

**PREFEITURA MUNICIPAL DE  
BARRA DO RIO AZUL - RS**

**PROJETO DE RODOVIAS**

**VOLUME I - Relatório do Projeto**

**NOVA ALVORADA, RS**

**2023**

## INDICE

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>3 ESTUDO DE TRÁFEGO .....</b>	<b>10</b>
3.1 VOLUME DIÁRIO MÉDIO - VDM .....	11
3.2 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N.....	11
<b>4 ESTUDOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>16</b>
4.1 GEOLOGIA .....	16
4.2 GEOMORFOLOGIA.....	17
<b>5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....</b>	<b>19</b>
5.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	19
5.2 MÉTODO DE AJUSTAMENTO .....	19
5.3 SISTEMA DE REFERÊNCIA.....	20
<b>6 ESTUDO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>21</b>
6.1 BACIA HIDROGRÁFICA .....	21
6.2 HIDROGEOLOGIA.....	23
6.3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA.....	24
6.4 TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA .....	24
6.5 – TEMPO DE RETORNO.....	25
<b>7 ESTUDOS GEOTÉCNICOS.....</b>	<b>26</b>
<b>8 PROJETOS.....</b>	<b>27</b>
8.1 PROJETO GEOMÉTRICO .....	27
<b>8.1.1 Projeto Planimétrico.....</b>	<b>27</b>
<b>8.1.2 Projeto Altimétrico .....</b>	<b>28</b>
<b>8.1.3 Seção Transversal.....</b>	<b>29</b>
<b>8.1.4 Superelevação e Superlargura .....</b>	<b>29</b>
8.2 PROJETO TERRAPLENAGEM .....	30
<b>8.2.1 Greide .....</b>	<b>30</b>
<b>8.2.2 Seção Transversal.....</b>	<b>30</b>

<b>8.2.3 Notas de Serviço de Terraplenagem.....</b>	<b>31</b>
<b>8.2.4 Cálculo de Volume e Distribuição de Terraplenagem .....</b>	<b>31</b>
<b>8.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>8.3.1 Parâmetros de Tráfego (Número N).....</b>	<b>33</b>
<b>8.3.2 ISC de Projeto de Subleito (ISCproj).....</b>	<b>33</b>
<b>8.3.3 Coeficientes de Equivalência Estrutural .....</b>	<b>33</b>
<b>8.3.4 Pavimento Indicado.....</b>	<b>34</b>
<b>8.3.5 Sub-Base Macadame Seco/Rachão .....</b>	<b>34</b>
<b>8.3.6 Base de Brita Graduada.....</b>	<b>35</b>
<b>8.3.7 Imprimação .....</b>	<b>35</b>
<b>8.3.8 Pintura de Ligação .....</b>	<b>36</b>
<b>8.3.6 Concreto Betuminoso Usinado à Quente – CBUQ .....</b>	<b>36</b>
<b>8.4 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTES CORRENTES.....</b>	<b>37</b>
<b>8.4.1 Drenagem Superficial.....</b>	<b>37</b>
<b>8.4.2 Sarjeta de Corte .....</b>	<b>38</b>
<b>8.4.3 Valetas de proteção de Corte/Aterro .....</b>	<b>38</b>
<b>8.4.4 Transposição de Valas e Valetas/Bueiros de Acesso .....</b>	<b>38</b>
<b>8.4.5 Valas de Derivação.....</b>	<b>38</b>
<b>8.4.6 Caixas Coletoras .....</b>	<b>39</b>
<b>8.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>8.5.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>8.5.2 Sinalização Vertical .....</b>	<b>40</b>
8.5.2.1 TIPOS DE PLACA .....	40
PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO .....	40
PLACAS DE ADVERTÊNCIA .....	41
MATERIAL DAS PLACAS .....	41
CHAPAS.....	41
REFLETIVIDADE .....	41
PELÍCULA REFLETIVA.....	41
SUPORTES PARA PLACAS.....	42

AFASTAMENTO LATERAL DAS PLACAS .....	42
ALTURA LIVRE DAS PLACAS .....	42
LETRAS, TIPO E TAMANHO .....	42
TARJAS DE CONTORNO DA PLACA .....	43
<b>8.5.3 Sinalização Horizontal .....</b>	<b>43</b>
TIPOS DE PINTURA .....	43
PINTURA BRANCA – BORDO DA PISTA .....	43
PINTURA AMARELA - EIXO DA PISTA.....	43
TINTA.....	44
DURAÇÃO .....	44
SINALIZAÇÃO POR CONDUÇÃO ÓTICA .....	44
TACHAS E TACHÕES .....	44
APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	44
8.6 PROJETO DE PASSEIO.....	45
<b>8.6.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>8.6.2 Meios Fios MFC 05 .....</b>	<b>45</b>
<b>8.6.3 Meios Fios MFC 06 .....</b>	<b>45</b>
<b>8.6.4 Caiação meio fio .....</b>	<b>46</b>
<b>8.6.5 Remoção localizado do passeio existente (se houverem) .....</b>	<b>46</b>
<b>8.6.6 Execução de passeios novos.....</b>	<b>46</b>
<b>SEÇÃO TIPO .....</b>	<b>47</b>
<b>ETAPAS.....</b>	<b>48</b>
<b>CONTENÇÕES LATERAIS (MEIO-FIO MFC 06).....</b>	<b>48</b>
<b>PASSO 2 - PREPARAÇÃO DA BASE .....</b>	<b>49</b>
<b>PASSO 3 - CAMADA DE AREIA DE ASSENTAMENTO.....</b>	<b>49</b>
<b>PASSO 4 – CAMADA DE REVESTIMENTO.....</b>	<b>51</b>
<b>8.6.7 Lastro de brita.....</b>	<b>56</b>
<b>8.6.7 Piso Tátil .....</b>	<b>57</b>

## **1 APRESENTAÇÃO**

Este documento, designado como Volume I - Relatório do Projeto, e integra o Projeto de Execução da Estrada Municipal, que tem seu início na Rua das Flores no município de Barra do Rio Azul/RS. Sua elaboração foi desenvolvida obedecendo às Normas vigentes e Instruções de Serviço do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER/RS). O mesmo, é composto por um trecho de pavimentação sobre estrada vicinal e trecho sobre pavimentação composta de paralelepípedos.

O referido projeto possui os seguintes volumes:

### Volume I - Relatório do Projeto

Neste volume constam as soluções adotadas no projeto, com as metodologias empregadas, os resultados obtidos e as justificativas detalhadas.

### Volume II - Projeto de Execução

São apresentados os desenhos, plantas, quadros, planilhas e demais informações, de forma a possibilitar a adequada execução dos serviços descritos no projeto.

### Volume III – Memorial de Cálculo

São apresentados os cálculos obtidos, para dimensionamento e execução do projeto.

## EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO

### RESPONSÁVEL TÉCNICO

Engenheira Civil Rafaela Casagrande - CREA RS 248049

### COORDENADORES DO PROJETO

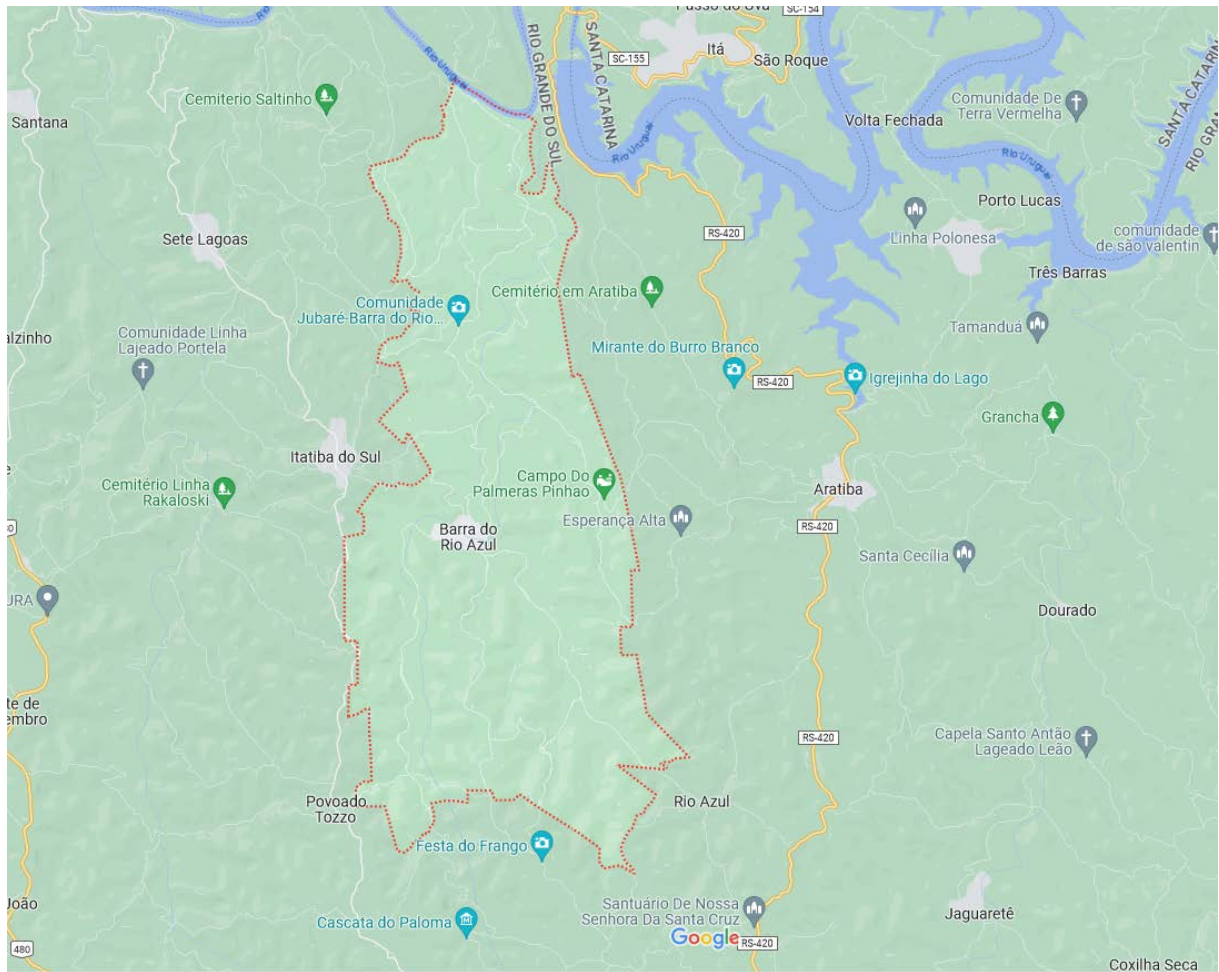
Engenheira Civil Rafaela Casagrande - CREA RS 248049

### ESTUDOS DE TRÁFEGO, GEOLÓGICOS, TOPOGRÁFICOS, HIDROLÓGICOS e GEOTÉCNICOS

Engenheira Civil Rafaela Casagrande - CREA RS 248049


## 2 MAPA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO









<b>OBJETO:</b> MAPA DE LOCALIZAÇÃO	● LATITUDE: 27°24'10.58"S    LONGITUDE: 52°24'28.48"O ● LATITUDE: 27°24'15.01"S    LONGITUDE: 52°24'27.41"O		
<b>LOCAL:</b> BARRA DO RIO AZUL/RS	<b>DATA:</b> JUN/2023	<b>ESCALA</b> S/E	<b>FOLHA</b> 01
<b>REQUERENTE</b>  <hr/> PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DO RIO AZUL	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>  <hr/> RAFAELA CASAGRANDE RS248049		

### 3 ESTUDO DE TRÁFEGO

O objetivo deste estudo é fornecer a informação relativa à demanda de tráfego, para fundamentar as decisões de dimensionamento da estrutura do pavimento.

Buscou-se estimar o tráfego da via através das recomendações descritas nas Instruções de Serviço para Estudos de Tráfego - DAER/2010. Abaixo descrevemos as características demográficas e socioeconômicas da região onde a estrada está localizada juntamente com a identificação do sistema de transporte da zona de interesse, para uma melhor compreensão do tráfego local.

O município de Cruzaltense - RS está localizado no norte do estado gaúcho, junto à região do Planalto Médio, e pertence à Mesorregião do Noroeste Rio-Grandense e à Microrregião de Carazinho. Atualmente Possui uma economia essencialmente agrícola, baseada na produção de grãos, na pecuária, na pecuária e no comércio em geral.

Abaixo seguem alguns dados dos municípios atendidos diretamente pela estrada em questão:

Tabela 1 – Frota Automotiva

<b>Município</b>	<b>Área Territorial (2022)</b>	<b>População (2021)</b>	<b>PIB per capita (2020)</b>	<b>Frota Automotiva (2021)</b>
Barra do Rio Azul - RS	146,995 Km	1.621	R\$ 38.026,35	1.213

Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

### 3.1 VOLUME DIÁRIO MÉDIO - VDM

Corresponde à média da soma total de veículos pelo número de dias do levantamento do local.

Seguindo o regramento da instrução de serviço mencionada acima, foi realizada a contagem de tráfego da via de forma manual, sendo adotada a contagem durante 3 (três) dias, com duração de 16 horas diárias.

Posterior à coleta de campo dos volumes classificados por categorias, foram somados os sentidos de ida e volta para cada dia.

A seguir é apresentada a tabela com as médias das somas dos dias de contagem pra determinar o VDM:

Tabela 2 – Tabela de Cálculo do VDM

Dia de Contagem	Dia da Semana	Data	Veículo								Total
			Passeio	MOTO	VEÍCULOS DE CARGA						
					2C	3C	4C	2S2	2S3	3S2	
1º dia	Terça	25/04/2023	116	2	33	17	1	12	0	2	183
2º dia	Quarta	26/04/2023	150	0	25	13	0	7	1	1	197
3º dia	Quinta	27/04/2023	145	0	23	12	0	10	0	0	190
<b>TOTAL</b>			<b>411</b>	<b>2</b>	<b>81</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>570</b>
<b>VDM</b>			<b>137</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>190</b>
<b>VDM para usar no cálculo</b>											<b>52</b>

### 3.2 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N

A estimativa do número N tem por objetivo determinar o efeito de um veículo de eixo padrão (8,2 toneladas ou 80 kN) na rodovia ao longo da vida útil do pavimento. A partir dos volumes de tráfego atual, da conversão dos eixos dos veículos comerciais (coletivo e carga) para o eixo equivalente e da distribuição dos volumes nos sentidos nas faixas de pavimento, são obtidos os valores N cada ano, com a equação a seguir:

$$N = 365 \times VDM \times FV \times FR \times FD$$

Onde,

VDM: Volume médio diário

FV: Fator Veículo

FR: Fator climático Regional

FD: Fator de distribuição de tráfego pelas faixas

O fator climático regional (FR) foi definido em 1,8. Esse valor foi encontrado na tabela a seguir, onde foi relacionando o índice de chuvas anuais no local de estudo.

Tabela 3 – Fator Climático Regional

Índice Pluviométrico Anual (mm)		Fator Climático Regional (FR)
Até	800	0,7
Entre	800 e 1500	1,4
Mais que	1500	1,8

Os dados pluviométricos foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), onde foi feito uma média de 30 (trinta) anos, entre os anos de 1981 e 2010. Após isso, foi feito uma interpolação dos dados para o local, pois o mesmo não possui estação de medida.

A seguir, é apresentada a tabela do site do INMET com os dados climatológicos:

Tabela 4 – Dados climatológicos do município de Barra do Rio Azul

Mês	Temp Min.	Temp Max.	Chuva
Jan	18.2 °C	28.2 °C	175.6 mm
Fev	18 °C	27.5 °C	192.2 mm
Mar	17 °C	27 °C	132.6 mm
Abr	14.5 °C	24.2 °C	167.3 mm
Mai	11.8 °C	20.9 °C	173.3 mm
Jun	10.7 °C	19.1 °C	156.1 mm
Jul	9.8 °C	18.9 °C	200 mm
Ago	11.2 °C	21 °C	144.1 mm
Set	11.9 °C	21.7 °C	193.7 mm
Out	14.4 °C	24.6 °C	245.2 mm
Nov	15.6 °C	26.5 °C	161.1 mm
Dez	17.3 °C	28 °C	168.6 mm

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

Para determinar o FV, foi utilizado o método de cálculo da AASHTO, que se baseiam na perda de serventia (PSI) e variam com o tipo do pavimento (flexível e rígido), índice de serventia terminal e resistência do pavimento (número estrutural – SN).

A seguir é apresentada a tabela dos fatores de equivalência de carga da AASHTO:

Tabela 5 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO

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

Com isso, foram realizados os cálculos do FV (fator de veículo), separando as contagens de tráfego de acordo com o seu tipo, que estão apresentados na tabela abaixo:

Tabela 6 – Cálculos do FV

Tipo de Veículo	Fator Equivalente de Operação				Nº Veículo (Quant.)	%	Fator de Veículo (F.V.)
	ESRS	ESRD	ETD	ETT			
1ESRS+1ESRD	0,327	2,394	0	0	27	51,92	1,413
1ESRS+1ETD	0,327	0	1,642	0	14	26,92	0,530
1ESRS+1ETT	0,327	0	0	1,560	0	0,00	0,000
1ESRS+1EDRD+1ETD	0,327	2,394	1,642	0	10	19,23	0,839
1ESRS+1EDRD+1ETT	0,327	2,394	0	1,560	0	0,00	0,000
1ESRS+2ETD	0,327	0	3,285	0	1	1,92	0,069
1ESRS+1ETD+1ETT	0,327	0	1,642	1,560	0	0,00	0,000
1ESRS+2EDRD+1ETD	0,327	4,789	1,642	0	0	0,00	0,000
1ESRS+4EDRD	0,327	9,578	0	0	0	0,00	0,000
1ESRS+1EDRD+2ETD	0,327	2,394	3,285	0	0	0,00	0,000
1ESRS+3EDRD+1ETD	0,327	7,183	1,642	0	0	0,00	0,000
1ESRS+3ETD	0,327	0	4,927	0	0	0,00	0,000
1ESRS+4ETD	0,327	0	6,570	0	0	0,00	0,000
TOTAL					52	100,00	2,852

Após a determinação do número N para o ano em questão, é feito uma projeção de tráfego, onde aplicamos uma taxa de crescimento fornecida pelo DAER, que cresce 3% ao ano a frota de veículos, conseqüentemente ao número N, ao longo do tempo de vida útil do pavimento, que é de 10 anos.

A seguir é apresentada a tabela com as projeções do VDM e do número N:

Tabela 7 – Cálculos do número N e projeção

Ano	VDM	N ANUAL	N ACUMULADO	ANO
2023	52	4,87E+04	4,87E+04	Contagem
2024	54	5,02E+04	5,02E+04	
2025	55	5,17E+04	1,02E+05	1°
2026	57	5,32E+04	1,55E+05	2°
2027	59	5,48E+04	2,10E+05	3°
2028	60	5,65E+04	2,66E+05	4°
2029	62	5,82E+04	3,25E+05	5°
2030	64	5,99E+04	3,85E+05	6°
2031	66	6,17E+04	4,46E+05	7°
2032	68	6,36E+04	5,10E+05	8°
2033	70	6,55E+04	5,75E+05	9°
2034	72	6,74E+04	6,43E+05	10°

A obtenção dos fatores veiculares equivalentes é demonstrada para o método AASHTO. A partir dos fatores equivalentes obtidos, junto aos demais parâmetros de tráfego já expostos, foi obtido o N para o horizonte de projeto de 10 anos. Definimos então, que o N para esse projeto é:

$$\mathbf{N = 6,43 \times 10^5}$$

## 4 ESTUDOS GEOLÓGICOS

A elaboração deste estudo proporciona fundamentos para o correto dimensionamento dos projetos de terraplanagem, drenagem e estrutura do pavimento, visando conforto, segurança e economia.

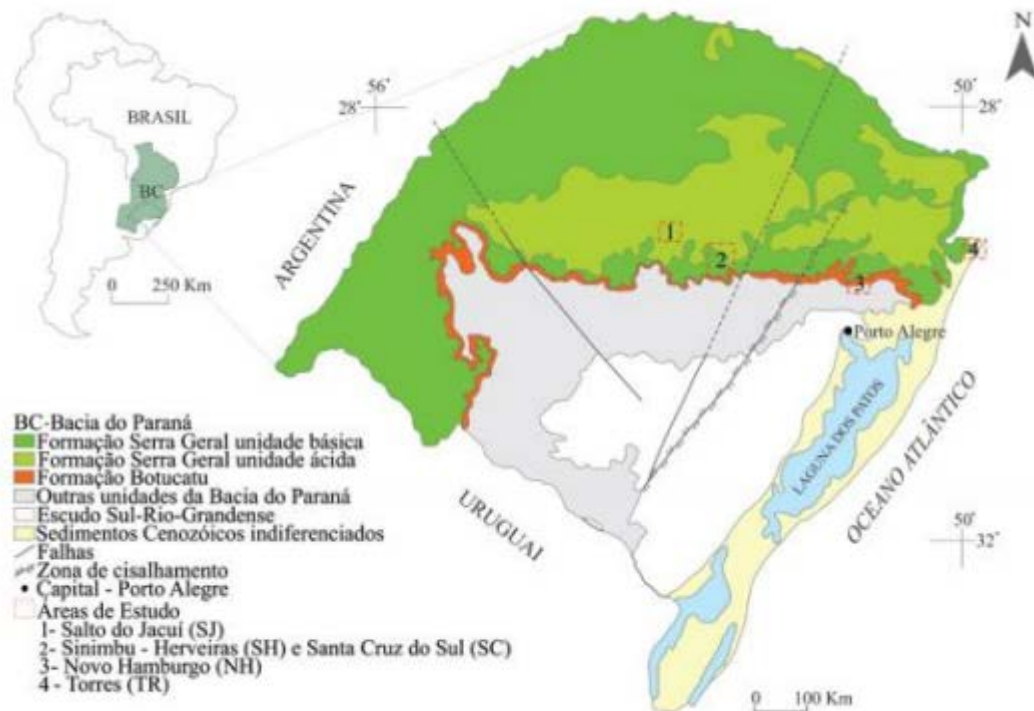
### 4.1 GEOLOGIA

A região a qual se encontra o município de Barra do Rio Azul é designada como Formação Serra Geral que se refere à província magmática relacionada aos derrames e rochas intrusivas que recobrem 1.200.00 km<sup>2</sup> da Bacia do Paraná, que representa uma das maiores manifestações vulcânicas continentais da história geológica e está associada à tectônica distensiva de ruptura do Supercontinente Gondwana, formando espesso grupo de lavas, este acontecimento é relacionado à fusão parcial do manto astenosférico e da crosta continental, que se deu devido a mecanismos de descompressão resultantes da ação de plumas mantélicas que atuaram na ruptura continental. Esta região é constituída predominantemente por basaltos e basalto-andesitos, os quais contrastam com riolitos e riodacitos (Serviço Geológico do Brasil - CPRM). As rochas vulcânicas dominantes (basalto) são 95% do volume, seguidas de riodacito e pouco riolito (5% vol.). A área de projeto é coberta por este basalto da formação Serra Geral, extrudido do período Cretáceo.

Para melhor visualização da geologia da região, pode-se observar a figura 1.



Figura 1 – Mapa Geológico



Fonte: RIOS et al, 2018.

## 4.2 GEOMORFOLOGIA

Geomorfologia é o estudo da forma dos relevos de uma região, levando em consideração o intemperismo e os fenômenos que podem intervir neste fim. O trecho deste projeto está situado na região geomorfológica denominada Planalto Meridional.

O Planalto Meridional recobre a maior parte do território da Região Sul do Brasil e é formado por rochas basálticas da era mesozoica, área que fica a nordeste do estado, onde se encontram as partes mais altas, podendo chegar aos 1000 metros.

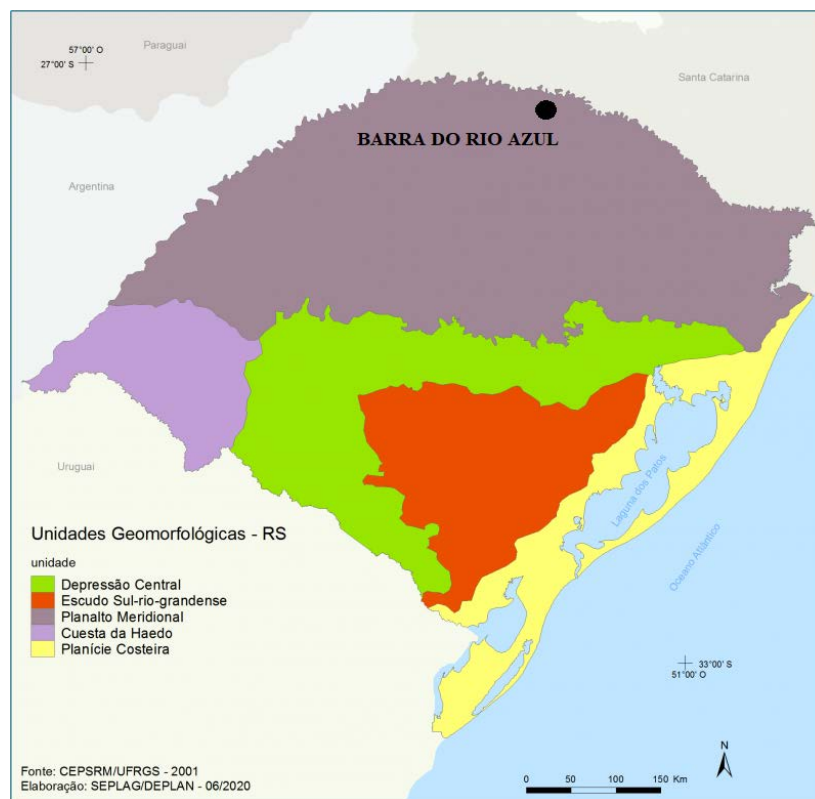
Para facilitar sua caracterização, o Planalto Meridional costuma ser dividido em duas partes: Planalto Arenito-basáltico e Depressão Periférica. A região em estudo é titulada Planalto Basáltico. Esse planalto, que tem como traço marcante a estrutura

geológica, é formado pelo acúmulo ou empilhamento de sucessivos derrames basálticos (isto é, derrames de lava). intercalados de camadas de arenito. Alcançam espessura muito variável. Em alguns pontos, decorrentes de desmoronamentos, falhas naturais da rocha e processos de erosão, podem se encontrar íngremes depressões.

O município de Campinas do Sul localiza-se a uma **Latitude:** 27° 24' 32" Sul, **Longitude:** 52° 24' 36" Oeste, estando a uma altitude média de 438 metros. O clima na região é subtropical úmido (ou temperado). constituído por quatro estações razoavelmente bem definidas. com invernos moderadamente frios e verões quentes, separados por estações intermediárias com aproximadamente três meses de duração, e chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

A denominação geomorfológica da região pode ser observada na imagem a seguir:

Figura 2 – Província Geomorfológica



Fonte: CEPSRM/UFGRS

## 5 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os levantamentos topográficos foram executados com a utilização de equipamentos que possuem precisão milimétrica para realizar o levantamento planialtimétrico georreferenciado do traçado da via existente, pontos de passagem obrigatória, acessos, interferências naturais e artificiais, drenagem e obras de artes especiais.

A partir do levantamento topográfico e das vistorias de campo, foi possível definir as diretrizes iniciais do traçado, como ponto de partida (PP 0+0,000) e ponto final (PF 07+0,000) ao longo da Rua das Flores, totalizando 140,00 m de extensão.

### 5.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- Rover: Receptor GNSS- RTK South Galaxy  
G1 + link de rádio interno;
- Controladora: South H5;
- Software de coleta de dados de campo: EGSTAR.
- Método de posicionamento:  
Base: Posicionamento Estático;  
Rover: RTK (Real-Time Kinematic).

### 5.2 MÉTODO DE AJUSTAMENTO

O ajustamento das coordenadas do levantamento foi efetuado em relação à coordenada da base, que foi processada pelo método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso), serviço online disponibilizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O software de ajuste utilizado foi o EGSTAR.

### 5.3 SISTEMA DE REFERÊNCIA

- SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas);
- Relatório PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) IBGE.

## 6 ESTUDO HIDROLÓGICO

A hidrologia é a ciência que estuda a água sobre a Terra, suas propriedades, ocorrência, circulação e distribuição. O princípio da hidrologia está ligado ao planejamento, dimensionamento, construção e operação de obras hídricas para adequado reservatório e encaminhamento das águas. Um estudo hidrológico baseia-se na caracterização fisiográfica e climatológica, como, por exemplo, o tamanho da área de drenagem, tipos e ocupação do solo, e também em dados de demanda de irrigação, dados pluviométricos e fluviométricos.

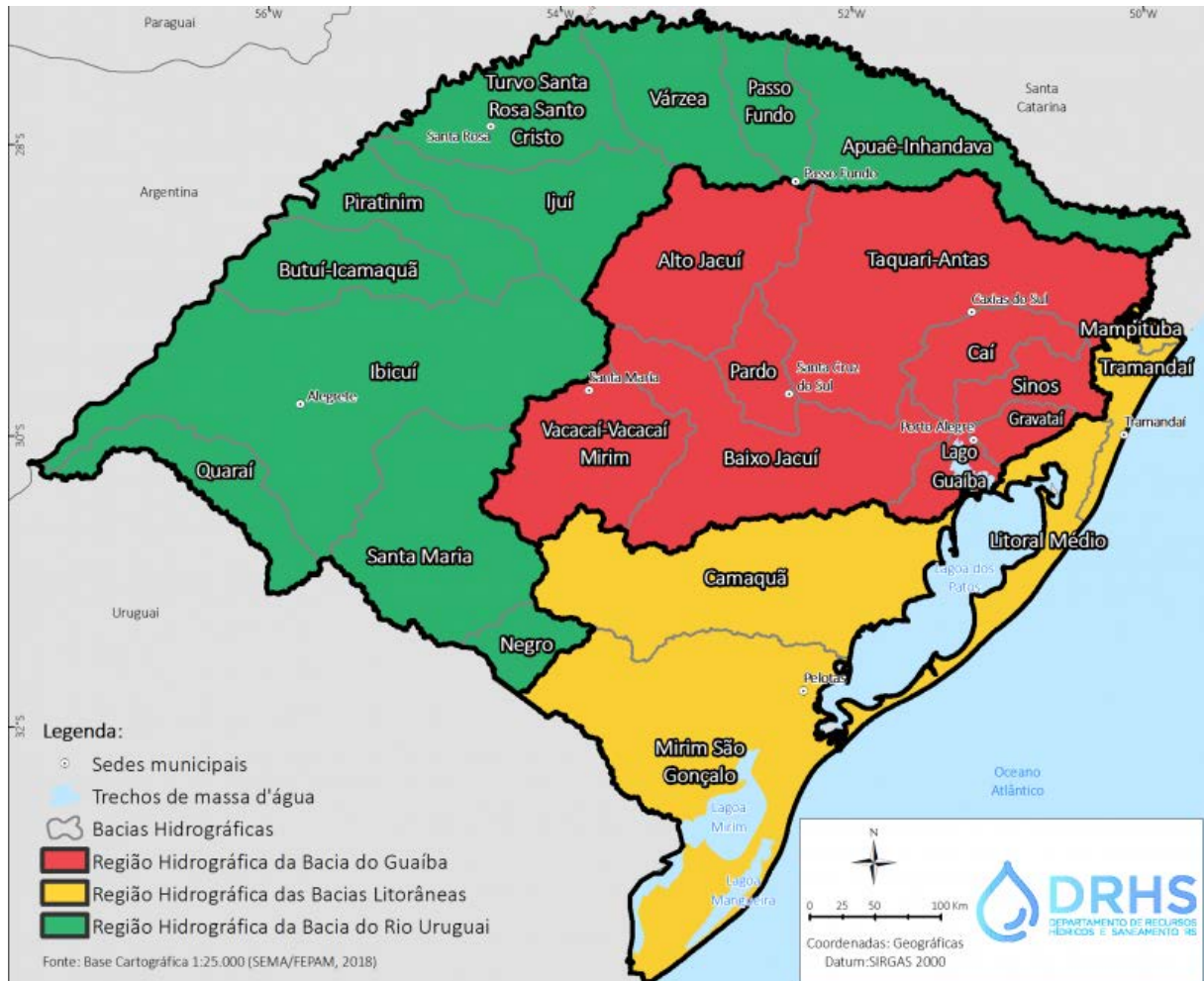
Para realizar o estudo hidrológico de uma região, é preciso ter informações da bacia hidrográfica que abastece a localidade, dados de precipitação e fluviométrica para obter parâmetros que possibilitem a determinação da vazão e assim selecionar e dimensionar os elementos de drenagem adequados para atender a demanda e assim proteger a obra dos efeitos maléficos das águas superficiais.

### 6.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Bacia hidrográfica é uma área ou região de drenagem de um rio principal, que dá o nome à bacia e seus afluentes, que capta as águas superficiais e faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exultório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes de uma rede de drenagem, área definida topograficamente drenada por um curso d'água, de forma tal que toda a vazão efluente seja descarregada por uma simples saída. A formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que direcionam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas.

O município de Cruzaltense faz parte da bacia hidrográfica do Uruguai. No contexto Estadual, pertence a região hidrográfica dos Rios Passo Fundo-Várzea.

Figura 3 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai



Fonte: SEMA/RS

A Bacia Hidrográfica dos Rios Passo Fundo- Várzea situa-se ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 27°04' a 28°19' de latitude Sul; e 52°13' a 53°51' de longitude Oeste. Abrange a Província Geomorfológica Planalto Meridional.

Os principais cursos de água são os arroios Sarandi, Gozinho e os rios da Várzea, Porã, Barraca, do Mel, Guarita e Ogaratim.

Os principais usos da água na bacia se destinam a irrigação, a dessedentação animal e ao abastecimento humano.

## 6.2 HIDROGEOLOGIA

Trata-se do estudo das águas subterrâneas, seus movimentos, volume, distribuição e qualidade. De acordo com o tipo de rocha a água nela armazenada comporta-se de maneira diferente. Em rochas porosas a velocidade de deslocamento e capacidade de armazenamento são maiores que em rochas cristalinas, por exemplo. Através da hidrogeologia é possível verificar o tipo de aquífero de uma determinada região.

Com base no Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA/RS), a área projetada pertence ao Sistema Aquífero Serra Geral II, que se enquadra nos aquíferos com alta a média possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas.

Segundo o Mapa Hidrogeológico, este aquífero ocupa a parte oeste do Estado, os limites das rochas vulcânicas com o rio Uruguai e as litologias gonduânicas além da extensa área nordeste do planalto associada com os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral. Suas litologias são predominantemente riolitos, riocacitos e em menor proporção, basaltos fraturados.

A capacidade específica é inferior a  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, podem ser encontrados valores superiores a  $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . As salinidades apresentam valores baixos, geralmente inferiores a  $250 \text{ mg}/\text{l}$ . Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

### 6.3 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Segundo Koppen-Ceiger, a classificação climática da região de estudo pertence ao tipo Cfa., descrita como Temperatura Moderada e Clima Subtropical Úmido. Chuva bem distribuída, verão brando e ocorrência de geada no inverno. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°, sem estação de seca.

### 6.4 TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA

A Temperatura média em nível anual varia de 14.0 °C a 20.0 °C. Com o mês mais quente janeiro) entre 18.0 °C e 26.5 °C, e o mês mais frio julho) entre 9,5 °C a 15.8 °C. Umidade relativa do ar média fica entre 75 % e 85 %. Estes dados foram obtidos da Embrapa Trigo de Passo Fundo/RS.



## 6.5 – TEMPO DE RETORNO

Período de retorno é o intervalo estimado entre ocorrências de fenômenos de ordem natural, como chuvas, enchentes, granizos, etc. Será adotado o intervalo delimitado pelo Departamento Autônomo de Estradas e Rodagens (DAER/RS), são elas:

Drenagem superficial – 10 anos

Obras de artes correntes – 10 a 25 anos

Obras de artes especiais – 50 a 100 anos

## **7 ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

Os Estudos Geotécnicos foram realizados tendo como finalidade a caracterização do subleito da rodovia e dos maciços a escavar, com estimativa de classificação dos materiais nas três categorias, bem como da eventual presença de solos moles.

Os ensaios não foram executados de acordo com as Instruções vigentes, pois a estrada vicinal já está consolidada a anos e o tráfego de veículos, tanto leves como médios e pesados, é de uso frequente dos moradores da região.

Contudo, foi realizada uma avaliação visual in loco e não foi constatado a presença de solo borrachudo. Desta forma, optou-se por fixar em 8% o valor de ISCproj subleito em toda a extensão do trecho.

## **8 PROJETOS**

### **8.1 PROJETO GEOMÉTRICO**

O projeto geométrico foi desenvolvido com referência às Normas do DAER/1991 e Normas de Projeto Geométrico DAER/1994 (Aditivo 1), e também nos elementos básicos fornecidos pelos estudos de tráfego, topográficos, geotécnicos e hidrológicos.

#### **8.1.1 Projeto Planimétrico**

O Projeto Geométrico quanto à planimetria se caracteriza por manter-se toda sua totalidade sobre a pista existente.

A rodovia está enquadrada na classe IV-B. O Projeto Geométrico atende em quase toda sua extensão às condições mínimas exigidas pelas normas do DAER no tocante à raios, transições e intertangentes.

O menor raio de curvatura horizontal foi de 109,258 m e o maior raio foi de 384,979 m.

A seguir, tabela de elementos geométricos do alinhamento:

Tabela 6 – Elementos Geométricos

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS - RODOVIA														
Nº	DEFLEXÃO/ AZIMUTE	LC (m)	TT (m)	TL (m)	TC (m)	R (m)	D/L (m)	AC	TE-PC	ET-PT	PONTO	PI	TE-PC	ET-PT
L1	358° 32' 16.17"	-	-	-	-	-	57,472	-	0+0,000	2+17,472	N E	-	6968014,8470 360843,9560	6968072,3003 360842,4895
C1	-	-	3,553	-	-	109,258	54,988	028° 50' 11.18"	2+17,472	5+12,460	N E	6968100,3809 360841,7727	6968072,3003 360842,4895	6968124,6337 360827,6013
L2	329° 42' 04.98"	-	-	-	-	-	11,420	-	5+12,460	6+3,880	N E	-	6968124,6337 360827,6013	6968134,4935 360821,8400
C2	-	-	0,157	-	-	384,979	21,969	003° 16' 10.83"	6+3,880	7+0,000	N E	6968143,9803 360816,2967	6968134,4935 360821,8400	6968153,1356 360810,2212

### 8.1.2 Projeto Altimétrico

O Projeto Geométrico quanto à altimetria foi desenvolvido de modo que o greide de terraplenagem respeite as condições estabelecidas para classe IV-B. em região ondulada, com velocidade diretriz de 60 km/h.

As condições do greide são boas. sendo empregada como curva de concordância ia parábolas de segundo grau. Essas parábolas foram definidas pelo parâmetro de curvatura "K" com a situação desejável para  $V = 60.0$  km/h.

Nas concordâncias côncavas foi utilizado o fator "K" mínimo de 1.14 e para concordâncias convexas o fator "k" mínimo foi de 5.68.

Foram projetadas correções no greide existente visando eliminar segmentos irregulares, buscando ao máximo compatibilizar a plataforma de terraplenagem projetada com a existente. Desta forma, evitando pequenos alargamentos desnecessários, os quais gerariam grandes volumes de terraplenagem e conseqüentemente aumento de custos.

Quando os alargamentos foram inevitáveis, via corte ou aterro, foram projetados para ambos os lados da rodovia.

No projeto do greide, o fator considerado para a escolha das cotas além da compensação entre o volume do corte e de aterro, foi a distância de visibilidade necessária nos locais de interseções, condições de drenagem.

### **8.1.3 Seção Transversal**

A seção transversal apresenta uma semiplataforma de terraplenagem com largura de 4,50 m para os aterros e 5,50 m para os cortes, com inclinação transversal de -2% nas tangentes, e superelevação máxima de 8% nas curvas.

### **8.1.4 Superelevação e Superlargura**

A superlargura e superelevação de cada curva foram calculadas, estaca por estaca, através de um programa de microcomputador desenvolvido em obediência às "Normas para Projeto Geométrico do DAER", para velocidade diretriz de 60 km/h (rodovia Classe IVB região plana).

A superelevação máxima adotada foi de 8% com giro pelo eixo, e a super largura foi distribuída igualmente por ambos os bordos da pista.

## 8.2 PROJETO TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem foi desenvolvido com o objetivo de adequar a distribuição dos volumes de materiais destinados à conformação da plataforma da rodovia, conforme as seções transversais gabaritadas e definidas no projeto geométrico, tendo como referência as informações dos estudos geotécnicos.

### 8.2.1 Greide

O perfil longitudinal representado graficamente no projeto geométrico buscou sempre que possível efetuar o menor movimento de terra, realizando a correção das irregularidades existentes no terreno natural.

### 8.2.2 Seção Transversal

A seção transversal tipo da rodovia apresenta uma semiplataforma de terraplenagem com largura de 5,50 m para os aterros, e 6,50 m para os cortes, com inclinação transversal de -2,00% nas tangentes, e superelevação máxima de 8,00% nas curvas. Foram aplicadas superlargura e superelevação nos segmentos em curvas conforme os parâmetros da classe da rodovia e sua velocidade diretriz.

As inclinações dos taludes adotadas para o projeto de terraplenagem variam conforme a classificação de cada tipo de material, sendo somente fixado o valor para a execução de aterros, conforme a relação das inclinações de cortes e aterros:

**Corte:**

1ª CAT.(V/H) - 1.50 / 1.00

2ª CAT.(V/H) - 1.50 / 1.00

3ª CAT.(V/H) - 4.00 / 1.00

**Aterro:**

1ª CAT.(V/H) - 1.00 / 1.50

2ª CAT.(V/H) - 1.00 / 1.50

3ª CAT.(V/H) - 1.00 / 1.50

### **8.2.3 Notas de Serviço de Terraplenagem**

A nota de serviço de terraplenagem foi elaborada com base na definição do greide de terraplenagem e nas seções transversais gabaritadas do projeto.

Na nota de serviço de terraplenagem constam os seguintes elementos:

- Cota do eixo definida pelo greide de terraplenagem:
- Inclinação transversal definida pelas tangentes ou curvas do traçado:
- Distância até o bordo da pista definida pelas tangentes ou curvas do traçado:
- Cota do bordo da pista, definida pela relação entre a distância até o bordo da pista e a inclinação transversal da mesma seção:
- Distância até a lateral de terraplenagem definida pelas tangentes ou curvas do traçado e pela incidência da plataforma de corte (6,50 m) ou da plataforma de aterro (5,50 m)
- Cota da lateral de terraplenagem, é a relação entre a plataforma de corte/aterro e a inclinação transversal da mesma seção.

No momento da execução da locação do projeto, o profissional responsável pela demarcação do trecho deverá executar o cálculo dos offsets, com base nas inclinações dos taludes conforme a incidência em campo, buscando sempre a melhor solução para a estabilização dos taludes sejam eles de corte ou aterro.

### **8.2.4 Cálculo de Volume e Distribuição de Terraplenagem**

O cálculo de volume de terraplenagem, foi efetuado com base nas áreas de corte/aterro de cada estaca individualmente, posteriormente foi efetuado o cálculo dos volumes geométricos.

A distribuição dos volumes de corte/aterro ao longo do trecho foi efetuada a fim de diminuir as DMTs de transporte e otimizar a execução dos serviços.

A utilização dos materiais provenientes dos cortes se deu de forma satisfatória, por haver um grande volume de corte houve a necessidade de buscar áreas para o depósito e conformação de materiais excedentes dos cortes, definidas como bota-fora.



### 8.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Para o dimensionamento das estruturas do pavimento adotou-se o Método de Projeto de Pavimento Flexível do DNER, de autoria do Eng.º Murillo Lopes de Souza. Trata-se de uma metodologia estabelecida pelo autor a partir de experiências do "Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos", com o acréscimo de importantes conclusões decorrentes da Pista Experimental da AASHTO. Pelo procedimento referido, utilizado de forma quase unânime pelos órgãos rodoviários estaduais brasileiros, entre os quais encontra-se o DAER/RS, o dimensionamento do pavimento é função dos fatores abordados a seguir.

#### 8.3.1 Parâmetros de Tráfego (Número N)

De acordo com as considerações expostas no capítulo Estudos de Tráfego deste volume, o valor do número N atingirá, ao término do período de projeto de 10 (dez) anos após a conclusão da pavimentação do trecho:

$$N = 6,43 \times 10^5 \text{ aplicações de eixo padrão de 8.2 toneladas}$$

#### 8.3.2 ISC de Projeto de Subleito (ISCproj)

Conforme apresentado no capítulo Estudos Geotécnicos deste volume, o ISC mínimo de projeto do subleito, em toda a extensão do trecho, foi fixado em:

$$\text{ISCproj} > 8\%$$

#### 8.3.3 Coeficientes de Equivalência Estrutural

Os materiais selecionados para a estrutura do pavimento possuem coeficientes

de equivalência estrutural como segue:

- Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ) –  $k_{rev} = 2,00$ ;
- Brita Graduada (base classe A - DAER) –  $k_b = 1,00$ ;
- Macadame Seco –  $k_{sb} = 1,00$ .

#### **8.3.4 Pavimento Indicado**

Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)	Esp. = 4,0 cm;
Brita Graduada (base classe A - DAER)	Esp. = 16,0 cm;
Macadame Seco	Esp. = 20,0 cm;
Subleito ISC > 8%.	

A camada de revestimento do pavimento deverá ser executada na largura total da plataforma: 8,40 m de largura, sendo a pista de rolamento 8,00 m de largura e sobras de 0,20 m cada lado. Em tangente, as semiplataformas terão declividade transversal de 2%, enquanto nas curvas com superelevação os acostamentos acompanharão a declividade da pista.

#### **8.3.5 Sub-Base Macadame Seco/Rachão**

Consiste na execução de uma camada constituída pelo entrosamento de agregado graúdo devidamente preenchido por agregado miúdo de faixa granulométrica especificada. O material que constituirá a referida sub-base deverá ser disposto uniformemente sobre o leito estradal em camadas e espalhado de forma a evitar a segregação. Após o espalhamento, o material deverá ser compactado por meio de equipamentos apropriados e preenchido com material de granulometria mais fina com espessura mínima igual a 1/3 da espessura da camada total da sub-base.

### **8.3.6 Base de Brita Graduada**

A mistura de agregados para a base deve apresentar-se uniforme quando distribuída no leito da estrada e a camada deverá ser espalhada de forma única. O espalhamento da camada deverá ser realizado com distribuidor de agregados autopropelido. Em áreas onde o distribuidor de agregados for inviável, será permitida a utilização de motoniveladora. Após o espalhamento, o agregado umedecido deverá ser compactado com equipamento apropriado. A fim de facilitar a compressão e assegurar um grau de compactação uniforme, a camada deverá apresentar um teor de umidade constante e dentro da faixa especificada no projeto. O grau de compactação mínimo a ser requerido para cada camada de base será de 100% da energia AASHTO Modificado. A referida base de brita graduada deverá estar enquadrada na faixa “B” da Norma DNIT 141/2010-ES, livre de matéria vegetal e outras substâncias nocivas.

### **8.3.7 Imprimação**

Tal serviço consiste na aplicação de material betuminoso sobre a superfície da base granular, para promover uma maior coesão da superfície da base, uma maior aderência entre a base e o revestimento, e também para impermeabilizar a base. O material utilizado será o asfalto diluído tipo CM-30, aplicado na taxa de 0,80 a 1,60 litros/ m<sup>2</sup>. O equipamento utilizado é o caminhão espargidor, salvo em locais de difícil acesso ou em pontos falhos que deverá ser utilizado o espargidor manual. A área imprimada deverá ser previamente varrida para a eliminação do pó e de todo material solto e estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder a imprimação da superfície molhada ou quando a temperatura do ar seja inferior a 10°C. O tráfego nas regiões imprimadas só deve ser permitido após decorridas, no mínimo, 24 horas de aplicação do material asfáltico. A imprimação será medida em metros quadrados de área executada, obedecidas as larguras de projeto.

### **8.3.8 Pintura de Ligação**

pintura de ligação será executada sobre a pista previamente limpa, a taxa de aproximadamente 0,5 a 0,8 litros de emulsão por metro quadrado, com a temperatura do produto à 60°C, aplicado com caminhão espargidor dotado de barra com bicos espargidores e sistema de aquecimento, de tal forma que a película de asfalto residual fique em torno de 0,3mm. Na pintura será aplicada emulsão asfáltica tipo RR-2C recortada com água na proporção 1:1.

### **8.3.6 Concreto Betuminoso Usinado à Quente – CBUQ**

Após executada a pintura de ligação, deverão ser executados os serviços de pavimentação asfáltica com CBUQ, com espessura indicada em projeto e composto das seguintes etapas: usinagem, transporte, espalhamento e compactação. A mistura a ser aplicada deverá estar de acordo com o projeto atualizado fornecido pela Contratada, conforme as especificações de serviço do DNIT 031/2006 – ES ou DAER RS ES-P 16/91.

Para o lançamento e compactação da mistura deverão ser utilizados os equipamentos: Vibro-acabadora de Asfalto (que proporcione o espalhamento homogêneo e de maneira que se obtenha a espessura indicada), Rolo Compactador de Pneus (que proporcione a compactação desejada), Rolo Compactador Tandem Vibratório (que proporcione uma superfície lisa e desempenada), Caminhão Espargidor de Asfalto, e eventualmente motoniveladora para a reperfilagem - a critério da fiscalização. Caso a superfície imprimada apresente-se úmida, esta deverá ser soprada, com jatos de ar comprimido, até sua completa secagem.

Deverá ser observado o completo resfriamento do revestimento para abertura ao tráfego.

## 8.4 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTES CORRENTES

Os elementos que serviram de base para a elaboração do projeto de drenagem e obras de artes correntes, foram obtidos através dos estudos geotécnicos, hidrológicos e topográficos, objetivando determinar as soluções para:

- a interceptação e captação das águas superficiais e profundas, conduzindo-as a situações que assegurem o seu afastamento natural do corpo estradal, evitando a saturação das camadas do pavimento proporcionando estabilidade e proteção aos taludes de corte e aterro;
- para o rebaixamento do lençol freático;
- para condução das águas interceptadas pelo corpo estradal provenientes de talvegues naturais, através da execução de bueiros transversais.

O projeto de drenagem classifica-se conforme a sua finalidade em:

- Drenagem de Transposição de Talvegues (OAC);
- Drenagem Superficial;
- Drenagem Subterrânea.

Os dispositivos de drenagem projetados seguem os padrões especificados no Álbum Dispositivos de Drenagem do DAER/RS.

### 8.4.1 Drenagem Superficial

A drenagem superficial de uma rodovia tem como objetivo captar as águas provenientes de áreas adjacentes as que precipitam sobre o corpo estradal, conduzindo-as à um deságue seguro

#### **8.4.2 Sarjeta de Corte**

As sarjetas de corte têm como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma de corte e taludes. Em função do greide as sarjetas tem a função de coletar e encaminhar estas águas para locais de deságue seguro.

#### **8.4.3 Valetas de proteção de Corte/Aterro**

As valetas de proteção de corte e aterro são canais construídos ao longo do corpo estradal que tem como finalidade principal interceptar as águas que escoam pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir os taludes de corte/aterro. Além desta finalidade, elas também exercem a função de receber às águas de sarjetas de corte e drenos longitudinais, conduzindo-as para os dispositivos de transposição de talvegues.

#### **8.4.4 Transposição de Valas e Valetas/Bueiros de Acesso**

A execução deste tipo de dispositivo propícia à passagem de veículos para acessarem propriedades e estradas vicinais, permitindo assim a continuação do escoamento das águas ao longo das sarjetas de corte ou valetas de proteção.

#### **8.4.5 Valas de Derivação**

As valas de captação são áreas de depressão rasas construídas à montante de bueiros, com a finalidade de encaminhamento de águas para o dispositivo de entrada do mesmo, de modo a evitar erosões que acarretariam no entupimento do mesmo.

#### **8.4.6 Caixas Coletoras**

As caixas coletoras têm como objetivo principal coletar as águas conduzidas por sarjetas de corte, drenas longitudinais e áreas à montante da mesma.

## 8.5 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

### 8.5.1 INTRODUÇÃO

O projeto de sinalização segue as Resoluções 599/82 e 666/86 do Conselho Nacional de Trânsito, amparados pelo Novo Código de Trânsito, através da lei nº 9.503, de 23 setembro de 1999.

O projeto consiste na representação gráfica linear do trecho, com os vários elementos empregados para regulamentar e disciplinar o trânsito.

### 8.5.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical resultou na aplicação de placas e painéis em pontos laterais à rodovia. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o regulamento do Código de Trânsito Brasileiro, Anexo I.

#### 8.5.2.1 TIPOS DE PLACA

##### PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

As placas de regulamentação têm de pôr finalidade informar aos usuários sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da via.

A - Placa octogonal (PARE)

B – Placa redonda, de Limite de Velocidade



## PLACAS DE ADVERTÊNCIA

As placas de advertência têm função de chamar a atenção dos condutores de veículos para existência e natureza de perigo na via ou adjacente a ela.

### A - Placa Quadrada

O fundo é branco refletivo, com sinal interno de advertência, onde o fundo é amarelo e o símbolo preto não refletivo. Dim. L= 0,80 m.

## MATERIAL DAS PLACAS

### CHAPAS

As placas serão confeccionadas com chapas retas de ferro galvanizado com cristais minimizados, nº 16 ou 18, lisas e isentas de graxas ou manchas.

## REFLETIVIDADE

A sinalização proposta está subdividida em sinalização semi-refletiva e refletiva. As placas semi-refletivas são placas com o fundo pintado de verde ou azul, as refletivas são as placas com fundo revestido com película refletiva e as mensagens com a mesma película.

## PELÍCULA REFLETIVA

Serão utilizadas películas retro refletivas tipo III. São constituídas, tipicamente, por lentes prismáticas gravadas em resina sintética transparente e seladas por fina camada de resina, que lhe confere uma superfície lisa e plana, permitindo, assim,

apresentar a mesma cor, quer durante o dia, quer à noite, quando observadas à luz dos faróis dos veículos. São também fluorescentes e apresentam melhor visualização principalmente em locais com neblina.

#### SUPORTES PARA PLACAS

A - Os postes de sustentação das placas laterais a via serão de madeira de lei tratada 8 x 8 cm.

#### AFASTAMENTO LATERAL DAS PLACAS

As placas devem ser implantadas com um afastamento mínimo de 1,2 m do bordo externo do acostamento. Quando não existir acostamento, o afastamento deve ser da pista.

#### ALTURA LIVRE DAS PLACAS

Trechos rurais deverão ter 1,20 metros livres, considerando 0,75 metros de poste enterrada.

#### LETRAS, TIPO E TAMANHO

Empregam-se nas inscrições das placas os alfabetos de sinalização rodoviária das séries E(M), adaptados do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings (EUA). Para o emprego das tabelas deverão ser utilizadas letras com altura igual a 150 mm, sendo todas as letras Maiúsculas.

## TARJAS DE CONTORNO DA PLACA

Devem ter todos os cantos arredondados, com 30 mm de largura e estar 20 mm afastadas das extremidades verticais e horizontais.

### **8.5.3 Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal constitui-se na pintura de linhas, setas e dizeres sobre o pavimento.

#### TIPOS DE PINTURA

##### PINTURA BRANCA – BORDO DA PISTA

A cor branca deve ser utilizada nas linhas contínuas que delimitam a pista de rolamento e linhas tracejadas que determinam os acessos.

A largura das linhas de borda, continuidade e dos contornos de canteiro é igual a 0,12 metros.

##### PINTURA AMARELA - EIXO DA PISTA

A cor amarela deve ser utilizada tanto para a linha dupla como para a linha simples da pintura do eixo das pistas e terão a largura de 0,12 m, sendo que a cadência destas linhas deverá seguir a Resolução nº666/86 – CONTRAN. A espessura mínima da película da pintura definitiva será de 0,6mm.

## TINTA

A tinta para a sinalização horizontal deverá ser do tipo plástica a frio retro-refletiva à base de resinas acrílicas ou vinílicas, aplicadas por "Spray", por meio de máquinas apropriadas.

## DURAÇÃO

Para um bom desempenho deve enquadrar-se para uma duração de 2 anos.

## SINALIZAÇÃO POR CONDUÇÃO ÓTICA

São elementos refletores, aplicados sobre o pavimento da rodovia ou adjacente a ela, que tem a função de melhorar a visibilidade da sinalização horizontal e possibilitar a criação de condicionantes à circulação.

## TACHAS E TACHÕES

São delineadores constituídos de superfícies refletoras bidirecionais, aplicadas em suportes de pequenas dimensões, fixadas ao pavimento através de pino ou colas apropriadas.

## CORES

As tachas e tachões serão em cor coerentes com a da linha a que se está conjugando e terão seus refletores nas cores branca e/ou amarelo.

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Sinalização contendo os detalhamentos em planta e convenções encontram-se apresentados no Volume II.

## 8.6 PROJETO DE PASSEIO

### 8.6.1 INTRODUÇÃO

Os passeios já são existentes serão preservados, devendo adaptá-los sob ponto de vista da acessibilidade.

### 8.6.2 Meios Fios MFC 05

São elementos físicos presentes na plataforma da estrada que têm como principal função proteger a beirada da pista contra os danos causados pela erosão decorrente do escoamento das águas da chuva sobre a superfície da estrada. Essas águas, devido à inclinação da estrada, tendem a escorrer para os taludes dos aterros.

Todos os materiais utilizados devem estar em conformidade com as especificações da ABNT e do DNIT.

O concreto utilizado deve ser testado experimentalmente para garantir uma resistência mínima à compressão de 15MPa.

O concreto deve ser preparado de acordo com as diretrizes estabelecidas na norma NBR 6118/03 e deve estar de acordo com as regulamentações da norma DNER-ES 330/97.

As dimensões do elemento são as seguintes: MFC 05, com comprimento de 100cm, base inferior de 15cm, base superior de 13cm e altura de 30cm.

### 8.6.3 Meios Fios MFC 06

São estruturas físicas presentes na plataforma da estrada, cuja principal função é proteger a borda da pista contra os efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas da chuva sobre a superfície da estrada, que, devido à inclinação transversal, tendem a escorrer sobre os taludes dos aterros.

Todos os materiais utilizados devem estar em total conformidade com as especificações estabelecidas pela ABNT e pelo DNIT.

O concreto utilizado deve passar por dosagem experimental para alcançar uma resistência característica à compressão mínima de 15MPa. Além disso, o concreto deve ser preparado de acordo com as diretrizes estabelecidas na norma NBR 6118/03 e atender às regulamentações da norma DNER-ES 330/97.

As dimensões do elemento são as seguintes: MFC 06, com comprimento de 100cm, base inferior de 15cm, base superior de 13cm e altura de 20cm.

#### **8.6.4 Caição meio fio**

Será aplicada pintura à base de cal com fixador na cor branca em todos os meio-fios da área designada, utilizando-se quantas demãos forem necessárias para garantir a cobertura completa das peças.

#### **8.6.5 Remoção localizado do passeio existente (se houverem)**

Será necessário realizar a remoção do pavimento atual das calçadas nas áreas onde as rampas de acessibilidade para pessoas com deficiência (PNE) serão instaladas, bem como nos locais designados para os pisos táteis, conforme indicado no projeto.

#### **8.6.6 Execução de passeios novos**

Os passeios serão construídos utilizando-se de um piso intertravado de concreto, seguindo as instruções de execução fornecidas, que detalham todo o processo.

Ao finalizar a calçada, é necessário que haja um declive médio de 2% em direção à rua.

O pavimento intertravado consiste em peças de concreto assentadas sobre uma camada de areia e travadas entre si por meio dos meios-fios MFC-05 e MFC-06. O intertravamento é a capacidade dos blocos de resistirem a movimentos individuais de deslocamento, como vertical, horizontal ou de rotação em relação aos blocos adjacentes. Essa característica é fundamental para o desempenho e a durabilidade

do pavimento. Para que o intertravamento seja eficiente, duas condições são necessárias e indispensáveis: a contenção lateral e o preenchimento das juntas com areia.

A contenção lateral impede que os blocos se desloquem lateralmente na camada de rolamento, promovendo o intertravamento.

A areia de selagem possibilita a transferência de esforços entre os blocos de concreto, permitindo que trabalhem juntos, suportando as cargas aplicadas.

### **Seção tipo**

**Subleito:** É a camada inferior do pavimento composta por solo natural ou solo proveniente de empréstimo. Deve ser compactada em camadas de 15 cm, dependendo das condições locais.

**Base:** É uma camada de material granular com pelo menos 7 cm de espessura. Após a conclusão do subleito, a base deve ser compactada.

**Camada de assentamento:** É uma camada de material granular com distribuição granulométrica definida. Sua função é acomodar as peças de concreto, nivelar adequadamente o pavimento e permitir variações na espessura das peças de concreto. Não deve ser usada para corrigir falhas na camada de base.

**Camada de revestimento:** É composta pelas peças de concreto e material de rejuntamento. Essa camada recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos, tráfego de pedestres ou suporte de cargas.

As peças de concreto devem ter dimensões uniformes e serem compactadas adequadamente. As juntas entre as peças devem ser pequenas, preenchidas com areia fina. O assentamento adequado não será alcançado se as peças não forem uniformes. As juntas devem ter uma abertura de cerca de 3 mm e serem sempre preenchidas com areia.

## **Etapas**

### **Passo 1 – Preparação do subleito**

A primeira etapa consiste em verificar a camada de subleito, que será a base do pavimento. Essa camada pode ser composta por solo natural do local ou por solo proveniente de empréstimo. Alguns detalhes importantes a serem observados e corrigidos, se necessário, incluem:

- O solo utilizado não pode ser expansível, ou seja, não deve inchar na presença de água.
- A superfície do subleito não deve apresentar calombos ou buracos.
- O caimento da água deve estar de acordo com as especificações do projeto, sendo recomendado um caimento mínimo de 2% para facilitar o escoamento de água.
- A superfície do subleito deve estar na altura prevista no projeto.

Antes de compactar o subleito, é necessário realizar os serviços de drenagem, instalação de redes e outras locações complementares.

### **Contenções laterais (meio-fio MFC 06)**

É obrigatório ter contenções laterais no pavimento intertravado para evitar o deslizamento dos blocos. O confinamento é uma parte essencial do sistema.

Existem dois tipos de confinamento: externo e interno. O confinamento externo é feito ao redor do pavimento, geralmente usando sarjetas e meio-fio. Já o confinamento interno envolve as estruturas presentes no pavimento, como bocas-de-lobo, canaletas e jardins. Essas contenções devem ser construídas antes de colocar a camada de areia de assentamento dos blocos de concreto, formando uma "caixa" em que a areia e os blocos serão colocados, tendo a superfície compactada da base como fundo e as estruturas de confinamento como paredes.

A condição ideal para a construção de um piso intertravado é ter um confinamento vertical junto aos blocos intertravados. Portanto, é recomendável que o



confinamento seja pré-moldado ou moldado no local, geralmente feito com concreto de resistência mínima de 25 MPa aos 28 dias. O confinamento deve ser estável, sem risco de desalinhamento, e com altura suficiente para penetrar na camada de base.

## **Passo 2 - Preparação da base**

O segundo passo é preparar a base, normalmente utilizando bica corrida, desde que especificada corretamente, e realizando a regularização e compactação da camada de base. É importante que a superfície da camada de base esteja o mais compacta possível para evitar perdas excessivas de areia da camada de assentamento dos blocos.

## **Passo 3 - Camada de areia de assentamento**

Após a conclusão dos serviços preliminares mencionados, inicia-se efetivamente a construção do piso intertravado.

O processo começa com a criação de uma camada de areia para assentar os blocos. Utiliza-se uma camada de areia média, similar àquela usada na fabricação de concreto, que servirá como base para os blocos de concreto.

A espessura dessa camada precisa ser adequada, nem muito grossa nem muito fina. Existe uma espessura ideal em que o pavimento funciona corretamente. Se a camada for muito espessa, ocorrerão deformações e afundamentos; se for insuficiente, os blocos poderão se quebrar.

O ideal é que a areia não esteja nem seca demais, nem saturada. Para atingir o nível de umidade desejado, recomenda-se que a areia no local de armazenamento esteja sempre coberta.

É importante que a espessura da camada de areia para assentamento seja uniforme e constante, não devendo ser ajustada simplesmente para compensar imperfeições grosseiras na superfície da camada de base.

Na verdade, é por esse motivo que se dá ênfase em obter um acabamento plano e uniforme na base.

A camada de areia deve ser nivelada manualmente usando uma régua niveladora (sarrafo), movida sobre guias de madeira ou alumínio, colocadas paralelamente e apoiadas sobre a base nivelada e compactada. Do lado de fora, dois auxiliares passarão a régua lentamente sobre as guias, movendo-a para frente e para trás uma ou duas vezes.

Os vazios deixados pela remoção das guias devem ser preenchidos com areia solta e nivelados cuidadosamente usando uma desempenadeira, evitando danificar as áreas adjacentes já finalizadas.

Se ocorrer algum dano, é necessário fazer o reparo antes de assentar os blocos. A superfície nivelada da areia deve ficar lisa e completa. Caso seja danificada antes do assentamento dos blocos (por pessoas, animais, veículos, etc.), a área defeituosa deve ser nivelada com um rastelo e novamente sarrafeada com uma régua menor, desempenadeira ou colher de pedreiro.

Devido à necessidade de manter uma espessura uniforme de areia após a compactação das peças de concreto, é preciso adicionar um pequeno acréscimo à espessura inicial da camada de areia espalhada entre as guias. Geralmente, a espessura final desejada é alcançada utilizando guias com 5 cm de altura, o que resulta em um colchão solto com a mesma espessura (antes da colocação dos blocos).

Uma vez que a areia tenha sido espalhada, não é recomendado deixá-la no local durante a noite ou por períodos prolongados aguardando a colocação dos blocos. Portanto, deve-se lançar apenas a quantidade necessária para cobrir o trabalho previsto para o assentamento dos blocos.

É crucial garantir que a espessura da camada de areia seja uniforme em toda a área para evitar irregularidades no pavimento após a compactação. Portanto, é essencial que a superfície da base esteja nivelada, sem depressões ou saliências.

Ao espalhar a areia, ela deve estar seca, limpa e solta (sem compactação) entre as guias de aço ou madeira, e então ser nivelada com a régua que desliza sobre as guias.

#### **Passo 4 – Camada de revestimento**

##### **Primeira fiada**

Antes de iniciar o trabalho, é aconselhável construir um pequeno trecho de blocos de concreto soltos e não compactados para verificar se as dimensões correspondem ao planejado na obra.

##### **Marcação da obra**

A marcação da primeira fiada é de extrema importância e requer cuidado. É a partir dessa marcação que todo o alinhamento do pavimento é definido. Fios-guia devem ser estendidos na frente do trabalho, indicando o alinhamento dos blocos tanto na largura quanto no comprimento da área.

##### **Colocação dos blocos**

Assente a primeira fileira de blocos conforme o arranjo estabelecido no projeto, seja em formato de espinha-de-peixe, fileira, entre outros. A colocação dos blocos é uma etapa crucial na construção do pavimento, pois influencia significativamente sua qualidade final. Aspectos como níveis, alinhamento do padrão de assentamento, regularidade da superfície e largura das juntas são fundamentais para um acabamento adequado e a durabilidade do pavimento. Uma vez que essa é uma tarefa manual, envolvendo várias pessoas, é essencial ter um controle rigoroso sobre ela.

O alinhamento correto dos blocos indica sua boa qualidade, com dimensões uniformes, e demonstra a atenção dedicada à construção do pavimento. Embora não haja diferença de eficiência no trabalho ao colocar os blocos com precisão ou permitir

desvios durante o procedimento, o resultado final, especialmente em termos estéticos, será bastante distinto.

Para assegurar o alcance dos alinhamentos desejados durante a execução do pavimento, o assentamento das peças deve seguir os fios-guia previamente instalados, tanto na direção da largura quanto no comprimento da área. À medida que a frente de trabalho avança, os fios-guia devem ser acompanhados.

É importante verificar regularmente o trabalho utilizando linhas-guia longitudinais e transversais a cada 5 metros. Caso ocorram desajustes, na maioria das vezes é possível corrigi-los sem remover os blocos, utilizando alavancas para restabelecer o padrão de assentamento desejado. Essas correções devem ser feitas antes do rejuntamento e da compactação inicial do pavimento, evitando danos aos blocos de concreto.

As juntas entre os blocos devem ter uma média de 3 mm (mínimo de 2,5 mm e máximo de 4 mm). Alguns blocos possuem espaçadores com as dimensões adequadas para as juntas. É importante evitar que os blocos fiquem muito próximos uns dos outros, ou seja, com as juntas excessivamente estreitas.

Os fios-guia fornecem os alinhamentos à medida que a obra progride, permitindo que mais de um assentador trabalhe simultaneamente.

### **Tipos de assentamento**

Cada arranjo de assentamento requer uma sequência específica para a montagem dos blocos, visando obter a máxima eficiência. Essa sequência deve permitir que vários assentadores trabalhem simultaneamente, deslocando-se lateralmente. Para garantir a coordenação necessária, é importante iniciar a colocação de maneira bem definida, o que varia de acordo com o padrão de posicionamento e o alinhamento escolhido. É recomendável realizar um teste inicial de 2 a 3 metros para ajustar o alinhamento e memorizar a sequência correta.

### **Ajustes e Detalhes Finais**

Após assentar todos os blocos que se encaixam inteiramente na área de pavimentação, é necessário realizar ajustes e acabamentos nos espaços vazios próximos aos limites externos e internos.

Não se deve utilizar pedaços de blocos com menos de  $\frac{1}{4}$  do seu tamanho original. Nesses casos, o acabamento deve ser feito com argamassa seca (1 parte de cimento para 4 partes de areia), protegendo os blocos adjacentes com papel grosso e preenchendo as juntas com uma colher de pedreiro, seguindo o mesmo padrão das peças de concreto, incluindo aquelas próximas aos limites.

Existem duas formas de realizar os acabamentos com peças de concreto.

#### **Primeira forma: Corte de Blocos**

Os acabamentos são feitos com pedaços de blocos íntegros, preferencialmente cortados com um disco de corte, seguindo o mesmo alinhamento e padrão do restante do pavimento.

Os pedaços de blocos utilizados para acabamento devem ser cortados cerca de 2 mm menores do que o tamanho do local onde serão colocados. Os cortes feitos com disco proporcionam melhores resultados, embora também seja possível utilizar guilhotina ou cinzel.

#### **Segunda forma: Corte no Próprio Pavimento**

Os blocos já assentados são cortados. Após realizar o corte, os blocos ou partes que não serão utilizados são removidos, substituindo-os pelos blocos ou peças de acabamento especificados no projeto (por exemplo, blocos de concreto).

#### **Acabamentos próximos aos Limites**

Os acabamentos também devem ser realizados próximos aos limites internos ou interrupções no pavimento.

Por isso, é importante realizar a harmonização entre o projeto e o espaço da obra, como demonstrado nos "serviços preliminares"

Não devem ser usados pedaços de blocos com menos de  $\frac{1}{4}$  do seu tamanho original; nessas situações, o acabamento deve ser feito com argamassa seca (1 parte de cimento para 4 de areia).

### **Compactação Inicial**

A compactação do pavimento é realizada por meio de placas vibratórias, seguindo duas etapas: a compactação inicial e a compactação final. Após a colocação de todos os blocos e a conclusão dos ajustes e acabamentos necessários, é feita a primeira compactação do pavimento antes de adicionar a areia para preencher as juntas entre os blocos. A compactação inicial tem as seguintes funções:

- Nivelar a superfície da camada de blocos de concreto.
- Iniciar a compactação da camada de areia de assentamento.
- Permitir que a areia preencha parcialmente as juntas, de baixo para cima, proporcionando o primeiro estágio de travamento.

A compactação deve abranger toda a área pavimentada, utilizando placas vibratórias. Recomenda-se fazer pelo menos duas passadas, percorrendo a área em direções diferentes, como longitudinal e transversal. É importante garantir que cada passada cubra uma faixa de, no mínimo, 20 cm além da passada anterior. Ao realizar a compactação, é necessário sobrepor o percurso anterior para evitar a formação de degraus. A compactação deve ser interrompida pelo menos 1,5 metro antes da frente de trabalho.

Para a compactação das bordas do pavimento e de áreas de difícil acesso às placas vibratórias, como junto a construções, recomenda-se utilizar equipamentos de porte menor. Isso garantirá a adequada compactação nessas áreas específicas.

### **Retirada dos blocos danificados**

Ao término dos serviços de compactação inicial devem ser substituídos por blocos inteiros os blocos que eventualmente tenham se partido ou danificado e corrigidas eventuais falhas.

### **Selagem das juntas**

Após a realização da compactação inicial e a substituição dos blocos danificados, uma camada de areia fina, semelhante à utilizada na argamassa de acabamento, é espalhada e varrida sobre o pavimento. O objetivo é fazer com que os grãos de areia penetrem nas juntas entre os blocos. Nesse processo, é importante ressaltar que não se deve adicionar cimento ou cal. A etapa seguinte é a compactação final do pavimento.

A selagem das juntas, ou seja, o preenchimento com areia, é fundamental para o bom desempenho do pavimento. Portanto, é crucial utilizar o material adequado e executar essa etapa de forma cuidadosa, simultaneamente à compactação final do pavimento. Caso as juntas não estejam devidamente seladas, os blocos de concreto ficarão soltos, comprometendo o intertravamento e levando a uma rápida deterioração do pavimento, seja ele novo ou antigo.

Ao espalhar a areia, evite a formação de montes. A areia para o preenchimento das juntas deve ser distribuída sobre os blocos de concreto, formando uma camada fina e uniforme, capaz de cobrir toda a área pavimentada. É importante evitar a formação de montes durante esse processo.

Em seguida, a areia é varrida para permitir sua penetração nas juntas. Essa etapa de varrição pode ser realizada de forma alternada com a compactação final do pavimento ou simultaneamente a ela.

Após a conclusão da compactação final, é essencial realizar uma inspeção para verificar se todas as juntas estão completamente preenchidas com areia, não apenas na parte superior. Caso seja identificado algum ponto com falhas, é necessário repetir

processo de espalhamento de areia e compactação para garantir o preenchimento adequado das juntas.

### **Compactação final**

A compactação final é feita da mesma maneira e com os mesmos equipamentos da compactação inicial.

### **Verificação final**

Após o preenchimento das juntas com areia, é essencial verificar se elas foram totalmente preenchidas. Caso seja necessário, repita o processo de varrer areia fina e compactar nas áreas onde houver falhas. Se todas as juntas estiverem devidamente preenchidas, prossiga com a limpeza do trecho e abra-o para o tráfego. No entanto, é recomendado voltar ao local uma ou duas semanas depois para refazer a selagem das juntas utilizando areia fina.

Antes de liberar o pavimento ao tráfego, é importante realizar algumas verificações. Certifique-se de que a superfície esteja nivelada, atendendo aos caimentos necessários para drenagem e acessibilidade. Além disso, verifique se todos os ajustes e acabamentos foram feitos de maneira adequada e se não há blocos que necessitem ser substituídos.

A superfície do pavimento intertravado deve apresentar um nivelamento adequado, sem desnível superior a 0,5 cm. Para realizar essa verificação, utilize uma régua de 3 metros de comprimento apoiada sobre a superfície do pavimento.

### **8.6.7 Lastro de brita**

Deverá ser colocado lastro de brita de 10cm em toda extensão do passeio novo. E embaixo do piso intertravado no passeio existente assim como na área da rampa nos passeios existentes.



### **8.6.7 Piso Tátil**

A instalação do piso tátil deve seguir as diretrizes estabelecidas no projeto de acessibilidade. Esses elementos devem ser fabricados de acordo com as dimensões especificadas na norma NBR 9050/2004 e podem ser feitos de qualquer material que apresente a resistência adequada para essa finalidade. Recomenda-se o uso de peças de concreto intertravado, conhecidas como Paver.

O piso tátil deve ser fabricado na cor vermelha e deve ser assentado de maneira a ficar nivelado com o piso adjacente, mantendo apenas as saliências direcionais acima desse nível.