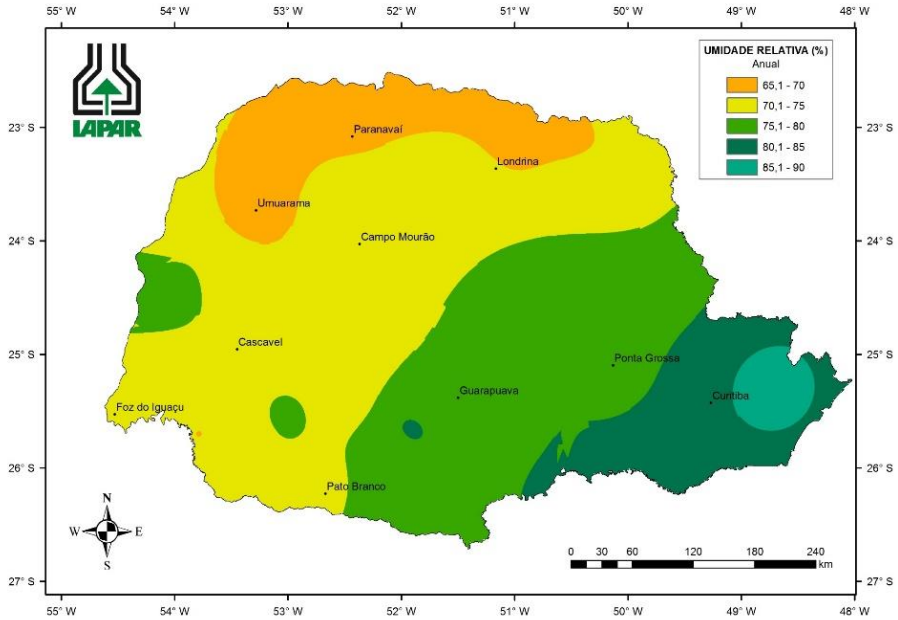


Figura 16 - Mapa da umidade relativa do ar, do Paraná

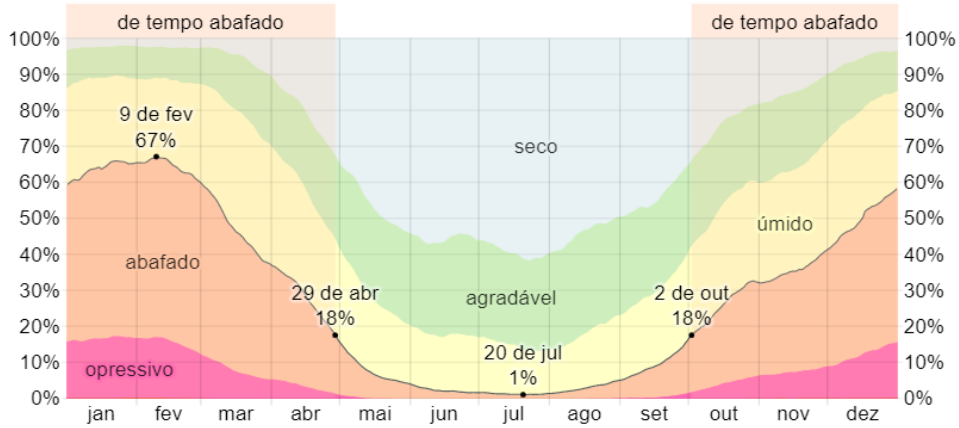


Figura 17 - Níveis de conforto em umidade.

c) Temperatura

Os gráficos a seguir foram baseados nos dados Weather Spark, localizado no município de Coronel Vivida.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

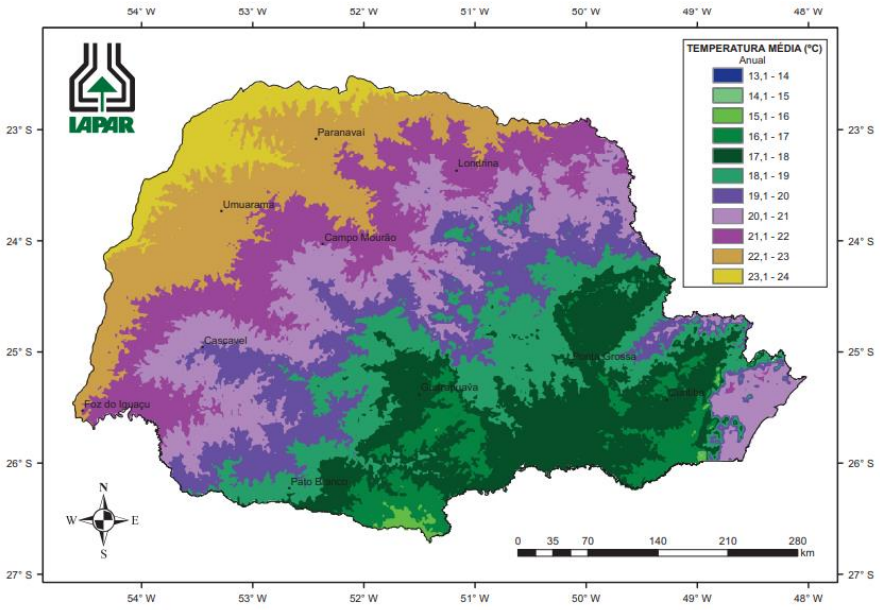


Figura 18 - Mapa da temperatura média do Paraná.

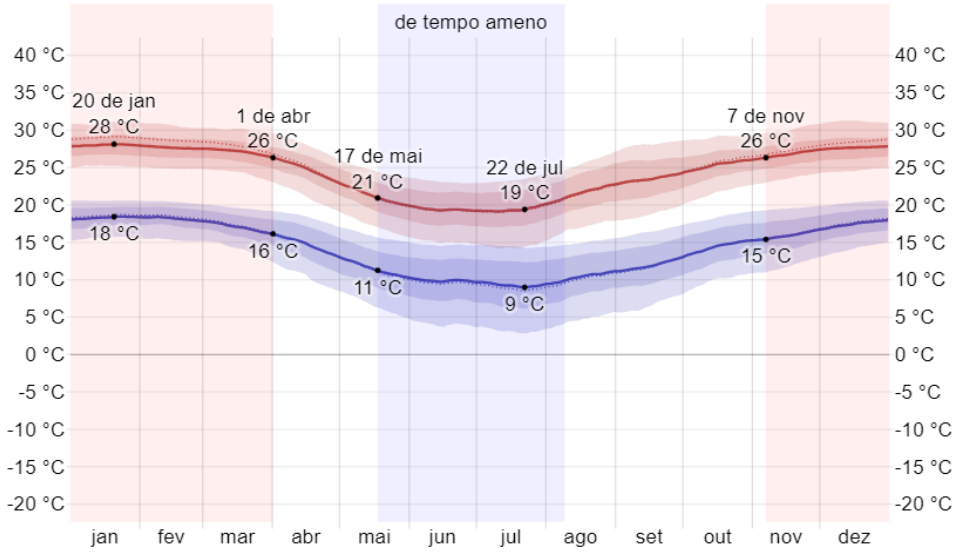


Figura 19 - Temperaturas máximas e mínimas em Coronel Vivida.

d) Precipitação

É considerado dia com precipitação aquele com precipitação mínima líquida ou equivalente a líquida de 1 milímetro. A probabilidade de dias com precipitação em Apucarana varia significativamente ao longo do ano.

A estação de maior precipitação dura 5,7 meses, de 26 de setembro a 17 de março, com probabilidade acima de 43% de que um determinado dia tenha precipitação. A

probabilidade máxima de um dia com precipitação é de 59% em fevereiro. A estação seca dura 6,3 meses, de 17 de março a 26 de setembro.

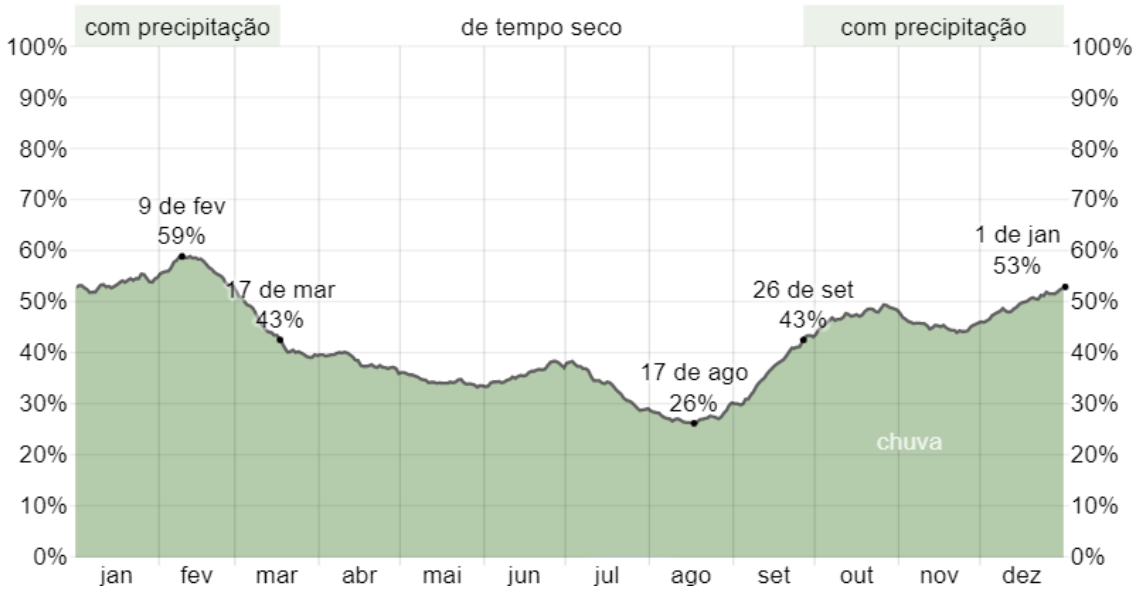


Figura 20 - Probabilidade diária de Precipitação.

Chove ao longo do ano inteiro em Coronel Vivida. O máximo de chuva no mês de outubro, com acumulação total média de 198 milímetros de precipitação de chuva.

O mês menos chuvoso em Coronel Vivida é agosto, com média de 100 milímetros de precipitação de chuva.

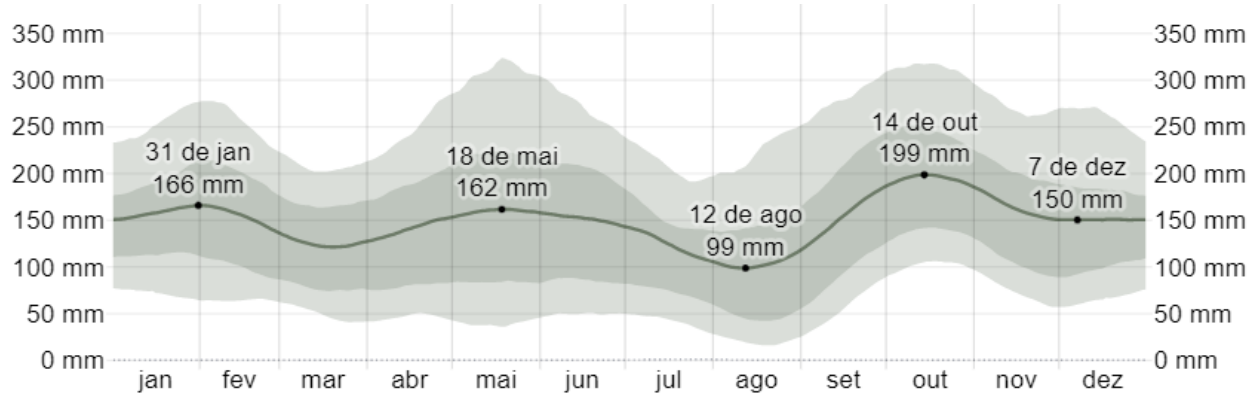


Figura 21 - Chuva mensal diária.

- Pedologia:

A alteração das rochas basálticas, associada ao clima da região, deu origem aos solos do tipo terra roxa, nos quais os solos mais profundos ocupam áreas mais aplainadas e suavemente onduladas, enquanto as superfícies de maiores declividades são ocupadas por solos rasos, dentre os quais se ressaltam três tipos: latossolos bruno e roxo, muito

ácidos e com baixa fertilidade; terra roxa estruturada, com solos profundos, argilosos, bem drenados e com elevada fertilidade natural; e litólicos, solos pouco profundos e muito suscetíveis à erosão (MAACK, 1968).

De acordo com BHERING e SANTOS (2008), o Terceiro Planalto Paranaense subdivide-se em dois compartimentos geomorfológicos, no que diz respeito à cobertura de solo:

a) um compartimento formado por interflúvios amplos, suavizados e de alta estabilidade, onde predominam os Latossolos e Nitossolos de maior profundidade, inclusive Terras Roxas Estruturadas;
b) um segundo compartimento representado pelas bacias hidrográficas, nas quais Neossolos Regolíticos e Nitossolos, menos abundantemente os Neossolos Litólicos, predominam sobre terraços aluviais e terrenos dissecados.

Os tipos de solos que estão expostos ao longo e no entorno das diretrizes investigada, dada às características geológicas, geomorfológicas e físicas regionais abrangem a manifestação de Latossolos (L) e Terras Roxas Estruturadas conforme se observa na Figura abaixo:



Figura 22 - Solo no entorno das diretrizes do traçado.

As características básicas das classes de solos desenvolvidas sobre o substrato rochoso da Formação Serra Geral são apresentadas a seguir, segundo o Sistema brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os Latossolos ocupam cerca de 30% do território paranaense e por se encontrarem quase que totalmente cultivados, estes solos podem ser considerados como os mais importantes do Estado.

Este elevado aproveitamento resulta, fundamentalmente, das ótimas propriedades físicas, aliadas as condições de relevo bastante favoráveis.

São solos com horizonte B latossólico, muito profundos, friáveis, muito porosos. acentuadamente drenados e de coloração variável, ora amarelados ou brunados, ora avermelhados, em função do conteúdo e natureza dos compostos de ferro.

Constituem características marcantes destes solos: a distribuição de argila relativamente uniforme ao longo do perfil, os baixos teores de silte, a baixa capacidade de troca de cátions e o alto grau de floculação das argilas, responsável pela pouca mobilidade destas e pela alta estabilidade dos agregados do solo. Esta alta estabilidade, junto com a alta porosidade, a boa permeabilidade e o relevo suave ondulado, confere a estes solos uma elevada resistência a erosão.

Há que se considerar, no entanto, que estas condições físicas favoráveis são prejudicadas, em muitos casos, pelo uso contínuo e inadequado de máquinas pesadas. provocando a formação do chamado "pé de grade" (camada compactada de aproximadamente 7 cm de espessura encontrada a uma profundidade média de 15 cm), o que dificulta a penetração da água e das raízes, favorecendo a erosão.

a) Latossolo Roxo:

Ocorre nas superfícies aplainadas dos divisores de água, com declives entre 3% a 8%, distribuído nas variedades eutrófica. distrófica e álica. Possui como principais características:

- Profundidade superior a 3 metros, refletindo um grande volume de solo a ser explorado pelas raízes;
- Coloração vermelha escura, com a peculiaridade de se tornar arroxeada de acordo com o ângulo de incidência dos raios solares;
- Textura muito argilosa (teor de argila > 60%);
- Consistência muito friável (torrBes esboroam-se com facilidade);
- Acentuadamente drenados (a água das chuvas é removida rapidamente do perfil);
- Características morfológicas uniformes ao longo do perfil (pequena diferenciação entre os horizontes);
- Derivado de rochas eruptivas básicas (basaltos e diabásios);

b) Latossolo Bruno:

O solo desta classe ocupa uma área 1,92% de superfície do Estado. Ocorre na região do 3º planalto paranaense, principalmente nos municípios de Guarapuava, Pitanga, Barracão, Mangueirinha, Vitorino, Renascença e Pinhão. É derivado de rochas eruptivas intermediárias e ocupa os divisores de água com declives entre 3% e 8%.

Apesar da baixa fertilidade natural, este solo apresenta um elevado potencial agrícola dentro de um sistema de manejo desenvolvido, em virtude, principalmente, das condições físicas e de relevo favoráveis. Por ser predominantemente álico, necessita de correção e adubação adequadas para elevar sua produtividade.

Os solos Litólicos encontram-se distribuídos por quase todo o Estado, situando-se normalmente nas áreas mais dissecados de um relevo forte ondulado e montanhoso, sendo encontrados também em relevo suave ondulado e escarpado. Ocupam uma área correspondente a 14,9% da superfície do Paraná.

Em virtude de sua ampla abrangência geográfica, estes solos encontram-se sob condições de clima, relevo, material de origem e cobertura vegetal as mais diversas. Isso implica em variações do horizonte A, principalmente no que se refere à cor, espessura e fertilidade, com reflexos imediatos na sua utilização agrícola.

São solos cujas características morfológicas restringem-se basicamente ao horizonte A que varia normalmente de 15 cm a 40 cm de espessura, sendo que sua cor, textura, estrutura e consistência, dependem principalmente do material de origem e das condições climáticas vigentes.

Abaixo desse horizonte podem ocorrer calhaus, pedras e materiais semi-alterados das rochas fontes, em mistura com materiais do horizonte. Pode ainda o horizonte A estar diretamente assentado sobre a Rocha, propiciando que a sequência de horizontes seja do tipo A, C e R ou A, A/C ou A e R.

As Terras Roxas Estruturadas compreendem solos de grande importância agrícola. As eutróficas são de elevado potencial produtivo, e as distróficas e álicas respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos.

São solos em estágio avançado de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, salvo minerais pouco alteráveis. São virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos

resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa, comportando variações desde solos predominantemente cauliníticos até solos oxídicos.

São normalmente muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior a um metro. Têm sequência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de horizontes, e transições normalmente difusas ou graduais.

- Geotecnia:

Com base nas informações gerais da geologia local, que antecederam a coleta de amostras para aferição específica das características geotécnicas dos solos, foi possível prever que se encontrassem solos com bom desempenho de suporte do subleito da via a ser ordenada.

Da mesma forma que para o intemperismo, os tipos de rochas e os sedimentos aflorantes na região, nas imediações e no local de inserção do traçado a ser projetado, são condicionantes para bom desempenho do suporte do subleito para a via a ser ordenada; das condicionantes hidrogeológicas, hidrológicas e hidrográficas, incluindo a maior ou menor profundidade do nível d'água-NA e do nível freático–NF; das condicionantes de estabilidade de cortes e aterros e da facilidade ou da dificuldade em se dispor de materiais de construção.

Os derrames são estruturalmente diferenciados em quatro zonas: basal de disjunção horizontal, central de disjunção colunar, superior de disjunção horizontal e vesicular de topo. Alguns derrames apresentam duas zonas de disjunção colunar separadas por uma zona intermediária de disjunção horizontal, caracterizando os denominados derrames compostos.

O basalto é fanerítico fino a afanítico, cinza-escuro e com alteração incipiente de cor castanho-avermelhada. As zonas vesiculares são bastante porosas, com 30 a 50% de vesículas por volume e têm espessuras de até 3 m. As vesículas arredondadas e milimétricas são preenchidas predominantemente por quartzo e sílica amorfa, celadonita, clorofeíta e/ou clorita.

Bolsões de brechas de implosão, nos topos dos derrames, dentro ou abaixo das zonas vesiculares, ocorrem principalmente nesta região. As brechas são formadas por fragmentos angulosos de basalto, centimétricos a decimétricos e caoticamente distribuídos em matriz basáltica altamente vítrea. São abundantes dentro delas

cristalizações de calcita, quartzo, zeólitas, massas e películas de clorita, celadonita, clorofeíta e calcedônia.

Na área da usina de Salto Santiago, estas brechas afloram em vários taludes da PR-158, com extensões de 10 a 80 metros, aproximadamente. A abundância de zonas vesiculares e bolsões de brechas de implosão empresta a esta unidade importância prospectiva para mineralizações epigenéticas, tais como as de cobre, zeólitas, escapolitas e calcita.

Intercalações de arenito fino e conglomerado misto, que assume localmente o caráter de brecha sedimentar (angulosa), com fragmentos de basalto vesicular em matriz do mesmo arenito, são comuns entre os derrames desta região, com espessuras médias de 0,5 a 2 metros, respectivamente.

NARDY et al. (1993) caracterizaram as unidades litoestratigráficas da Formação Serra Geral, discriminando dois conjuntos de rochas ácidas:

(a) Palmas, com riolitos e riodacitos acinzentados, de granulação muito fina e estrutura do tipo sal-e-pimenta, espessura de 30 a 250 m, recobrindo uma área de 3.407 km2 no planalto de Guarapuava, estendendo-se a oeste até Três Pinheiros, a Leste até Bom Retiro e a sul até Reserva;

(b) Chapecó, de riolitos, riodacitos e quartzo-latitos cinzaesverdeados, porfiríticos e bandados, com espessura de 40 a 250 m, recobrindo uma área de 4.313 km2 na região que se alonga de Mangueirinha a Clevelândia, Palmas e Horizonte, estendendo-se para o interior de Santa Catarina. As rochas ácidas do tipo Palmas são microporfiríticas, com microfenocristais de plagioclásio (26%), augita (12%), hiperstênio e pigeonita, em matriz de quartzo e feldspato alcalino.

As do tipo Chapecó diferem essencialmente pela textura mais grossa, com até 35% de fenocristais de plagioclásio, augita e pigeonita em matriz microcristalina de material quartzo-feldspato.

As ocorrências do tipo Honório Serpa associam-se aos riolitos e riodacitos do Membro Nova Prata, ao longo do vale do rio Chopim, nos municípios de Mangueirinha, Clevelândia e Palmas, em altitudes acima dos 700 metros.

2.4.3.2 Geologia Local:

Na abordagem dos Estudos Geológicos, a Geologia Local, incluindo a geomorfologia, a hidrografia, a vegetação, a geotecnia, a pedologia e os materiais de construção, também se revestiu de grande importância para o projeto na medida em que apontou e que definiu as características intrínsecas dos tipos litológicos que incluem o traçado objetivado e suas proximidades; a morfologia local; as condições precisas de fundação de cortes e aterros do sub-trecho investigado; as condições do sub-leito; as condições de vegetação que dominam a diretriz especificada; as condições ambientais e as possibilidades do aproveitamento dos tipos de materiais de construção que podem ser obtidos junto ao alinhamento do trajeto estruturado ou mesmo fora dele.

- Fisiologia:

No contexto local a área objeto das investigações que inclui o sub-trecho caracterizado está inserida no Terceiro Planalto Paranaense, na área da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na Formação Serra Geral, onde predominam rochas ígneas eruptivas, em princípio, basaltos, cuja alteração foi formadora das conhecidas “terras roxas”, como por rochas sedimentares, pelo qual foram recobertos os basaltos na porção sudeste do Estado.

- Geomorfologia e Relevo:

Em termos morfológicos o local que envolve a traçado previsto para a implantação das vias marginais, na cidade de Coronel Vivida, região sudoeste do estado paranaense, se caracteriza por apresentar relevo ondulado.

- Vegetação:

A vegetação que ocupa as laterais das pistas ao lado direito e ao esquerdo apresentando tipos, densidade e estágios de regeneração diferenciados em segmento isolados que o traçado caracterizado.

Foram observados no bordo da pista leste ou da pista oeste segmentos em que a vegetação emergente é caracterizada tanto por gramíneas, como por gramíneas com arbustivas imersas, como por gramíneas com espécimes arbóreos e arbustivos esparsos, como por vegetação natural secundária no seu estágio inicial de regeneração pouco densa.

- Materiais de Construção:

No que se refere aos materiais de construção as proximidades do traçado apresentam condições favoráveis à exposição de materiais pétreos, agregados naturais e areais.

Oferece, da mesma forma, a perspectiva de manifestação de solos utilizáveis em camadas finais e de coroamento e nos corpos de aterro.

No caso da necessidade de se ter que utilizar materiais do próprio trecho para compensar o volume de aterros a serem erigidos, e estes não provirem dos cortes a serem implantados, pode se lançar mão de caixas de empréstimo e/ou jazidas de solos que dominam a região.

A indicação das ocorrências de pedreiras ou areias comerciais foram priorizadas aquelas em regime comercial, sendo o critério principal vinculado à probabilidade de estarem licenciadas pelos órgãos competentes, além de possuírem resultados de ensaios laboratoriais que atendessem aspectos qualitativos determinados em norma.

a) Para o fornecimento de material pétreo foram indicadas as seguintes Pedreiras:

- Pedreira Santiago: Trata-se de pedreira em regime comercial localizada no Município de Chopinzinho – PR, com sede na Rua 13 de Maio, S/N.

O local de escavação mostra um trajeto com distância de 22,00 km do trecho pavimentado, com largura de 7,00 m, sem aclives ou declives acentuados, trafegável a qualquer tempo.

- Grupo Zancanaro: Trata-se de pedreira em regime comercial localizada no Município de Pato Branco – PR, com sede a Rodovia BR 158, km 518.

O local de escavação mostra um trajeto com distância de 26,50 km do trecho pavimentado, com largura média de 7,00 m, sem aclives ou declives acentuados, trafegável a qualquer tempo, e ainda 1,00 km do trecho não pavimentado até o centro geométrico do traçado.

São jazimentos de rocha em atividade licenciados junto ao órgão nacional de fomento mineral o Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM, e o órgão ambiental local, segundo os processos e as licenças ambientais.

Os 2 (dois) locais inspecionados e caracterizados apresentam volume de rocha que atende perfeitamente as necessidades e a velocidade exigida pela futura obra a ser implementada.

b) Para o fornecimento de material granular foram indicados os seguintes portos:

- **Mineradora Porto União**: Trata-se de areal em regime comercial localizada no município de Porto União – PR, com sede a Rodovia BR 280, nº 5425.

- **GR Extração de Areia**: Trata-se de areal em regime comercial localizada no município de União da Vitória – PR, com sede a Rodovia BR 453 – km 456.

Já para localização das demais fontes de fornecimento de materiais considerados no projeto, para fins de orçamento da obra, e das instalações industriais previstas estão apresentadas na Tabela abaixo.

MATERIAL	MUNICÍPIO	DISTÂNCIA
Pedra Britada (usina)	Chopinzinho	0,2 km
Pedra Britada (trecho)	Chopinzinho	22,0 km
Massa Asfáltica	Chopinzinho	22,0 km
Emulsão Asfáltica RR-1C	Ponta Grossa	340 km
Imprimação tipo EAI	Ponta Grossa	340 km
CAP	Araucária	419 km
Areia	Porto União	255 km
Cimento	Campo Largo	368 km
Cal	Ponta Grossa	314 km
Demolição do Pavimento	Coronel Vivida	5,0 km
Tubo de Concreto	Coronel Vivida	2,0 km

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

Referências Bibliográficas:

BORSATO, V. MENDONÇA, F. A dinâmica dos sistemas atmosféricos no verão e no Paraná. SEURB, 2013.

IPARDES, Mesorregião Sudoeste Paranaense. Curitiba, 2004.

MINEROPAR, O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná. Volume I. Curitiba, 2013.

MINEROPAR, Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná. Curitiba, 2014.

MINEROPAR, Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná: Minerais do Paraná. Curitiba, 2006.

SIMEPAR, Estações Meteorológicas no Paraná – 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

2.6 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

2.6 ESTUDO GEOTÉCNICO

O Estudo Geotécnico faz parte do Projeto de Engenharia da Implantação de Vias Marginais na Rodovia BR 373, localizada no município de Coronel Vivida PR – com extensão total de 9.236,65 m.

Este estudo tem por objetivo, através de sondagens e ensaios, caracterizar perfeitamente o comportamento dos materiais constituintes do subleito e nas ocorrências de materiais a serem empregados nas obras de pavimentação. E a determinação das seguintes atividades:

- Caracterização geotécnica preliminar e coletas de informações existentes;
- Interpretação das informações do estudo geológico;
- Plano de sondagens e amostragens;
- Abertura dos poços para coleta de amostras;
- Investigação geotécnica complementar;
- Investigação geotécnica de ocorrências de materiais de construção; e
- Ensaios de laboratório;
- Resultados e Avaliações das investigações realizadas;
- Conclusões e recomendações para os projetos.

2.6.1 Plano de Sondagens e Amostragens

O referido plano abrangeu os seguintes itens:

- AM – Coleta de amostras para ensaios de caracterização do solo, tais como: granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade, compactação, determinação da expansão e do Índice de Suporte de Califórnia (ISC / CBR);
- ST – Sondagens a trado;
- SM – Sondagens mista.

2.6.2 Investigação Geotécnica

Um pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço infinito, denominado subleito, que por sua vez, é o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Deve ser considerado e estudado até as

profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego (de 0,60 m a 1,50 m de profundidade) sendo que os esforços impostos na superfície serão aliviados em sua profundidade e normalmente se dispersam no primeiro metro.

Esse terreno de fundação também deve cumprir certas exigências de compactação de acordo com valores fixados nas especificações gerais, além de aspectos qualitativos como a expansão e CBR.

A capacidade de suporte do subleito pode ser determinada diretamente por uma prova de carga estática ou por meio de correlação entre o Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) e o coeficiente de recalque (k). Portanto, os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio de CBR, menor ou igual a 2% e um CBR maior ou igual a 2%.

Desta forma, foram coletadas amostras nos seguintes locais:

Marginal Esquerda			**Marginal Direita**		
Amostra	Estaca	Referência	Amostra	Estaca	Referência
1	03+10	Corte - LD - 2,20 m	1	02+00	Aterro - LE - 0,20 m
2	13+00	Corte - LD - 1,50 m	2	10+00	Aterro - LE - 0,20 m
3	23+00	Corte - LD - 1,00 m	3	21+00	Corte - LE - 1,00 m
4	33+00	Corte - LD - 1,20 m	4	31+00	Aterro - LE - 0,20 m
5	49+00	Corte - LD - 3,50 m	5	44+00	Corte - LE - 1,80 m
6	57+00	Corte - LD - 2,20 m	6	54+00	Aterro - LE - 0,20 m
7	70+00	Corte - LD - 1,80 m	7	60+00	Corte - LE - 2,15 m
8	80+00	Corte - LD - 1,00 m	8	71+00	Corte - LE - 2,70 m
9	90+00	Corte - LD - 1,50 m	9	86+00	Corte - LE - 1,50 m
10	100+00	Corte - LD - 2,90 m	10	95+00	Aterro - LE - 1,00 m
11	124+10	Corte - LD - 2,50 m	11	105+00	Aterro - LE - 1,00 m
12	134+10	Corte - LD - 0,80 m	12	117+00	Corte - LE - 5,00 m
13	144+00	Corte - LD - 1,50 m	13	126+10	Corte - LE - 2,60 m
14	154+00	Corte - LD - 2,80 m	14	154+00	Corte - LE - 1,20 m
15	180+00	Corte - LD - 1,20 m	15	164+00	Corte - LE - 4,20 m
16	190+00	Corte - LD - 1,80 m	16	170+00	Corte - LE - 6,40 m
17	233+00	Corte - LD - 2,00 m	17	173+00	Corte - LE - 1,00 m
			18	178+00	Corte - LE - 2,00 m

Tabela 3 - Localização das coletas das amostras de solo.

Com essas amostras visando a caracterização dos materiais empregados na pavimentação da rodovia em estudo, foram efetuadas em laboratório as seguintes ações:

- Preparação de amostras via seca para ensaios de caracterização;
- Análise granulométrica por peneiramento;
- Limite de liquidez;
- Limite de plasticidade;
- Teor de umidade;
- Compactação proctor normal;
- CBR com expansão; e
- Laudo Técnico/Relatório.

2.6.3 Procedimento das sondagens

Ensaios de caracterização geotécnica e especiais foram conduzidos conforme preconizados por metodologias da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e o DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. As normatizações utilizadas estão mostradas abaixo:

Procedimento	Norma Técnica
Preparação de Amostras	ABNT (NBR 6457/2016)
Determinação do teor de umidade	DNER-ME 213/94
Gravidade específica - Massa específica dos grãos sólidos	ABNT (NBR 6458/2016)
Análise granulométrica	ABNT (NBR 7181/2016)
Limite de Liquidez	ABNT (NBR 6459/2016)
Limite de Plasticidade	ABNT (NBR 7180/2016)
Ensaio de Compactação Proctor Normal	ABNT (NBR 7182/2016)
Indice Suporte Califórnia (CBR)	DNIT (2014) | DNER-ME 049/94 | ABNT (NBR 9895/2016)

2.6.3.1 Ensaios de Gravidade Específica – Massa Específica dos Grãos Sólidos

Os ensaios para determinação da gravidade específica, ou massa específica dos grãos sólidos (γs), foram conduzidos pelo método do balão volumétrico (picnômetro), conforme a metodologia preconizada pela NBR 6458 (ABNT, 2016).

2.6.3.2 Peso Específico das Amostras

Os resultados das médias das gravidades específicas foram convertidos para pesos específicos dos materiais para fins de cálculos nos quais a conversão seja mais conveniente. Isto foi feito assumindo para aceleração da gravidade o valor 10 m/s².

2.6.3.3 Ensaio de Limite de Liquidez

As determinações de Limite de Liquidez obedeceram às prescrições da NBR 6459 (ABNT, 2016), e as determinações de Limite de Plasticidade obedeceram às prescrições da NBR 7180 (ABNT, 2016). Para o LL foram plotados os pontos experimentais e traçadas as retas de melhor ajuste.

2.6.3.4 Ensaio de Granulometria Conjunta

As distribuições dos tamanhos das partículas dos materiais foram determinadas conforme metodologia preconizada pela NBR 7181 (ABNT, 2016), consistindo nas etapas de sedimentação e peneiramento. Na dispersão das partículas foi utilizado Hidróxido de Sódio (NaOH) como defloculante.

2.6.3.5 Ensaios de Compactação

Os ensaios de compactação foram conduzidos como prescritos na norma NBR 7182 (ABNT, 2016), utilizando a energia Normal de Proctor. As curvas de compactação dos solos estão apresentadas nos ensaios, nas estacas respectivas. Os dados geradores das curvas estão apresentados no canto superior direito de cada gráfico, e logo abaixo de tais dados no retângulo são apresentados os valores de pico da curva de compactação, ou seja, o teor ótimo de umidade (wót) e a massa específica aparente seca máxima (gdmáx). São exibidas também as curvas de saturação para cada solo.

2.6.3.6 Ensaios de Índice Suporte Califórnia (CBR) com Expansão

Os ensaios de CBR foram realizados segundo metodologia DNIT (2014) DNER-ME 049/94, também prescrita na NBR 9895 (ABNT, 2016). Os dados geradores das curvas penetração x pressão estão apresentados nos quadros acima de cada gráfico.

Em cada gráfico, no retângulo situado no canto inferior direito, são apresentados os resultados, em porcentagens, do CBR e da expansão. Esses mesmos valores também se encontram destacados nos quadros.

2.6.4 Análise Estatística dos Resultados dos Ensaios

Para a análise estatística dos resultados dos ensaios será utilizado o plano de amostragem indicado no Manual de Pavimentação de 2006 do DNIT, conforme a equação abaixo:

$$ISC_{Proj} = ISC_{med} \pm \frac{1{,}29\ \sigma}{\sqrt{N}} \pm 0{,}68\ \sigma$$

Os estudos geotécnicos tiveram por objetivo a identificação do subleito e a determinação dos materiais a serem utilizados na execução da base estabilizada granulometricamente, e foram realizados obedecendo à metodologia preconizada pelo DNIT. Os ensaios de compactação foram realizados com amostras em cinco teores de umidade. Os ensaios de ISC foram com amostras virgens, moldadas na umidade ótima e embebidas durante noventa e seis horas, com medição de expansibilidade.

A fim de uma maior segurança, a norma recomenda utilizar o Índice de Suporte (I.S.), que é o CBR corrigido em função do Índice de Grupo (IG), conforme expressão a seguir:

$$IS_{Projeto} = \frac{IS_{ISC} + IS_{IG}}{2}$$

Onde:

- I.S.CBR = índice de suporte numericamente igual ao Índice de Suporte Califórnia (CBR – obtido em ensaio e dado em %),
- I.S.IG = índice de suporte derivado do índice de grupo, correspondendo praticamente a uma inversão de escala, fazendo com que solos de boa qualidade tenham os maiores valores de I.S.IG.

Índice de Grupo (IG)	Índice de Suporte (IS_{IG})
0	20
1	18
2	15
3	13
4	12
5	10
6	9
7	8
8	7
9 a 10	6
11 a 12	5
13 a 14	4
15 a 17	3
18 a 20	2

O método impõe a condição de que o Índice de Suporte máximo seja igual ao valor do CBR; isto significa que quando o I.S. for maior que o CBR, o valor adotado para o I.S. será o do próprio CBR.

Na Tabela 5 a seguir são apresentados os resumos dos resultados dos ensaios de caracterização dos solos coletados em campo, as fichas de ensaio estão anexadas no relatório Volume 03-A: Estudos Geotécnicos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

3. PROJETOS

3.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto geométrico foi desenvolvido sobre a base topográfica dos Estudos Topográficos, orientado pelos Manuais e Normas do DER/PR e do DNIT, tal como o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, edição 1999, DNER e o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, edição 2010, DNIT.

Trata-se de uma rodovia com urbanização nas margens, em área urbanizada e pré-urbanizada, com função determinante de interligação principal às indústrias.

O objetivo principal deste projeto é a adequação da capacidade da rodovia às demandas atuais e futuras do tráfego, com a oferta de mais pistas de rolamento e faixas para o tráfego não motorizado (pedestres e ciclistas).

Cabe observar que o projeto geométrico, ao fornecer os elementos das curvas horizontais e as coordenadas dos pontos notáveis dos eixos projetados, permite que sua locação seja efetuada a partir dos marcos de referência. Previamente à locação do(s) eixo(s) de projeto, novos marcos devem ser implantados, de modo que se obtenha intervisibilidade entre marcos consecutivos.



Figura 23 – Localização do Traçado

A classificação funcional da rodovia seguiu as orientações do manual de projeto geométrico de rodovias rurais, definindo-se como classe III, em uma região ondulada. Em função do relevo do local, a fim de viabilizar economicamente a implantação, permitir o equilíbrio da movimentação de terraplenagem, diminuir offsets para desapropriação e indenizações de propriedades, reduzir a supressão de vegetação e corte de árvores e abrandar o impacto econômico e social em função aterros e cortes, foi adotada a indicação de rampa máxima de 6,20%.

3.1.1 Considerações Iniciais

Sobre base cartográfica, obtida através do levantamento planialtimétrico cadastral, foi lançado o eixo de projeto em planta, calculado todos os elementos de curvas e tangentes relevantes e estaqueado de 20,00m em 20,00m. A partir deste eixo obtendo-se o perfil longitudinal do terreno para a elaboração do projeto em perfil. Estas operações foram executadas com auxílio do “software POSIÇÃO”, específico para projeto geométrico e terraplenagem.

A seção efetivamente implantada possuirá em geral largura total de 12,00 m, composta de duas faixas de rolamento contendo 4,00 m de largura e implantação de passeio destinado ao tráfego não motorizado como pedestres e ciclistas com largura de 3,00 m e faixa de serviço adicional com 1,00 m, destinado a implantação de dispositivos de drenagem e implantação de sinalização.

3.1.2 Características de Projeto

Trata-se de uma implantação de rodovia em área rural e pré-urbanizada. É classificada com classe III, conforme as diretrizes do manual do DNIT.

Os elementos da seção e suas dimensões são apresentados a seguir:

1) Pista:

- Classe da Rodovia: III;
- Velocidade diretriz nas marginais: 60 km/h;
- Rampa máxima: 6,20% em 80 m;
- Pista de rolamento: 2 x 4,00 m;
- Passeios: 3,00 m;

2) Demais elementos da seção:

- Declividade transversal da pista 2%;
- Largura da faixa de serviços externa: 1,00 m;
- Inclinação dos taludes de corte em solo 1V: 1H;
- Inclinação do talude de aterro: 2V: 3H;

3.1.3 Veículo de Projeto Adotado

O elemento básico a ser considerado na determinação das características geométricas e operacionais das interseções, é o veículo.

A grande variedade de veículos existentes conduz à escolha, para fins práticos, de tipos representativos que, em dimensões e limitações de manobra, excedam a maioria dos de sua classe. A estes veículos é dada a designação de “veículos de projeto”, os quais, segundo a AASHTO (*American Association of State Highway Tecnology Officials*), responsável pela sua introdução na técnica de projetos rodoviários, são definidos como:” veículos selecionados cujo peso, dimensões e características operacionais, são utilizados para estabelecer os controles do projeto de rodovias que se destinem a acomodar veículos de um determinado tipo.

3.1.3.1 Uso do veículo de projeto

Considerando a pequena divergência entre os veículos – tipo nacionais e os americanos e em vista da ausência de estudos mais completos que permitam fixar com suficiente precisão as dimensões e características dos veículos de projeto para nossas condições, serão recomendados aqueles usados pela AASHTO, com designações mais apropriadas ao nosso idioma. Conforme o manual do DNIT, são cinco tipos básicos de veículos de projeto, a serem adotados em cada caso conforme as características predominantes do tráfego:

- **Tipo VP** – Representa os veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares.
- **Tipo CO** – Representa os veículos comerciais rígidos, não articulados. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas.

- **Tipo O** – Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Entre estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, bem como caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo CO básico. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal admissível para veículos rígidos.
- **Tipo SR** – Representa os veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semi-reboque. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal para veículos dessa categoria.
- **Tipo RE** – Representa os veículos comerciais com reboque. É composto de um caminhão trator trucado, um semi-reboque e um reboque, e que mais se aproxima do veículo conhecido como bitrem. Seu comprimento é o máximo permitido pela legislação.

3.1.3.2 Dimensões dos veículos de projeto

A Tabela 5, conforme apresentada abaixo, possui as dimensões dos veículos de projeto que deverão ser adotadas.

Características	Designação do veículo				
	Veículos Leves (VP)	Caminhões e ônibus convencionais (CO)	Caminhões e ônibus longos (O)	Semi-reboques (SR)	Reboques (RE)
Largura Total	2,10	2,60	2,60	2,60	2,60
Comprimento Total	5,80	9,10	12,20	16,80	19,80
Raio mín. da roda externa dianteira	7,30	12,80	12,80	13,70	13,70
Raio mín. da roda interna traseira	4,70	8,70	7,10	6,00	6,90

Tabela 4 - Dimensões dos veículos de projeto.

Fundamentalmente as correntes de trânsito são constituídas por conjuntos de veículos que circulam por uma mesma pista ou faixa de trânsito e no mesmo sentido, sendo essa circulação afetada por uma série de fatores, tais como: frequência das interseções, número e largura das faixas, distâncias de visibilidade, comprimentos e declividades de rampas, sinalização, iluminação etc.

A Figura 24 apresenta esquematicamente o veículo-tipo utilizado neste projeto, sendo ele, o SR, com as suas dimensões, e na Figura 25 o gabarito de giro.

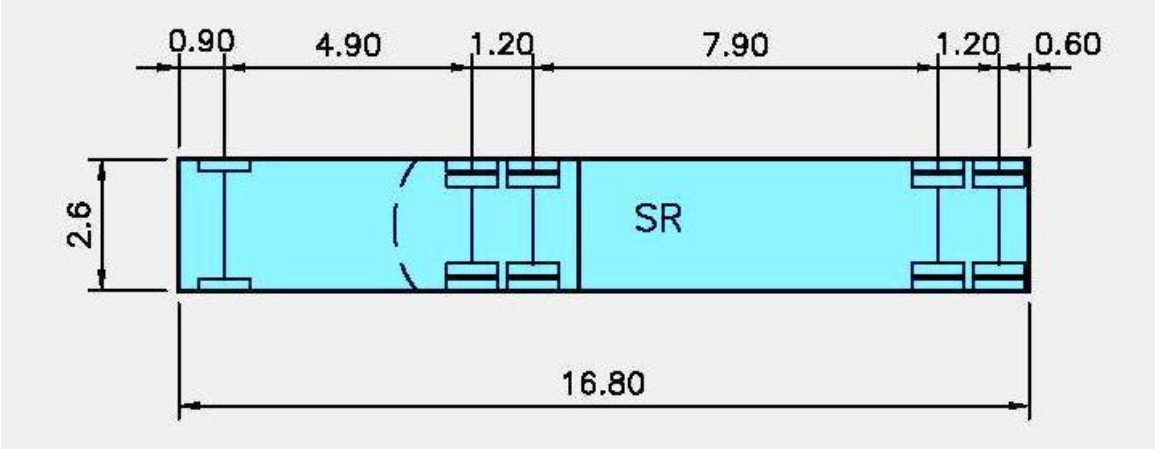


Figura 24 - Dimensões do veículo SR (Manual de Interseções DNIT, 2010).

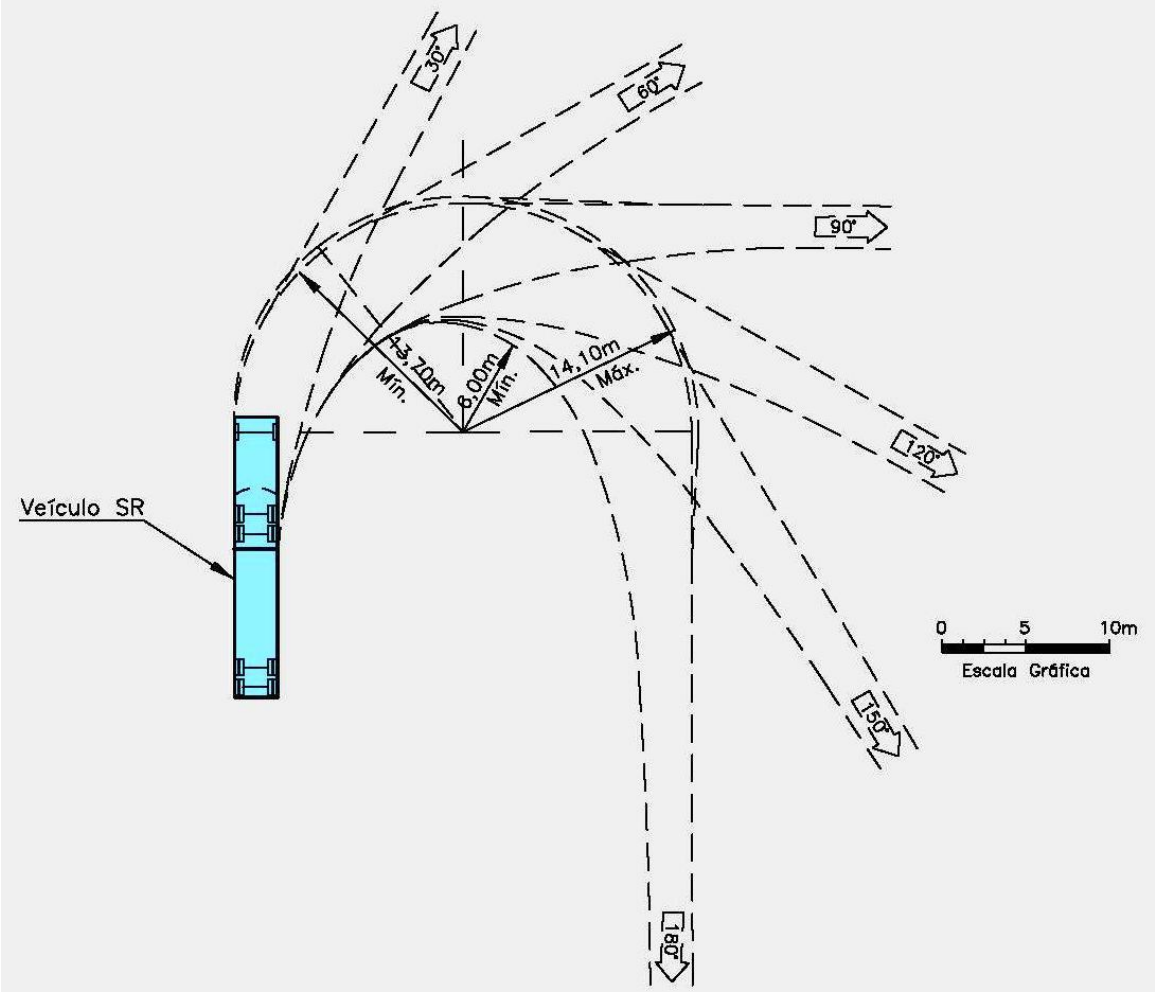


Figura 25 - Combinação de semi-reboque grande (Manual de Interseções DNIT, 2010).

3.2 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O projeto de terraplenagem foi executado com base nos elementos dos estudos geotécnicos e no projeto geométrico.

A etapa do projeto executivo tem por objetivo elaborar a planificação da movimentação de materiais de terraplenagem, quantificando-a e determinando as distâncias de transporte.

O projeto está tendo o apoio e seguindo as recomendações fornecidas pelos seguintes itens:

- Estudo Geológico;
- Estudo Geotécnico;
- Projeto Geométrico.

O greide apresentado no projeto geométrico é o de terraplanagem.

As seções com as dimensões e segmentos onde serão implantados os melhoramentos estão apresentados nos itens Projeto de Terraplenagem e Projeto de Pavimentação do Volume 2: Projeto de Execução.

3.2.1 Considerações Iniciais

O trecho projetado, terá a sua seção transversal da plataforma em alguns pontos alterada. As movimentações de materiais destinam-se a implantação da pavimentação.

Os volumes de corte e aterro foram calculados a partir das seções transversais. Após definição do greide de projeto, as seções foram gabaritadas de acordo com a seção transversal tipo, possibilitando a planimetria das áreas correspondentes a corte e aterro, quantificando e determinando as distâncias de transporte, sendo utilizada as seguintes considerações:

- Utilizando as seções geradas pelo projeto geométrico, foram obtidos os volumes de terraplanagem pelo método da soma das áreas e pela semi-distância;
- Os materiais dos cortes foram classificados visualmente em vistoria a campo;
- Foi considerado o coeficiente de empolamento de 1,35 para os solos classificados em 1ª, 1,20 para materiais classificados em 2ª e 1,10 para materiais classificados em 3ª categoria;

- Os materiais utilizados da camada final de terraplenagem, ou seja, os últimos 60cm devem ser executados com material com CBR igual ou superior ao adotado no projeto de pavimentação, expansão <2% e grau de compactação de 100% proctor normal;

- As camadas inferiores do aterro serão compactadas em toda a sua altura a 95% do grau de compactação PN;

- A distribuição dos volumes foi realizada buscando diminuir as distâncias de transporte, levando com consideração as características geotécnicas do material e a sua utilização;

- Os taludes foram projetados com inclinação 1(H) / 1(V) em cortes em solo e altura máxima de 8,00 m. As banquetas devem ser executadas no máximo a cada 8,00 m com largura mínima de 3,00 metros.

- Já os taludes de aterro foram projetados com inclinação 3(H) / 2(V) nos aterros e altura máxima de 8,00 m. As baquetas devem ser executadas no máximo a cada 5,00 m, com largura mínima também de 3,00 metros;

- Nos locais onde a geometria encontra-se implantada sobre material de baixa capacidade de suporte, foi considerada a remoção do material inservível e posterior reposição com camada drenante em rocha;

- Os solos utilizados para aterro deverão ser isentos de matérias orgânicas e micáceas, turfas e argilas orgânicas.

- Os serviços de cortes e aterros deverão ser executados em acordo com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do Departamento de Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT.

3.2.1.1 Escavação de 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 de corte compreendem:

- Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até a plataforma de terraplenagem definida pelo projeto;
- Escavação para rebaixamento do leito de terraplenagem, nos casos em que o subleito formado por materiais julgados inadequados. Neste caso, indica-se

rebaixamento de 0,40 m. Após remoção do material, deverá ser executado serviço de tratamento do subleito abaixo da escavação de rebaixo, compreendendo escarificação do solo, tratamento de controle de umidade, remoção se conter raízes e compactação. Para determinação de quantidades, foi considerada espessura igual a 0,20 m, abaixo da operação de rebaixamento dos cortes em solo, com serviço de compactação 100% P.I. Após o tratamento do fundo, recompor o local, em camadas de 0,20 m, e compactar com a mesma energia. Também serão escavados aterros com altura inferior a 0,60 m, proporcionando espaço suficiente para execução da camada final.

- Escavação nos terrenos de fundação de aterros com declividade excessiva (comuns nos alargamentos de aterros existentes) para que estes proporcionem condições para o trabalho dos equipamentos e estabilidade das camadas a serem sobrepostas. No presente projeto nos casos de execução de aterros em meia encosta, onde o terreno natural possui inclinação superior a 20%, foi considerado um reaterro em degraus com largura mínima de 1,0 m. O “denteamento” deverá ser considerado para engastamento do aterro, e para garantir a largura mínima de operação de equipamentos de terraplenagem (3,0 m);
- Transporte dos materiais escavados para aterros ou depósito de material excedente.

3.2.1.2 Compactação de 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.

As operações de aterro compreendem a descarga, o espalhamento, a correção da umidade e a compactação dos materiais escavados, para a confecção do corpo e da camada final dos aterros propriamente ditos, bem como para a substituição de volumes retirados nos rebaixamentos de plataforma em corte ou nos terrenos de fundação dos próprios aterros.

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

observar que o serviço de tratamento do fundo dos rebaixos de cortes será quantificado em orçamento no serviço de compactação, com energia equivalente a 100% do Proctor Intermediário.

Os volumes apresentados estão separados em camada final e corpo do aterro. A camada final compreende os 0,60 m (mínimo, ou equivalente às características dos materiais) finais dos aterros e o reaterro dos rebaixos, onde a energia de compactação deverá ser equivalente a 100% do Proctor Intermediário.

O corpo do aterro compreende a porção inferior dos aterros, situada abaixo da camada final, e deverá receber compactação de 100% do Proctor Normal.

No caso de execução de aterros a meia encosta, onde o terreno natural possui inclinação maior que 25% ou de alargamentos nos aterros existentes, foi considerada escavação em degraus. Para efeito de quantitativos, esse volume foi computado como corte e posteriormente reaterrado com o mesmo material, nos casos em que os materiais cumpram com as características para o corpo do aterro.

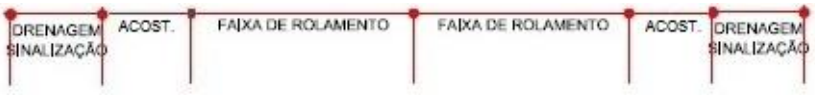
Os materiais empregados nos aterros são oriundos dos cortes e empréstimos e deverão atender as recomendações das especificações de serviço quanto aos aspectos qualitativos, ou seja, de CBR e de expansão, não sendo permitido o uso de solos de baixa capacidade ou com elevada expansão.

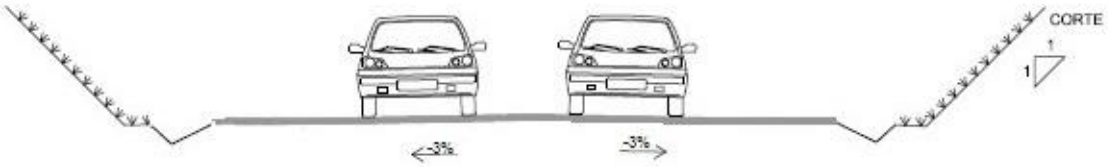
- Corpo de aterro: CBR > 2% e expansão < 4%;
- Camadas finais de terraplenagem (aterros e cortes): CBR ≥ 10% e expansão < 2%.

3.2.2 Seções Tipo

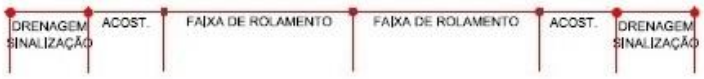
Todas as seções-tipo representadas foram desenhadas na escala 1:100 da horizontal e 1:200 da vertical. Indicam ainda, o detalhamento das banquetas, bermas, taludes de corte e aterro nas diversas situações. Sendo adotado os modelos dos projetos padrões de geometria, conforme seção tipo de corte e aterro abaixo.

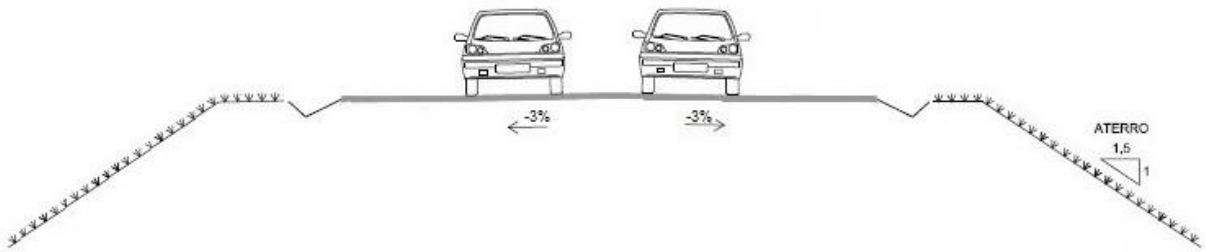
- Seções tipo de corte:





- Seções tipo de aterro:





3.2.3 Seleção dos Materiais

Para seleção de materiais de terraplenagem, deve-se avaliar as características mecânicas e físicas através dos ensaios descritos na instrução para serviços geotécnicos.

O material de aterro pode ser solo, pedregulho ou solo contendo fragmentos de rochas. Os parâmetros de projeto são a capacidade de suporte do material e a expansão. Em princípio e salvo outra indicação, devem ser obedecidos os seguintes valores, conforme especificação técnica do item aterros de terraplenagem:

- aterro: no caso do corpo de aterro ser constituído por solos expansivos, SE, ou solos expansivos saturados, SES, os metros finais do aterro da plataforma e do talude devem ser executados por solos de comportamento laterítico e compactado na energia normal do ensaio de compactação, conforme indicação de projeto, de forma a envelopar o corpo de aterro. Caso não se disponha de volume suficiente deste material, os metros finais do aterro devem ser executados com solos que apresentem CBR maior ou igual a 6%, expansão menor do que 2% e os últimos 30 cm executados por solo

selecionado de comportamento laterítico compactado na energia intermediária do ensaio de compactação;

- corte: no caso do subleito do pavimento apresentar solos expansivos, SE, ou solos expansivos saturados, SES, deve-se substituir o solo, na espessura mínima de 1,50 m, constituído por solos de comportamento laterítico e compactado na energia normal do ensaio de compactação. Caso não se disponha de volume suficiente deste material, a substituição deverá ser executada por solos que apresentem CBR maior ou igual a 6%, expansão menor do que 1% e os últimos 30 cm executados por solo selecionado de comportamento laterítico compactado na energia intermediária do ensaio de compactação.

3.2.4 Categorias de escavação

Os materiais escavados foram classificados de acordo com especificação DER PR ES-T 02/18, com apoio de estudos preliminares. Porém, durante a execução do contrato fica por responsabilidade do órgão contratante a classificação dos solos, em material de 1ª, 2ª e 3ª categoria.

O perfil geotécnico apresentado no projeto geotécnico representa as estacas com as prováveis presenças das categorias de escavação, bem como indicação dos ensaios de campo e laboratório que ajudaram a caracterizar o material.

3.2.5 Distribuição de Materiais

A distribuição teórica do material escavado deve definir a origem e o destino dos materiais envolvidos na terraplenagem, considerando seus volumes, as classificações e as distâncias médias de transporte, através da elaboração do diagrama de Bruckner, sendo estabelecidas 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. Destacam-se:

- Camada vegetal de 0,20 m: remoção e espalhamento medidos como item de limpeza, em área de planta;

- Camada vegetal excedente aos 0,20 m: atividades de remoção medidas em operações convencionais de corte, em m³. Espalhamento e conformação medidos como item específico para bota-fora;
- Execução de camadas finais de aterro: aproveitando situação de greide com maior porção em aterro, optou-se por utilizar material de área de empréstimo. Tal premissa reduz custos com bota-espera, uma vez que já se é esperado utilização das áreas de empréstimo para outras camadas.

Os quadros abaixo apresentam o resumo das movimentações previstas para o trecho:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DOS MATERIAIS
Rodovia: BR-373
Trecho: CORONEL VIVIDA
Sub-trecho: RUA MARGINAL DIREITA

Origem dos Materiais										Destino dos Materiais				ESCAVAÇÃO EM 1ª CAT.							ESCAVAÇÃO EM 2ª CAT.				ESCAVAÇÃO EM 3ª CAT.		
Estaca	Estaca	Tipo	Volume	1ª Cat.	%	2ª Cat.	%	3ª Cat.	%	Estaca	Estaca	Tipo	Vol. Aterro														
Inicial	Final	Escavação	Total m³							inicial	final		m³	0 - 200m	200 - 400m	400-600	600-800	1600-2000	2000-3000	3000-4000	200 - 400m	600-800	3000-4000	4000-5000	0 - 200m	200 - 400m	4000-5000
09+18	25+7	CORTE	1.563,600	1.563,600	1,0					0PP	10+9	ATERRO	7.942,300		1.563,600												
33+18	46+12	CORTE	1.639,300	1.639,300	1,0					25+7	34+8	ATERRO	5.189,350		1.473,250												
33+18	46+12	CORTE								37+0	43+2	ATERRO	123,000	166,050													
49+15	50+4	CORTE	9,450	9,450	1,0					45+18	57	ATERRO	2.540,600	9,450													
56+0	71+13	CORTE	7.235,450	5.064,815	0,7	2.170,635	0,3			25+7	34+8	ATERRO					1.473,882					2.170,635					
56+0	71+13	CORTE								45+18	57	ATERRO			3.420,360												
56+0	71+13	CORTE								61+19	68+0	ATERRO	126,350	170,573													
79+0	95+0	CORTE	3.411,000	3.411,000	1,0					71+13	80+0	ATERRO	7.351,400		3.411,000												
99+0	104+3	CORTE	513,600	513,600	1,0					94+13	109+4	ATERRO	6.961,500	513,600													
108+0	144+6	CORTE	19.263,200	15.410,560	0,8	1.926,320	0,1	1.926,320	0,10	94+13	109+4	ATERRO				8.884,425											
108+0	144+6	CORTE		0,000						126+17	134+16	ATERRO	9.117,000		6.526,135						1.926,320					1.926,320	
149+0	234+3,53	CORTE	29.435,298	17.661,179	0,6	5.887,060	0,2	5.887,060	0,20	0PP	10+9	ATERRO								4.369,676			4.256,737				
149+0	234+3,53	CORTE								25+7	34+8	ATERRO							1.625,976								
149+0	234+3,53	CORTE								126+17	134+16	ATERRO					1.014,173										
149+0	234+3,53	CORTE								136+0	149+5	ATERRO				3.786,075											
149+0	234+3,53	CORTE								71+13	80+0	ATERRO						6.513,390									
149+0	234+3,53	CORTE								155+17	159	ATERRO	228,650	308,689													
149+0	234+3,53	CORTE								194+0	200	ATERRO	32,000	43,200													
149+0	234+3,53	CORTE										BOTA_FORA												1.630,323			5.887,060
			63.070,898	45.273,504		9.984,015		7.813,380						1.211,562	16.394,345	12.670,500	2.488,055	6.513,390	1.625,976	4.369,676	1.926,320	2.170,635	4.256,737	1.630,323	0,000	1.926,320	5.887,060

Tabela 5 - Quadro de movimentação dos materiais - Marginal Direita.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

QUADRO DE MOVIMENTAÇÃO DOS MATERIAIS
Rodovia: BR-373
Trecho: CORONEL VIVIDA
Sub-trecho: RUA MARGINAL ESQUERDA

Origem dos Materiais										Destino dos Materiais				ESCAVAÇÃO EM 1ª CAT.								ESCAVAÇÃO EM 2ª CAT.		ESCAVAÇÃO EM 3ª CAT.	
Estaca	Estaca	Tipo	Volume	1ª Cat.	%	2ª Cat.	%	3ª Cat.	%	Estaca	Estaca	Tipo	Vol. Aterro												
Inicial	Final	Escavação	Total m³							inicial	final		m³	0 - 200m	200 - 400m	400-600	600-800	800-1000	1200-1400	2000-3000	3000-4000	200 - 400m	1200-1400	200 - 400m	1200-1400
OPP	06+10	CORTE	5.463,000	3.824,100	0,7	819,450	0,15	819,450	0,15	06+10	11	ATERRO	1.087,000	1467,450											
OPP	06+10	CORTE								42+3	47+10	ATERRO	2.906,000					1.972,856							
OPP	06+10	CORTE								60+7	68	ATERRO	6.221,400						383,794				819,450		819,450
10+5	24+10	CORTE	3.501,500	3.501,500	1,0					24+10	31	ATERRO	1.496,000		2.019,600										
10+5	24+10	CORTE								42+3	47+10	ATERRO					1.481,900								
29+18	34+10	CORTE	505,800	505,800	1,0					34+10	37	ATERRO	56,000	75,600											
29+18	34+10	CORTE								42+3	47+10	ATERRO			430,200										
37+0	42+3	CORTE	310,400	310,400	1,0					42+3	47+10	ATERRO		310,400											
47+10	60+7	CORTE	6.902,050	6.211,845	0,9	690,205	0,1			60+17	68	ATERRO	6.221,400		6.211,845							690,205			
66+19	73+6	CORTE	2.207,150	2.207,150	1,0					60+17	68	ATERRO		619,954											
66+19	73+6	CORTE								73+16	78+10	ATERRO	2.268,700	1.587,196											
78+10	82+2	CORTE	669,000	669,000	1,0					73+16	78+10	ATERRO		669,000											
86+0	108+1	CORTE	9.713,150	8.741,835	0,9	971,315	0,1			73+16	78+10	ATERRO				806,549									
86+0	108+1	CORTE								82+2	87+0	ATERRO	5.293,000		7.145,820										
86+0	108+1	CORTE								107+6	123+14	ATERRO	18.677,400		789,466							971,315			
123+0	144+0	CORTE	22.285,000	15.599,500	0,7	3.342,750	0,15	3.342,750	0,15	107+6	123+14	ATERRO			15.599,500							3.342,750		2.942,372	
123+0	144+0	CORTE								140+17	150+15	ATERRO	2.717,550											400,378	
150+15	157+7	CORTE	2.974,750	2.974,750	1,0					140+17	150+15	ATERRO		2.974,750											
		EMPR	153,432	153,432						140+17	150+15	ATERRO								153,432					
178+18	192+10	CORTE	4.384,800	4.384,800	1,0					157+7	179+0	ATERRO	28.710,900		4.384,800										
		EMPR	34.374,915	34.374,915	1,0					157+7	179+0	ATERRO									34.374,915				
201+0	202+0	CORTE	18,000	18,000	1,0					192+10	218+0	ATERRO	16.509,000	18,000											
218+0	222+0	CORTE	174,000	174,000	1,0					192+10	218+0	ATERRO		174,000											
		EMP	22.095,150	22.095,150	1,0					192+10	218+0	ATERRO									22.095,150				
230+0	236+6	CORTE	886,753	886,753	1,0					221+0	232+6	ATERRO	6.849,600	886,753											
		EMPR	8.360,207	8.360,207	1,0					221+0	232+6	ATERRO									8.360,207				
			124.979,057	114.993,137		5.823,720		4.162,200				0,000	99.013,950	8.783,103	36.581,231	806,549	1.481,900	1.972,856	383,794	153,432	64.830,272	5.004,270	819,450	3.342,750	819,450

Tabela 6 - Quadro de movimentação dos materiais - Marginal Esquerda.

3.3 PROJETO DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem, faz parte do Projeto de Engenharia Rodoviária para a da Implantação de Vias Marginais na Rodovia BR 373, localizada no município de Coronel Vivida PR – com extensão total de 9.236,65 m. Foi constituído pela definição, detalhamento e posicionamento do novo sistema de drenagem a ser implantado, considerando-se a captação das águas que possam atingir a rodovia, conduzindo-as a situações que assegurem o seu afastamento natural do corpo estradal.

Este projeto teve por objetivo verificar a capacidade de cada bueiro, ou seja, se esta é suficiente para permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural de um lado para o outro do corpo estradal e a definição dos dispositivos adicionais de drenagem superficiais.

O Projeto está sendo executado de acordo com as recomendações das Instruções de Serviço proposta pelo Departamento Estadual de Estradas de Rodagem do Paraná (DER-PR).

3.3.1 Projeto de Drenagem Superficial

Destina-se a interceptar as águas que chegam ao corpo da estrada, provenientes de áreas adjacentes, e a captar a água pluvial que incida diretamente sobre ela, conduzindo-as para local de deságue seguro, sem causar danos.

Os dispositivos de drenagem adotados para o projeto são:

- Valeta de proteção de corte;
- Valeta de proteção de aterro;
- Caixas coletoras;
- Dreno profundo;
- Meio fio de concreto;
- Dissipadores de energia.

Os dispositivos utilizados seguiram o padrão DER, apresentados no Álbum de Projetos – Tipo de Dispositivos de Drenagem.

3.3.1.1 Drenagem Superficial

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo captar e interceptar as águas que precipitam sobre o corpo estradal, taludes e áreas que a eles convergem, conduzindo-

as para locais de deságue seguro, sem causar erosão nas áreas vizinhas ou comprometer a estabilidade do maciço.

As vazões de contribuição foram determinadas através do método racional, adotando-se os parâmetros a seguir:

- Asfalto e concreto: C = 0,90;
- Talude gramado: C = 0,70;
- Área entre offset e valeta de coroamento: C = 0,50;
- Canteiro gramado: C = 0,40;
- Velocidade Máxima Revestimento de concreto: V = 4,5 m/s;
- Velocidade Máxima Revestimento em grama: V = 2,4 m/s;
- Período de recorrência para bueiros tubulares: 50 anos;
- Período de recorrência para os demais dispositivos: 10 anos
- Tempo de concentração: 10 minutos; e,
- Precipitação máxima diária: 154,80 mm.

Fixada a vazão de contribuição, passa-se para a determinação da capacidade de vazão, utilizando-se a fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade.

$$\boldsymbol{V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * \sqrt{i_L}}$$

- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m; e,
- I_L = declividade longitudinal, em m/m.

$Q = V * A$ (equação da continuidade), onde:

- Q = vazão afluente, em m³/s;
- V = velocidade, em m/s;
- A = área da seção molhada, em m²

Para considerar o aumento da rugosidade, com o passar dos anos, decidiu-se adotar coeficiente de rugosidade n = 0,015, tanto para superfícies revestidas em concreto quanto asfaltadas.

No dimensionamento da Velocidade Máxima Permissível cada dispositivo de drenagem está condicionado ao fator velocidade, o qual não deve ultrapassar os valores pré-estabelecidos, em função do tipo de revestimento utilizado.

Todos os dispositivos de drenagem superficial devem receber revestimento adequado, conforme os estudos e verificação em função das velocidades máximas admissíveis.

- Valetas de proteção de corte:

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

As valetas de proteção serão construídas nos pontos indicados no projeto de drenagem onde o escoamento superficial proveniente dos terrenos adjacentes possa atingir o talude, comprometendo a estabilidade do corpo estradal. Deverão ser localizadas proximamente paralelas às cristas dos cortes, a uma distância entre 2,0 a 3,0 metros. O material resultante da escavação deve ser colocado entre a valeta e a crista do corte e apiloado manualmente, conforme indicado na Figura 22.

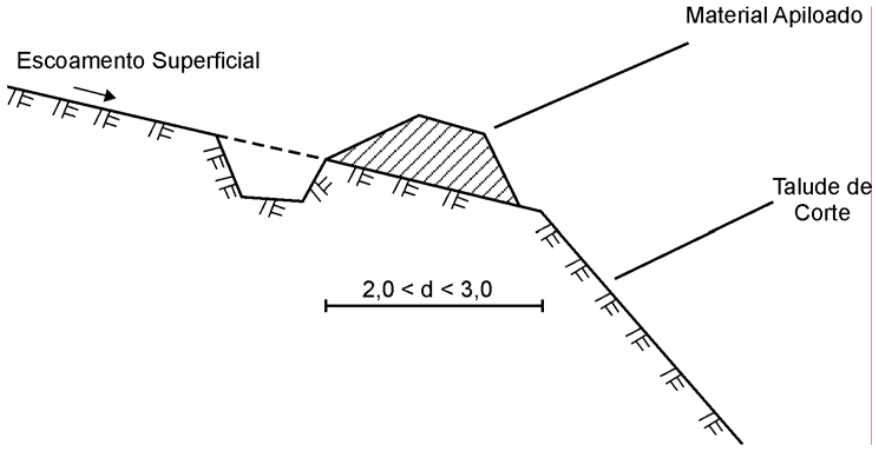


Figura 26 - Valeta de proteção de corte.

O tipo utilizado no projeto de valeta foi de forma trapezoidal pois são mais recomendáveis por apresentarem maior eficiência hidráulica. O revestimento é de concreto com resistência fck 15 Mpa, rejuntada com argamassa de cimento-areia no traço 1:4, conforme Figura 23.

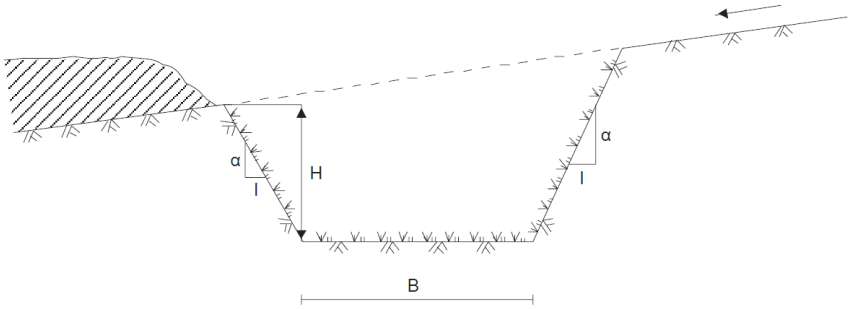


Figura 27 - Valeta seção trapezoidal.

- Valetas de proteção de aterro:

As valetas de proteção de aterros têm como objetivo interceptar as águas que escoam pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude de aterro. Além disso, têm a finalidade de receber as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as com segurança ao dispositivo de transposição de talvegues.

As valetas de proteção de aterro deverão estar localizadas, aproximadamente paralelas ao pé do talude de aterro a uma distância entre 2,0 e 3,0 metros. O material resultante da escavação deve ser colocado entre a valeta e o pé do talude de aterro, apiloado manualmente com o objetivo de suavizar a interseção das superfícies do talude e do terreno natural.

A seção adotada em projeto é trapezoidal, conforme Figura 24.

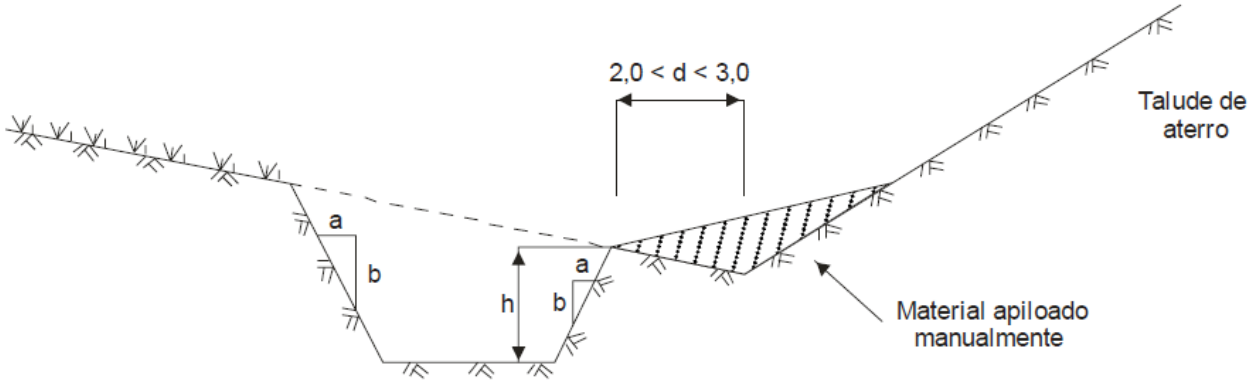


Figura 28 - Seção trapezoidal.

- Caixas Coletoras e de ligações:

Tem como objetivos principal:

- Coletar águas provenientes de sarjetas e meios fios e que se destinam aos bueiros de rasante;
- Coletar águas provenientes de pequenos talvegues a montante de bueiros de transposição de talvegues, permitindo sua construção abaixo do terreno natural;
- Coletar águas provenientes de cortes, conduzindo-as a um dispositivo de deságue seguro;
- Permitir a ligação e passagem entre bueiros com diâmetros diferentes;
- Permitir a inspeção de condutos que por elas passam, para verificação de funcionalidade e eficiência, decantação de material em suspensão e serviços de desentupimento, como no caso de drenos profundos.

- Drenos Profundos:

Tem por objetivo o rebaixamento do lençol freático e, principalmente, a drenagem das águas que percolam pelo interior das camadas do pavimento.

Desta forma, estão sendo indicados dispositivos de drenagem visando atender às necessidades de proteção do corpo estradal e do pavimento, tendo em vista as particularidades locais.

Será posicionado sob o acostamento, junto a sarjeta e deverá, o primeiro tubo da linha, ter sua extremidade livre tamponada com concreto de modo a impossibilitar o acesso da areia ao interior do tubo.

A linha terá seu término em caixa coletora ou em boca de saída quando a saída for a céu aberto.

- Meio fio de concreto:

O dispositivo de meio fio de concreto foi utilizado para orientar as faixas de pavimento localizadas na interseção da rodovia, principalmente, coletar e conduzir as águas superficiais da faixa revestida da via, canteiros centrais e eventualmente dos aterros lindeiros à caixa coletora.

- Dissipadores de Energia:

Os dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d´água, reduzindo consequentemente sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

O dimensionamento hidráulico será função da velocidade de escoamento d`água a montante e da altura do fluxo afluente.

Segundo experiências elaboradas pelo *Bureau of Reclamation* – USA, o ressalto hidráulico que ocorre na bacia de amortecimento é função da variação do número de Froude. E a determinação deste ressalto hidráulico permitirá o dimensionamento do dispositivo.

Para o número de Froude até 1,7, não há necessidade de preocupações, pois haverá apenas pequena turbulência superfície da água.

Para o número de Froude entre 1,7 e 2,5 e entre 4,5 e 9,0 o efeito amortecedor para o ressalto que se forma pode ser feito através de uma bacia de amortecimento horizontal lisa de concreto, calculada através de experiências do BPR.

As caixas de dissipação de energia tipo DEB, aplicáveis às saídas das sarjetas de corte, nos pontos de passagem de corte-aterro, tem forma retangular, construídas em pedras de mão irregular, a qual é assentada sobre uma base de concreto e contida lateralmente por uma parede também de concreto.

3.3.2 Bueiros

Os bueiros têm por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural ou por quaisquer dispositivos de drenagem, de um lado para o outro do corpo estradal.

Os bueiros de greide têm por finalidade conduzir as águas coletadas, pelo sistema de drenagem superficial que escoam até a caixa coletora. Este bueiro poderá ser transversal ou longitudinal ao eixo da pista, capaz de atender a vazão máxima dos meios fios a que estão ligados.

Os bueiros chamados de fundo de grota, ou de talvegue, constituem-se em estruturas construídas para conduzirem as águas dos pequenos cursos d'água permanentes, ou as que provém do fluxo superficial e da drenagem da estrada, por baixo da infraestrutura desta.

O projeto de obras de arte correntes tem a finalidade de determinar a forma mais econômica e suas dimensões, para as determinadas descargas de projeto, dentro das condições locais em que a obra será implantada.

Seguindo-se a IS-203 do DNIT, considerou-se que o dimensionamento dos bueiros deve ser feito considerando-se a obra como canal e verificando-se o seu comportamento como orifício, para os seguintes períodos de recorrência:

- Bueiros Tubulares: TR=15 anos como canal e TR= 25 anos como orifício;
- Bueiros Celulares: TR= 25 anos como canal e TR= 50 anos como orifício.

Com base na verificação da funcionalidade dos dispositivos de drenagem foram tomadas as decisões das obras de arte correntes, conforme apresentado nos **Estudos Hidrológicos.**

Conforme o dimensionamento foi efetuado, o seguinte procedimento para projeto foi seguido:

- Levantamento da seção transversal da obra a ser estudada, gabaritagem da plataforma e taludes sobre as seções levantadas;
- Verificação da capacidade de escoamento das obras de arte corrente;
- Para as obras de arte corrente existentes, com capacidade de escoamento foi realizada a avaliação do cobrimento e das condições de prolongamento;
- Apresentação das seções transversais detalhadas das obras e sua localização em planta.

Estas obras deverão ser executadas segundo as indicações constantes nos detalhes típicos de drenagem (VOLUME 2: PROJETO DE DRENAGEM).

3.3.3 Dimensionamento Hidráulico

Uma vez conhecida a descarga de cada bacia através do Estudo Hidrológico, procedeu-se a verificação das capacidades dos bueiros que as drenam, a fim de se projetar as novas obras.

Considerando como período de recorrência o intervalo de 40 anos apresentado na tabela acima, observamos a precipitação máxima diária é de 154,80 mm. Esse será o valor adotado.

O dimensionamento foi realizado seguindo as prescrições do DNIT, que determina métodos específicos para o dimensionamento de bueiros celulares e tubulares, e indica o tempo de recorrência de 25 anos e tempo de concentração de 6 minutos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

Os dimensionamentos dos bueiros foram realizados seguindo as seguintes considerações:

- Bueiros tubulares com escoamento livre: Dimensionados como canais através da fórmula de Manning associada à da continuidade, considerando uma altura crítica da seção de vazão do bueiro de 0,7;

- Bueiros tubulares sem escoamento livre: Nos casos em que a altura normal do fluxo a jusante é maior que o diâmetro do bueiro tubular, ou exista a possibilidade de remanso de um rio importante, o bueiro trabalhará de forma afogada e o diâmetro do bueiro deverá ser calculado com as fórmulas de Prandtl-Colebrook, assumindo que a declividade da linha de energia corresponde à declividade do bueiro;

- Bueiros celulares foram dimensionados sempre como canais.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

PLANILHA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Trecho	Estacas		Extensão	Área de Contribuição		Tempo de Concentração	Período de Retorno	Intensidade de Chuva	Cota do Terreno		Cota do Gl do Conduto		Declividade do Trecho	Profundidade do Conduto		Recobrimento do Conduto		Coeficiente Run Off	Vazão da Bacia para cada tubo	Coeficiente de Manning	Diâmetro de tubulação necessário	Diâmetro comercial adotado	Vazão com a seção plena para cada trecho	Q / Qp	Velocidade com a seção plena
			(L)	Incr.	Acum.	t	T	i	(montante)	(jusante)	(montante)	(jusante)	It	(montante)	(jusante)	(montante)	(jusante)	C	Q	"n"	Ø	Ø com	Qp		Vp
T	(mont.)	(jus.)	(m)	(ha)	(ha)	(min)	(anos)	(mm/h)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(run off)	(m³/s)	adm.	(m)	(m)	(m³/s)	adm.	(m/s)
T1	7	4	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	801,149	798,989	800,049	797,889	0,0360	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,224	0,400	0,342	0,211	2,725
T2	4	1	60	0,18	0,36	5,0	10	180,82	798,989	797,839	797,889	796,739	0,0192	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,326	0,400	0,250	0,579	1,988
DEB 40					0,36																	0,400			
T3	26+10	30+10	80	0,24	0,24	5,0	10	180,82	802,525	799,830	801,425	798,730	0,0337	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,097	0,015	0,252	0,400	0,331	0,291	2,636
T4	33+10	30+10	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	801,362	799,830	800,262	798,730	0,0255	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,238	0,400	0,288	0,251	2,295
DEB 40					0,42																	0,400			
T5	52	55	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	800,798	798,458	799,698	797,358	0,0390	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,220	0,400	0,356	0,203	2,836
T6	55	58	60	0,18	0,36	5,0	10	180,82	798,458	796,393	797,358	795,293	0,0344	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,292	0,400	0,335	0,432	2,665
T7	58	61	60	0,18	0,54	5,0	10	180,82	796,393	795,747	794,793	794,147	0,0108	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,217	0,015	0,423	0,600	0,552	0,393	1,953
T8	64	61	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	796,280	795,747	795,180	794,647	0,0089	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,291	0,400	0,170	0,426	1,354
DEB 60					0,72																	0,600			
T9	129	132	60	0,12	0,12	5,0	10	180,82	775,593	770,549	774,493	769,449	0,084	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,048	0,015	0,164	0,40	0,52	0,092	4,16
T10	132	135	60	0,12	0,24	5,0	10	180,82	770,549	768,358	769,449	767,258	0,037	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,097	0,015	0,248	0,40	0,34	0,280	2,74
T11	135	138	60	0,12	0,36	5,0	10	180,82	768,358	767,267	767,258	766,167	0,018	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,330	0,40	0,24	0,595	1,94
T12	138	141	60	0,12	0,48	5,0	10	180,82	767,267	764,447	766,167	763,347	0,047	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,193	0,015	0,307	0,40	0,39	0,493	3,11
T13	141	144	60	0,12	0,60	5,0	10	180,82	764,447	760,744	763,347	759,644	0,062	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,241	0,015	0,317	0,40	0,45	0,538	3,57
T14	144	147	60	0,12	0,72	5,0	10	180,82	760,744	757,490	759,644	756,390	0,054	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,290	0,015	0,348	0,40	0,42	0,689	3,34
T15	147	150	60	0,12	0,84	5,0	10	180,82	757,490	756,244	755,890	754,644	0,021	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,338	0,015	0,442	0,60	0,77	0,441	2,71
T16	150	153	60	0,12	0,96	5,0	10	180,82	756,244	756,057	754,644	754,457	0,010	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,386	0,015	0,533	0,60	0,53	0,725	1,88
T17	153	156	60	0,12	1,08	5,0	10	180,82	756,057	755,824	753,957	753,724	0,010	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,434	0,015	0,557	0,80	1,15	0,379	2,28
T18	156	159	60	0,12	1,20	5,0	10	180,82	755,824	755,469	753,724	753,369	0,006	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,483	0,015	0,639	0,80	0,88	0,547	1,75
T19	159	162	60	0,12	1,32	5,0	10	180,82	755,469	754,980	753,369	752,880	0,008	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,531	0,015	0,624	0,80	1,03	0,513	2,06
T20	162	165	60	0,12	1,44	5,0	10	180,82	754,980	754,378	752,880	752,278	0,010	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,579	0,015	0,620	0,80	1,15	0,504	2,28
T21	165	168	60	0,12	1,56	5,0	10	180,82	754,378	753,760	752,278	751,660	0,010	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,627	0,015	0,635	0,80	1,16	0,539	2,31
T22	168	171	60	0,12	1,68	5,0	10	180,82	753,760	753,143	751,660	751,043	0,010	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,676	0,015	0,653	0,80	1,16	0,581	2,31
T23	171	174	60	0,12	1,80	5,0	10	180,82	753,143	752,530	751,043	750,430	0,010	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,724	0,015	0,671	0,80	1,16	0,625	2,30
DEB 80					1,80																	0,800			

T24	189	193+15	95	0,19	0,19	5,0	10	180,82	742,785	738,989	741,685	737,889	0,040	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,076	0,015	0,224	0,40	0,36	0,212	2,87
T25	193+15	194+13	18	0,04	0,23	5,0	10	180,82	738,989	738,450	737,889	737,350	0,030	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,091	0,015	0,252	0,40	0,31	0,291	2,49
T26	194+13	198	67	0,13	0,36	5,0	10	180,82	738,450	737,461	737,350	736,361	0,015	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,343	0,40	0,22	0,660	1,75
T27	198	201	60	0,12	0,48	5,0	10	180,82	737,461	736,996	735,861	735,396	0,008	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,193	0,015	0,431	0,60	0,47	0,412	1,66
T28	201	205	80	0,16	0,64	5,0	10	180,82	736,996	736,376	735,396	734,776	0,008	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,257	0,015	0,480	0,60	0,47	0,549	1,66
T29	205	209+10	90	0,18	0,82	5,0	10	180,82	736,376	735,672	734,776	734,072	0,008	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,330	0,015	0,526	0,60	0,47	0,701	1,66
DEB 60					0,82																	0,600			
T30	224	228+4	84,00	0,17	0,17	5,0	10	180,82	732,047	729,013	730,947	727,913	3,020	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,068	0,015	0,095	0,40	3,14	0,022	24,96
DEB 40					0,17																	0,400			

OBSERVAÇÃO:

Tabela 7 - Planilha de dimensionamento dos dispositivos da Via Marginal Direita.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

PLANILHA DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Trecho	Estacas		Extensão	Área de Contribuição		Tempo de Concentração	Período de Retorno	Intensidade de Chuva	Cota do Terreno		Cota do Gl do Conduto		Declividade do Trecho	Profundidade do Conduto		Recobrimento do Conduto		Coeficiente Run Off	Vazão da Bacia para cada tubo	Coeficiente de Manning	Diâmetro de tubulação necessário	Diâmetro comercial adotado	Vazão com a seção plena para cada trecho	Q / Qp	Velocidade com a seção plena
T	(mont.)	(jus.)	(L)	Incr.	Acum.	t	T	i	(montante)	(jusante)	(montante)	(jusante)	It	(montante)	(jusante)	(montante)	(jusante)	C	Q	"n"	Ø	Ø com	Qp		Vp
			(m)	(ha)	(ha)	(min)	(anos)	(mm/h)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(run off)	(m³/s)	adm.	(m)	(m)	(m³/s)	adm.	(m/s)
T1	7	4	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	801,508	799,245	800,408	798,145	0,0377	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,222	0,40	0,351	0,207	2,789
T2	4	1	60	0,18	0,36	5,0	10	180,82	799,245	797,650	797,645	796,050	0,0266	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,145	0,015	0,307	0,60	0,868	0,167	3,069
DEB 60					0,36																	0,60			
T3	26	29	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	803,164	801,279	802,064	800,179	0,0314	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,229	0,40	0,320	0,226	2,546
T4	32	29	60	0,18	0,36	5,0	10	180,82	802,688	801,279	801,588	800,179	0,0235	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,314	0,40	0,277	0,523	2,201
DEB 60					0,36																	0,60			
T5	52	55	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	800,583	798,197	799,483	797,097	0,0398	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,219	0,40	0,360	0,201	2,864
T6	55	58	60	0,18	0,36	5,0	10	180,82	798,197	795,781	797,097	794,681	0,0403	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,284	0,40	0,362	0,400	2,882
T7	58	61	60	0,18	0,54	5,0	10	180,82	795,781	794,220	794,181	792,620	0,0260	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,217	0,015	0,359	0,60	0,858	0,253	3,036
T8	64	61	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	794,360	794,220	792,760	792,620	0,0023	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,072	0,015	0,373	0,60	0,257	0,282	0,909
DEB 60					0,72																	0,60			
T9	99	102	60	0,18	0,18	5,0	10	180,82	789,620	788,068	788,520	786,968	0,0259	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,072	0,015	0,238	0,40	0,290	0,249	2,310
T10	102	105	60	0,18	0,36	5,0	10	180,82	788,068	786,440	786,968	785,340	0,0271	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,306	0,40	0,297	0,487	2,366
T11	105	108	60	0,18	0,54	5,0	10	180,82	786,440	783,852	784,840	782,252	0,0431	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,217	0,015	0,326	0,60	1,105	0,196	3,909
T12	108	111	60	0,12	0,66	5,0	10	180,82	783,852	780,920	782,252	779,320	0,0489	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,265	0,015	0,344	0,60	1,176	0,226	4,160
T13	111	114	60	0,12	0,78	5,0	10	180,82	780,920	780,396	779,320	778,796	0,0087	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,314	0,015	0,505	0,60	0,497	0,631	1,759
DEB 60																						0,60			
T14	135	138	60	0,12	0,12	5,0	10	180,82	771,331	767,632	770,231	766,532	0,0617	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,048	0,015	0,174	0,40	0,45	0,108	3,57
T15	138	141	60	0,12	0,24	5,0	10	180,82	767,632	763,900	766,532	762,800	0,0622	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,097	0,015	0,225	0,40	0,45	0,214	3,58
T16	141	144	60	0,12	0,36	5,0	10	180,82	763,900	759,500	762,800	758,400	0,0733	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,254	0,40	0,49	0,296	3,89
T17	144	147	60	0,12	0,48	5,0	10	180,82	759,500	755,956	758,400	754,856	0,0591	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,193	0,015	0,294	0,40	0,44	0,440	3,49
T18	147	150	60	0,12	0,60	5,0	10	180,82	755,956	754,456	754,356	752,856	0,0250	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,241	0,015	0,376	0,60	0,84	0,287	2,98
T19	150	153	60	0,12	0,72	5,0	10	180,82	754,456	754,192	752,856	752,592	0,0044	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,290	0,015	0,558	0,60	0,35	0,820	1,25
T20	153	156	60	0,12	0,84	5,0	10	180,82	754,192	753,930	752,592	752,330	0,0044	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,338	0,015	0,592	0,60	0,35	0,961	1,24
T21	156	159	60	0,12	0,96	5,0	10	180,82	753,930	753,664	752,330	752,064	0,0044	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,386	0,015	0,620	0,60	0,35	1,090	1,25
T22	159	162	60	0,12	1,08	5,0	10	180,82	753,664	753,382	751,564	751,282	0,0047	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,434	0,015	0,641	0,80	0,79	0,553	1,56
T23	162	165	60	0,12	1,20	5,0	10	180,82	753,382	753,048	751,282	750,948	0,0056	2,10	2,10	1,20	1,20	0,8	0,483	0,015	0,646	0,80	0,86	0,564	1,70
DEB 80																						0,80			

T24	188	191	60	0,12	0,12	5,0	10	180,82	743,996	740,874	742,896	739,774	0,052	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,048	0,015	0,179	0,40	0,41	0,117	3,28
T25	191	194	60	0,12	0,24	5,0	10	180,82	740,874	737,775	739,774	736,675	0,0517	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,097	0,015	0,233	0,40	0,41	0,235	3,26
T26	194	197	60	0,12	0,36	5,0	10	180,82	737,775	735,046	736,675	733,946	0,0455	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,278	0,40	0,38	0,376	3,06
T27	197	200+10	70	0,14	0,50	5,0	10	180,82	735,046	733,922	733,446	732,322	0,0161	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,201	0,015	0,382	0,60	0,67	0,298	2,38
T28	204	200+10	70	0,14	0,64	5,0	10	180,82	734,749	733,922	733,149	732,322	0,0118	1,60	1,60	0,90	0,90	0,8	0,257	0,015	0,443	0,60	0,58	0,445	2,05
DEB 60																						0,60			
T29	222	225	60	0,12	0,12	5,0	10	180,82	732,975	730,891	731,875	729,791	0,0347	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,048	0,015	0,193	0,40	0,34	0,143	2,68
T30	225	228	60	0,12	0,24	5,0	10	180,82	730,891	728,515	729,791	727,415	0,0396	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,097	0,015	0,245	0,40	0,36	0,269	2,86
T31	228	231	60	0,12	0,36	5,0	10	180,82	728,515	726,139	727,415	725,039	0,0396	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,145	0,015	0,285	0,40	0,36	0,403	2,86
T32	231	234	60	0,12	0,48	5,0	10	180,82	726,139	723,771	725,039	722,671	0,0395	1,10	1,10	0,60	0,60	0,8	0,193	0,015	0,317	0,40	0,36	0,538	2,85
DEB 60																0,90	0,90					0,60			
OBSERVAÇÃO:																									

Tabela 8 - Planilha de dimensionamento dos dispositivos da Via Marginal Esquerda.

3.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação, faz parte do Projeto de Engenharia Rodoviária para Implantação de Vias Marginais na Rodovia BR 373, localizada no município de Coronel Vivida PR – com extensão total de 9.236,65 m.

A etapa do Projeto Executivo tem por objetivo a determinação da metodologia de dimensionamento da estrutura mais adequada para a implantação da rodovia, do ponto de vista técnico e econômico. Sendo apresentado os seguintes tópicos:

- Investigações Geotécnicas e determinação do CBR;
- Disponibilidade de materiais locais com potencialidade para a composição de camadas estruturais de base e sub-base;
- Período de projeto;
- Carga de tráfego;
- Metodologia de dimensionamento a utilizar;
- Solução adotada;
- Memória de Cálculo das Quantidades.

As soluções de pavimentação propostas foram desenvolvidas com base nos estudos geotécnicos do subleito, das características dos materiais das caixas de empréstimos e das ocorrências e, da avaliação da solicitação de tráfego futura.

Todos os procedimentos adotados no projeto seguem às recomendações de Termo de Referência e das seguintes publicações:

- Manual de Pavimentação, DNIT – 2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – 2006:
- IS-211 – Projeto de Pavimentos Flexíveis.

Inicialmente, foi efetuada a análise dos dados obtidos nos levantamentos realizados na fase de estudos, que são:

- Tratamento e análise dos parâmetros de tráfego necessários para o dimensionamento das estruturas de pavimento;

- Investigações geotécnicas obtidas nos Estudos Geotécnicos do subleito, das caixas de empréstimo e dos materiais de construção para as referidas interseções.

Com base nestas informações, definiu-se a concepção estrutural para os pavimentos, efetuou-se o seu dimensionamento e detalhou-se o projeto em todos os seus principais aspectos.

3.4.1 Caracterização do Subleito

Um pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço infinito, denominado subleito, que por sua vez, é o terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Deve ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego (de 0,60 m a 1,50 m de profundidade) sendo que os esforços impostos na superfície serão aliviados em sua profundidade e normalmente se dispersam no primeiro metro (SENÇO,1997).

Esse terreno de fundação também deve cumprir certas exigências de compactação de acordo com valores fixados nas especificações gerais, além de aspectos qualitativos como a expansão e CBR.

A capacidade de suporte do subleito pode ser determinada diretamente por uma prova de carga estática ou por meio de correlação entre o Índice de Suporte Califórnia (CBR ou ISC) e o coeficiente de recalque (k). Portanto, os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio de CBR, menor ou igual a 2% e um CBR maior ou igual a 2%.

Visando a caracterização do sub-leito e a determinação dos materiais a serem utilizados na implantação da Rodovia, foram efetuadas em campo obedecendo a metodologia preconizada pelo DNIT, as seguintes determinações:

- Poços abertos a pá e picareta para medição das espessuras das camadas e do nível d`água, posicionado no bordo da pista;
- Determinação da massa específica aparente in situ (frasco de areia); e,
- Realização dos ensaios de caracterização (limite de liquidez, plasticidade e granulometria por sedimentação) e de resistência (ISC).

3.4.2 Cálculo do número N

As vias a serem pavimentadas são classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de tráfego meio pesado, sendo descrito conforme o IP-02/2004 da PMSP, da seguinte forma:

- **Tráfego Meio Pesado** - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2x10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

Deste modo, serão adotados os índices apresentados na tabela abaixo como objetivo da caracterização do tráfego dessas vias, a fim de subsidiar informações relevantes para o Projeto Geométrico e de Pavimentação.

Função predominante	Tráfego previsto	Volume inicial		N	N característico
		Veículo Leve	Caminhão / ônibus		
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	1501 A 5000	101 A 300	$1{,}40 \times 10^6$ a $3{,}10 \times 10^6$	**2×10^6**

Tabela 9 - Classificação das vias marginais e o parâmetro de tráfego.

3.4.3 Dimensionamento dos Pavimentos pelo método do Eng. Murillo Lopes de Souza (DNER 1979)

O dimensionamento da estrutura foi calculado utilizando-se o Método de Pavimentos Flexíveis do DNER, que tem como base o Método CBR, onde se faz uma compatibilização da capacidade de suporte do subleito (CBR) com a intensidade do tráfego (N) através de uma espessura total mínima necessária de pavimento (H).

Para estes cálculos, utiliza-se o ábaco abaixo, tendo como ponto de partida o CBR do subleito, o que determina a linha a ser utilizada, e a intensidade do tráfego, para se obter a espessura total do pavimento.

Trata-se do método de dimensionamento proposto pelo Eng. Murilo Lopes de Souza, no que se refere ao tráfego, no trabalho "*Design of Flexible Pavements*

Considering Mixed Loads and Traffic Volume", da autoriade W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Alvhin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO. Os dados correspondentes são os coeficientes de equivalência estrutural são baseados nos resultados do The AASTHO Road Test, levado a cabo nas proximidades de Otawa, Estado de Illinois, no período de 1958 a 1960.

A capacidade de Suporte do Subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo C.B.R., adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos-de-prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade para o serviço.

O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas "especificações gerais", recomendando-se que, em nenhum caso, o grau de compactação calculado estaticamente deve ser inferior a 100% do que foi especificado.

As espessuras das camadas total mínima necessária dos pavimentos novos (H), resulta da soma de todas as camadas que compõe o pavimento, considerando-se que a camada deve ter a sua espessura convertida através da aplicação de um coeficiente de equivalência (K) que é a relação entre a resistência do material realmente empregado.

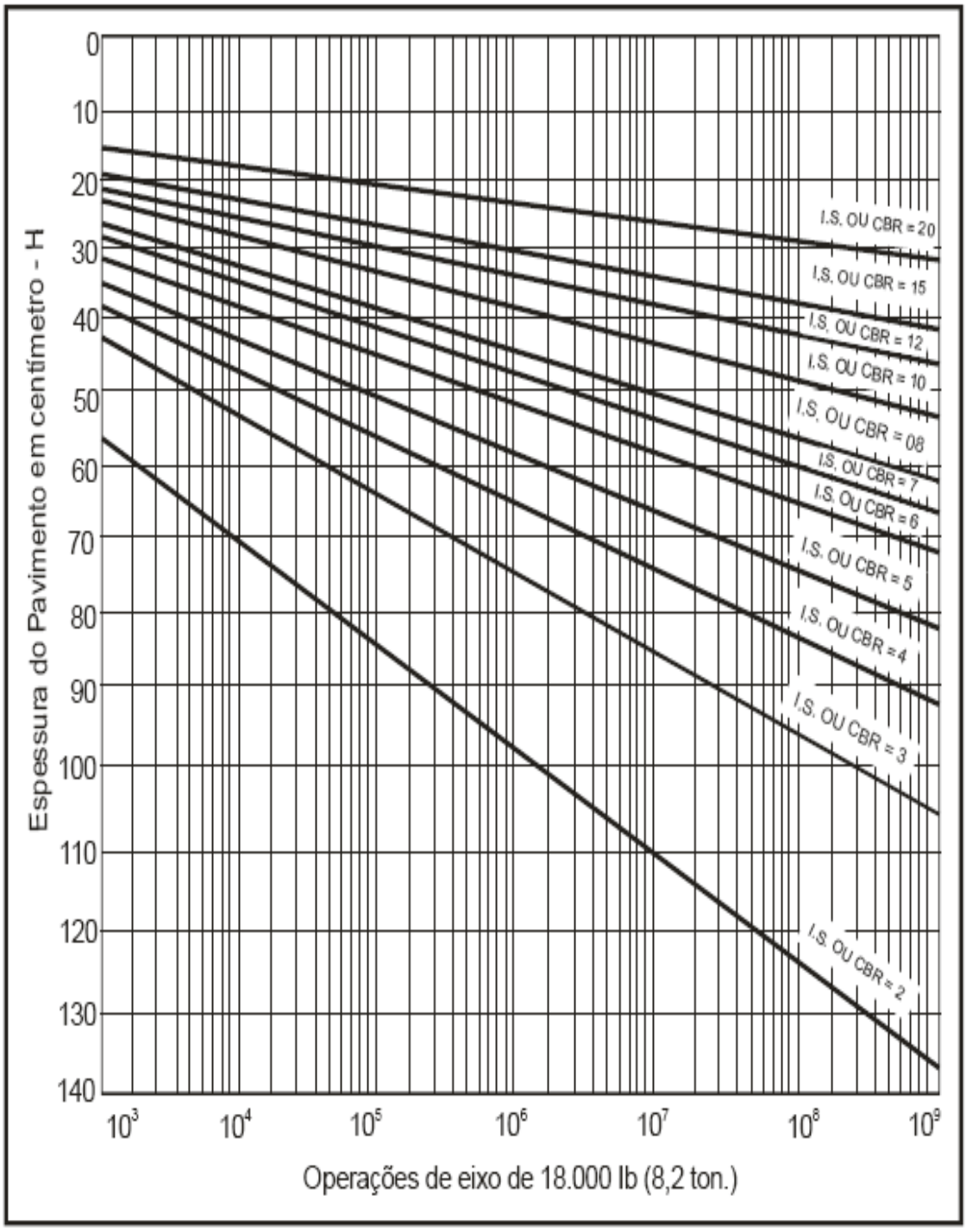


Figura 29 - Ábaco de dimensionamento.

Foram dimensionadas de acordo o método do Eng. Murillo Lopes de Souza (DNER 1979), onde adotou-se para subleito, o Índice de Suporte Califórnia de projeto (ISCp) igual a 6% e para o número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 t (N) o valor de 2,0 x 10^6, utilizando:

- Equação do método:

$$H = 77{,}67 * N^{0{,}0482} * CBR^{-0{,}598}$$

- Inequações de equivalências estruturais:

R * Kr + B * Kb >= H20

R * Kr + B * Kb + Sb * Ks >= Hn

Onde:

- H = espessura do pavimento (cm);
- N = número de operações equivalente ao eixo padrão (8,2t)
- R = espessura do revestimento;
- Kr = coeficiente estrutural do revestimento (para CBUQ, Kr = 2);
- B = espessura da base;
- Kb = coeficiente estrutural da base (para Base Granular, Kb, = 1).
- Sb = espessura da sub-base / preparo-de-subleito;
- Ks = coeficiente estrutural da camada subjacente a base (para Sub-leito, Ks = 0,77)
- CBR = coeficiente estrutural de suporte <= 20%;
- H20 = espessura equivalente para CBR = 20%;
- Hn = espessura equivalente para sub-leito.

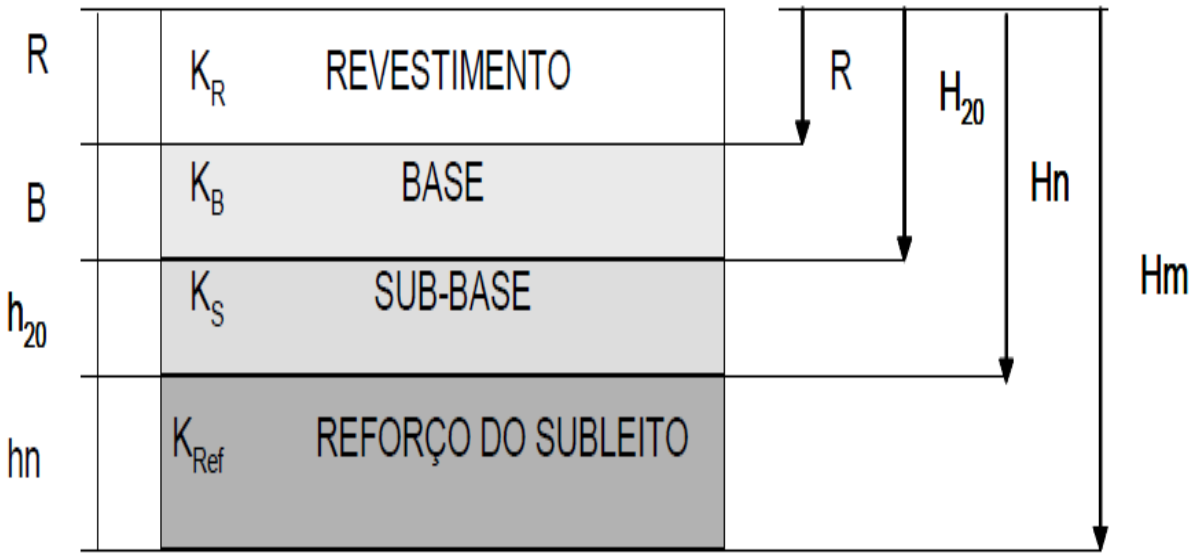


Figura 30 – Camadas que compõem o pavimento.

Componentes dos pavimentos	Coeficiente de equivalência estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77(1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm^2	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm^2 e 28 Kg/cm^2	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm^2 e 21 Kg/cm^2	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

Tabela 10 – Coeficiente de equivalência estrutural (K) para cada tipo de componente dos pavimentos.

O H_{20} a se adotar é encontrado no ábaco ilustrado na publicação 667/22 (DNER, 1981), ou submetendo os dados à mesma equação acima, alterando apenas o CBR para 20%.

Definidos os valores de R, Hm e H_{20}, iniciam-se as inequações para calcular as espessuras, sendo apresentado na sequência a memória de cálculo das espessuras do pavimento para a estrada, segundo o Método de Dimensionamento pelo método Empírico do DNER, conforme ábaco da Figura 27.

- *Espessura do revestimento:*

  Adotado **h_R = 5,0 cm**

- *Espessura da Base de Brita Graduada:*

  Do Ábaco ➔ h_{20} = 25,0 cm
  h_R x K_R + h_B x K_B >= h_{20}
  5,0 x 2,0 + h_B x 1,0 >= 25,0
  Espessura adotada **h_B = 15,0 cm**

- *Determinação da sub-base de Macadame Seco:*

  Do Ábaco ➔ h_9 = 42,00 cm
  h_R x K_R + h_B x K_B + h_S x K_S >= h_n
  5,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + h_S x 1,0 >= 42,0
  h_S >= 17,0
  Espessura adotada **h_S = 20,0 cm**

- *Verificação:*

  h_R x K_R + h_B x K_B + h_S x K_S >= hm
  5,0 x 2,0 + 15,0 x 1,0 + 20,0 x 1,0 >= 42,0
  45,0 >= 42,0 – OK!

Assim, a estrutura do pavimento será composta por uma sub-base de macadame seco preenchido com brita graduada com 20 cm de espessura, uma base de brita graduada simples de 15 cm de espessura e um revestimento de concreto asfáltico de 5 cm de espessura. Conforme a ilustração da Figura 29 mostra a estrutura do pavimento flexível dimensionada.

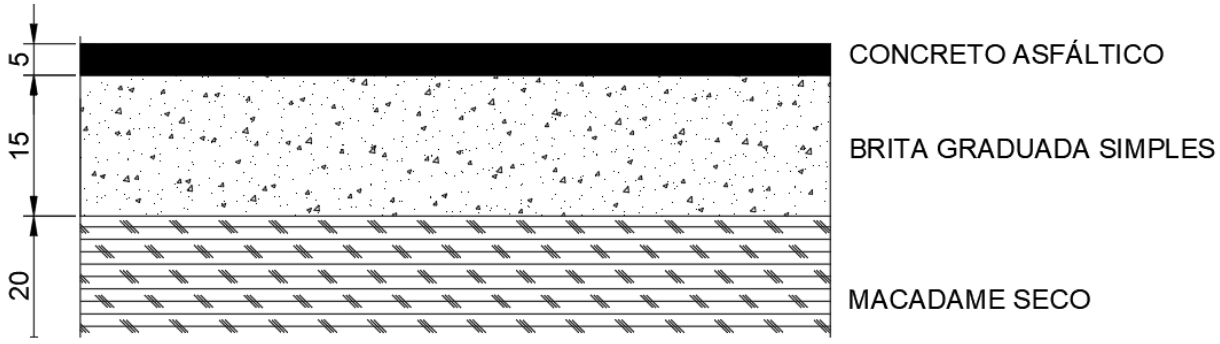


Figura 31 – Estrutura do pavimento dimensionado.

3.4.6 Solução Adotada

Após ser apresentadas as análises dos estudos executados, foram definidas as soluções finais para a implantação e restauração do pavimento existente, ficando constituídas da seguinte maneira:

CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)
Revestimento	CBUQ	5,00
Base	Brita Graduada	15,00
Sub-base	Macadame seco	20,00
TOTAL:		**45,00**

Tabela 11 - Solução adotada em pistas a implantar.

- Materiais de Construção:

No que se refere aos materiais de construção as proximidades do traçado apresentam condições favoráveis à exposição de materiais pétreos, agregados naturais e areais.

Para localização das fontes de fornecimento de materiais considerados no projeto, para fins de orçamento da obra, e das instalações industriais previstas estão apresentadas na Tabela 8.

MATERIAL	MUNICÍPIO	DISTÂNCIA
Pedra Britada (usina)	Chopinzinho	0,2 km
Pedra Britada (trecho)	Chopinzinho	22,0 km
Massa Asfáltica	Chopinzinho	22,0 km
Areia	Porto União	255 km
Cimento	Campo Largo	368 km
Emulsão Asfáltica RR-1C	Ponta Grossa	318 km
Imprimação EAI	Ponta Grossa	318 km
Cal Hidratada	Ponta Grossa	314 km
CAP 50/70	Araucária	397 km
Tubo de Concreto	Coronel Vivida	2,0 km

Tabela 12 - Fontes de Fornecimento de Materiais.

3.4.7 Memória de Cálculo das Quantidades

No quadro abaixo está apresentado a metodologia de cálculo das quantidades dos serviços necessários para a implantação da estrutura de pavimentação.

Discriminação	Área (m²)	Espessura (m)	Volume (m³)	Massa (ton)	Densidade ou Taxa de aplicação		Unid.	Quantidade
					Valor	Unid.		
Reg. Subleito	133.408,36						m2	133.408,36
Sub-base em Macadame Seco	90.462,85	0,20	18.092,57				m3	18.092,57
Base em Brita Graduada	90.107,80	0,15	13.516,17				m3	13.516,17
Imprimação	89.852,47						m2	89.852,47
Pintura de Ligação	99.597,37						m2	99.597,37
CAUQ	99.597,36	0,05	4.979,87	12.449,67	2,5	ton/m3	ton	12.449,67
Fornec. De CAP 50/70	99.597,36				5,7	%	ton	709,631
Fornec. De EAI	89.852,47				1,2	l/m2	ton	107,823
Fornec. De RR-1C	99.597,37				0,5	l/m2	ton	49,799

As taxas referentes ao revestimento de CAUQ deverão ser determinadas através do projeto de mistura apresentado pela empresa vencedora do certame antes do início de cada etapa, respeitando as normas.

Para fins deste projeto foi utilizada uma taxa de ligante asfáltico CAP 50/70 para a camadas de rolamento de 5,7% e, para a camada de ligação 5,3%. Para a pintura de ligação foram utilizadas as taxas de e 0,5 l/m² respectivamente de RR-1C e para imprimação foi considerada uma taxa de 1,2 l/m² de EAI.

3.4.8 Processo Construtivo Mais Adequado

Após as investigações de tráfego, geológicas e geotécnicas, foi dimensionada a estrutura do pavimento a ser implantado a ser utilizado, seguindo as seguintes considerações:

- Os materiais indicados para a camada final de terraplenagem, ou seja, os últimos 60 cm deverão ser executados com material com CBR igual ou superior ao adotado no projeto de pavimentação, expansão <2% e grau de compactação de 100% proctor normal;
- As camadas inferiores do aterro deverão ser compactadas em toda a sua altura a 95% do grau de compactação PN;

- Os taludes foram projetados com inclinação 1(H)/1(V) em cortes em solo e 1,5(H)/1(V) nos aterros;
- Nas seções mistas (corte e aterro) foram previstos denteamentos, com o intuito de melhorar a solidarizarão da parte projetada com a existente;
- Durante a fase de obra no caso de ser encontrado locais onde a geometria encontra-se projetada sobre material de baixa capacidade de suporte, será considerada a remoção do material inservível e posterior reposição com camada drenante em rocha;
- Quando ao nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha sã ou em decomposição, deverá ser procedido o rebaixamento do greide, em 0,40 m, sendo recomposto com material do próprio com dimensão máxima de 3/4” e fechamento em brita corrida;
- Os serviços de cortes e aterros deverão ser executados em acordo com as Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

3.4.9 Especificações e Aspectos Executivos

Para a execução da obra, primeiramente deve ser realizada a regularização do subleito, conformando a camada final de terraplanagem, mediante cortes ou aterros em até 20 cm, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação a 100% do PN. O subleito representa o terreno de fundação do pavimento acabado, inclinação transversal de 3% em duas rampas opostas.

Os materiais a serem empregados deverão apresentar as seguintes características:

- Diâmetro Máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm.
- Índice Suporte Califórnia – ICS igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento do pavimento.
- O grau de compactação mínimo a ser atingido será de 100% do PN.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;

- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactados tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- Grade de disco;
- Pulvimisturador.

Os equipamentos de compactação e misturas são escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

Execução:

- Toda a vegetação e material orgânico porventura existente no leito serão removidos.
- Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, procede-se a escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

SUB-BASE MACADAME SECO PREENCHIDO COM BGS

Após esta etapa, será executado a sub-base sobre o subleito em macadame seco preenchido com brita graduada, devidamente regularizado, cuja estabilidade é obtida por ação mecânica de compactação, composta por produtos resultantes de britagem primaria de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica do macadame preenchido com brita graduada.

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular:

- Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.

A execução da sub-base compreende as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será 12 cm, após compactação.

BASE EM BRITA GRADUADA

A base em brita graduada, será executada sobre a sub-base, composta por produtos resultantes de britagem primaria de rocha sã, enquadrados em uma composição

granulométrica satisfazendo a faixa III DNIT, que assegura estabilidade a camada depois de adequadas operações de espalhamento e compactação.

Equipamentos:

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular para recomposição de pavimento.

- Carro tanque distribuidor de água.
- Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.
- Central de mistura.

Execução:

A execução da base compreende as operações de mistura de pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, realizada na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base será 15 cm, após compactação.

IMPRIMAÇÃO

Aplicação de uma camada de material betuminoso, emulsão asfáltica tipo EAI, sobre a superfície de base granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

A taxa de aplicação “T” é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. As taxas de aplicação usual são da ordem de 0,8 a 1,20/m², conforme o tipo e a textura da base e do ligante betuminoso escolhido.

Equipamento:

- Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá também ser usado.

- A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante betuminosos em quantidades uniforme.

- Os carros distribuidores do ligante betuminoso, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, observação e, ainda, possuir aspergidor manual para tratamento de pequenas superfícies com dispositivo de ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.

- O depósito do ligante betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivos que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente.

- O deposito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

Execução:

- Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto antes da aplicação do ligante betuminoso.

- Aplica-se, a seguir, o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporciona a melhor viscosidade para espalhamento. A faixa recomendada para asfaltos diluídos 20 a 60 segundos, “Saybol-Furol” (DNER-ME 004).

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante betuminoso ajustada experimentalmente no campo, variando-se de 0,5l/m² a 0,7 l/m² de emulsão, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m² a 0,3 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m².

- Deve-se imprimar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixa - lá, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em meia pista, executando a imprimação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego.

PINTURA DE LIGAÇÃO

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente, neste projeto será executada uma pintura de ligação sobre a base imprimada.

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta.

A pintura de ligação da camada de brita graduada deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de material superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminando o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário, o emprego de jato de ar comprimido.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solo coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser umedecida. Nas demais superfícies a serem pintadas são permitidas o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura versus viscosidade correspondente. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento do ligante, no caso da emulsão asfáltica é de 20 a 100 segundos Saybolt-furol (DNER-ME 004/84).

A fim de evitar a superposição de ligante nas juntas, devem ser colocadas faixas ou tiras de papel transversalmente à pista, de modo que o início e o término da aplicação se situem sobre estas faixas ou tiras de papel, as quais devem a seguir ser retiradas e removidas para local ambientalmente correto.

Havendo falha na aplicação do ligante, deve ser imediatamente corrigido com o emprego do Espargidor manual (“caneta”), ou em alguns casos, até mesmo com o refazimento da pintura asfáltica.

Após a aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura.

A diluição em água da emulsão asfáltica utilizada na pintura de ligação deve ser feita no caminhão distribuidor, tomando-se os necessários cuidados para assegurar a correta proporção entre os dois componentes e a sua necessária homogeneização.

O tempo de cura do serviço é função do tipo de ligante asfáltico empregado, das condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a determinação do tempo necessário à liberação da pintura é definida, em cada caso, em função das condições particulares vigentes.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por metro quadrado (m²) de pintura asfáltica efetivamente realizada.

REVESTIMENTO EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) é uma mistura asfáltica em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Para a execução do revestimento em CBUQ para a camada da capa asfáltica de rolamento deverá ser observada a Especificação de Serviços Rodoviários do DNIT.

A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego.

Não é permitida a execução deste revestimento sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e preparo preliminar, quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10ºC e em dias de chuva.

Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o certificado de resultados de análise correspondente à data de fabricação ou ao dia de

carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também a indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de obras.

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo tipo, CAP 50-70.

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deve ser inferior a 140°C.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a distribuição da mesma.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;

- Em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passagem anterior.

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento.

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por tonelada (t) de revestimento asfáltico em CBUQ efetivamente realizado.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-SENÇO, W., Manual de Técnicas de Pavimentação. Ed. Pini: São Paulo, 2001. Vol. 02

-SOUZA, Murilo Lopes. Pavimentação Rodoviária, Ed. DNER: Rio de Janeiro, 1976. Vol. 01

-CONTRAN: Resoluções nº. 210 e 211/06.

3.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O Projeto de Sinalização foi desenvolvido com base no Código de Trânsito Brasileiro, Resoluções do CONTRAN, Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT e Instrução de Serviço para Projeto de Sinalização do DNIT IS-215.

O projeto de sinalização compreendeu a concepção e o detalhamento dos sistemas de sinalização horizontal e vertical, complementados por dispositivos de segurança, de maneira a proporcionar ao usuário um desempenho seguro no fluxo de tráfego.

Adotou-se a velocidade de projeto de 60 Km/h obedecendo aos requisitos de engenharia de trânsito, de forma a regulamentar o uso da via, advertir sobre perigos potenciais e orientar os usuários através de informações necessárias durante seu deslocamento, de forma a assegurar atenção, compreensão e resposta necessária às mensagens, através de padronização de símbolos, cores, formas e dimensões adequadas e simplicidade de legendas.

O elemento considerado para o desenvolvimento do Projeto de Sinalização e Dispositivos de Segurança foi o projeto geométrico;

O projeto de sinalização é dividido em projeto de sinalização horizontal, composto por marcas longitudinais, transversais ou diagonais e por inscrições no pavimento; projeto de sinalização vertical, que contém indicações, localização, dimensões e tipos de suporte.

3.5.1 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal caracterizou-se pelo uso de marcas viárias (linhas longitudinais, de canalização, transversais ou diagonais), símbolos e legendas e de dispositivos auxiliares implantados sobre o revestimento do pavimento, os quais servem de eficiente meio de comunicação entre o usuário e a pista de rolamento, que devem ter visibilidade diurna e noturna por meio da refletorização, obedecendo critérios específicos para atender às condições de segurança e conforto do usuário.

Apesar de sua durabilidade ser comprometida pela ação das condições climáticas e do desgaste provocado pelo tráfego, a sinalização horizontal tem a vantagem de transmitir informações e advertências aos motoristas, sem que estes desviem sua atenção da rodovia.

Tem como função organizar e canalizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar a sinalização vertical.

A seleção e aplicação da sinalização obedeceram aos seguintes requisitos:

- Atender a real necessidade;
- Chamar a atenção dos usuários;
- Transmitir mensagem clara e simples;
- Orientar o usuário para boa fluência e segurança de tráfego;
- Possibilitar tempo adequado para ação correspondente;
- Disciplinar o uso da rodovia.

3.5.1.1 Padrão de Cores

Podem ser aplicadas nas cores amarela, branca, vermelha, azul e preta. As cores vermelha e azul são usadas em casos excepcionais, destacadas nos respectivos itens:

- Amarela – destinada à regulamentação de fluxos de sentidos opostos, delimitar espaços proibidos de estacionamentos e/ou paradas e à demarcação de obstáculos transversais à pista (lombadas físicas);
- Branca – usada para a regulamentação de fluxos de mesmo sentido, para a delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos, para regular faixas de travessias de pedestres, demarcar linha de retenção, pinturas de setas, símbolos e legendas;
- Vermelha – usada para demarcar ciclovias ou ciclofaixas e para inscrever uma cruz, como o símbolo indicativo de local reservado para estacionamento ou parada de veículos, para embarque/desembarque de pacientes. Exemplos de uso: em travessias urbanas, no caso das ciclovias ou ciclofaixas, e em locais às margens das rodovias, como estacionamentos de hospitais e clínicas, no caso da cruz vermelha;
- Azul – usada para inscrever símbolo indicativo de local reservado para estacionamento ou parada de veículos para embarque/desembarque de portadores de deficiências físicas. Aplicada em locais às margens de rodovias, como estacionamentos de restaurantes e postos de abastecimento;

- Preta – usada apenas para propiciar contraste entre o pavimento, especialmente o de concreto e a sinalização a ser aplicada.

A tonalidade das cores está indicada a seguir com base no padrão Munsell, conforme Norma da ABNT.

COR	TONALIDADE
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

Tabela 13 - Tonalidade das cores para sinalização horizontal.

3.5.1.2 Classificação

A sinalização horizontal é classificada em:

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.
d) Marcas de delimitação e controle de parada e/ou estacionamento: usadas em associação à sinalização vertical, para delimitar e controlar as áreas onde o estacionamento ou a parada de veículos é proibida ou regulamentada.
e) 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.

As linhas ou marcas viárias podem ser:

- Contínuas: sem interrupção no segmento podendo ser longitudinais ou transversais à via. Estão associadas à proibição ao movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito, à delimitação das faixas destinadas à circulação de veículos, ao controle de estacionamentos e paradas de veículo;
- Tracejadas ou seccionada: seccionadas com espaçamento de extensão igual ou maior que o traço. Estão associadas à permissão de movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito e à delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos;

3.5.1.3 Dimensões

As marcas longitudinais mais comumente encontradas nas rodovias têm a função de definir os limites da pista de rolamento, de orientar a trajetória dos veículos, ordenando-os por faixas de tráfego, de regulamentar as possíveis manobras de mudança de faixa ou de ultrapassagem.

Além dessas funções, podem regulamentar as faixas de uso exclusivo ou preferencial de espécie de veículos (ônibus ou bicicleta) e faixas reversíveis. De acordo com sua função, as Marcas Longitudinais classificam-se em:

- Linhas de divisão de fluxos opostos (LFO);
- Linhas de borda (LBO);
- Linhas de continuidade (LCO);
- Marcas longitudinais específicas.

As linhas longitudinais possuem largura variável, em função da velocidade regulamentada na rodovia, conforme mostra a tabela a seguir:

Velocidade - V(km/h)	Largura da Linha (cm)
V < 80	10
V ≥ 80	15

Tabela 14 - Largura das linhas longitudinais em função da velocidade.

Para este projeto, foram adotados os seguintes critérios:

a) Linha Simples Seccionada (LFO-2): localizadas no eixo da pista, dividem fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e indicando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são permitidos, neste projeto será utilizado: linha simples seccionada na cor amarela, com 10 cm de largura (ℓ), traço (t) com 2 m e espaçamento (e) 4 m.

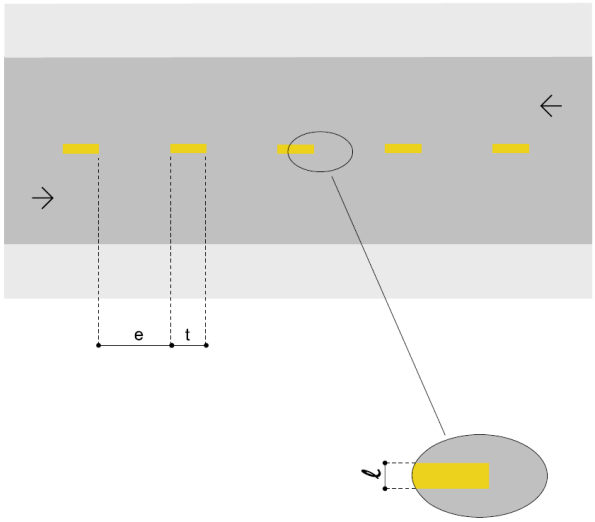


Figura 32 - Linha Simples Seccionada (LFO-2)

O CONTRAN regulamenta as medidas de traço e espalhamento definidas em função da velocidade regulamentada na via, de acordo com o Quadro a seguir:

VELOCIDADE v (km/h)	LARGURA DA LINHA – ℓ (m)	CADÊNCIA t : e	TRAÇO t (m)	ESPAÇAMENTO e (m)
v < 60	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
		1 : 3	2	6
60 ≤ v < 80	0,10**	1 : 2	3	6
		1 : 2	4	8
		1 : 3	2	6
		1 : 3	3	9
v ≥ 80	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12

(*)situações restritas às ciclovias.

(**) Pode ser utilizada largura maior em casos que estudos de engenharia indiquem a necessidade, por questões de segurança.

Quadro 1 - Definição do traço e espaçamentos em função da velocidade da via.

b) Linha dupla contínua (LFO-3): localizadas no eixo da pista, a fim de separar os fluxos opostos de circulação, indicando os segmentos em que a ultrapassagem é totalmente proibida em ambos os sentidos de tráfego: linha contínua dupla, na cor amarela, com 10 cm de largura (ℓ), distanciadas em 10 cm (d);

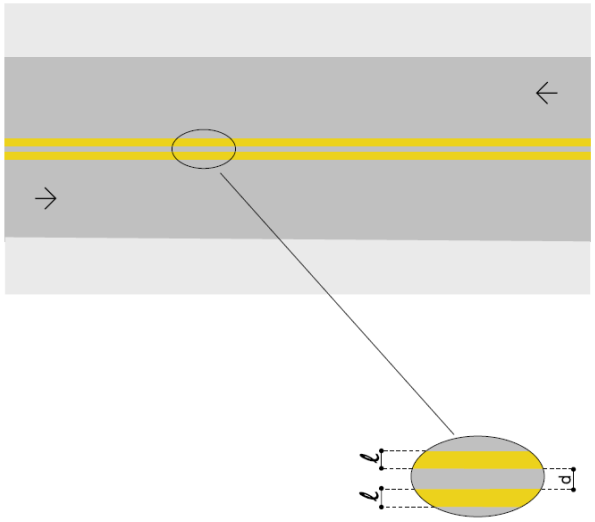


Figura 33 - Linha dupla contínua (LFO-3)

c) Linha dupla contínua/tracejada (LFO-4): É a linha de divisão de fluxos opostos aplicada sobre o eixo da pista de rolamento para delimitar o espaço de circulação de cada um dos fluxos de veículos e regulamentar a permissão de ultrapassagem de um sentido e proibição do outro sentido de circulação, na cor amarela, com 10 cm de largura (ℓ), distanciadas em 10 cm (d);

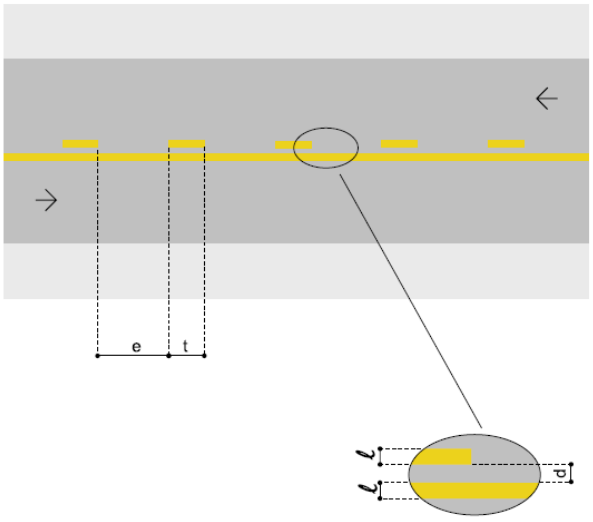


Figura 34 - Linha dupla contínua/tracejada (LFO-4)

d) Linha de bordo (LBO): localizadas nos bordos a fim de delimitar a pista destinada ao deslocamento dos veículos estabelecendo seus limites laterais: linha contínua, na cor branca, com 10 cm de largura;

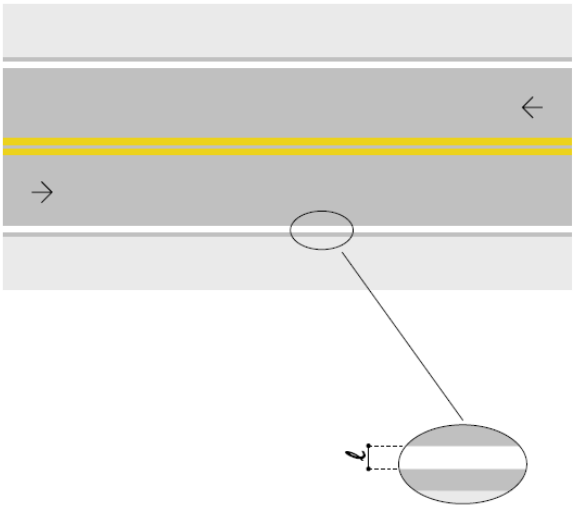


Figura 35 - Linha de Bordo (LBO)

e) Linha de canalização (LCA): utilizada para delimitar o pavimento reservado à circulação de veículos, desviando os veículos nas proximidades de obstáculos, presentes nas interseções, acessos e pontes: linha contínua, na cor branca, com 15 cm de largura;

f) Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA): destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via: a marcação do zebrado é feita com linhas contínuas, com 40 cm de largura, espaçadas por 2,50 m, inclinadas de 45º em relação à direção dos fluxos de tráfego. Para locais com único sentido de tráfego, utiliza-se branca, já nos locais com fluxo oposto utiliza-se amarela.

3.5.1.4 Materiais especificados

Segundo a Instrução de Segurança no Tráfego rodoviário para Implantação de Sinalização Horizontal do DNIT, o volume médio diário anual de tráfego (VMDa), aliado à composição dos veículos da frota, é um dos principais fatores que determina a escolha do material a ser empregado na pista, em função do desgaste que sofre.

Observando a Tabela 15, temos os valores referenciais a serem utilizados:

VMD	Material DNIT	Espessura (mm)	Garantia (meses)(1)
Até 5.000	EM-368/2000	0,6	18
5.000 – 10.000	EM-276/2000	0,5	30
10.000 – 20.000	NBR 13731	0,6	24
Acima de 10.000(2)	Termoplástico Alto Relevo NBR 15.543/07	2,0 (base) 8,0 (relevo)	36
20.000 – 30.000	Termoplástico - EM-372/00	1,5	36
Acima de 30.000(3)	Termoplástico – EM-372/00	1,5	24
Acima de 10.000(4)	Termoplástico Preformado ou elastoplástico – NBR 15.741/09	1,0	24

(1) Essa garantia fica condicionada aos valores mínimos de retrorrefletividade definidos na Tabela 12.
(2) Em trechos críticos ou especiais.
(3) Ou em trechos de menor VMD, mas que apresentem na composição do tráfego grande quantidade de veículos comerciais (caminhão, ônibus) ou com larguras de faixa de rolamento inferiores a 3,5 metros.
(4) Para sinalização de pequenos trechos em tangente, faixas de retenção, faixas de pedestres, símbolos, legendas.

Tabela 15 - Tipo de material e espessura de aplicação em função do VMDa.

Desse modo, temos para faixa de VDM da rodovia (até 5.000 veículos unidrecional) 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.

As cores principais são:

- Amarela: utilizada para regulamentação do tráfego; na regulamentação de fluxos de sentidos opostos, na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos;
- Branca: utilizada para balizamento e canalizações; na regulamentação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais de segmentos da via; na pintura de símbolos e legendas.

3.5.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placas fixadas ao lado ou suspensas sobre a pista transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos, com as seguintes características:

- Posicionamento dentro do campo visual do usuário;
- Legibilidade das mensagens e símbolos;
- Mensagens simples e claras; e
- Padronização.

As placas de sinalização de indicação devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93º a 95º em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via. Essa inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa.

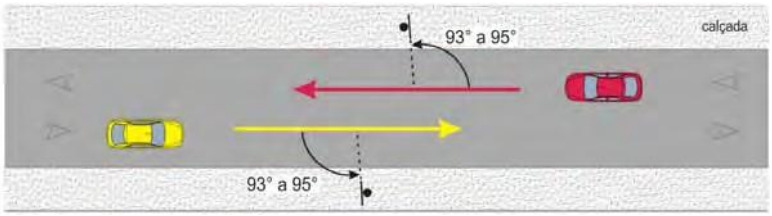


Figura 36 - Posicionamento horizontal da sinalização.

Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também no valor de ± 3º.

Na elaboração do projeto foram obedecidas as seguintes condições básicas:

- A real necessidade;
- Chamar a atenção dos usuários;
- Transmitir mensagem clara e simples;
- Orientar o usuário para a boa fluência e segurança de tráfego;
- Fornecer tempo adequado para ação correspondente.

3.5.2.1 Vias Urbanas

A borda inferior da placa ou do conjunto de placas colocada lateralmente à via, deve ficar a uma altura livre entre 2,0 e 2,5 metros em relação ao solo, inclusive para a mensagem complementar, se esta existir.

As placas assim colocadas se beneficiam da iluminação pública e provocam menor impacto na circulação dos pedestres, assim como ficam livres do encobrimento causado pelos veículos.

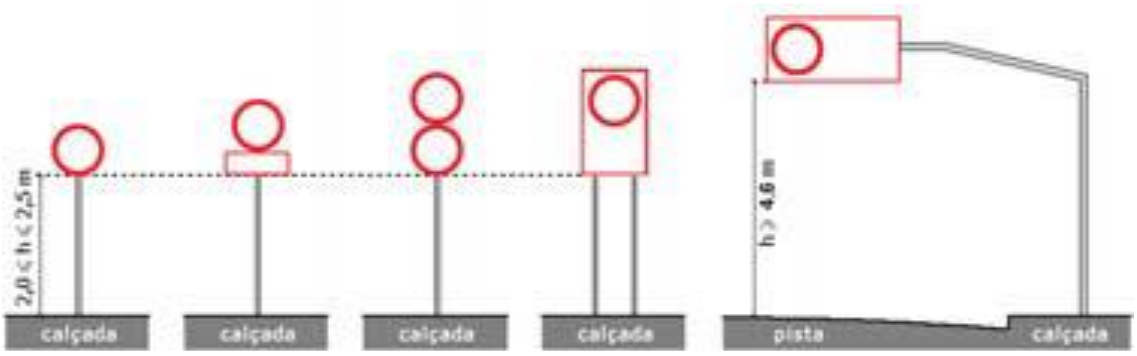


Figura 37 - Altura mínima de instalação das placas em vias urbanas.

O afastamento lateral das placas, medido entre a borda lateral da mesma e da pista, deve ser, no mínimo, de 0,30 metros para trechos retos da via, e 0,40 metros nos trechos em curva.

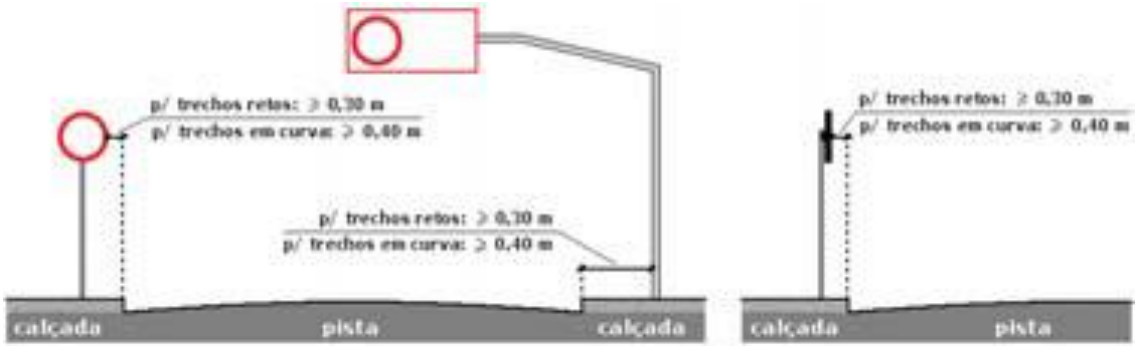


Figura 38 - Afastamento mínimo lateral.

A colocação de placas laterais em vias de trânsito rápido, com características semelhantes às vias rurais, poderá ser efetuada da mesma forma à aplicada nestas últimas, desde que não obstrua a eventual circulação de pedestres.

A classificação da sinalização vertical, segundo sua categoria funcional, é a seguinte:

- Sinais de Regulamentação – Vermelho;
- Sinais de Advertência – Amarelo;
- Sinais de Indicação – Verde;
- Sinais de Serviços Auxiliares – Azul; e
- Sinais de Educação – Branco.

3.5.2.2 Sinais de Regulamentação

Os sinais de regulamentação possuem formato circular, com fundo na cor branca e uma borda vermelha.

Forma	Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO PROIBIÇÃO	Fundo	Branca
	Símbolo	Preta
	Tarja	Vermelha
	Orla	Vermelha
	Letras	Preta

Figura 39 - Sinais de regulamentação.

Têm por objetivo notificar o usuário sobre as restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no Código Brasileiro de Trânsito.

Devem ser sempre observadas as dimensões mínimas estabelecidas por tipo de via conforme tabelas a seguir:

Via	Diâmetro (m)	Tarja (m)	Orla (m)
Urbana (de trânsito rápido)	0,75	0,075	0,075
Urbana (demais vias)	0,50	0,050	0,050
Rural (estrada)	0,75	0,075	0,075
Rural (rodovia)	1,00	0,100	0,100

Quadro 2 - Dimensões recomendadas.

Além da forma e cores mencionadas, os sinais de regulamentação possuem o símbolo ou legenda na cor preta e, ainda, uma tarja diagonal vermelha quando indicar proibição.

As exceções são o sinal de Parada Obrigatória que, além da forma octogonal e fundo na cor vermelha, possui legenda em letras brancas, e o sinal de *Dê a Preferência*, que se destaca pela forma triangular.

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	Fundo	Vermelha
		Orla interna	Branca
		Orla externa	Vermelha
		Letras	Branca
	R-2	Fundo	Branca
		Orla	Vermelha

Quadro 3 - “Parada obrigatória” e “Dê a Preferência”.

As dimensões dos sinais são ditadas principalmente pela velocidade de operação da via, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens neles incutidas. Desta forma, o usuário consegue realizar a manobra em um tempo hábil e com segurança.

3.5.2.2.1 Posicionamento transversal

Quanto ao posicionamento transversal, os sinais de regulamentação estão posicionados à margem direita da rodovia, a uma distância segura, porém dentro do cone visual do motorista e frontais ao fluxo de tráfego.

3.5.2.2.2 Posicionamento longitudinal

O posicionamento longitudinal dos sinais de regulamentação ao longo da via, depende da distância de visibilidade necessária para sua visualização e pelo tipo de situação que se está regulamentando, onde cada caso é estudado separadamente.

Por sua vez, a distância de visibilidade necessária para a visualização do sinal é composta pela distância percorrida na velocidade de operação da rodovia, correspondente ao tempo de percepção e reação, acrescida da distância que vai desde o ponto limite do campo visual do motorista até o sinal.

A Tabela apresentada a seguir relaciona distâncias de visibilidade para as velocidades de operação mais adotadas, considerando um tempo de percepção e reação de 3,0 segundos.

Velocidade de Operação (km/h)	Distância Mínima de Visibilidade (m)
40	140
60	180
80	245
100	320
110	355

Tabela 16 - Distâncias de Visibilidade.

Os sinais de regulamentação são classificados de acordo com suas características funcionais:

- Obrigação;
- Restrição;
- Proibição; e
- Permissão.

Os sinais de regulamentação empregados no presente projeto, no que se refere à forma geométrica, composição gráfica e, principalmente, condição de aplicação ao longo da rodovia, seguem rigorosamente as regras de uso constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN/DENATRAN, 2007 e no Manual de Sinalização Rodoviária – DNIT, 2010.

3.5.2.3 Sinais de Advertência

Os sinais de advertência possuem forma quadrada e estão dispostos com uma das diagonais na vertical. A cor de fundo é o amarelo com o símbolo ou legenda na cor preta.

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Quadro 4 - Sinais de advertência.

Os sinais de advertência são utilizados para informar o usuário sobre situações adiante que requeiram maior atenção de sua parte. As medidas a serem tomadas, vão desde um estado de alerta, para uma situação eventual, a uma operação mais complexa de direção, redução de velocidade ou até uma parada do veículo.

Entre as situações permanentes que requerem cuidados especiais, e, neste Projeto, são sinalizadas com placas de advertência, estão as seguintes:

- Curvas;
- Ponte;
- Ocorrência de locais onde há redução de velocidade.

As dimensões dos sinais de advertência dependem das características da via, principalmente da velocidade de operação, de forma a possibilitar ao usuário a percepção, legibilidade e compreensão das mensagens.

SINAIS DE ADVERTÊNCIA		
Para	V ≤ 60km/h	0,80 x 0,80 m
Para	60km/h < V ≤100km/h	1,00 x 1,00 m
Para	V ≤100km/h	1,20 x 1,20 m
Perímetro Urbano		0,50 x 0,50 m (rua lateral)

Tabela 17 - Dimensões recomendadas.

Quanto ao posicionamento lateral e longitudinal as condições são similares aos sinais de regulamentação. Uma característica importante é quanto à distância mínima do

sinal até o local da advertência, para o qual se está chamando a atenção do usuário, e varia conforme as seguintes condições:

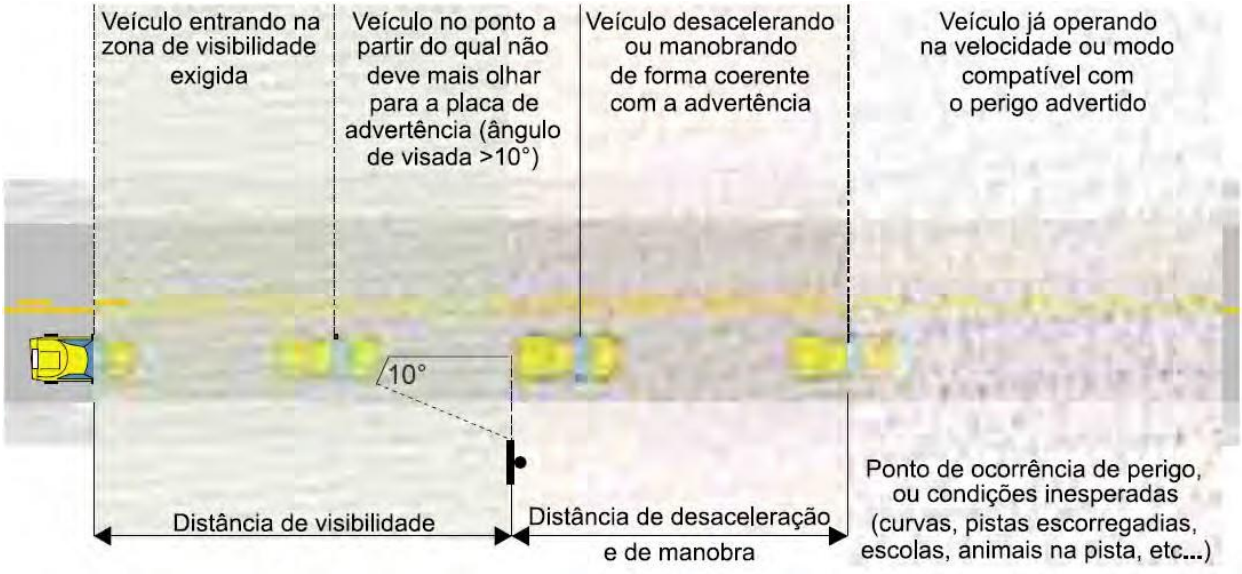


Figura 40 - Distância de visibilidade.

- **Condição A** – necessidade de um tempo extra para avaliação e julgamento da situação que está sendo advertida e que normalmente envolvem manobras mais complexas de direção, não só individuais, como em conjunto com outros veículos;
- **Condição B** – necessidade de desaceleração até uma determinada velocidade que permita a passagem em segurança pelo local da advertência;
- **Condição C** – necessidade de parada do veículo.

Na tabela a seguir, estão apresentados os valores mínimos de distância em metros, entre o sinal e o local de advertência para cada uma das três condições citadas:

Velocidade Aproximação (km/h)	Distância de desaceleração e/ou manobra – (m):												
	Veloc. km/h	zero	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	Distância (m)	31	29	23	14	-							
50		48	46	41	31	17	-						
60		69	68	62	52	39	21	-					
70		95	93	87	77	64	46	25	-				
80		123	122	116	106	93	75	54	29	-			
90		156	154	149	139	125	108	87	62	33	-		
100		193	191	185	176	162	145	123	98	69	37	-	
110		232	231	226	216	203	185	164	139	110	77	41	-
120		278	276	270	260	247	230	208	183	154	122	85	44

Quadro 5 - Distância de desaceleração e manobra.

3.5.2.4 Sinais de Indicação

Os sinais de indicação têm como finalidade principal orientar os usuários da via no curso de seu deslocamento, fornecendo-lhes as informações necessárias para a definição das direções e sentidos a serem por eles seguidos, bem como as informações quanto às distâncias a serem percorridas.

Os sinais de indicação informam, ainda, quanto à existência de serviços ao longo da via e mensagens educativas ligadas à segurança rodoviária.

Quanto ao formato e cores utilizadas as placas indicativas são geralmente retangulares com o lado maior na horizontal, sendo em fundo verde e as legendas, setas e diagramas na cor branca. As exceções são os sinais de identificação de rodovia, que possuem forma própria e os sinais de serviços auxiliares em fundo azul, com o lado maior do retângulo normalmente na vertical.

As placas são compostas pelos seguintes elementos:

- Legendas
- Orlas e tarjas
- Setas
- Pictogramas

- Símbolos
- Diagramas

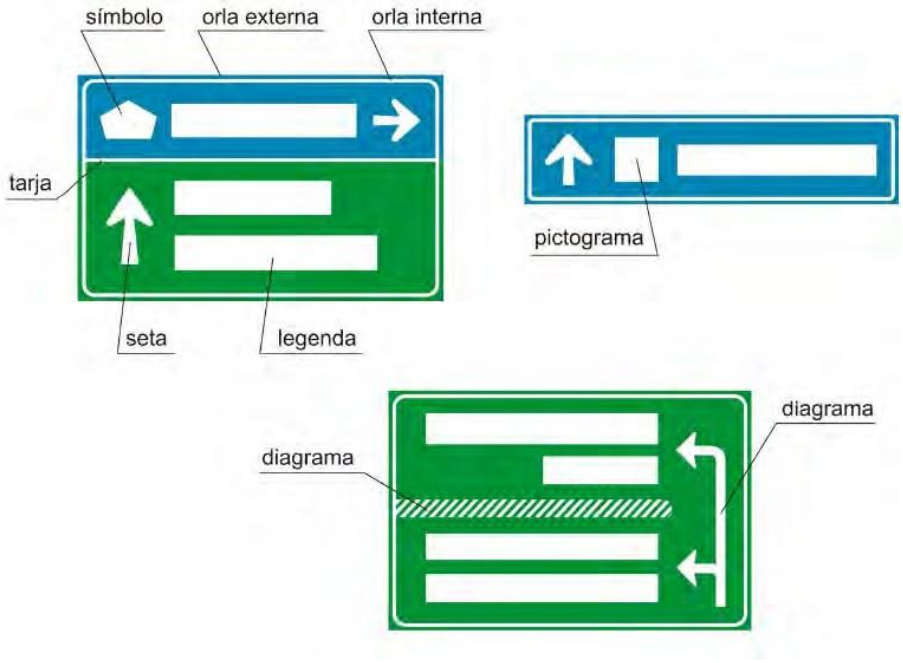


Figura 41 - Diagramação das placas.

3.5.2.4.1 Posicionamento Transversal

O posicionamento transversal dos sinais de indicação segue as mesmas regras aplicadas aos sinais de regulamentação e advertência. Diante de circunstâncias especiais são adotados os pórticos e semipórticos.

As placas de identificação quilométrica devem ser implantadas com no mínimo 0,50 m e no máximo 1,00 m de altura, a contar da borda inferior da placa à superfície da pista.



Figura 42 - Posicionamento transversal

3.5.2.4.2 Posicionamento Longitudinal

Os sinais de indicação são posicionados longitudinalmente na rodovia conforme a necessidade de manter o usuário suficientemente informado e orientado no que se refere à sua localização, origem – destino do percurso, direção a seguir e serviços essenciais disponíveis na rodovia.

As normas utilizadas quanto ao posicionamento longitudinal, para cada tipo de sinal de indicação, obedecem rigorosamente ao procedimento contido no Manual de Sinalização do DNIT, inclusive as tabelas de Altura de Letras e Distância de Visibilidade em Função da Velocidade e Classe da Rodovia; tabela de Tipos, Padrões e Espaçamento de Letras; padrões de setas e composições dos sinais.

3.5.2.4.3 Dimensionamento dos sinais de indicação

Os sinais de indicação devem ter boa visibilidade, letras e símbolos de forma, tamanho e espaçamentos adequados e mensagens curtas, assegurando a necessária distância para percepção, leitura e rápida compreensão das mensagens por parte dos motoristas (distância de legibilidade).

O dimensionamento dos sinais de indicação é função do tamanho das mensagens e símbolos neles contidos. O dimensionamento das mensagens, por outro lado, depende basicamente do tamanho de letra a ser adotado, bem como da quantidade de caracteres relativos a cada mensagem a ser transmitida.

O tamanho de letra a ser usado é função das características da via, principalmente no tocante à sua velocidade de operação. Ainda que a distância de legibilidade de qualquer sinal varie essencialmente com a velocidade de aproximação, a padronização das letras (tamanho, forma, espaçamento) deve também levar em conta as características físicas e principalmente operacionais da rodovia, tais como tráfego intenso (com bloqueio de visão do sinal por outros veículos) e sucessão de interseções próximas. Dessa forma, rodovias com a mesma velocidade de operação, porém com condições operacionais diversas, poderão necessitar de sinais com maior ou menor legibilidade e, por consequência, com maior ou menor altura de letras.

As letras e números adotados nos projetos de sinalização obedecem aos padrões Série D e Série E do *Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings – FHWA e Arial Rounded MT Bold*.

O alfabeto na Série D deve ser utilizado para compor mensagens em letras maiúsculas, como Retorno, Pedágio, Saída, Ônibus, mensagens operacionais e institucionais. Nas demais mensagens, associadas a nomes de estados, localidades e atrativos turísticos devem-se utilizar os caracteres relativos à Série E.

A exceção fica por conta das unidades métricas “km” e “m”, usadas em vários tipos de placas indicativas, que também são apresentadas em caracteres da Série E.

Os espaçamentos mínimos horizontais e verticais entre a orla interna da placa e os elementos (legendas, setas, pictogramas e símbolos), e entre elementos, devem ser iguais a “d”, conforme Tabela a seguir.

ALTURA DA LETRA MAIÚSCULA – h (mm)	ESPAÇAMENTO – d (mm)
50	30
75	45
100	60
125	80
150	100
170	115
200	130
250	170
300	200
350	230
400	270
450	300

Tabela 18 - Espaçamento entre os elementos (mm).

A diagramação de todas as placas indicadas neste projeto está apresentada em documento anexo.

3.5.2.5 Dispositivos Auxiliares de Percurso

Os Dispositivos Auxiliares de Percurso têm a função de orientar o usuário, ressaltando os pontos da via que apresentam maiores riscos. São utilizadas as mesmas

cores dos Sinais de Advertência: fundo amarelo e símbolos pretos, com exceção dos balizadores.

3.5.2.6 Marcadores de Obstáculo

Os Marcadores de Obstáculo são indicados para assinalar obstruções situadas na via ou a ela adjacentes.

Possuem a forma retangular, com o lado maior posicionado na vertical e dimensões 0,30 x 0,90 m. As faixas pretas sobre fundo amarelo têm largura de 10,0 cm (dez centímetros) e são posicionadas a 45º apontando para baixo no lado correspondente à passagem do tráfego.

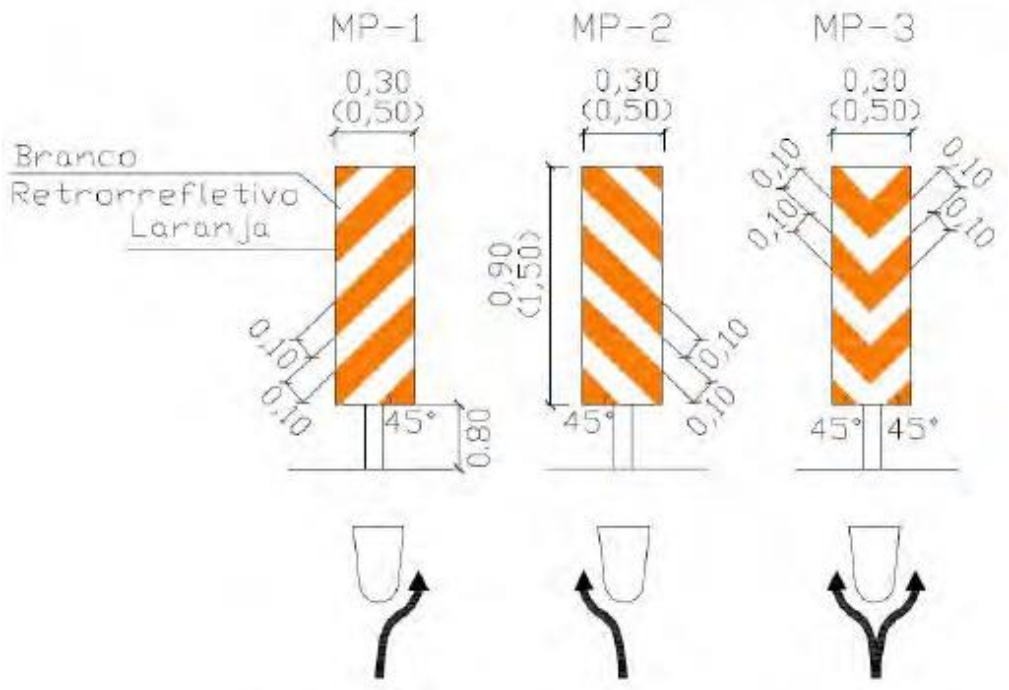


Figura 43 - Marcador de obstáculo: tipo, dimensão e característica.

3.5.3 Sinalização de Obras e Emergências

Projeto de Sinalização de Obras está fundamentado no Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias / Brasília, 2010 – DNIT, publicação está voltada especificamente para obras rodoviárias onde estão sendo executados pavimentos novos, restauração de pavimentos antigos, reparos em situações de emergências e obras de arte.

A Sinalização das Obras da Rodovia visa à segurança do usuário e do pessoal da obra, quando em serviço, sendo constituída de sinalização horizontal, vertical, bem como, Dispositivos de Canalização e Segurança.

3.5.3.1 Funções da Sinalização de Obras e Emergências

A execução de serviços de obras de pavimentação em estradas e rodovias, assim como a ocorrência de emergências, 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.

Seguindo esse pressuposto, uma sinalização para as obras em rodovias deve:

- Advertir, com a necessária antecedência, a existência de obras ou emergências adiante e a situação que se verificará na pista de rolamento;
- Regulamentar a velocidade e outras condições para a circulação segura;
- Canalizar e ordenar o fluxo de veículos junto à obra, de modo a evitar movimentos conflitantes, evitar acidentes e minimizar congestionamento;
- Fornecer informações corretas, claras e padronizadas aos usuários da via.

3.5.3.2 Condições Determinantes

A sinalização deve estar sempre adaptada às características das obras e da rodovia onde será implantada. Deve apresentar boa legibilidade, visibilidade e credibilidade. Dessa forma, as condições básicas que determinam a escolha do tipo e quantidade de sinais e dispositivos e suas características são as seguintes:

3.5.3.2.1 Duração da obra

A sinalização provisória deve ter características próprias, conforme o tempo necessário à execução das obras, que podem ser de curta ou longa duração.

Para as obras de curta duração, os dispositivos de sinalização devem, também, ser os mais portáteis possíveis, admitindo-se, porém, dispositivos fixos e de maior porte. Para as de longa duração, a portabilidade perde importância como fator determinante na escolha dos dispositivos.

O fato gerador da necessidade da intervenção pode, também, ocorrer de forma não prevista (casos emergenciais), tais como desmoronamentos, acidentes ou erosão da pista. Nos casos de emergências, recomenda-se a utilização de dispositivos portáteis, possibilitando uma rápida implantação ou desativação da sinalização.

3.5.3.2.2 Mobilidade da obra

A sinalização de obras também se caracterizará por uma maior ou menor necessidade de adoção de dispositivos portáteis, conforme o evento determine a implantação de canteiros de obras móveis ou fixos.

3.5.3.2.3 Interferência no tráfego

A localização da obra na pista de rolamento determina a alteração da circulação de forma específica, conforme a situação bloqueie acostamento, faixas à direita, à esquerda, no centro ou toda a pista. Isso implica em variações na forma de sinalizar o trecho em obras, com o objetivo de canalizar adequadamente o fluxo de veículos.

3.5.3.2.4 Características da rodovia

Além da variação na localização da obra na pista, a característica do trecho da rodovia em obras também determinará a variação da sinalização, particularmente, nas seguintes condições:

- Rodovia de pista única, com uma ou duas faixas de circulação por sentido;
- Rodovia de pista dupla (com canteiro central), com duas ou mais faixas de circulação por sentido;
- Trecho de rodovia apresentando melhores ou piores condições de visibilidade.

3.5.3.2.5 Legibilidade e visibilidade

Tendo em vista a condição de imprevisibilidade da situação provocada pela ocorrência de obras ou emergências, a sinalização a ser implantada deve apresentar legibilidade e visibilidade. Para tanto, a sinalização provisória deve:

- Apresentar dimensões e características padronizadas;
- Ser implantada com critérios uniformes;
- Apresentar bom estado de conservação;
- Estar adaptada às condições atmosféricas, devendo ser sempre retrorrefletiva ou acompanhada de dispositivos luminosos, quando os canteiros de obras permanecerem ativados durante o período noturno ou estiverem implantados em locais sujeitos à neblina;
- Ser objeto de manutenção, enquanto perdurar a situação temporária.

3.5.3.2.6 Credibilidade

Como toda a sinalização de trânsito, a relativa a obras deve informar ao usuário a exata situação decorrente da implantação do canteiro de obras. Assim, o conjunto de sinais deve ser implantado de forma a transmitir com clareza e precisão as condições que serão encontradas adiante, tais como: a localização da obra, as consequências na circulação e o fim do trecho em obras.

A informação precisa através da sinalização, da real situação verificada, é fundamental para credibilidade das mensagens transmitidas e para a predisposição de obediência a determinações e orientações. Assim, é de fundamental importância informar o fim do trecho em obras, quando a condição normal da pista voltar a ocorrer.

3.5.3.3 Diretrizes de Projeto

3.5.3.3.1 Áreas junto às obras

Conforme já salientado, nas aproximações das áreas onde estão sendo implantadas obras ou ocorram emergências (doravante tratadas apenas como obras, para simplificar a leitura), deve-se condicionar os condutores de veículos a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas à nova situação e de acordo com

os esquemas de circulação estabelecidos. Para possibilitar o alcance desse objetivo, toda a área de influência da obra na rodovia deve ser adequadamente sinalizada.

De acordo com a influência no tráfego, a área a ser sinalizada deve ser subdividida em:

- Área de pré-sinalização;
- Área de transição;
- Área de atividade;
  - Área de proteção;
  - Área de trabalho;
  - Área de retorno à situação normal;
- Área de sinalização de fim das obras.

3.5.3.3.2 Área de pré-sinalização

A área de pré-sinalização é aquela onde deve ser implantada a sinalização destinada a advertir os condutores de veículos da existência de obras adiante e das consequências na circulação do tráfego.

Nessa área, devem ser implantados, também, os sinais que regulamentam condições de comportamentos obrigatórios, de modo que os motoristas, ao atingirem o início das obras ou da canalização implantada, sejam claramente informados da situação com que irão se deparar adiante e trafeguem em condições seguras.

A extensão da área de pré-sinalização deve variar de acordo com as características das obras. Para a maioria dos casos, essa extensão deve, pelo menos, ser de:

- 1500 m, quando a obra for executada na pista, obrigando um ou mais fluxos de veículos a parar ou ser desviado para uma pista auxiliar, acostamento ou outra pista;
- 1000 m, quando a obra for executada na pista, mas, por exigir apenas o estreitamento da faixa de rolamento, não provocar o desvio do fluxo de veículos;
- 500 m, quando a obra for executada no acostamento;
- 100 m, quando a obra for executada fora do acostamento.

3.5.3.3.3 Área de transição

A área de transição é o trecho da rodovia onde os dispositivos de sinalização direcionam os motoristas para fora do seu caminho normal. A transferência do fluxo de veículos de uma faixa a outra deve ser efetuada de modo a propiciar segurança, ou seja, através da implantação de faixas de desaceleração delimitadas por dispositivos de canalização e segundo distâncias que devem variar de acordo com a velocidade regulamentada para a rodovia. Assim, de acordo com essas velocidades, o comprimento dessas faixas de acomodação deve ser de:

- 100 m quando V ≤ 60 km/h;
- 150 m quando 60 km/h < V ≤ 80 km/h; e
- 200 m quando V > 80 km/h.

Quando a obra ocorrer no acostamento, a área de sinalização de transição deve ter uma extensão de 50 metros.

Quando a execução de obras determinar o bloqueio de uma faixa em rodovia de pista única com sentido duplo de circulação e duas faixas de rolamento, a área de sinalização de transição deverá ter a extensão de 50 metros, tendo em vista que, nesses casos, a transferência do fluxo de veículos de uma faixa para outra deve ocorrer segundo alternância de passagem e, portanto, com a parada obrigatória junto ao ponto de transferência.

3.5.3.3.4 Área de atividade

A área de atividade é o trecho da rodovia onde devem ser implantados dispositivos de sinalização e canalização, para evitar veículos e pedestres no canteiro de obras. Pode ser subdividida nas seguintes áreas: área de proteção, área de trabalho e área de retorno à situação normal.

3.5.3.3.5 Áreas de proteção

A área de proteção é uma área lateral e/ou longitudinal que separa o fluxo de usuários da rodovia da área de trabalho ou área de segurança restrita, pela presença e movimentação de trabalhadores, materiais e equipamentos da obra.

As áreas de proteção devem ser previstas antes e depois do trecho em obras. Essas áreas não devem ser utilizadas para depósito de materiais e dos equipamentos destinados às obras, possibilitando uma perfeita visão do início e do término do canteiro. Devem possibilitar, também, a realização segura de manobras de saídas e de retorno à situação normal, em pontos distanciados do local das obras.

Recomenda-se que os trechos de sinalização de proteção anterior à obra tenham uma extensão mínima de 30 metros e máxima de 50 metros.

Para os trechos de proteção posterior, a extensão mínima pode ser:

- De 15 metros, quando o sentido de circulação na faixa adjacente se realizar no mesmo sentido do fluxo de tráfego da faixa bloqueada; e
- De 30 metros, quando o fluxo da faixa contígua estiver no sentido oposto.

3.5.3.3.6 Área de trabalho

É a área onde se desenvolverão as atividades de manutenção/conservação ou ocorram situações de emergência na rodovia.

Trata-se de área canalizada e que, portanto, deve permitir o acesso apenas de trabalhadores e veículos da obra. Pode ser utilizada, também, para depósito de materiais e de equipamentos.

3.5.3.3.7 Áreas de retorno à situação normal

É a área utilizada para conduzir os usuários da rodovia para a condição normal de circulação, terminada a ultrapassagem do trecho em obras. Para tanto, a área de sinalização de retorno à situação normal deve conter uma linha de dispositivos que canalize o tráfego para a faixa de circulação adequada.

3.5.3.3.8 Área de sinalização de fim das obras

É a área utilizada para informar aos usuários da rodovia do fim do trecho em obras e da velocidade máxima permitida para as condições normais de operação.

3.5.3.3.9 Áreas junto a canteiros móveis

São as áreas de sinalização que assumem características específicas em função de se deslocarem ao longo da via, como nos casos de pintura de sinalização horizontal,

ou de duração muito curta, como operação tapa-buraco. Assim, em caso de execução desses tipos de obras em vias de baixo volume de tráfego e em locais de boa visibilidade, é necessária apenas a implantação de pré-sinalização em trecho com extensão mínima de 200 metros. A sinalização do canteiro pode ser representada pelos veículos e equipamentos portando dispositivos apropriados.

Quando ocorrerem em vias de alto volume de tráfego e/ou baixa visibilidade, obras móveis podem ser tratadas, a critério do órgão com circunscrição sobre a via, como obras fixas, delimitando-se um trecho a ser tratado, dentro do qual se locomoverão as máquinas. Concluídas as obras nesse trecho, delimita-se a seguinte, deslocando a sinalização de obras.

3.5.3.4 Condições básicas de segurança e fluidez

Conforme salientado anteriormente, a execução de obras ou a ocorrência de situações de emergência em rodovias requer um adequado planejamento e operação do desvio do tráfego. Em complementação, são apresentadas algumas condições básicas para a segurança correlacionadas à sinalização provisória a ser implantada.

3.5.3.4.1 Situações de emergência

Situações de emergência se caracterizam, sempre, pela condição de imprevisibilidade e, quando ocorrem, determinam que sejam tomadas decisões e ações rápidas, particularmente em nível operacional.

Assim, por exemplo, quando da ocorrência de desmoronamento com obstrução do acostamento e uma faixa de circulação, devem ser adotadas medidas operacionais imediatas de controle do fluxo de tráfego através do policiamento, com apoio da engenharia, utilizando-se os meios disponíveis à mão, em especial viaturas e cones. Ao mesmo tempo, devem ser preparados para o local os dispositivos de sinalização e de canalização necessários para a implantação do esquema padrão apropriado, conforme características das obras que deverão ser executadas para o reparo da situação.

3.5.3.4.2 Entrada e saída de veículos

A entrada e saída de veículos e de máquinas utilizadas na execução de obras em rodovias representam movimentos passíveis de causar conflitos com o fluxo normal de tráfego.

Por isso, além dos procedimentos de proteção a serem adotados durante a execução de tais movimentos, a escolha dos locais de entrada e saída da obra deve seguir o princípio de se evitar, ao máximo, movimentos conflitantes.

3.5.3.4.3 Sinalização no período noturno

A sinalização de obras ou de emergências deve ser perfeitamente visível no período noturno. Para tanto, todos os dispositivos a serem utilizados devem ser retrorrefletivos e, quando necessário, também iluminados. A iluminação não pode provocar ofuscamento.

3.5.3.4.4 Visibilidade de trabalhadores

Todos os trabalhadores e operadores de tráfego em trechos de rodovias em obras que, em função de sua atividade, precisarem se posicionar em locais próximos ao fluxo de veículo, devem ser perfeitamente visíveis e identificáveis, tanto no período diurno quanto no noturno. Para tanto, tais trabalhadores devem ser equipados com coletes que sejam retrorrefletivos para uso noturno.

3.5.3.5 Sinalização vertical de obras

A sinalização vertical temporária, utilizada quando da execução de obras, é composta principalmente de sinais de advertência e de regulamentação. Sinais de indicação são necessários quando a localização das obras determina a necessidade de desvios de fluxos de veículos.

A aplicação conjunta desses sinais tem por objetivo advertir os usuários sobre as condições do tráfego na via, regulamentar a circulação de trânsito e fornecer indicações necessárias ao seu deslocamento.

Nas extremidades dos trechos onde estiverem recebendo intervenções, serão instaladas 02 (duas) placas 2 x 1m com fundo em laranja, bordas e legendas na cor preta: “RODOVIA EM OBRAS”. (Conforme Manual de Sinalização de Obras CONTRAN, DER e equivalentes)

As placas serão implantadas conforme Manual da Contran (Ref. de Altura, distâncias ao bordo da pista, acostamento, etc.), e deverão permanecer no trecho até que seja executada a sinalização horizontal definitiva.



Figura 44 - Modelos de placas de sinalização vertical de obras.

As placas de orientação de tráfego temporárias têm dimensões idênticas às da sinalização permanente e devem obedecer às disposições do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI – Sinalização temporária.

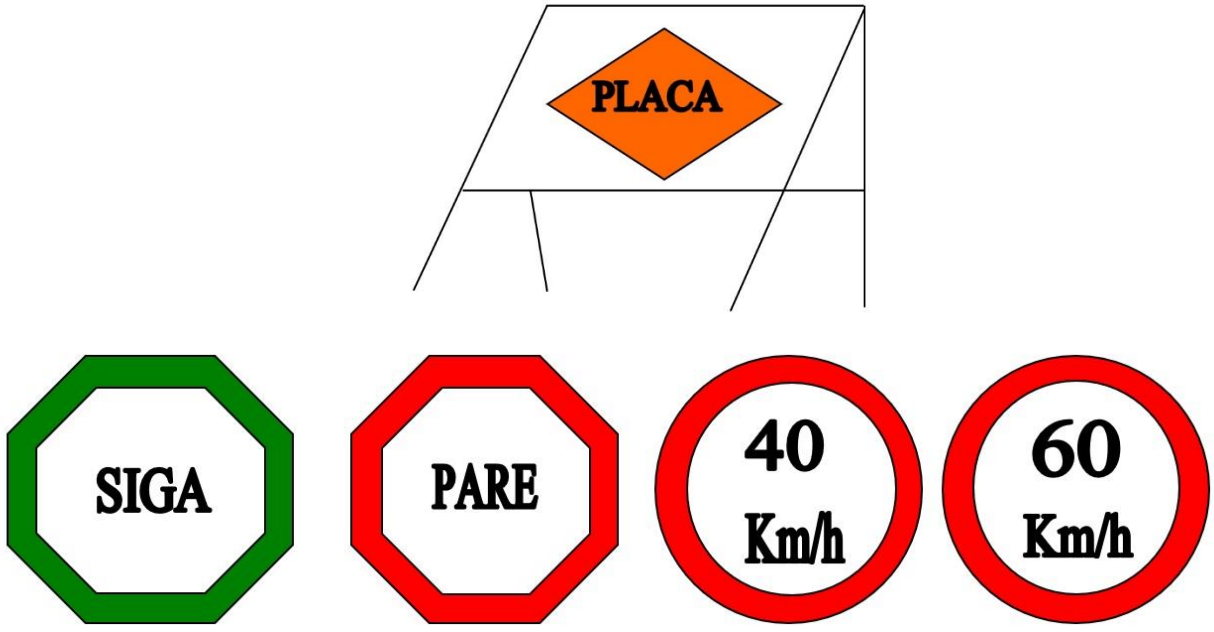


Figura 45 - Modelo de placas de sinalização vertical de obras.

3.5.3.5.1 Cores

Os sinais verticais temporários são apresentados com as seguintes cores:

- Sinais de regulamentação: fundo branco, orla e tarja vermelhas e símbolos pretos, com exceção do sinal de parada obrigatória R-1;
- Sinais de advertência: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos;
- Sinais de indicação: fundo laranja e orla, legendas e símbolos pretos.

3.5.3.5.2 Dimensões

Os sinais temporários de regulamentação e advertência devem ter as seguintes dimensões:

- 1,20 m para rodovias de classe 0 e IA;
- 1,00 m para rodovias de classe IB;
- 0,80 m para rodovias de classe II,III e IV.

Essas medidas se referem a:

- Distância entre lados opostos, no sinal de Parada Obrigatória, R-1;
- Lado do sinal Dê a Preferência, R-2;
- Diâmetro de sinais circulares de regulamentação;
- Lado do quadrado dos sinais de advertência.

Os sinais temporários de indicação de obras devem ter dimensões compatíveis com o número de faixas e com a classe da rodovia, empregando altura de letra apropriada na diagramação das legendas.

3.5.3.5.3 Posicionamento das placas

O posicionamento das placas de sinalização de obras pode variar conforme o período de duração das obras e se as obras são em um local específico ou se são móveis, como por exemplo, a execução de pintura de faixas.

No caso de obras de longa duração, num local específico, as placas de sinalização de obras podem ser instaladas na margem da via, conforme o estabelecido no Manual de Sinalização Rodoviária, ou até mesmo na própria pista, dependendo da situação.

No caso de obras móveis, de reparos de curta duração ou emergências, as placas de sinalização podem ser colocadas sobre cavaletes ou suportes móveis, dispostos da

maneira mais apropriada para garantir a segurança de usuários, trabalhadores e a integridade dos dispositivos.

3.5.3.5.4 Materiais utilizados

As placas de sinalização de obras podem ser confeccionadas em chapas de aço, de alumínio ou outro material especificado no Manual de Sinalização Rodoviária e nas Especificações de Serviço, desde que recobertas por película retrorrefletiva.

3.5.3.5.5 Transporte

a) No veículo: As placas serão transportadas dentro de uma caixa e amarradas com corrente ou corda, ou em locais apropriados.

b) No ônibus: As placas serão transportadas no bagageiro.

c) Do veículo para o local a ser sinalizado (vice-versa): As placas serão transportadas por servidores da Empresa executante, previamente orientados quanto à natureza dos trabalhos a serem realizados e quanto aos locais (pontos) a serem colocadas.

Obs.: Os trabalhadores deverão usar os E.P.I. ’s no transporte das placas (luvas de raspa de couro, calçados de segurança e uniforme laranja com faixas refletivas).

3.5.3.6 Sinalização horizontal de obras

A sinalização horizontal temporária, utilizada quando da execução de obras, é composta, principalmente, de marcas longitudinais, marcas transversais, marcas de canalização e inscrições no pavimento, cuja função é organizar os fluxos de veículos e pedestres, de forma a tornar mais segura e eficiente a operação da rodovia.

- Marcas longitudinais são aquelas que ordenam e separam os fluxos de tráfego;
- Marcas transversais são aquelas que ordenam o deslocamento direcional na rodovia (locais de parada, entrada em vias preferências etc.);
- Marcas de canalização são aquelas que orientam os fluxos de tráfego numa via, nos locais em que é necessário um novo ordenamento (locais onde os fluxos podem ser separados para contornar o canteiro de obras);
- Inscrições no pavimento são aquelas que contribuem para melhorar a percepção do condutor em relação às novas condições da via, em

decorrência de situações de obras ou de emergências.

3.5.3.6.1 Cores

A sinalização horizontal temporária deve ter as mesmas cores utilizadas na sinalização horizontal em condições normais, da seguinte forma:

- Cor branca, nas linhas de borda, linhas de separação de fluxos de tráfego de mesmo sentido, símbolos, legendas e faixas transversais;
- Cor amarela, nas linhas de separação de fluxos de tráfego de sentidos opostos e na restrição ao estacionamento de veículos.

3.5.3.6.2 Dimensões

As larguras das marcas de sinalização horizontal e as dimensões das inscrições no pavimento variam em função da velocidade regulamentada para a via.

3.5.3.6.3 Marcas viárias Longitudinais

As marcas viárias longitudinais são as que separam e ordenam os fluxos de tráfego. Podem ser linhas de fluxos opostos (LFO), linhas de mesmo sentido (LMS) e linhas de borda (LBO). A Tabela abaixo apresenta as dimensões recomendadas, em função da velocidade. Na apresentação de cada uma das marcas, as figuras são ilustradas com as dimensões mínimas.

Velocidade – V (km/h)	Largura – L (m)	Cadência t : e	Traço – t (m)	Espaçamento - e (m)
V< 60	0,10	1 : 2 1 : 3	2 2	4 6
60 ≤ V ≤ 80	0,10	1 : 2 1 : 3	3 2	6 6
V ≥ 80	0,15	1 : 2 1 : 3 1 : 3	4 3 4	8 9 12

Tabela 19 - Dimensões das Marcas Viárias Longitudinais.

3.5.3.6.4 Implantação e Remoção

A sinalização horizontal pode ser implantada desde a área de transição até a área de retorno à situação normal. Deve ser implantada em obras cuja duração exceda o prazo de 30 (trinta) dias. Nas obras de menor duração, nas obras móveis e nas situações de emergências, a implantação de sinalização horizontal temporária não se aplica, restringindo-se aos dispositivos de sinalização vertical e dispositivos de canalização.

Nos casos em que há conflito entre a sinalização permanente e a sinalização horizontal temporária, uma sempre deve ser removida: no início das obras a sinalização permanente e após a realização das obras, a sinalização temporária. Após as obras, a sinalização definitiva deve ser reposta, antes do retorno as condições normais de circulação.

Ao se remover a sinalização horizontal deve-se cuidar para que provoque um mínimo de danos ao pavimento e não se deve fazer uso da aplicação de tinta na cor preta sobre sinalização existente.

3.5.3.6.5 Escolha de Materiais

A escolha dos materiais a serem utilizados na sinalização horizontal temporária, deve observar as seguintes características:

- Oferecer as mesmas condições de visibilidade e de retrorrefletividade da sinalização horizontal permanente;
- Ter durabilidade compatível com a duração prevista para a obra.

3.5.3.7 Dispositivos de canalização e segurança

Os dispositivos de canalização e segurança envolvem tanto os dispositivos a serem posicionados junto à pista de rolamento, para a canalização de veículos durante a execução de obras, serviços de conservação e situações de emergência, como equipamentos a serem manuseados e de segurança pessoal de operadores e, ainda, dispositivos luminosos estáticos, instalados na pista, nos veículos de operação ou sobre os próprios dispositivos de canalização.

3.5.3.7.1 Dispositivos de Canalização

São dispositivos de uso temporário, constituídos por elementos fixos ou portáteis, utilizados em situações especiais e temporárias, como operações de trânsito, obras e situações de emergência ou perigo, com o objetivo de alertar os condutores, bloquear e/ou canalizar o trânsito e delimitar áreas de obras, protegendo pedestres, trabalhadores, equipamentos, etc.

A eficiência e a segurança na canalização de veículos dependem, além dos dispositivos de sinalização, de outros elementos físicos para ordenamento e direcionamento do fluxo, afastando-o de obstáculos na rodovia. São os dispositivos específicos de canalização.

Os dispositivos de canalização são posicionados sobre a pista ou sobre o acostamento, delineando as áreas de trânsito restrito e chamando a atenção dos motoristas para condições anormais de tráfego.

Os dispositivos de canalização podem ser classificados, de acordo com suas funções, em:

- Dispositivos de direcionamento ou bloqueio; e
- Dispositivos de alerta e advertência.

3.5.3.7.2 Dispositivos de direcionamento ou bloqueio

Os dispositivos de direcionamento ou bloqueio compõem um conjunto heterogêneo. Mesmo entre os mais comumente utilizados, tais como barreiras Tipo I, II e III, barreiras plásticas, cones e cilindros canalizadores de tráfego, alguns estão normalizados pela ABNT e outros não. Além destes, alguns são denominados diferentemente, em função do fabricante, ou são utilizados apenas para atender a situações específicas, tais como tambor, canalizador cônico de tráfego (conão), canalizador prismático, delimitador cilíndrico, balizador móvel, tapumes, telas plásticas, fitas de canalização e gradis portáteis, entre outros.

O espaçamento máximo recomendável entre dispositivos de direcionamento, tais como barreiras, cones e cilindros canalizadores, é de:

- 15 m, quando a canalização for utilizada para conduzir os veículos numa mudança de faixa de tráfego; e

- 30 m, quando a canalização ocorrer num trecho em tangente.

3.5.3.7.3 Barreiras tipo I, II e III

As barreiras dos tipos I, II e III são confeccionadas com ripas de madeira ou, preferencialmente, em material plástico, com 0,30 m de largura, com tarjas oblíquas ou verticais, nas cores laranja e branca retrorrefletiva, alternadas.

As barreiras devem ser utilizadas para a canalização do tráfego, transferindo o fluxo de veículos para as faixas de rolamento remanescentes, devido à existência de bloqueios decorrentes da execução de obras, serviços de manutenção ou situações de emergência.

A seleção da barreira a ser utilizada deve ser orientada por um dos seguintes critérios:

- Barreira Tipo I, para delimitar área de serviços móveis e barreira Tipo II para delimitar área de serviços fixos;
- Barreira Tipo I, para rodovias convencionais (pista simples e baixa velocidade) ou vias urbanas e barreiras Tipo II ou Tipo III, para vias expressas ou rodovias de alta velocidade;
- Barreira Tipo III, para bloquear o tráfego em toda a extensão da área interditada para obras ou serviços fixos.

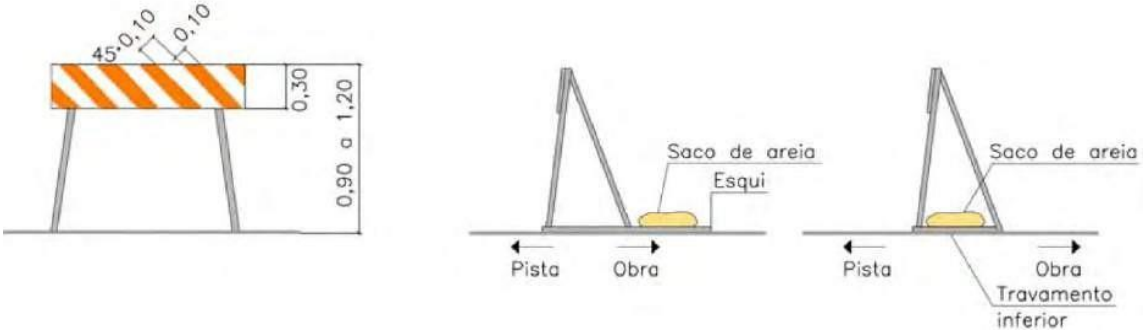


Figura 46 - Barreira Tipo I.

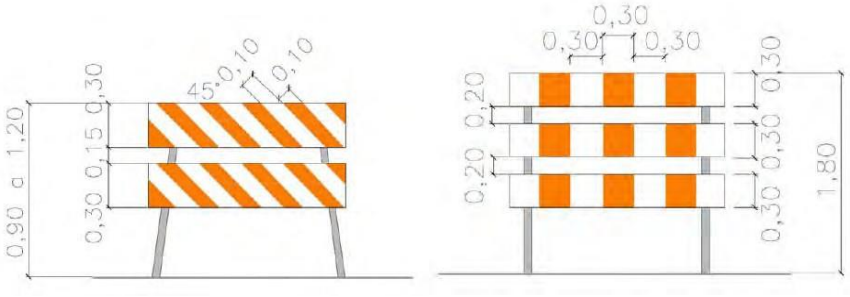


Figura 47 - Barreira Tipo II e Tipo III

Recomenda-se que o suporte seja firmemente fixado ao solo com suportes colapsáveis.

Posiciona-se entre 30,00 m e 60,00 m do início da área de atividade, e de frente para o fluxo. Os módulos devem ser colocados de forma contínua, sem espaçamento entre si.

3.5.3.7.4 Barreiras plásticas

São dispositivos móveis para separação de vias de tráfego em operação e canalização de trânsito, formando obstáculos visuais. São também utilizados para direcionar os fluxos de veículos em desvios e em áreas sujeitas a situações operacionais especiais, como em praças de pedágio.

Devem ser dispostas longitudinalmente, lado a lado, formando um alinhamento contínuo, de modo a orientar o deslocamento do fluxo de veículos, podendo ser preenchidas com água ou areia quando há necessidade de aumentar a resistência ao choque e melhorar sua estabilidade.

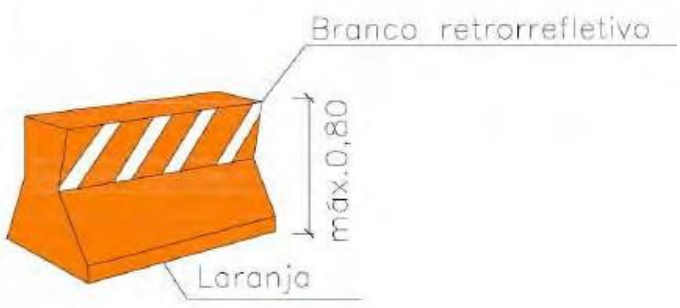


Figura 48 - Barreira plástica

3.5.3.7.5 Cones

São dispositivos portáteis utilizados para canalizar o fluxo em situações de emergência, em serviços móveis e para dividir fluxos opostos em desvios.

Devem ser confeccionados de material leve e flexível, como plástico, para não causar danos ao serem abalroados, e possuir dimensões e cores conforme a Norma ABNT NBR 15.071:2004.

3.5.3.7.6 Cilindro canalizador de tráfego

Dispositivo de sinalização temporária na forma cilíndrica, com base para colocação de lastro (água ou areia), garantindo-lhe maior estabilidade, quando sujeito à ação de ventos e chuvas, feito de material com características flexíveis, em condições de voltar à posição original, em caso de abalroamento, sem provocar danos significativos aos veículos. Pode ter uma alça na parte superior, moldada como parte integrante do corpo do cilindro, de modo a permitir a fixação de dispositivos luminosos e facilitar o manuseio. A base pode ser cilíndrica ou poliédrica e deve possuir dimensões e cores conforme a Norma ABNT NBR 15.692:2009.

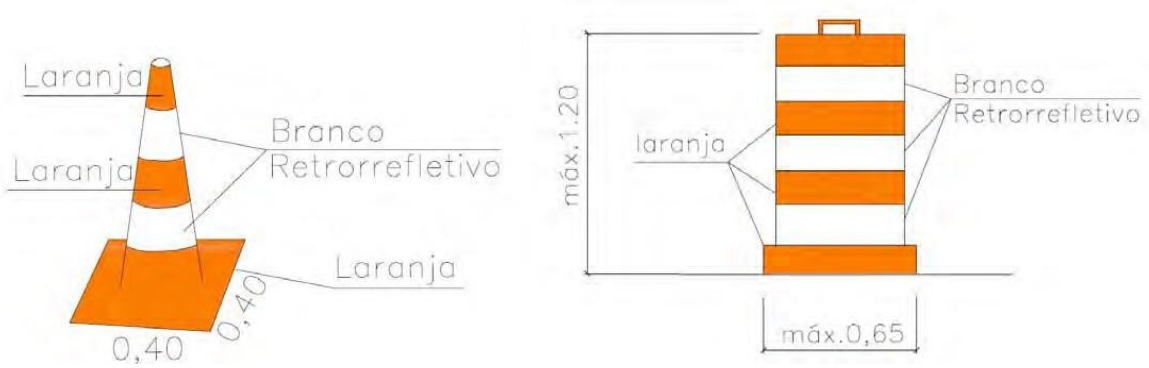


Figura 49 - Cone e Cilindro

Velocidade (km/h)	Espaçamento - d(m)
$V \leq 40$	3
$40 < V \leq 60$	8
$60 < V \leq 100$	10
$100 < V \leq 120$	15

Tabela 20 - Distância entre cones.

Além desses itens descritos acima, são utilizados:

3.5.3.7.7 Tapumes

Constituem-se de placas de madeira pintadas na cor branca, com tarjas laranja e branca retrorrefletiva, nos trechos retos, e com seta nos trechos em curva. São utilizados

para proteger a área dos serviços, principalmente nas obras de grande porte, nas mesmas situações que as Barreiras do Tipo II.

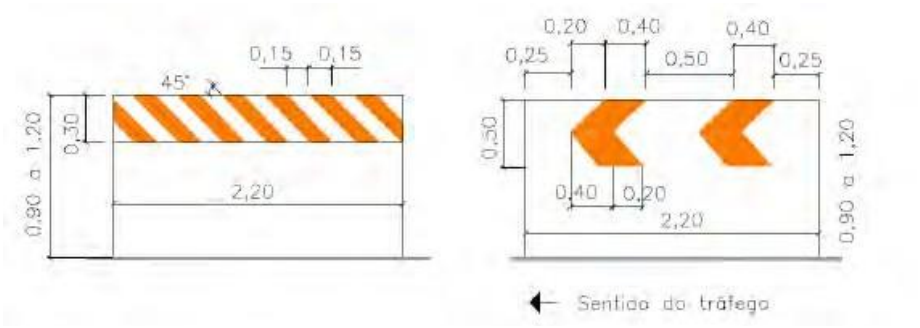


Figura 50 - Tapumes.

3.5.3.7.8 Telas Plásticas

Confeccionadas em material plástico, devem ter cor laranja e largura mínima de 1,00 m, podendo ser fixadas em suporte de madeira, fixo ou móvel. Devem ser utilizadas em situações em que seja necessária a delimitação visual do trecho em obras, impedindo o acesso de veículos e pedestres. A tela plástica, no entanto, não impede a passagem de materiais ou detritos de obra para a pista e não substitui os dispositivos de canalização retrorrefletivos.

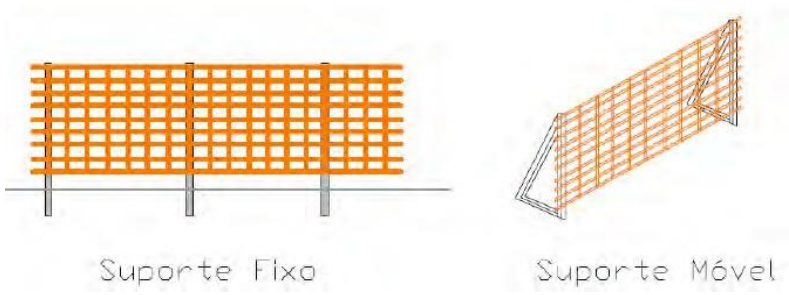


Figura 51 - Tela plástica.

3.5.3.7.9 Fitas de canalização

São elementos de material plástico contínuo e descartável, tipo fita, com 7,00 a 8,00 cm de largura, com faixas inclinadas, nas cores branca e laranja alternados. Podem ser utilizadas nas canalizações feitas com cones, barreiras, cilindros ou tambores, para reforçar o alinhamento da canalização e aumentar a segurança dos usuários, quando houver a presença de pedestres.

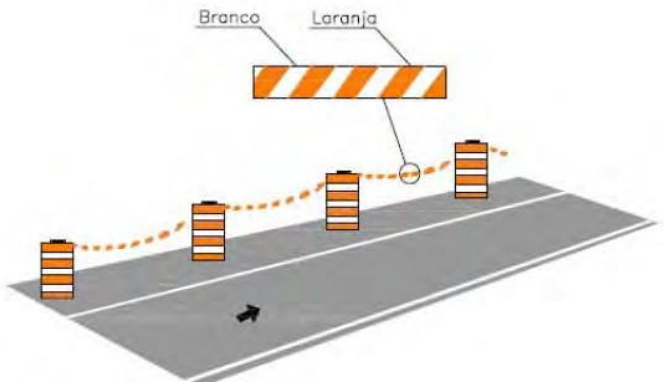


Figura 52 - Fitas de canalização.

3.5.3.7.10 Gradis portáteis

São utilizados para isolar obras e serviços de manutenção pontuais, como em poços de visita ou câmaras, para proteger os trabalhadores, os pedestres e os condutores, seja dentro ou fora da pista. O uso dos gradis portáteis deve ficar restrito a situações de serviços móveis, em trechos de rodovias que operam com velocidades e volumes de tráfego baixos, geralmente urbanos.

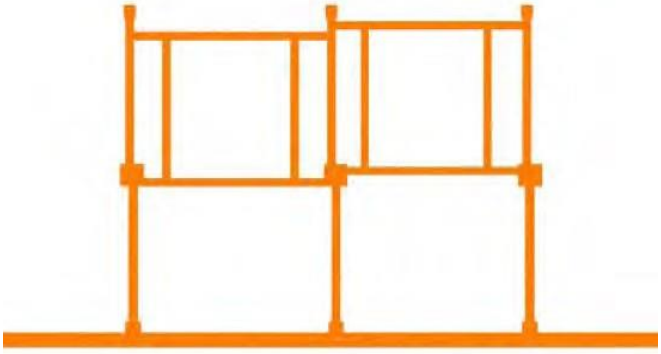


Figura 53 - Gradis.

3.5.3.8 Procedimentos de Segurança

Para maior segurança do tráfego em caso de obras, serviços de conservação ou situações de emergência, além dos dispositivos descritos na subseção anterior, frequentemente é necessária a utilização de equipamentos a serem manuseados e de segurança pessoal de operadores e, ainda, dispositivos luminosos estáticos, instalados

na pista, nos veículos de operação ou sobre os próprios dispositivos de canalização, e podem ser apresentados da seguinte forma:

- Dispositivos operados por um sinalizador;
- Equipamentos de proteção individual;
- Dispositivos montados sobre veículos;
- Dispositivos luminosos complementares.

3.5.3.8.1 Bandeiras

Trata-se de dispositivo confeccionado em tecido ou plástico flexível, preso a suporte rígido, devendo ter a forma de um quadrado, com 0,60 m de lado, ou forma de um triângulo isósceles, de 30cm x 50cm, e cor vermelha, conforme Figura 68. (É permitido o uso de outras cores, quando associadas a campanhas de trânsito).

A utilização de bandeiras é recomendada em obras móveis e em situações de alto risco, tais como elevados volumes de tráfego, altas velocidades, má visibilidade e necessidades de interrupção do fluxo.

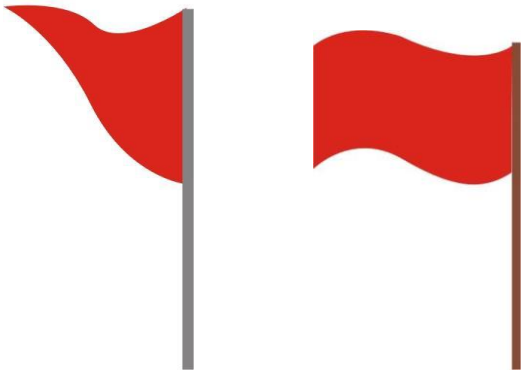


Figura 54 - Bandeira balizadora.

A bandeira deve ser operada por um trabalhador com a função específica de sinalizador, que deve seguir alguns procedimentos básicos para auxiliar na operação do tráfego, transmitindo aos motoristas sinais uniformes e precisos, de rápida compreensão.

Para tanto, o sinalizador deve proceder da seguinte forma:

- Para parar o fluxo de tráfego - Posicionar-se voltado para o fluxo de tráfego, estender a bandeira horizontalmente à altura do ombro e perpendicularmente à faixa de rolamento. Para maior ênfase, deve permanecer com a mão espalmada

para os condutores de veículo.

- Para dar informação de Siga - Posicionar-se paralelamente ao fluxo de tráfego, baixar a bandeira e, com a mão livre, efetuar os gestos de solicitação de prosseguimento de circulação.
- Para advertir motoristas - Posicionar-se voltado para o fluxo de tráfego e permanecer com o braço livre estendido ao longo do corpo, elevando e abaixando a bandeira repetidas vezes.



Figura 55 - Posicionamento dos operadores das bandeiras.

Em qualquer caso, o sinalizador deve posicionar-se em local visível, livre de circulação de veículos, e sua presença deve ser advertida através de colocação de um cone, antecedendo-o em 10,00 m.

Tendo em vista o desgaste que esse tipo de operação acarreta e a necessidade dos operadores se manterem alertas, recomenda-se que eles sejam periodicamente substituídos, para descanso.

Deve, também, portar colete nas cores laranja e branca, confeccionado com material refletivo. É recomendável o uso de uniforme e boné na cor laranja.

Obs: Os cones e placas deverão manter-se em bom estado de conservação, permitindo uma perfeita visualização. Os que não oferecerem essa característica devem ser substituídos pela empresa.

3.5.3.8.2 Sinal PARE portátil

O sinal PARE portátil é octogonal com 0,25 m de lado, fundo vermelho, orla e letras brancas e retrorrefletivo, conforme a placa R-1 - Parada Obrigatória do Código de Trânsito

Brasileiro, confeccionado em material leve e preso a um suporte para ser manipulado por um trabalhador, com a função específica de sinalizador.

Deve ser utilizado durante a execução de obras ou serviços de emergência quando ocorrer a necessidade de circulação alternada de veículos em sentidos opostos, numa mesma faixa de tráfego, com alternância de direito de passagem.

Para tanto, o sinalizador deve proceder da seguinte forma: Para parar o fluxo de tráfego - Posicionar-se voltado para os condutores, exibir o sinal PARE e, para maior ênfase, permanecer com a mão espalmada.

Para dar informação de Siga - Posicionar-se paralelamente ao fluxo de tráfego, baixar o sinal PARE e, com a mão livre, efetuar os gestos de solicitação de prosseguimento de circulação.

Cada um desses sinais deve ser operado por um sinalizador posicionado antes da área de transição, no ponto onde se dará a parada, em local protegido, mas visível.

O sinalizador deve vestir colete nas cores laranja e branca, esta última em película retrorrefletiva. É sempre necessária a utilização de dois sinalizadores, posicionados um em cada extremidade do desvio, em condições de se comunicarem entre si, para que a circulação alternada de veículos se dê em condições de segurança.

3.5.3.8.3 Equipamentos de proteção individual (EPI)

Os equipamentos de proteção individual são geralmente constituídos por uniformes, coletes, capas de chuva e outras vestes com faixas de cores vivas, de material retrorrefletivo. Têm como objetivo proporcionar melhor visibilidade dos trabalhadores que estão na pista ou próximo ao fluxo de veículos.

Deve ser obrigatório o uso dos coletes em serviços móveis e situações de emergência (serviços de medição, topografia, demarcação de faixa), bem como em todos os trabalhos noturnos. Os sinalizadores também devem usar os coletes em qualquer situação.

3.5.3.9 Procedimentos para implantação, manutenção e desativação

3.5.3.9.1 Implantação

Uma condição básica para a garantia da segurança e fluidez da via diz respeito à correta implantação da sinalização. Para tanto, é necessária a colocação das placas de advertência e dispositivos de canalização precedendo a implantação do canteiro de obras.

A sequência da implantação deve se iniciar sempre pelas áreas mais distantes do canteiro, ou seja, aquelas anteriores à obra no sentido do fluxo de veículos. Assim, pela ordem, devem ser implantadas a pré-sinalização, a sinalização da área de transição, a sinalização da área de proteção, a sinalização do canteiro, a sinalização da área de retorno à situação normal e a sinalização de fim das obras.

No caso de sentido duplo de circulação, devem ser obedecidos os mesmos critérios de implantação, devendo ainda ser tomado um cuidado adicional quando da colocação dos dispositivos, a fim de serem evitadas áreas de desvio, com tráfego em sentidos opostos, sem a devida proteção.

Ocorrendo situações onde a sinalização de obras conflitar com a sinalização existente da via, esta deve ser imediatamente recoberta ou removida até a desativação da situação provisória, a fim de não provocar dúvidas nos motoristas.

Recomenda-se ainda, sempre que possível, que a implantação ocorra fora dos dias e horários de maior movimento da via, a fim de reduzir o impacto das obras na fluidez e segurança do tráfego.

Quando as obras ocorrerem próximas às áreas urbanas, devem ser tomadas providências adicionais, com o objetivo de minimizar os possíveis problemas com o tráfego urbano, tais como:

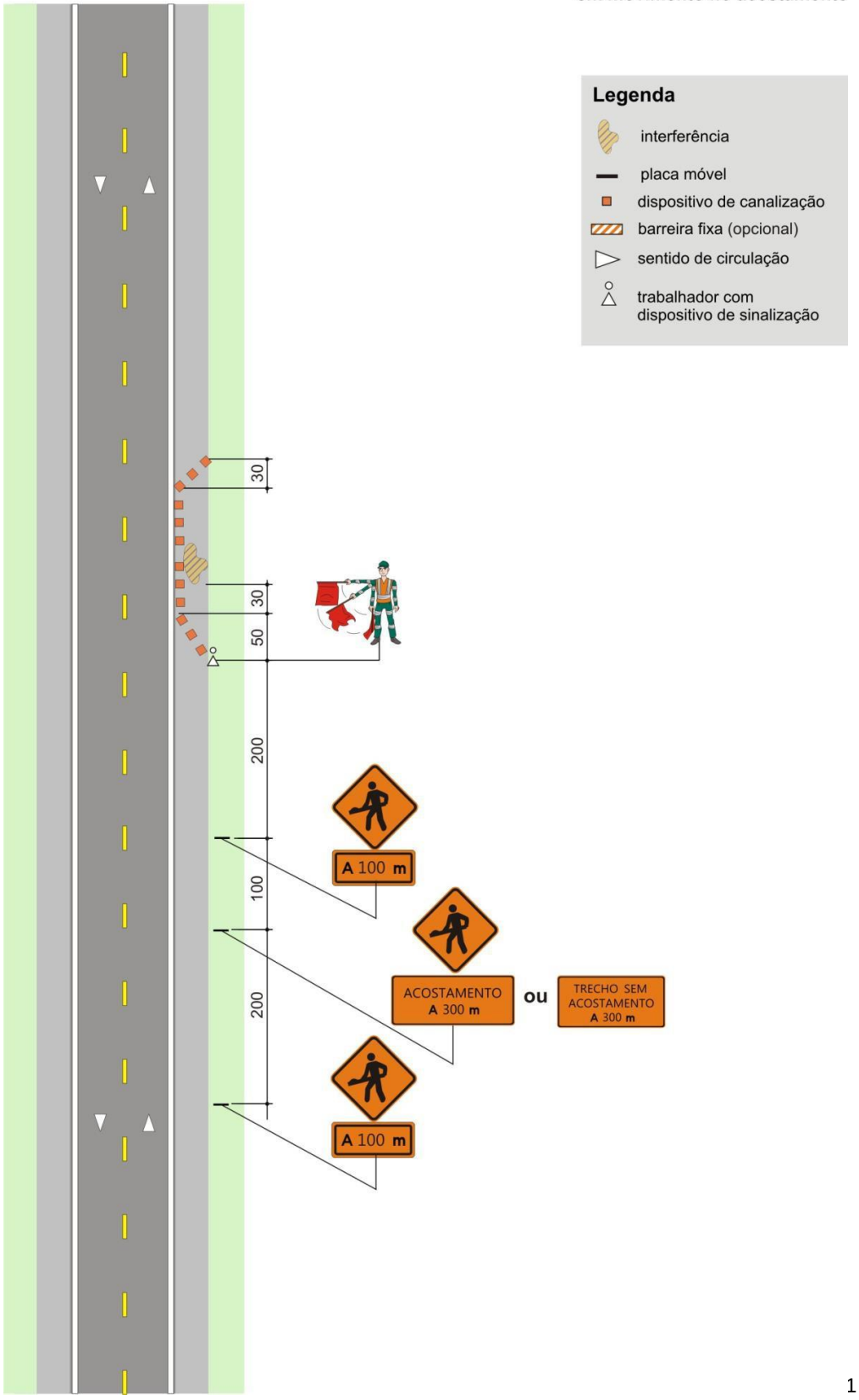
- Divulgar os locais onde ocorrerão as obras, a duração das obras, eventuais desvios e demais informações de interesse ao tráfego local. Preferencialmente, além dos dispositivos de sinalização usuais, utilizar também os meios de comunicação disponíveis (jornais, rádios, televisão etc.);
- Antes do início dos trabalhos, devem ser contatados os órgãos públicos com circunscrição sobre a malha viária do município, para compatibilizar os procedimentos que se pretende adotar com eventuais intervenções em andamento nas vias urbanas, principalmente quando forem necessários desvios da rodovia por vias locais.

Abaixo é possível visualizar alguns projetos-tipo, para cada situação de trabalho, conforme Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, VOLUME VI, Sinalização Temporária, do CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN.

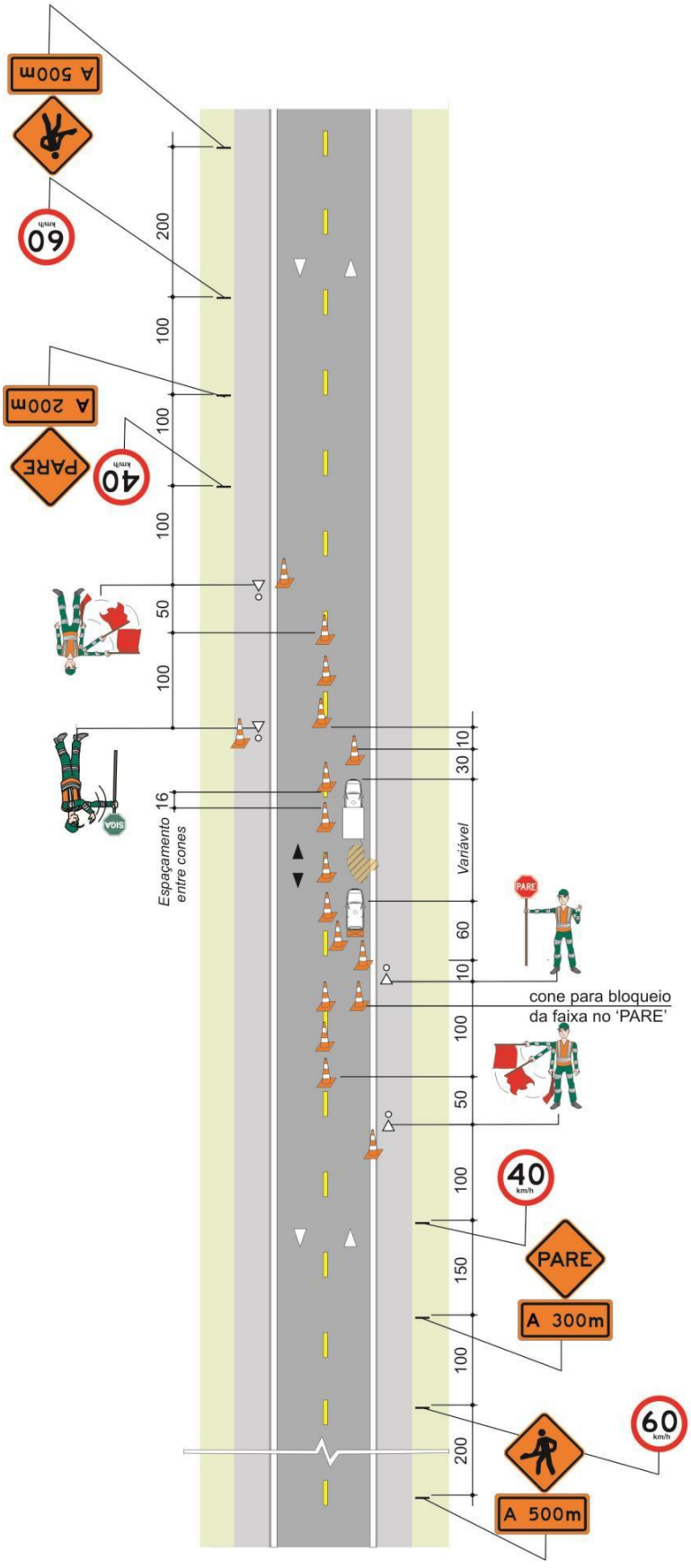
Projeto Tipo	Tipo de rodovia	N.º de Faixas	Local do Bloqueio	Tipo serviço
16	Pista Simples	Uma faixa por sentido	Acostamento	Móvel ou continuamente em movimento
17	Pista Simples	Uma faixa por sentido	Meia pista Circulação alternada	

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

VIA RURAL
PROJETO - TIPO 16
PISTA SIMPLES
Serviço móvel ou continuamente em movimento no acostamento



VIA RURAL
PROJETO - TIPO 17
PISTA SIMPLES
Serviço móvel na pista com bloqueio de meia pista circulação alternada



Legenda

- interferência
- placa móvel
- cone
- veículo de serviço
- veículo com painel luminoso
- sentido de circulação existente
- sentido de circulação temporária
- trabalhador com dispositivo de sinalização

Todos os canteiros de obra que forem instalados serão dotados de vigilância. Os funcionários da Empresa executora deverão trabalhar devidamente uniformizados e munidos dos equipamentos de proteção individual necessários, tais como: boné de brim, botina de segurança, capa de chuva, luva de raspa de couro, protetor auricular, óculos de segurança, uniforme cor laranja com faixas refletivas e outros que se fizerem necessários, sempre de acordo com a função exercida e conforme norma técnica ABNT – “Vestuário de Segurança de Alta Visibilidade”.

3.5.3.9.2 Manutenção

É obrigação do responsável pela implantação da sinalização de obras cuidar da manutenção de todos os dispositivos de sinalização implantados, tanto no que se refere à limpeza dos dispositivos, para sua boa visualização, quanto à imediata reposição dos materiais danificados ou furtados. Para tanto, devem ser mantidos no canteiro de obras alguns dispositivos de reserva para rápida reposição, assim que houver detecção de algum problema. Deve-se, também, cuidar para que os sinais implantados, em especial os portáteis, permaneçam sempre nos locais adequados, conforme projeto.

Além disso, também devem ser tomadas as providências necessárias para que a pista de rolamento se mantenha permanentemente limpa e isenta de vestígios da obra.

3.5.3.9.3 Desativação

A desativação do canteiro e a consequente remoção da sinalização temporária devem obedecer ao inverso do critério utilizado para a sua implantação, ou seja, a retirada deve se dar da sinalização do término das obras para a pré-sinalização. O responsável pela desativação dos dispositivos de sinalização deve removê-los com a maior brevidade possível, a fim de não prejudicar a credibilidade da sinalização existente.

No caso de desvios, o procedimento deve obedecer à sequência de liberação da via, da seguinte forma:

- Recolocação da sinalização da situação normal, com as placas cobertas;
- Bloqueio momentâneo da pista de rolamento;
- Retirada de todos os dispositivos utilizados no desvio;
- Remoção da sinalização temporária;
- Remoção das coberturas das placas de sinalização da situação normal; e

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

- Abertura do tráfego.

Ocorrendo casos de ativação e desativação de desvios por curtos períodos, a via não pode permanecer com a sinalização conflitante com a condição da pista. Portanto, tem que ser sempre removida ou recoberta toda sinalização inadequada.

3.6 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

O Projeto de Obras Complementares prevê as seguintes quantidades:

- Projeto de Remoção de Cercas atingidos pelo projeto;
- Cadastro e identificação das interferências com as redes de infraestrutura;
- Implantação de defensas metálicas;
- Implantação de Proteção Vegetal;
- Implantação de passeios.

3.6.1 Remoção de Cercas

As cercas existentes atingidas pelo offset do projeto deverão ser removidas e executados no limite da faixa de domínio, ou distanciado 5 metros do offset nos casos em que o mesmo ultrapassa a faixa de domínio mínima.

As cercas afetadas foram identificados e estão apresentados no Volume 2: Projeto de Execução – Item Complementar.

3.6.2 Interferência com as redes de Infraestrutura

Os estudos topográficos identificaram e cadastraram as redes de infraestrutura existentes ao longo do trecho.

As concessionárias responsáveis pelas redes identificadas foram contatadas, para se manifestarem acerca da existência de redes subterrâneas e restrições ao projeto.

Especial atenção foi dada ao projeto nas Linha de Transmissão que cruza o traçado, com posteamento ao longo da via e ao trecho paralelo sendo alguns remanejados e outros removidos, conforme projeto.

O orçamento para relocação ou a remoção da rede afetada está inserido no projeto.

3.6.3 Defensa metálica

As defensas metálicas são dispositivos de proteção contínua, construídos por perfis metálicos, projetados para absorver a energia cinética de veículos desgovernados, pela deformação do dispositivo.

São dispositivos de contenção semi-rígidos compostos por lâminas metálicas, suportes, espaçadores, podendo ser de lâmina dupla onda (defensas maleáveis ou semi-maleáveis) ou de lâmina tripla onda, com forma, dimensões e materiais conforme as Norbas da ABNT NBR 6970, NBR 6971 e NBR 15486.

No projeto foram indicadas defensas metálicas do tipo semi-maleável.

Os componentes das defensas não podem apresentar arestas ou cantos voltados contra o fluxo de tráfego. Os elementos da fixação devem estar atrás das lâminas e se ainda assim, houver possibilidade de atingir pessoas e veículos, devem ter suas formas baixas e arredondadas.

No início das defensas devem ser implantados terminais absorvedores de energia, que são dispositivos instalados no início de barreiras e defensas de modo a providenciar um início seguro e uma ancoragem adequada para elas. Em caso de impacto frontal absorvem a energia cinética do veículo impactante, conduzindo-o a uma parada segura. Quando o impacto ocorre na lateral do corpo do terminal, fora do cabeçal de início, o terminal, através da sua ancoragem, permite desenvolver tensão e redirecionar o veículo.

As defensas podem ser necessárias em função de taludes críticos (laterais ou no canteiro central), existência de obstáculos fixos, presença de usuários vulneráveis (pedestres e ciclistas), proteção de estruturas de drenagem, proteção em pontes, viadutos e alças.

3.6.4 Proteção Vegetal

A proteção vegetal das superfícies dos taludes de cortes e aterros tem por finalidade melhorar as suas condições anti-erosivas, evitando o carreamento dos solos pelas águas pluviais.

Os processos mais comumente utilizados na implantação da proteção vegetal são o enleivamento e a hidrossemeadura.

O enleivamento consiste em pequenas porções de gramíneas com solo em suas raízes, transplantadas diretamente do campo (próximo à obra) ou de um viveiro, para o local de implantação e dispostas em leiras ou filas. Seu plantio é indicado no canteiro central e para a proteção de taludes de aterros.

A hidrossemeadura é o processo de implantação das espécies vegetais, por meio de jateamento de sementes sobre o solo, consistindo o jateamento na aplicação hidromecânica de uma massa aquosa ou pastosas composta por adubos ou fertilizantes e nutrientes, consorciação de sementes, matéria orgânica (esterco), camada protetora e adesivos, que objetivam a germinação das sementes, e cuja composição tem o traço

característico determinado pelas necessidades de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida. É indicada para a proteção de taludes de corte.

3.6.5 Passeios

As calçadas são parte integrante do sistema viário, e destina-se à circulação de pessoas, implantação de mobiliário urbano, sinalização, etc, propiciando um ambiente seguro para mobilidade.

Deve garantir o deslocamento de qualquer pessoa, independente de idade, limitação de mobilidade ou percepção. Os passeios de pedestres deverão ser contínuos, sem mudanças abruptas de nível ou inclinação. As tampas das caixas de inspeção e visita deverão estar niveladas com o piso.

As calçadas de concreto deverão seguir a largura apresentada no Projeto Urbanístico. Deverá ser executada com 3 cm de lastro de brita e pavimento intertravado de concreto com 6 cm de espessura.

Deverá ser previsto a implantação de piso tátil, que tem a função de orientar a pessoa portadora de deficiência visual em sua locomoção nas vias e logradouros públicos, permitindo a percepção de rotas e obstáculos com os pés ou bengalas de rastreamento.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

4. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

4. QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

Na sequência são apresentadas as Especificações de Serviços Rodoviários, de acordo com o DNIT.

SERVIÇO	ESPECIFICAÇÃO
TERRAPLENAGEM	**DNIT ES**
Serviços preliminares	DNIT ES 104/09
Caminhos de Serviço	DNIT ES 105/09
Cortes	DNIT ES 106/09
Empréstimos	DNIT ES 107/09
Aterros	DNIT ES 108/09
Remoção de Solos Moles	DER/PR ES 04/18
PAVIMENTAÇÃO	**DNIT ES**
Regularização do subleito	DNIT ES 137/10
Reforço do subleito	DNIT ES 138/10
Macadame Seco Preenchido com BGS	DNIT ES 139/10
Brita graduada	DNIT ES 141/10
Imprimação	DNIT ES 144/14
Pinturas asfálticas	DNIT ES 145/12
Concreto Asfáltico Usinado à Quente	DNIT ES 31/06
SERVIÇOS DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES	**DNIT ES**
Drenos longitudinais profundos	DNIT ES 15/06
Sarjetas e valetas	DNIT ES 18/06
Transposição de Segmentos de Sarjetas	DNIT ES 19/04
Meio-fios e guias	DNIT ES 20/06
Entradas e Descidas d'Água	DNIT ES 21/04
Dissipadores de Energia	DNIT ES 22/06
Bueiros Tubulares de Concreto	DNIT ES 23/06
Caixas Coletoras	DNIT ES 26/04
Demolição de dispositivos de concreto	DNIT ES 27/04
Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem	DNIT ES 28/04

Restauração de dispositivos de drenagem danificados	DNIT ES 29/04
Dispositivos de drenagem pluvial urbana	DNIT ES 30/04
SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES	**DNIT ES**
Sinalização horizontal	DNIT ES 100/18
Sinalização vertical	DNIT ES 101/09
Proteção Vegetal	DNIT ES 102/09
Defensas metálicas	DNIT ES 144/85
Cercas	DNIT ES 99/09

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

5. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

5. PLANO DE EXECUÇÃO DA OBRA

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O plano de execução da obra apresentará as fases de execução dos serviços, com a descrição de cada etapa, o esquema operacional, contendo as interdições de faixas de tráfego ou da pista, desvios necessários, integrados pelos respectivos projetos de sinalização, a indicação do canteiro de obras, especificações dos serviços, indicação dos equipamentos a serem utilizados, descrição dos mecanismos de controle de qualidade dos materiais e serviços e outras informações que se façam necessárias.

Buscaram-se alternativas executivas que não agravassem o cenário estabelecido e, quando possível, procurou-se desenvolver as etapas executivas de modo a aliviar o fluxo de tráfego, mesmo durante a implantação das obras.

5.2 FASES DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Neste item será apresentada uma descrição das principais etapas de serviços, seguindo uma ordem cronológica na abordagem da execução das obras a serem desenvolvidas.

5.2.1 *Etapa Inicial*

Nesta etapa, para que se possa desencadear o processo construtivo com todas as diretrizes perfeitamente conhecidas e equacionadas, as atividades essenciais englobam:

- Mobilização e instalação do canteiro de obras da construtora;
- Conhecimento pormenorizado do local das obras;
- Execução dos serviços topográficos iniciais;
- Verificação das notas de serviço e preparo dos elementos necessários à construção;
- Análise conjunta das dificuldades (órgão contratante e construtora).

Em relação aos principais objetivos a serem alcançados durante a realização desta etapa, podemos citar:

- Identificação de todos os serviços a serem executados nas áreas de projeto de engenharia, construção de obra e serviços ambientais;

- Elaboração do plano de ataque às obras e verificação das especificações a serem obedecidas;
- Fornecimento dos inputs necessários ao planejamento básico e físico financeiro da obra.

Antes dos serviços iniciais, faz-se necessária uma consulta aos órgãos e empresas competentes sobre a localização de instalações de rede de energia, telefonia, fibra ótica, dispositivos de água e esgoto, a fim de que sejam tomadas as devidas precauções para que elas não sejam afetadas pelo andamento das obras.

Nestes casos, deverão ser previstos seus desvios, remanejamentos, relocações etc., comunicando as empresas responsáveis, com antecedência suficiente, para que não se verifiquem atrasos no andamento dos serviços. Deverão, também, ser tomadas as mesmas providências quanto ao passivo ambiental existente, mitigando-se, dessa forma, os danos ao meio ambiente.

5.2.2 *Etapa de Execução*

Nesta etapa, estão incluídas as tarefas sistemáticas, de execução periódica, onde caberá à construtora zelar pelo cumprimento das disposições contratuais.

- Execução de cada serviço a ser realizado;
- Controle de execução, de acordo com os dispositivos normativos pertinentes a cada etapa (controle de qualidade, tecnológico e topográfico);
- Liberação dos serviços executados;
- Medições dos serviços realizados e liberados.

A execução das tarefas acima descritas, de maneira correta e harmoniosa, permite:

- A elaboração de relatórios periódicos, com análises dos desvios em relação às metas;
- Análises de solicitações relativas às alterações nos projetos;
- O controle de qualidade de execução das obras;
- O planejamento e acompanhamento do controle ambiental.

5.2.3 *Etapa Final*

Esta etapa corresponde aos procedimentos de entrega da obra executada, com a vistoria final da obra, medição final e relatório final, onde todo o processo construtivo é documentado.

5.2.4 *Etapas Construtivas*

- Mobilização da Construtora: compreende toda a mobilização de pessoal, equipamentos e demais recursos para o ataque imediato às obras previstas;
- Serviços Preliminares: antes de qualquer ataque às obras, deverá ser providenciada a locação precisa dos serviços e, logo após o início da remoção e relocação das interferências existentes no local;

No 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.

- Terraplenagem: a terraplenagem dos trechos definidos para cada etapa deverá ser integralmente realizados, para que, concomitantemente com as instalações dos bueiros e dispositivos de drenagem e a implantação do pavimento, o tráfego possa ser desviado e a próxima etapa possa ser iniciada;

- 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. Devido às características geotécnicas dos materiais do trecho, indica-se escavação e lançamento em aterros comerciais licenciados. Assim, o presente projeto não prevê utilização em aterros. Indica-se utilização de solo local apenas para conformação do canteiro/saia do pavimento.

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 off sets, 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 compensar os volumes inservíveis, indica-se aquisição de material pétreo para execução dos 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 off-sets 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 PI. 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.

- Drenagem: deverá ser executada de forma conjunta com a execução da terraplenagem, com a locação e execução dos dispositivos de drenagem e obras de arte correntes;
- Pavimentação: a pavimentação consistirá na implantação de pavimento novo, a implantação de trevos de acesso e rotatórias para a ligação com as vias marginais de Coronel Vivida e também o recape do pavimento existente;

<u>- Regularização do Subleito:</u>

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.

- Sub base em Macadame Seco:

Camada em macadame seco esp. 20,00 cm executada sobre o subleito, devidamente regularizado, cuja estabilidade é obtida por ação mecânica de compactação, composta por produtos resultantes de britagem primaria de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica do macadame preenchido com brita graduada.

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular:

- Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.

A execução da sub-base compreende as operações de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será 12 cm, após compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é DER PR ES-P 03/05.

- Base em Brita Graduada:

Camada em brita graduada esp. 18,00 cm executada sobre a sub-base, composta por produtos resultantes de britagem primaria de rocha sã, enquadrados em uma composição granulométrica satisfazendo a faixa III DNIT, que assegura estabilidade a camada depois de adequadas operações de espalhamento e compactação.

São indicados os seguintes equipamentos para execução de base granular para recomposição de pavimento.

a) Carro tanque distribuidor de água.

b) Rolos compactadores tipo, liso, liso vibratório e pneumático.

c) Central de mistura.

A execução da base compreende as operações de mistura de pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, realizada na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base será 10 cm, após compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é DER/PR ES-P 05/18.

- Imprimação com EAI:

A Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da sub-base e da base de solo arenoso fino concluída, com o objetivo de conferir coesão superficial e impermeabilização antes da aplicação do revestimento asfáltico. Devem ser seguidos os parâmetros apresentados na DER/PR ES-P 17/17.

Antes da execução dos serviços, deve ser implantada a adequada sinalização, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder à varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação da emulsão asfáltica (EAI) a pista pode ser levemente umedecida.

Aplica-se, a seguir, a emulsão asfáltica, na temperatura adequada, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para o tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para seu espalhamento.

A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento da EAI é de 20 a 100 segundos Saybolt Furol (NBR 14.491:2007).

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante asfáltico definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de ± 1,2 l/m².

Deve-se imprimar a largura total dos acostamentos, marginais e alças em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em uma faixa de tráfego e executa-se a imprimação da faixa de tráfego adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego, depois da efetiva cura, deve ser condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos iniciais e finais das aplicações devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais devem ser a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

- Pintura de Ligação:

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente, neste projeto será executada duas pinturas de ligação na área de implantação da capa de rolamento.

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta.

A pintura de ligação da camada de brita graduada deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de material superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminando o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário, o emprego de jato de ar comprimido.

Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solo coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser umedecida. Nas demais superfícies a serem pintadas são permitidas o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura versus viscosidade correspondente. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento do ligante, no caso da emulsão asfáltica é de 20 a 100 segundos Saybolt-furol (DNER-ME 004/84).

A fim de evitar a superposição de ligante nas juntas, devem ser colocadas faixas ou tiras de papel transversalmente à pista, de modo que o início e o término da aplicação se situem sobre estas faixas ou tiras de papel, as quais devem a seguir ser retiradas e removidas para local ambientalmente correto.

Havendo falha na aplicação do ligante, deve ser imediatamente corrigido com o emprego do Espargidor manual (“caneta”), ou em alguns casos, até mesmo com o refazimento da pintura asfáltica.

Após a aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura.

A diluição em água da emulsão asfáltica utilizada na pintura de ligação deve ser feita no caminhão distribuidor, tomando-se os necessários cuidados para assegurar a correta proporção entre os dois componentes e a sua necessária homogeneização.

O tempo de cura do serviço é função do tipo de ligante asfáltico empregado, das condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a

determinação do tempo necessário à liberação da pintura é definida, em cada caso, em função das condições particulares vigentes.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por metro quadrado (m²) de pintura asfáltica efetivamente realizada.

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente:

Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) é uma mistura asfáltica em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Para a execução do revestimento em CBUQ para a camada de reperfilagem e a capa asfáltica de rolamento deverá ser observada a Especificação de Serviços Rodoviários do DER/PR.

A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego. Antes do início dos trabalhos a empresa vencedora deverá apresentar o projeto da composição da massa asfáltica, devendo satisfazer aos requisitos do quadro apresentado abaixo, e seguir ao percentual do ligante betuminoso no projeto.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,1	100	100	–	–	–	–
1"	25,4	95 – 100	90 –100	100	–	–	–
¾"	19,1	80 –100	–	90 – 100	100	100	–
½"	12,7	–	56 – 80	–	80 – 100	90 – 100	–
⅜"	9,5	45 – 80	–	56 – 80	70 – 90	75 – 90	100
n.º 4	4,8	28 – 60	29 – 59	35 – 65	50 – 70	45 – 65	75 – 100
n.º 10	2,00	20 – 45	18 – 42	22 – 46	33 – 48	25 – 35	50 – 90
n.º 40	0,42	10 – 32	8 – 22	8 – 24	15 – 25	8 – 17	20 – 50
n.º 80	0,18	8 – 20	–	–	8 – 17	5 – 13	7 – 28
n.º 200	0,075	3 – 8	1 – 7	2 – 8	4 – 10	2 – 10	3 – 10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem
Variação do teor de ligante		4,0 – 5,5		4,5 – 6,0			5,0 – 6,5
Espessura máx., cm		6,0		5,0			3,0

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme e provida de coletor de pó. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90ºC a 210ºC (precisão ± 1°C), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C.

Não é permitida a execução deste revestimento sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e preparo preliminar, quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10ºC e em dias de chuva.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deve ser inferior a 140°C.

Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o certificado de resultados de análise correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também a indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de obras.

É recomendado o emprego de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) tipo, 50-70.

Transportar a massa asfáltica (CBUQ) da usina em caminhões tipo basculante cobertos com lonas, observando que a temperatura da massa cairá ao longo do percurso, e a temperatura de aplicação deve obedecer ao intervalo especificado no projeto da massa. Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico, deve ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina e outros) não são permitidos.

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no

alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim ou outro sistema de misturação, para colocar a mistura exatamente na faixa, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a distribuição da mesma.

O equipamento para compactação é constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm² a 8,4kgf/cm² (35 psi a 120 psi).

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura à densidade requerida, enquanto se encontrar em condições de trabalhabilidade.

As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- A compactação é iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.

- A compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;

- Em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passagem anterior;

- A operação de rolagem perdura até o momento em que a compactação especificada é atingida.

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento.

A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

O preço cotado inclui o fornecimento de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para a execução dos serviços.

A medição para pagamento será feita por tonelada (t) de revestimento asfáltico em CBUQ efetivamente realizado.

- Sinalização Horizontal, Vertical e Obras Complementares: serão as últimas atividades a serem desenvolvidas antes da entrega definitiva e aceitação dos serviços.

- Sinalização Horizontal:

Este serviço consiste na execução de sinalização horizontal com tinta à base de resina acrílica retro refletiva amarela e branca. Todos os materiais utilizados deverão satisfazer às especificações do material correspondente do DER/PR ES-OC 02/18.

A tinta deverá satisfazer a NBR 11862 da ABNT. As cores de tinta a serem empregadas devem obedecer às indicações de projeto, sendo selecionadas em função da padronização de cores definidas no Código de Trânsito Brasileiro e seus anexos, descritas a seguir.

- Amarela: para marcação de faixa no centro da pista, separando os sentidos do tráfego.

- Branca: para marcação de faixas de travessias de pedestres.

São adicionadas à tinta de demarcação viária, microesferas de vidro, a fim de produzir retrorrefletorização da luz incidente proveniente dos faróis dos veículos, devendo atender a NBR 6831 da ABNT.

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços.

a) Previamente à execução do serviço de sinalização horizontal deve ser executada a pré-marcação de pintura, consistindo na locação e alinhamento das marcas longitudinais, transversais, de canalização, de delimitação e inscrições do pavimento, indicadas no projeto de sinalização.

b) Quando a simples varredura ou jato de ar comprimido não forem suficientes para remover todos os detritos, óleos ou outros elementos estranhos, a superfície deve ser escovada com solução de fosfato trisódico ou metassilicato de sódio e então ser lavada. Tal procedimento deve ser executado 24 horas antes do início da pintura.

c) Quando aplicada sobre superfície de revestimento asfáltico a tinta não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento.

d) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego, em cerca de 30 minutos para película úmida com espessura igual a 0,6mm.

e) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor, após sua aplicação.

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.

A aceitação dos serviços é necessária que sejam atendidas as seguintes condições: o acabamento seja julgado satisfatório; os serviços estejam em perfeitas condições de conservação e funcionamento; o alinhamento apresente-se satisfatório em termos de continuidade e direção.

- Sinalização Vertical:

a) Placas:

As placas deverão ser confeccionadas com chapa metálica preta laminada a frio, recozimento azul, dureza T-45 universais com laminador de enervamento SMG bitola 16, preparadas convenientemente para a pintura com duas demãos a pistola convencional ou airless de um "primer anti corrosivo" que resulta em uma película seca de 30 micros de espessura por demão e de aspecto semi-fosco. Deve ser pigmentado com óxido de ferro, cromato de zinco e alumínio, e ter como veículo resina do tipo alquídico e teor de sólidos em volume de 44-45%. A face que deve receber a cor de fundo deverá receber duas demãos de tinta sintética semi-brilhante em espessura seca de 25 microns por demão. A aplicação deverá ser feita a pistola convencional ou airless.

A espessura final do revestimento deve ser de 110 microns, admitindo-se uma variação de 10% para menos ou para mais. O verso da chapa metálica deve ser pintado de preto tendo o produto as mesmas características citadas anteriormente.

b) Película Refletiva:

Todos os símbolos, letras e tarjas, devem ser executados em película refletiva com esferas inclusas (GT), tipo "Scothlite" Flat Top, tendo valores mínimos de brilho, expressos em candelas/lux. m². As cores serão as especificadas nas Instruções para Sinalização.

c) Letras e Símbolos:

Todas as letras e símbolos dos diversos sinais devem ser executados de acordo com os desenhos constantes nas Instruções.

d) Postes de Sustentação no Perímetro Urbano:

Os postes para sustentação de placas de sinalização devem ser em tubo galvanizado de seção 2”x 3,00m ou 2”x 3,50m.

Os sinais serão fixados por meio de parafusos galvanizados.

As cavas de fixação dos suportes metálicos deverão ter seção circular de D= 0,30cm x 0,50cm de profundidade preenchida com concreto magro, moldado no local, com recobrimento compactado, a fim de que o sinal permaneça na posição recomendada.

e) Durabilidade:

A durabilidade das placas deve ser garantida contra defeitos de fabricação por período não inferior a sete anos.

f) Empacotamento:

As placas devem ser empacotadas com material isolante entre elas em volumes de no máximo 02 unidades.

Nota: Os serviços de diagramação e fabricação de placas deverão ser acompanhados por arquiteto, responsável técnico, com aptidão comprovada pelas Certidões de Pessoa Jurídica e Física do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

g) Laudos:

O licitante deverá apresentar laudos de chapas e de películas refletivas conclusivas a ABNT e/ou em atendimento a essas especificações, emitidos por laboratórios credenciados a ABPTI – Associação Brasileira de Instituto de Pesquisas Tecnológicas. E, declaração do fabricante e/ou fornecedor referenciado no laudo de que possuirá disponibilidade de fornecimento dos produtos com qualidade e em quantidade compatíveis. Este material fica sujeito à inspeção para aprovação e recebimento.

5.2.5 *Relação de Equipamentos Mínimos e Equipe Técnica*

5.2.5.1 Equipe Técnica

Discriminação	Quantidade
Engenheiro civil	1
Encarregado de pavimentação	1
Encarregado de terraplenagem	1
Encarregado de usina	1
Laboratorista de campo	1
Laboratorista interno	1
Topógrafo	1

5.2.5.2 Relação de Equipamentos Mínimos

Descrição do Equipamento	Quantidade
Bate estacas leve	1
Betoneira 600 l gasolina	1
Cam. bascul. 1635/45 12m3 média	2
Cam. bascul. 2426/48 9m3 média	1
Cam. caçamba minério 10m3 severa	3
Caminhão carroceria 1419 14 t	1
Caminhão irrigador 6000 l	2
Caminhão transp. material asfáltico	1
Carreg. frontal pneus 924-K média	1
Carreta de perfuração	4
Carrinho de concretagem 80 l	3

Compactador manual solos gasolina	1
Compressor de ar 189pcm	1
Compressor de ar 748pcm	4
Conj. britagem completo 80 m3/h	1
Escav. hidráulica CX-210G leve	1
Espargidor de asfalto 6000 l	1
Grade de discos	1
Grupo gerador 7 KVA	1
Grupo gerador 150 KVA	1
Grupo gerador 450 KVA	1
Máquina pintura de faixas	1
Martelete elétrico TE-70	1
Motoniveladora 120-K média	1
Motoniveladora c/ escarificador 140-K média	1
Perfuratriz manual 18 kg	1
Retroescavadeira BL-60 4x4 média	1
Rolo pneus autopropelido 27 t	2
Rolo tandem liso autopropelido CP-2100	1
Rolo vibratório corrug. autopr. CS-54 B	1
Rolo vibratório liso autoprop. CA-250 PD	1
Rompedor manual 28 kg	1
Serra circular gasolina	1
Serra corte concreto/asfalto M-110	1
Soprador a gasolina	2
Tanque depósito asfalto frio 20000 l	2
Tanque depósito asfalto isotérmico 25 t	2
Trator agrícola 5105 4x4	1
Trator lâmina D6-N média	1
Usina asfalto móvel contra-fluxo 50/80 t/hora	1
Usina solos brita graduada 200/500 t/hora	1
Vassoura mecânica rebocável	1
Vibrador imersão gasolina 45mm	2
Vibro acabadora esteiras	1

5.2.6 *Desvio de Tráfego*

Foram priorizadas as etapas executivas que permitissem a fluidez do tráfego urbano e do tráfego dos veículos de passagem pela rodovia existente. Para tanto, primeiramente, serão executadas as obras capazes de garantir a transposição do trecho

em execução, bem como o tráfego de passagem pela rodovia existente durante as intervenções.

De maneira geral, quando o fluxo sofrer alguma mudança de direção, tais como troca de faixa, desvios e demais movimentos, estes deverão ser devidamente sinalizados, com a utilização de cones e placas de sinalização.

O tráfego local poderá ser afetado durante a execução das obras, devendo a empreiteira prever opções de acesso e informações, amplamente divulgados, a fim de se evitar maiores transtornos.

Os trabalhos deverão ser desenvolvidos sem prejuízo para o tráfego local, sem interdição dos acessos locais. Para o melhor desenvolvimento das obras e para um maior conforto para o usuário, será necessária uma especial atenção na execução de algumas etapas dos serviços, nas saídas e entradas de acessos existentes.

5.2.6.1 Sinalização da Obra

A área de influência da obra na rodovia deve ser adequadamente sinalizada, para condicionar os condutores de veículos a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas à nova situação e de acordo com os esquemas de circulação estabelecidos.

De acordo com a influência no tráfego, a área a ser sinalizada deve ser subdividida em:

- Área de pré-sinalização - Área onde deve ser implantada a sinalização destinada a advertir os condutores de veículos da existência de obras adiante e das consequências na circulação do tráfego;
- Área de transição - trecho da rodovia onde os dispositivos de sinalização direcionam os motoristas para fora do seu caminho normal;
- Área de atividade - trecho da rodovia onde devem ser implantados dispositivos de sinalização e canalização, para evitar veículos e pedestres no canteiro de obras;
- Área de proteção - área lateral e/ou longitudinal que separa o fluxo de usuários da rodovia da área de trabalho ou área de segurança restrita, pela presença e movimentação de trabalhadores, materiais e equipamentos da obra;

- Área de trabalho - área onde se desenvolverão as atividades de implantação da marginal;
- Área de retorno à situação normal - Área utilizada para conduzir os usuários da rodovia para a condição normal de circulação, terminada a ultrapassagem do trecho em obras;
- Área de sinalização de fim das obras - Área utilizada para informar aos usuários da rodovia do fim do trecho em obras e da velocidade máxima permitida para as condições normais de operação.

5.2.7 *Esquema Operacional*

De maneira geral, não haverá interferência significativa no tráfego, tendo em vista que a obra terá intervenções para realização dos acessos na rodovia, havendo a implantações de trevos e a reorganização de interseções existentes para a ligação com o Contorno Norte.

Para a implantação dessas ligações se faz necessário o desvio do tráfego da rodovia conforme orientação da fiscalização.

5.3 CONTROLE DE QUALIDADE DOS SERVIÇOS

A responsabilidade civil e profissional pela qualidade, solidez e segurança dos serviços é da CONTRATADA.

Todos os equipamentos utilizados nos serviços, antes do início da execução das obras, deverão estar em perfeitas condições de uso, para o início dos serviços.

A usina a ser utilizada para misturas asfálticas deve ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção bem como o projeto de massa asfáltica deve ser previamente apresentado e aprovado pela fiscalização.

No caso da utilização de rolos de pneumáticos, é obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

O rolo compressor de rodas metálicas lisas deve ter peso compatível com a espessura da camada.

O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada de concreto asfáltico, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa. Esta solução deve ser minimizada já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

No caso de rejeição dos serviços de um segmento por desempenho insatisfatório quanto à qualidade dos serviços, a solução será remover o material empregado e refazer os serviços.

5.3.1 Análise dos Ensaios Tecnológicos

Os ensaios realizados têm como objetivo visar a caracterização física e mecânica dos materiais.

A análise de caracterização física é feita usualmente recorrendo a um conjunto de ensaios de rotina. Este conjunto de ensaios extremamente expeditos proporcionam a obtenção de parâmetros e índice que identificam não só a natureza do solo, bem como podem ser correlacionados com as suas propriedades mecânicas. O conhecimento das propriedades dos solos influencia diretamente onde eles são empregados.

- Ensaio de Granulometria do Agregado: É a distribuição, em porcentagem, dos diversos tamanhos de grãos e a determinação das dimensões das partículas do agregado e de suas respectivas porcentagens de ocorrência. A amostra para o ensaio deverá ser colhida no canteiro de obra, tendo-se o cuidado de colher material de diferentes locais onde o agregado está armazenado.

Ensaio:

Peneiramento mecânico:

- Secar a mostra de ensaio em estufa (110-5) °C, esfriar à temperatura ambiente e determinar a sua massa total.

- Encaixar as peneiras, previamente limpas, no agitador de peneiras, de modo a formar um único conjunto de peneiras, com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo, com um fundo adequado ao conjunto.

- Colocar quantidade da amostra sobre a peneira superior do conjunto, de modo a evitar a formação de camada espessa de material sobre qualquer uma das peneiras. Se o material apresentar quantidade significativa de materiais pulverulentos, ensaiar as

amostras conforme DNER-ME 266/97. Considerar o teor de materiais pulverulentos no cálculo da composição granulométrica.

- Realizar o peneiramento na série de peneiras especificada ao caso pertinente, pela agitação mecânica do conjunto.

- O peneiramento deve ser continuado até que não mais que 1% de massa total da amostra passe em qualquer peneira, durante um minuto.

- Em sequência, pesar, com aproximação de 0,1% sobre a massa da amostra total, o material retido em cada peneira, juntamente com a porção que porventura tenha ficado presa nas malhas, que é retirada com uma escova apropriada.

- O somatório de todas as massas retidas não deve diferir de mais de 0,3% da massa seca inicialmente introduzida no conjunto de peneiras.

Peneiramento Manual:

- Na impossibilidade do peneiramento mecânico, realizar o manual, aplicado inicialmente na peneira de maior abertura, e subsequentemente nas demais da série (ordem decrescente).

- As massas retidas em cada peneira, nas tolerâncias permitidas, são aplicadas nos cálculos para obtenção dos resultados.

Cálculos:

- Somam-se as massas retidas em cada peneira e compara-se este total com a massa inicial da amostra seca; havendo diferença superior a 0,5%, repetir o ensaio.

- Porcentagem da amostra total seca retida em cada peneira:

Com a massa retida em casa uma das peneiras, calcular a porcentagem em relação à massa da amostra total seca.

- Porcentagem acumulada de material seco em cada peneira:

Obtém-se a porcentagem acumulada em cada peneira, somando-se a porcentagem retida na peneira com as porcentagens retidas nas peneiras de aberturas maiores.

- Porcentagem de material seco passando em cada peneira:

Obtém-se subtraindo de 100% a porcentagem acumulada em cada peneira, obtida conforme em Porcentagem acumulada de material seco em cada peneira.

Resultados:

Deve consignar:

- a porcentagem retida em cada peneira;
- a porcentagem retida acumulada em cada peneira;
- módulo de finura na aproximação de 0,01;
- classificação do agregado, conforme as normas DNER-EM 037/97 e DNER-EM 038/97, ou indicação das zonas/graduações entre as quais se situa.

- Ensaio de Percentagem de Betume - Misturas Betuminosas: este método fixa o modo pelo qual se determina a percentagem de betume extraído de misturas betuminosas, por meio do extrator centrífugo.

Ensaio:

- A amostra é pesada no interior do prato do extrator de betume. Coloca-se a seguir o papel de filtro, em posição, no prato centrifugador e atarraxa-se firmemente a tampa;
- O prato é colocado no interior do aparelho, o becker vazio sob o tubo de escoamento, e despeja-se no interior do prato 150ml de solvente. Espera-se cerca de 15 minutos e aciona-se o aparelho;
-De início o prato é acionado suavemente, aumentando-se a velocidade gradativamente, até que a solução de betume e solvente venha escoar-se;
- Quando se esgotar a primeira carga de solvente e betume, para-se o aparelho e uma nova porção de solvente é adicionada no prato. Esta operação é repetida com sucessivas adições de 150ml, até o solvente sair claro;
- Esgotada a última carga de solvente, o prato com agregado nele existente e i papel filtro, sem a tampa, é colocada na estufa, de 80°C a 100°C, até constância de peso, quando o solvente for tetraclocreto de carbono.
- Quando o solvente for benzol, depois de esgotada a última carga, retira-se o prato do aparelho. É destampado e deixado à temperatura ambiente até que a maior parte do solvente tenha se evaporado, após o que é colocado na estufa, de 80°C a 100°C, até constância de peso.
- O agregado assim recuperado depois de seco será pesado. O peso da amostra antes do ensaio menos o do agregado recuperado, dá o peso do betume extraído.

Resultado:

A porcentagem de betume é calculada pela fórmula:

$$P = \frac{Peso\ do\ betume\ extraído}{Peso\ da\ amostra\ total} * 100$$

- Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica:

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compactação. Estas temperaturas devem ser as indicadas, com uma tolerância de ± 5°C.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deve ser inferior a 120ºC.

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura.

Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.

- Ensaio de Densidade do Material Betuminoso: Esta norma fixa o modo pelo qual se determina a densidade aparente de mistura betuminosa em corpos-de-prova moldados em laboratório ou obtidos na pista.

Ensaio:

No caso de corpo-de-prova com porcentagem de vazios de até 7%, as operações são as seguintes:

- Pesar o corpo-de-prova ao ar, obtendo o valor ar M;
- Pesar o corpo-de-prova imerso em água (pesagem hidrostática) à temperatura ambiente, obtendo o valor i M.

No caso de corpo-de-prova com porcentagem de vazios entre 7% e 10%, as operações são as seguintes:

- Pesar o corpo-de-prova ao ar, obtendo o valor ar M;

- Aplicar parafina fluidificada ao corpo-de-prova, com um pincel, envolvendo-o com uma camada impermeável;

- Pesar o corpo-de-prova parafinado ao ar, obtendo o valor P M;

- Pesar o corpo-de-prova parafinado imerso em água, à temperatura ambiente, obtendo o valor pi M.

No caso de corpo-de-prova com porcentagem de vazios superior a 10%, proceder do modo seguinte:

- Pesar o corpo-de-prova ao ar, obtendo o valor ar M;

- Envolver totalmente o corpo-de-prova com fita adesiva;

- Pesar o corpo-de-prova com fita adesiva ao ar, obtendo o valor 1 M;

- Determinar, por diferença, o peso da fita adesiva que envolve o corpo-de-prova, obtendo o valor 2 M;

- Aplicar parafina fluidificada ao corpo-de-prova com fita adesiva, envolvendo-o com uma camada impermeável;

- Pesar o corpo-de-prova com fita adesiva e parafina ao ar, obtendo o valor 3 M

- Pesar o corpo-de-prova com fita adesiva e parafinado imerso em água, à temperatura ambiente, o valor 4 M;

- Determinar a densidade da fita adesiva, obtendo o valor f d.

Utilizar o frasco Le Chatelier e querosene como líquido de imersão. Para as fitas adesivas comuns pode-se tomar 0,97 como valor da densidade.

Resultados:

Os resultados serão obtidos pela aplicação das fórmulas indicadas:

a) No caso de corpo-de-prova com até 7% de vazios, a densidade aparente deve ser calculada pela fórmula:

$$d = \frac{M_{ar}}{M_{ar} - M_i}$$

b) No caso de corpo-de-prova com 7% a 10% de vazios, a densidade aparente, deve ser calculada pela fórmula:

$$d = \frac{M_{ar}}{M_p - M_{pi} - \left({M_p - M_{ar}}/{dp}\right)}$$

c) No caso de corpo-de-prova com mais de 10% de vazios, a densidade aparente deve ser calculada pela fórmula:

$$d = \frac{M_{ar}}{M_3 - M_4 - \frac{M_2}{d_f} - \frac{M_3 - M_1}{d_p}}$$

Nas fórmulas apresentadas a, b, e c, os valores são:

d = densidade aparente do corpo-de-prova;

M ar = peso do corpo-de-prova, determinado ao ar, em N (ou gf);

Mi = peso do corpo-de-prova, imerso em água, em N (ou gf);

Mp = peso do corpo-de-prova recoberto com parafina, ao ar, em N (ou gf);

Mpi = peso do corpo-de-prova recoberto com parafina, imerso em água, em N (ou gf);

dp = densidade aparente da parafina empregada (≅0,89);

M1 = peso do corpo-de-prova com fita adesiva, em N (ou gf);

M2 = peso da fita adesiva, em N (ou gf);

M3 = peso do corpo-de-prova com fita adesiva e recoberto com parafina, ao ar em N (ou gf);

M4 = peso do corpo-de-prova com fita adesiva e recoberto com parafina, imerso em água, em N (ou gf);

df = densidade aparente da fita adesiva (≅0,97);

A densidade aparente do corpo-de-prova será calculada com aproximação de centésimo. Os resultados deverão corresponder a 2 ou mais corpos-de-prova da mesma mistura. Os resultados obtidos de dois ou mais corpos-de-prova da mesma mistura, que diferirem de mais do que 0,02, deverão ser descartados.

- Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa: A sondagem rotativa é um processo em que é utilizada uma máquina perfuratriz com brocado tipo "serra-copo", para a extração de um corpo-de-prova. O material extraído pode ter variados diâmetros. Deve ser medida por ocasião da extração dos corpos- de-prova na pista, ou pelo nivelamento do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de ±5% em relação às espessuras de projeto.

Determinação da espessura do revestimento com a extração de corpos de prova com a utilização de sonda rotativa (medir a altura do corpo-de-prova com paquímetro, em

quatro posições equidistantes, e adotar como altura o valor da média aritmética das quatro leituras) – mínimo 1 ensaio a cada 700 m2 de pista.

5.4 CANTEIRO DE OBRAS

O canteiro de obras deverá ser implantado próximo a pedreira e final do trecho. As funções que o canteiro de obras deve desempenhar são as seguintes:

- Planejamento, coordenação, execução e controle técnico e administrativo da obra (escritório);
- Abrigo de pessoal (alojamento, sanitários, alimentação);
- Abrigo de veículos, máquinas e equipamentos (oficina de manutenção, pátios e galpões de estacionamento);
- Armazenamento de materiais de construção.

A forma de organização física destas funções é muito variável, na medida do andamento da obra e de conclusão de etapas. De qualquer maneira, as funções de canteiro devem de uma forma ou de outra, serem desempenhadas, variando a forma de organização.

As instalações de acampamento devem fornecer condições adequadas de conforto e segurança ao pessoal.

A localização do canteiro é uma sugestão da projetista, devendo ser objeto de discussão entre a supervisão e a empresa construtora. O almoxarifado deve ser construído nas proximidades do escritório e mantido limpo e arrumado. Deve também possuir fácil acesso externo e permitir uma fácil distribuição dos materiais pelo canteiro.

Os depósitos são locais destinados à estocagem de materiais volumosos ou de uso corrente, podendo ser a céu aberto, cercados ou cobertos, abrigados das intempéries.

O escritório é uma construção cujo acabamento depende de diversos fatores, como o prazo contratual e as características da obra, incluindo geralmente dependências para os seguintes elementos da administração da obra: engenheiros, estagiários, técnicos, mestre de obra, encarregado de escritório e segurança do trabalho. É comum se prever uma sala de reuniões. De preferência, as salas do engenheiro e do mestre de obras devem ter visão para o canteiro.

É obrigatória a existência de local adequado para as refeições, que deve ter capacidade para garantir o atendimento de todos os trabalhadores no horário das refeições e com assentos em número suficiente, dispondo de lavatório instalado no seu interior ou nas proximidades.

O canteiro deve possuir vestiário para troca de roupa dos trabalhadores que não residam no local. Os vestiários devem ter armários individuais, dotados de fechadura ou dispositivo com cadeado, e bancos com largura mínima de 30 cm.

As instalações sanitárias devem ter portas de acesso que impeçam o seu devassamento e ser construídas de modo a manter resguardo conveniente. Devem estar situadas em locais de fácil e seguro acesso e constituídas de um conjunto composto de lavatório, vaso sanitário e mictório, para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, e de um chuveiro para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração.

A obra deve dispor de materiais para prestação de primeiros socorros, mantido aos cuidados de pessoa treinada para esse fim. A implantação de um ambulatório ficará a cargo do empreiteiro. O ideal é que a empresa mantenha seguro de acidentes de trabalho ao longo do período contratual.

As instalações sugeridas estão representadas na Figura 56.

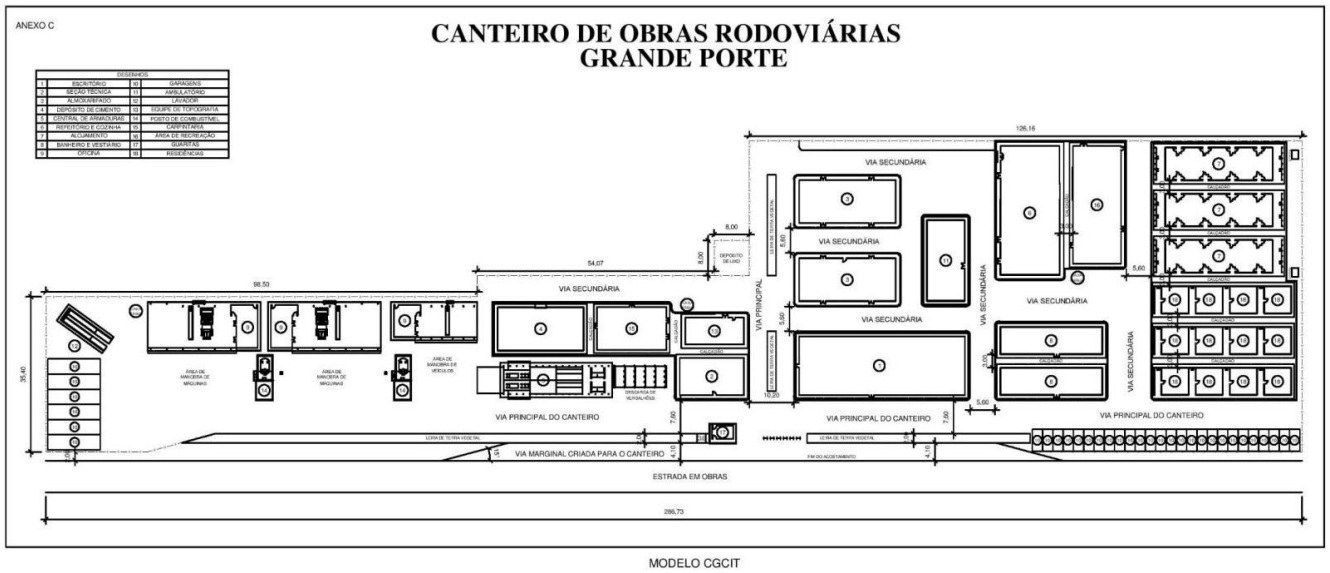


Figura 56 - Layout do Canteiro de Obras.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

6. ART DA RESPONSÁVEL TÉCNICA

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA
Praça Ângelo Mezzomo – Centro – Fone (46) 3232-8300 – CEP 85.550-000 – Coronel Vivida – PR.

7. TERMO DE ENCERRAMENTO

7. TERMO DE ENCERRAMENTO

O Volume 1 – Memória Justificativa do Projeto de Implantação de Vias Marginais a Rodovia BR 373 é composto por 203 páginas.

No Volume 2 – Projeto Executivo encontram-se os projetos de situação, projeto geométrico, terraplanagem, perfis e seções pertinentes, drenagem e OAC, pavimentação, sinalização horizontal e vertical, e as obras complementares.

No Volume 3A – É apresentado os Estudos Geotécnicos.

No Volume 4 – Orçamento da Obra, contendo o demonstrativo do orçamento, a justificativa dos preços adotados e a localização e distância dos materiais.