



PREFEITURA MUNICIPAL DE FAZENDA VILANOVA



VOLUME I
RELATÓRIO DE PROJETO

Estrada Nova Westfália

Junho/2025

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	5
1.1	Descrição da obra	5
1.2	Equipe técnica.....	5
2	MAPAS.....	6
2.1	Situação e localização da obra	6
2.2	Usina e britagem	8
2.3	Jazida.....	9
2.4	Bota-fora	10
3	ESTUDOS	11
3.1	Estudo topográfico	11
3.2	Estudo de tráfego	11
3.2.1	Metodologia	11
3.2.2	Resultados.....	13
3.3	Estudos geotécnicos	13
4	PROJETOS	14
4.1	Geométrico.....	14
4.1.1	Introdução.....	14
4.1.2	Resultados.....	17
4.2	Terraplenagem	20
4.2.1	Introdução.....	20
4.2.2	Aterro.....	20
4.2.3	Corte.....	21

4.2.4	Empolamento.....	22
4.3	Pavimentação	22
4.3.1	Introdução.....	22
4.3.2	Materiais	22
4.3.3	Dimensionamento.....	23
4.4	Drenagem	28
4.4.1	Drenagem.....	28
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	39
6	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	51
	ANEXOS	55

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Situação	6
Figura 2 - Localização	7
Figura 3 - Usinas/Britagens	8
Figura 4 - Jazida.....	9
Figura 5 – Dimensionamento do pavimento	23
Figura 6 – Determinação de espessuras de pavimento	25
Figura 7 - Foto 01	51
Figura 8 - Foto 02.....	52
Figura 9 - Foto 03.....	52
Figura 10 - Foto 04.....	52
Figura 11 - Foto 05.....	53
Figura 12 - Foto 06.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coordenadas UTM de início e fim do trecho.	7
Quadro 2 – Coordenadas geográficas das usinas/britagens.....	8
Quadro 3 – Coordenadas geográficas da jazida.	10
Quadro 4 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego	12
Quadro 5 – Características básicas do projeto geométrico das rodovias vicinais	15
Quadro 6 – Raios que dispensam superelevação.....	18
Quadro 7 – Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas as curvas de transição.....	18
Quadro 8 – Características básicas do projeto geométrico para rodovias estaduais – Parâmetro k.....	19

Quadro 9 – Espessura mínima de revestimento betuminoso	23
Quadro 10 – Coeficiente de equivalência estrutural	24
Quadro 11 – Espessura das camadas	27
Quadro 12 – Coeficiente de rugosidade de Manning para superfícies.....	30
Quadro 13 – Eng. Baptista Gariglio e José Paulo Ferrari.....	33
Quadro 14 – Burkli-Ziegler	34
Quadro 15 – Coeficiente de rugosidade de Manning para materiais.....	36

1 APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar os elementos essenciais ao desenvolvimento e execução de todas as disciplinas de projeto da Estrada Nova Westfália, bem como fornecer as instruções e diretrizes mínimas necessárias para a execução da obra, no que diz respeito aos materiais, equipamentos e mão de obra.

Deverão ser observadas especificações, instruções, normas, entre outros elementos aplicáveis ao serviço, sendo que as prescrições da ABNT serão consideradas como base para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos.

1.1 Descrição da obra

A Estrada Nova Westfália localiza-se no município de Fazenda Vilanova/RS. O trecho projetado possui extensão de 696,33m e largura de 7,00m, totalizando área de 4.874,31m².

O local da intervenção atualmente apresenta camada de rolamento em revestimento primário; a solução aqui proposta consiste na implantação de pavimento asfáltico.

1.2 Equipe técnica

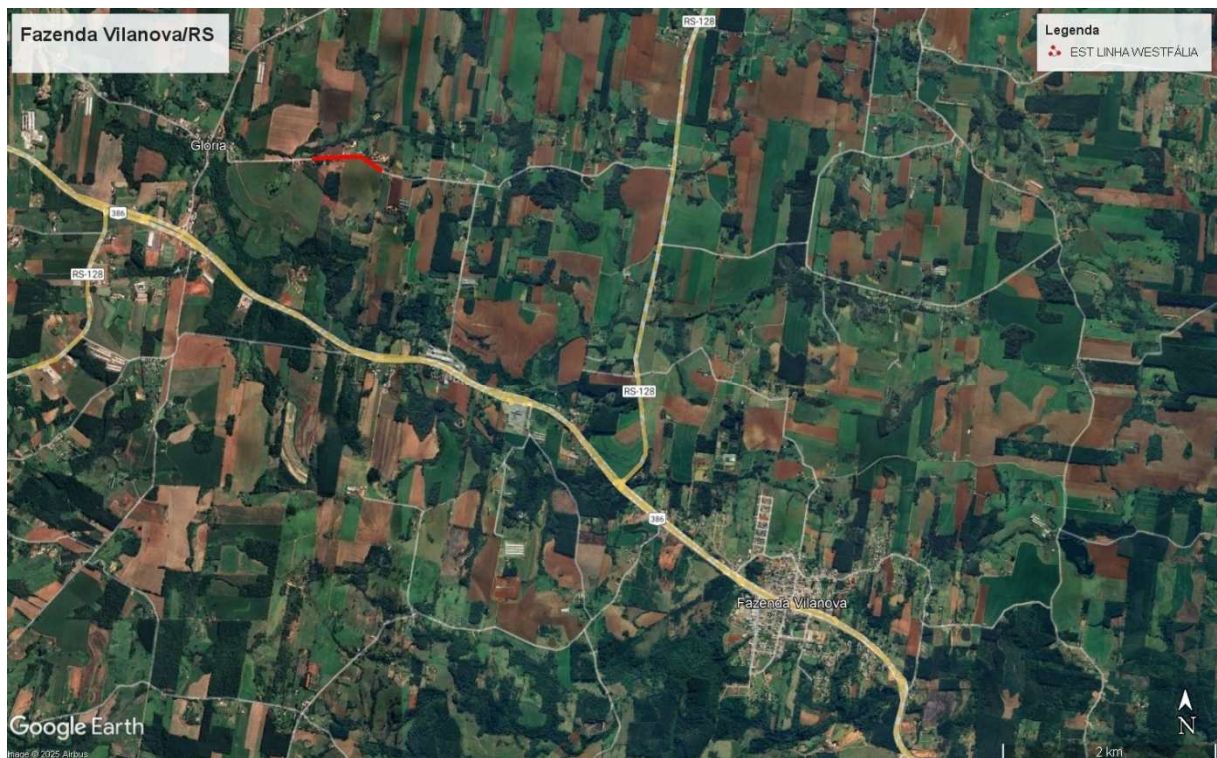
A Responsabilidade Técnica do Projeto Executivo de Engenharia fica a cargo da Engenheira Civil Gabriela T. Lehnen Mendes – CREA RS 212680.

2 MAPAS

2.1 Situação e localização da obra

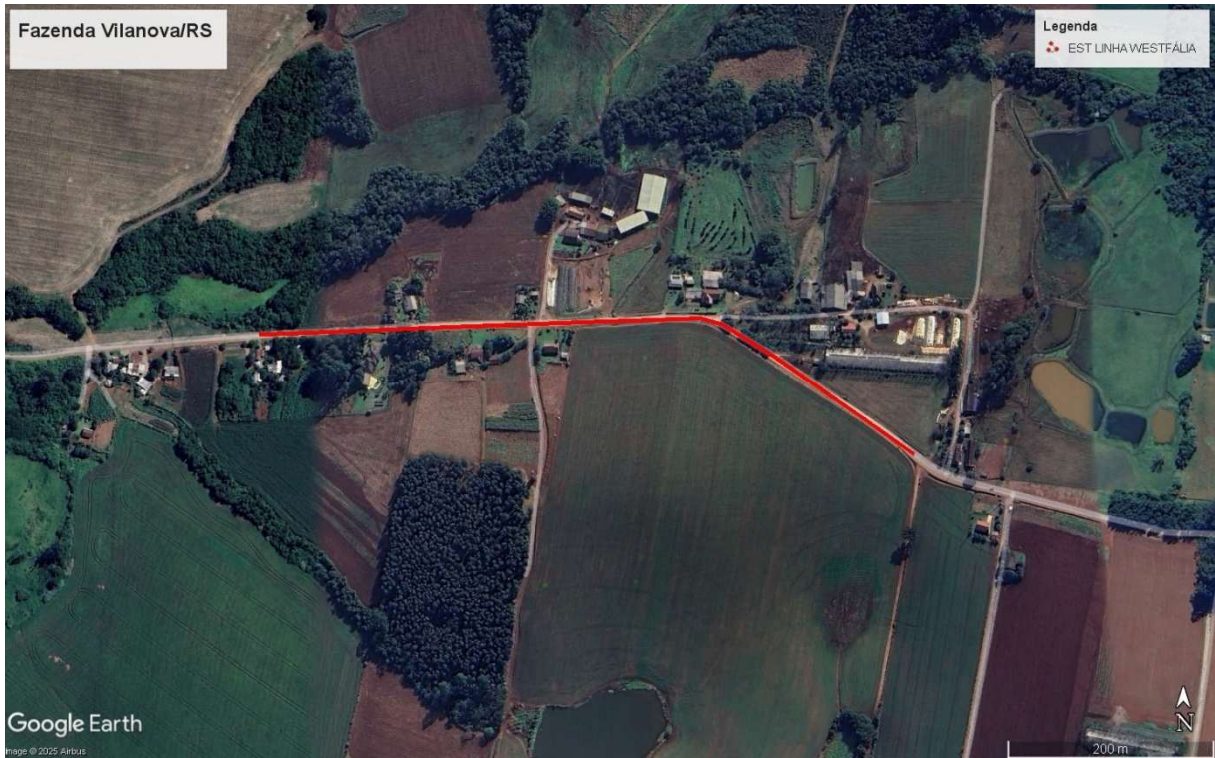
As imagens a seguir, obtidas através do *software* Google Earth, demonstram a Situação e Localização do trecho em questão (Figura 1 e Figura 2).

Figura 1 - Situação



Fonte: Google Earth (2025)

Figura 2 - Localização



Fonte: Google Earth (2025)

As coordenadas UTM de início e fim do trecho são apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1 – Coordenadas UTM de início e fim do trecho.

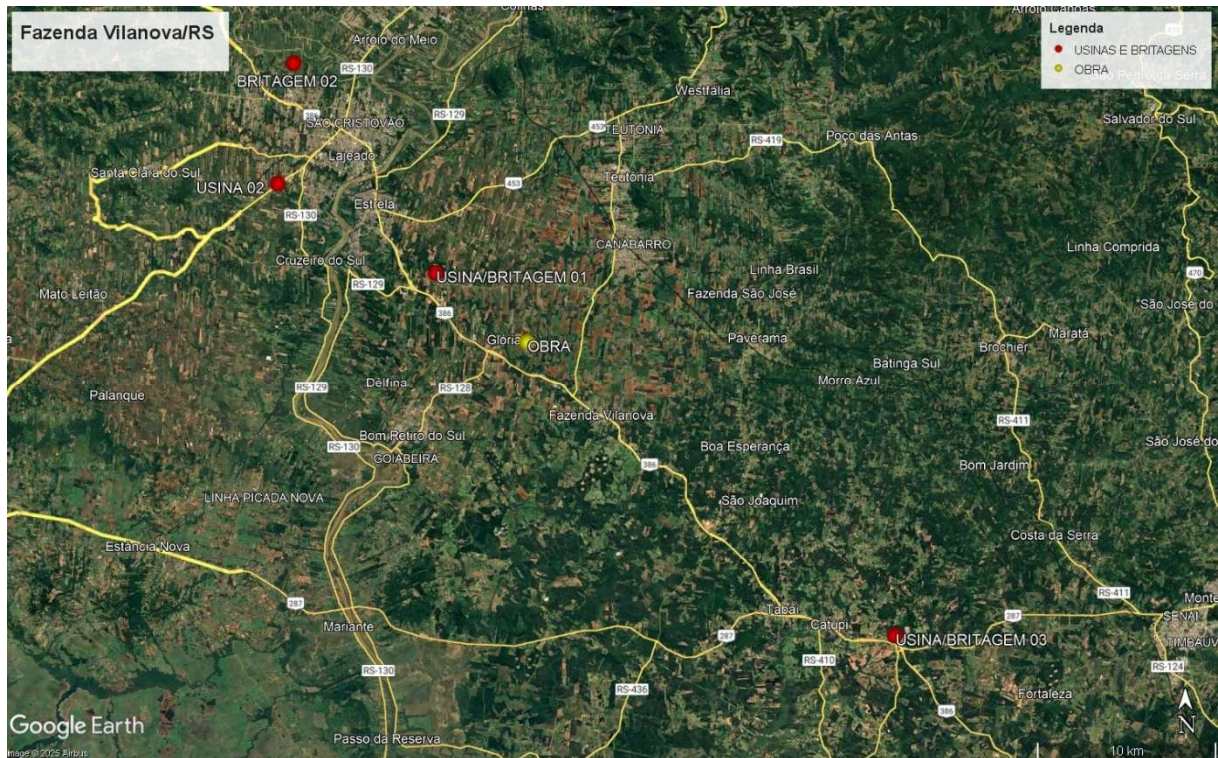
Local	Coordenadas UTM	
	Lat.	Long.
Ponto inicial	6730331.4124	415684.5977
Ponto final	6730216.6832	416340.6399

Fonte: Autor (2025)

2.2 Usina e britagem

A Figura 3, obtida através do *software* Google Earth, apresenta as usinas/britagens adotadas para obtenção da DMT – Distância Média de Transporte utilizada em projeto.

Figura 3 - Usinas/Britagens



Fonte: Google Earth (2025)

O Quadro 2 apresenta as coordenadas geográficas e DMT das usinas/britagens:

Quadro 2 – Coordenadas geográficas das usinas/britagens.

Local	Coordenadas geográficas		DMT (km)
	Lat.	Long.	
Usina/Britagem 01	29°31'22.13"	51°55'7.01"O	11,20
Usina 02	29°28'40.16"	52° 0'32.71"	24,40

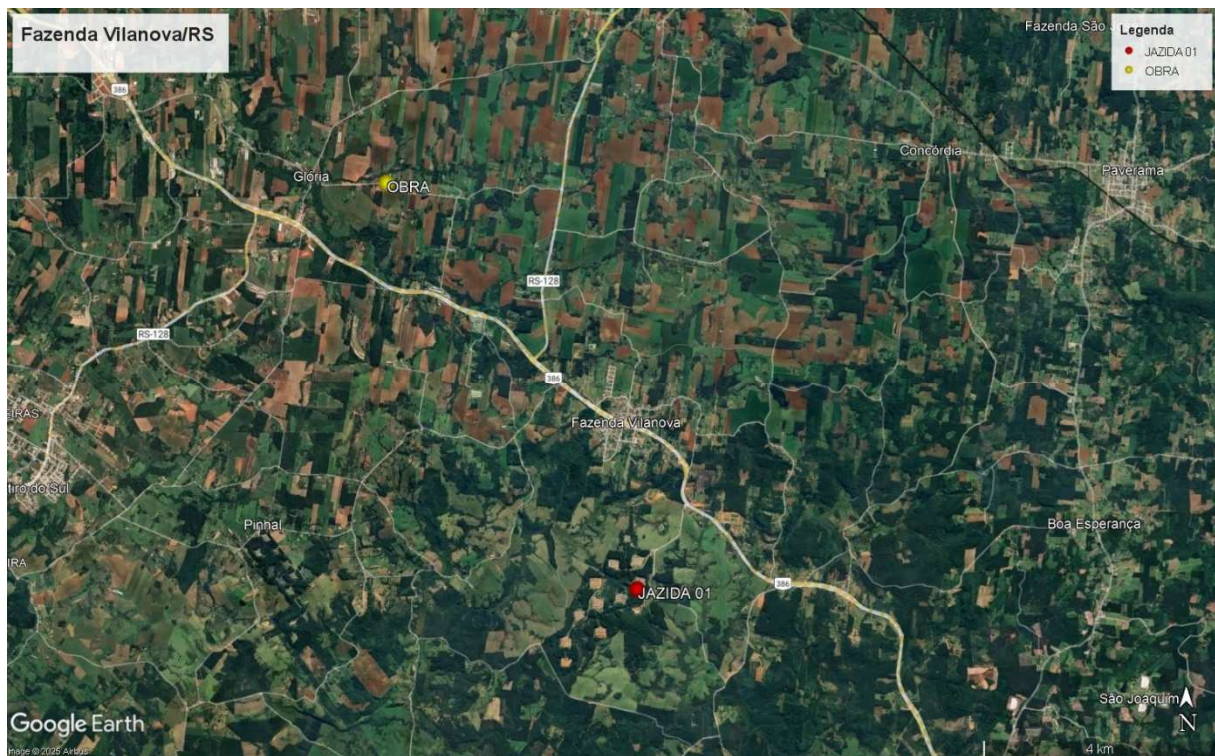
Britagem 02	29°25'2.88"	52° 0'1.54"	28,10
Usina/Britagem 03	29°42'16.90"	51°39'18.10"	31,70

Fonte: Autor (2025)

2.3 Jazida

A Figura 4, obtida através do *software* Google Earth, apresenta a jazida adotada para obtenção da DMT – Distância Média de Transporte utilizada em projeto.

Figura 4 - Jazida



Fonte: Google Earth (2025)

O Quadro 3 apresenta as coordenadas geográficas e DMT da jazida:

Quadro 3 – Coordenadas geográficas da jazida.

Local	Coordenadas geográficas		DMT (km)
	Lat.	Long.	
Jazida 01	29°37'9.66"S	51°49'22.26"O	14,80

Fonte: Autor (2025)

2.4 Bota-fora

Para obtenção da DMT – Distância Média de Transporte utilizada em projeto foi adotado um raio de 1 Km.

3 ESTUDOS

3.1 Estudo topográfico

O levantamento topográfico foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Fazenda Vilanova.

3.2 Estudo de tráfego

3.2.1 Metodologia

Para o estabelecimento do parâmetro "N" (número de operações do eixo padrão de 80 kN) foram adotadas as diretrizes presentes na IP-02 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS desenvolvida pela Prefeitura de São Paulo.

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.

O tráfego previsto será determinado de acordo com as características da rua a ser pavimentada:

- Tráfego Leve - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos;
- Tráfego Médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;

- 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 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos;
- Tráfego Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos;
- Tráfego Muito Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

O Quadro 4 resume os principais parâmetros adotados para a classificação das vias conforme anteriormente descrito. A taxa de crescimento anual adotada é de 5%.

Quadro 4 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente/Veículo	N	N característico
			Veículo leve	Caminhão/Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,5	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	1×10^5
Via local e coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,5	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias coletoras e estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,3	$1,40 \times 10^6$ a $3,10 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,9	$1,00 \times 10^7$ a $3,30 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	10000	1001 a 2000	5,9	$3,30 \times 10^7$ a $6,70 \times 10^7$	5×10^7

Fonte: IP – 02/2004 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS (2004)

3.2.2 Resultados

Com base nas características do trecho em questão, a ele se atribui como função predominante via local e coletora, tráfego previsto médio, resultando num “N” característico de $1,74 \times 10^5$.

3.3 Estudos geotécnicos

O escopo deste projeto não contempla a realização de estudos geotécnicos; o valor do ISC adotado para projeto (ISC_P) foi o mesmo utilizado em projetos anteriores para o mesmo município.

4 PROJETOS

4.1 Geométrico

4.1.1 Introdução

A estrada/rodovia vicinal, à qual o trecho em questão classifica-se, quase sempre de caráter local, atende principalmente ao município que a administra, e dentro de cujos limites normalmente se situa.

As vicinais são em geral estradas municipais, de uma só pista, locais, e de padrão técnico modesto, compatível com o tráfego que as utiliza.

As características geométricas das vicinais são fortemente condicionadas pelo aproveitamento dos traçados existentes, indispensável para que seus custos de construção sejam compatíveis com seu tráfego e função.

As limitações econômicas e infraestrutura lindeira existente levam, em geral, à adoção de um greide próximo do terreno natural. Deste fato decorre, frequentemente, a ocorrência de rampas bastante fortes e curvas horizontais e verticais acentuadas, impossibilitando o atendimento em totalidade às diretrizes vigentes.

Conforme Normas de Projetos Rodoviários – Volume I – Parte I: Projeto Geométrico de Rodovias – 1991 – do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER/RS as estradas/rodovias vicinais classificam-se em:

- Classe A: Rodovia vicinal com VDM > 200 no ano de abertura. Apresenta a pista de rolamento com 7,00 m de largura. As características técnicas são as mesmas da rodovia estadual Classe III. São incluídos nesta categoria os trechos com possibilidades de se tornarem parte futura da malha estadual não constituindo um trecho terminal.
- Classe B: Rodovia vicinal com VDM > 200 no ano de abertura. Apresenta a pista de rolamento com 6,00m de largura, as demais características técnicas são as mesmas da rodovia estadual Classe III. São incluídos nesta categoria somente os trechos terminais, ou seja, isolado a uma localidade, ou ligação.

- Classe C: Rodovia vicinal com VDM de 100 a 200, no ano de abertura, e largura de pista de 6,00m.
- Classe D: Rodovia vicinal de acesso com VDM de 50 a 100, no ano de abertura, e largura de 6,00 m.

Quadro 5 apresenta as demais características de projeto geométrico das rodovias vicinais.

Quadro 5 – Características básicas do projeto geométrico das rodovias vicinais

Características	Regiões	Classes			
		A	B	C	D
Tráfego (VDM para o ano de abertura)	-	>200	>200	100-200	50-100
Velocidade diretriz (km/h)	P	80	80	60	60
	O	60	60	40	40
	M	40	40	30	30
Distância de visibilidade de parada desejável (mínimo)	P	110	110	75	75
	O	75	75	45	45
	M	45	45	30	30
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem (m)	P	560	560	420	420
	O	420	420	270	270
	M	270	270	180	180
Taxa máxima de superelevação (%)	P	8	8	6	6
	O	8	8	6	6
	M	8	8	6	6
Raio mínimo de curvatura horizontal (m)	P	230	230	135	135
	O	125	125	55	55
	M	50	50	25	25
Rampa máxima (%)	P	4	4	5	6
	O	6	6	7	8
	M	8	8	9	10
Largura da faixa de rolamento (m)	-	7,0	6,0	6,0	6,0
Largura mínima do acostamento (m)	-	1,0	1,0	0,5	
Largura da plataforma de terraplenagem (m) (1)	-	9,0 + F	8,0 + F	8,0 + F	6,3 + F
Inclinação transversal da pista em tangente (%)	-	2	2	2	2
Largura da faixa de domínio (m)	P	30	30	30	30
	O	40	40	40	40
	M	50	50	50	50
Observações					
(1) A folga F será de 0,50m para cada semiplataforma de aterro, e de 1,00m para cada semiplataforma de corte					

Fonte: Normas de Projetos Rodoviários – Volume I – Parte I: Projeto Geométrico de Rodovias DAER/RS (1991, p. 21)

O tipo da região pode ser definido considerando a média ponderada das rampas segundo o eixo da rodovia:

- Plana (P): $0\% < i < 2,0\%$
- Ondulada (O): $2,0\% < i < 4,5\%$
- Montanhosa (M): $i > 4,5\%$

As diretrizes utilizadas no dimensionamento dos elementos do projeto geométrico são as presentes no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER (1999).

4.1.2 Resultados

Os parâmetros adotados para o desenvolvimento do projeto geométrico serão apresentados a seguir.

4.1.2.1 Classe

A rodovia foi classificada como Classe C.

4.1.2.2 Região

A região foi classificada como montanhosa.

4.1.2.3 Velocidade

A velocidade diretriz adotada foi de 40km/h.

4.1.2.4 Superelevação

A taxa máxima de superelevação adotada foi de 6%.

O Quadro 6 apresenta os raios das curvas que, por serem tão grandes em relação à velocidade de projeto, dispensam a superelevação.

Quadro 6 – Raios que dispensam superelevação

Velocidade (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥100
Raio (m)	450	800	1250	1800	2450	3200	4050	5000

Fonte: Desconhecida

Para a curva 2 a superelevação foi projetada em parcial desacordo com as diretrizes por não apresentar tangente mínima para correto desenvolvimento de transição entre curvas sequentes. Para as demais curvas, embora necessário, não foi possível projetar superelevação devido à alta proximidade entre os pontos de início e fim das curvas sequentes.

4.1.2.5 Concordância horizontal

Para as deflexões entre tangentes inferiores a $0^{\circ}15'$ são dispensadas as concordâncias com curva horizontal.

Se o raio da curva horizontal for superior aos apresentados no Quadro 7 poderá ser utilizada curva simples.

Quadro 7 – Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas as curvas de transição

Velocidade (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Raio (m)	24	54	95	148	213	290	379	480	592	716	852	1000

Fonte: IP-DE-F00/001 – DER/SP (2005, p. 13)

No entanto, se o raio da curva horizontal for inferior a esses valores, deverão ser utilizadas curvas de transição.

4.1.2.6 Concordância vertical

A função das curvas verticais é concordar as tangentes verticais dos greides.

Serão adotadas parábolas de 2º grau. Essas parábolas são definidas pelo seu parâmetro de curvatura K, que traduz a taxa de variação da declividade longitudinal na unidade do comprimento. O valor de K representa o comprimento da curva no plano horizontal, em metros, para cada 1% de variação na declividade longitudinal.

Para a classificação das rodovias vicinais não há critérios para o parâmetro K, serão utilizados então aqueles atribuídos às rodovias estaduais, Classe IV (Quadro 8).

Quadro 8 – Características básicas do projeto geométrico para rodovias estaduais – Parâmetro k

Características	Regiões	Classes
		IV
Valor mínimo de "k" para curvas verticais convexas - desejável (mínimo)	P	18 (14)
	O	5 (5)
	M	2 (2)
Valor mínimo de "k" para curvas verticais côncavas - desejável (mínimo)	P	17 (15)
	O	7 (7)
	M	4 (4)

Fonte: IP-DE-F00/001 – DER/SP (2005, p. 13)

Quando a diferença algébrica entre rampas for inferior a 0,5% as curvas verticais poderão ser dispensadas.

4.1.2.7 Rampa máxima

Os valores de rampa máxima poderão ser acrescidos de 1% para extensões de até 900,00m em regiões planas, 300,00m em regiões onduladas e 150,00m em regiões montanhosas.

4.1.2.8 Largura da pista

A pista projetada é do tipo simples, com duas faixas de rolamento de sentidos opostos e acostamento. Possui largura total de 7,00m compostos por:

- 2 faixas de 3,00m;
- Acostamento de 0,50m.

4.1.2.9 Inclinação transversal

A inclinação transversal da pista em tangente será de -3,00%, caimento duplo, com a crista situando-se no centro da pista.

4.2 Terraplenagem

4.2.1 Introdução

A terraplenagem consiste basicamente na escavação do terreno, ao longo do eixo da estrada, nos pontos altos, que precisam ser rebaixados para atingir a altura do greide projetado, e o transporte do material escavado, sua descarga e compactação nos pontos baixos, que precisam ser elevados até as cotas do greide.

Difícilmente há uma compensação exata entre os volumes escavados para atingir o greide (cortes) e os volumes depositados e compactados para o mesmo fim (aterros). Quando predominam os primeiros, os volumes excedentes são destinados aos "bota foras". Quando ocorre o inverso, isto é, quando os volumes necessários para a construção dos aterros são maiores do que os escavados nos cortes, recorre-se à escavação de "empréstimos" para a obtenção dos volumes faltantes.

4.2.2 Aterro

O aterro é comumente dividido em duas partes: Corpo de aterro e camada final.

O corpo do aterro é a parte situada sobre o terreno natural até 0,60 metros abaixo da cota correspondente ao greide de terraplenagem. Já a camada final é a parte constituída de material selecionado, com base em preceitos técnico-

econômicos, com 0,60 metros de espessura, situada sobre o corpo do aterro ou sobre o terreno remanescente de um corte e cuja superfície é definida pelo greide de terraplenagem.

Para o corpo do aterro o material deverá apresentar $ISC \geq 2\%$ e expansão $\leq 4\%$; para a camada final expansão $\leq 2\%$. É aconselhada a utilização de material com $ISC \geq 6\%$. Preferencialmente deverão ser utilizados materiais enquadrados nas classificações de 1ª categoria e 2ª categoria; na falta destes, admite-se o emprego de materiais classificados como 3ª categoria.

Conforme recomendação do DER/SP, para os taludes de aterro será mantida a relação H/V de 3:2. Em casos específicos, quando verificado na execução da obra solo com características geotécnicas de baixa estabilidade, deverão ser adotadas inclinações mais seguras.

Quando o subleito apresentar material com $ISC \leq 2\%$ ou expansão $\geq 2\%$ deverá haver a substituição, numa espessura mínima de 1,00 metro, por material de melhor capacidade.

Seguindo as recomendações da ISF-211 – Projeto de Terraplenagem - DNIT, para os taludes de aterro com altura superior a 8,00 metros deverão ser executadas bermas de equilíbrio com plataforma de largura mínima de 4,00 metros e inclinação de 3% direcionada ao corpo do aterro.

4.2.3 Corte

Conforme recomendação do DER/SP, para os taludes de corte será mantida a relação H/V de 1:1. Em casos específicos, quando verificado na execução da obra solo com características geotécnicas de baixa estabilidade, deverão ser adotadas inclinações mais seguras.

Seguindo as recomendações da ISF-211 – Projeto de Terraplenagem - DNIT, para os taludes de corte constituídos de materiais de primeira e segunda categorias com altura superior a 8,00 metros deverão ser executadas banquetas com plataforma de largura mínima de 4,00 metros e inclinação de 3% direcionada para o dispositivo

de drenagem. Para taludes em rocha sã, sem fraturas visíveis, poderão ser aceitas alturas maiores.

4.2.4 Empolamento

Após ser escavada, uma determinada massa de solo natural apresentará um aumento de volume, ou empolamento.

O empolamento utilizado para os materiais argilosos será de 25% e arenosos 12,35% (CADERNO TÉCNICO DE COMPOSIÇÃO PARA ATERROS, BASES, SUB-BASES E IMPRIMAÇÕES, SINAPI, 2018, P. 9).

4.3 Pavimentação

4.3.1 Introdução

O pavimento a ser utilizado será o flexível com revestimento asfáltico e seu dimensionamento dar-se-á pelo método do DNER, o qual tem como base o trabalho "Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume", da autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO.

4.3.2 Materiais

Os materiais a serem utilizados deverão se enquadrar na seguinte classificação:

- Reforço do subleito: Deverá apresentar ISC maior que o do subleito e expansão $\leq 1\%$;
- Sub-base: Deverá apresentar ISC $\geq 20\%$, Índice de Grupo (I.G.) = 0 e expansão $\leq 1\%$;
- Base: Deverá apresentar ISC $\geq 80\%$, expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez $\leq 25\%$ e índice de plasticidade $\leq 6\%$. Caso o limite de liquidez seja superior a 25% e/ou índice de plasticidade seja superior a 6, o material poderá ser empregado

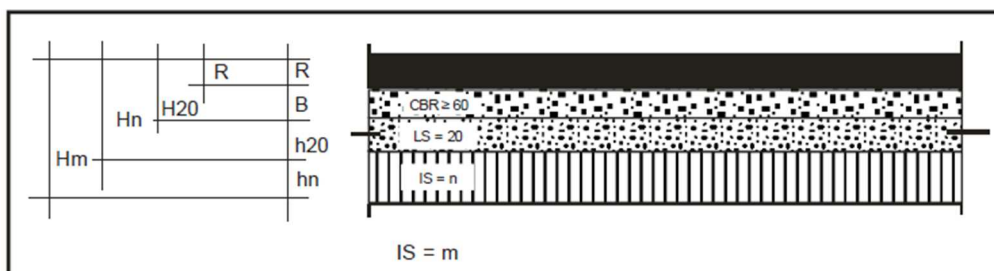
em base (satisfeitas as demais condições) desde que o equivalente de areia seja superior a 30.

4.3.3 Dimensionamento

O dimensionamento do corpo estradal nada mais é que realizar os cálculos para as diferentes camadas que o mesmo terá para resistir e amortecer os impactos provenientes do tráfego.

Conforme apresentado na Figura 5, normalmente a estrutura de pavimentação é composta por revestimento, base, sub-base e reforço do subleito.

Figura 5 – Dimensionamento do pavimento



Fonte: Manual de Pavimentação – IPR 719 - DNIT (2006, p. 149).

4.3.3.1 Espessura do revestimento

Utilizando o Quadro 9 e tendo como parâmetro de entrada o valor estimado do número “N” de $1,74 \times 10^5$, chega-se à conclusão que deverá ser adotado um revestimento de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) na espessura de 4 cm.

Quadro 9 – Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
---	---

$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: Manual de Pavimentação – IPR 719 - DNIT (2006, p. 147)

4.3.3.2 Coeficiente de equivalência estrutural

Segundo Balbo (2007), o Coeficiente de equivalência estrutural de um material é um índice que indica uma relação empírica entre o número estrutural (SN) e a espessura da própria camada, sendo uma média da capacidade relativa do material para atuar como componente estrutural de dado pavimento, dissipando pressões sobre as camadas inferiores.

A AASHTO apresenta diversas formas de se obter o valor do coeficiente estrutural, em geral por meio de correlações com outras propriedades mecânicas dos materiais (ISC, módulo de resiliência, etc.). No Quadro 10 são apresentados os coeficientes estruturais dos materiais normalmente empregados nas camadas do pavimento.

Quadro 10 – Coeficiente de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente 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 betuminoso por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)

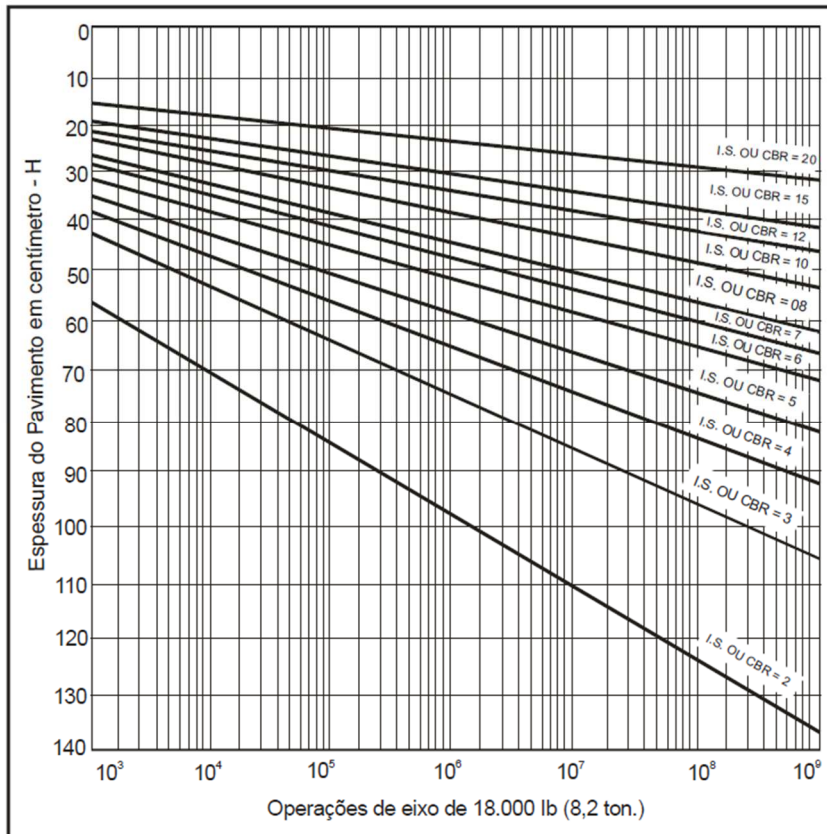
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: Manual de Pavimentação – IPR 719 - DNIT (2006, p. 146)

4.3.3.3 Demais camadas

A Figura 6 fornece a espessura total do pavimento em função do “N” característico e ISC_P ; a espessura fornecida por este gráfico é em termos de material com coeficiente de equivalência (K) = 1,00.

Figura 6 – Determinação de espessuras de pavimento



Fonte: Manual de Pavimentação – IPR 719 - DNIT (2006, p. 149)

A espessura total do pavimento pode também ser obtida através da Equação 2:

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Onde:

H_t : espessura total do pavimento.

Mesmo que o ISC da sub-base seja superior a 20, a espessura do pavimento necessário para protegê-la é determinada como se esse valor fosse 20 e, por esta razão, usam-se sempre os símbolos H_{20} e h_{20} para designar as espessuras de pavimento sobre a sub-base e a espessura de sub-base, respectivamente. Os símbolos B e R designam, respectivamente, as espessuras de base e de revestimento.

Determinadas as espessuras H_m , H_n e H_{20} pela Equação 2 e R pelo Quadro 15, as espessuras de base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_S + h_n \times K_{Ref} \geq H_m$$

Onde:

K_R : coeficiente estrutural do revestimento;

K_B : coeficiente estrutural da base;

K_S : coeficiente estrutural da sub-base;

K_{Ref} : coeficiente estrutural do reforço.

Conforme Manual de Pavimentação – IPR 719 - DNIT, a espessura construtiva mínima para as camadas granulares deverá ser de 0,15m. As espessuras máxima e mínima de compactação para essas camadas serão de 0,20m e 0,10m, respectivamente.

As espessuras obtidas são mostradas no

Quadro 11; o ANEXO 1 apresenta o dimensionamento completo.

Quadro 11 – Espessura das camadas

Camada	Espessuras (cm)		Coeficiente de Equivalência
	Real	Estrutural	
Revestimento (R)	4,0	8,0	2,00
Base (B)	16,0	16,0	1,00
Sub-base (h_{20})	20,0	18,0	0,90

Total	40,0	42,0	
-------	------	------	--

Fonte: Autor (2025)

4.4 Drenagem

4.4.1 Drenagem

Sistema de drenagem é o conjunto de dispositivos que tem como objetivos garantir a integridade do corpo estradal e do seu entorno bem como a segurança dos usuários da via.

4.4.1.1 Precipitação de projeto

As precipitações de projeto são normalmente determinadas a partir de relações intensidade-duração-frequência (curvas IDF) da bacia contribuinte. Expressas sob a forma de equações, as curvas IDF fornecem a intensidade da precipitação para qualquer duração e período de retorno. Para obtenção da intensidade foi utilizada a Equação 3:

$$i = \frac{K \cdot TR^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

i: Intensidade pluviométrica, em mm/h;

TR: Tempo de retorno, em anos;

tc: Tempo de concentração, em minutos;

K, a, b e c: Parâmetros da Equação IDF.

Os parâmetros da Equação IDF foram obtidos no *software* Plúvio 2.1, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Para o projeto em questão foram utilizados os dados da estação de Porto Alegre:

K: 627,54

a: 0,31

b: 7,9

c: 0,74

O risco de uma vazão ou precipitação é entendido como a probabilidade p de ocorrência de um valor igual ou superior num ano qualquer. O período de retorno TR é o inverso da probabilidade p e representa o tempo, em média, que este evento tem chance de se repetir. Serão adotados os riscos utilizados pelo DAER/RS conforme apresentado em RT-EHD-01/17 – Recomendação técnica para elaboração de estudos hidrológicos e projetos de drenagem e de obras de arte correntes de rodovias estaduais; são eles:

- Drenagem superficial: 5 anos;
- Transposição de talvegues: bueiros tubulares 10 anos, bueiros celulares 20 anos;
- Pontes: 100 anos.

Com base neste, o período de retorno utilizado foi de 10 anos para os bueiros de grota e 5 anos para as sarjetas.

O tempo de concentração é o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que toda a bacia contribui para a vazão na seção estudada. Existem vários métodos indicados para a determinação dos tempos de concentração das bacias hidrográficas; para os bueiros de grota o método escolhido, por apresentar bons resultados tanto para bacias urbanas quanto rurais e ser o indicado para o Método Racional com Coeficiente de retardo em bacias de área inferior a 4,0km², será Kirpich (EQUAÇÃO 4).

$$t_c = 0,0663 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

Onde:

t_c : Tempo de concentração, em horas;

L: Comprimento do talvegue, em Km;

S: Declividade, em m/m.

Para a drenagem superficial o método adotado para determinação do tempo de concentração será Onda Cinemática – Manning. Este método se aplica ao escoamento de pequenas profundidades sobre superfícies. Sua determinação se dá pela equação abaixo (EQUAÇÃO 4).

$$tc = \frac{5,474 \cdot (n \cdot L)^{0,8}}{P_{24}^{0,5} \cdot S^{0,4}}$$

Onde:

tc: Tempo de concentração, em minutos;

S: Declividade, em m/m;

n: Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;

L: Comprimento do escoamento, em m;

P₂₄: Precipitação com 24 horas de duração, em mm.

Os valores do coeficiente de rugosidade de Manning para diferentes tipos de superfície são demonstrados no Quadro 12.

Quadro 12 – Coeficiente de rugosidade de Manning para superfícies

Características	n
Concreto, asfalto, pedregulhos ou solo exposto	0,011
Solos sem cultivo	0,050
Solos cultivados	
Resíduos cobrem < 20%	0,150
Resíduos cobrem > 20%	0,240
Gramma nativa, alfafa, etc.	0,410
Pastagens naturais	0,130
Florestas	
Vegetação rasteira esparsa	0,013
Vegetação rasteira densa	0,016

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana – Manual de Drenagem Urbana – Volume VI – Prefeitura Municipal de Porto Alegre – DEP – Departamento de Esgotos Pluviais (2005, Anexo D).

4.4.1.2 Método racional

O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias de até 10 km². Embora o DAER também seja adepto dessa orientação, muitos autores recomendam que o Método Racional seja adotado para bacias de até 2 km² e para o intervalo de 2 km² a 10 km² seja utilizado o Método Racional com coeficiente de retardo.

A grande diferença do Método Racional Modificado para o Método Racional é a presença do coeficiente de retardo aplicado na equação, o qual reduz a vazão de projeto calculada visto que o método racional pode superestimar a vazão de projeto para áreas de contribuição superiores a 2 km².

Os princípios básicos dos métodos são:

- A duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia. Admite-se que a bacia é pequena para que essa condição aconteça, pois a duração é inversamente proporcional à intensidade;
- Adota um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado com base nas características da bacia;
- Não considera perdas iniciais;
- Não considera distribuição espacial e temporal;
- Não considera umidade antecedente da bacia.

Neste projeto será adotado o Método Racional para áreas de até 1 hectare, para áreas maiores será adotada o Método Racional com coeficiente de retardo.

A equação para o Método Racional é a seguinte (EQUAÇÃO 5):

$$Q = 0,0028 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q: Vazão máxima, em m³/s;

C: Coeficiente de deflúvio, adimensional;
i: Intensidade pluviométrica, em mm/h;
A: Área da bacia, em hectares.

Para o Método Racional com coeficiente de retardo a equação utilizada é a que segue (EQUAÇÃO 6):

$$Q = 0,28 . C . i . A . \emptyset$$

Onde:

Q: Vazão máxima, em m³/s;
C: Coeficiente de deflúvio, adimensional;
i: Intensidade pluviométrica, em mm/h;
A: Área da bacia, em km²;
 \emptyset : Coeficiente de retardo.

O coeficiente de retardo é obtido através da equação abaixo (EQUAÇÃO 7):

$$\emptyset = \frac{1}{(100 . A)^{\frac{1}{n}}}$$

Onde:

A: Área da bacia, em km².

Para n são adotados os seguintes valores:

- n = 4, pequenas declividades, inferiores a 0,5%;
- n = 5, médias declividades, entre 0,5% e 1%;
- n = 6, fortes declividades, superiores a 1%.

Os coeficientes de escoamento de acordo com o tipo de ocupação foram determinados conforme o recomendado na apostila Drenagem de Rodovias – Estudos Hidrológicos e Projetos de Drenagem do Eng. Marcos Augusto Jabôr. O Quadro 13

apresenta os coeficientes do Eng. Baptista Gariglio e José Paulo Ferrari; no Quadro 14 são indicados os coeficientes de Burkli-Ziegler.

Para os tempos de retorno utilizados na microdrenagem, não existe variação desses coeficientes em relação a estes. A variação com a intensidade da precipitação também não é considerada, já que é uma das premissas utilizadas pelo método.

Quadro 13 – Eng. Baptista Gariglio e José Paulo Ferrari

Tipo de solo, permeabilidade e cobertura vegetal	C
Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,70 a 0,85
Solo rochoso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,65 a 0,80
Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,60 a 0,75
Solo rochoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,55 a 0,70
Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação rala	0,50 a 0,65
Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com vegetação densa	0,45 a 0,60
Solo argiloso, de baixa permeabilidade, com floresta	0,40 a 0,55
Solo argiloso-arenoso, de média permeabilidade, com vegetação rala	0,35 a 0,50
Solo argiloso-arenoso, de média permeabilidade, com vegetação densa	0,30 a 0,45
Solo argiloso-arenoso, de média permeabilidade, com floresta	0,25 a 0,40
Solo argiloso-arenoso, de alta permeabilidade, com vegetação rala	0,20 a 0,35
Solo argiloso-arenoso, de alta permeabilidade, com vegetação densa	0,15 a 0,30
Solo argiloso-arenoso, de alta permeabilidade, com floresta	0,10 a 0,25

Fonte: Drenagem de Rodovias – Estudos Hidrológicos e Projetos de Drenagem – Eng. Marcos Augusto Jabôr (2022, p. 55).

Quadro 14 – Burkli-Ziegler

Tipo de ocupação	C
Áreas densamente construídas	0,70 a 0,75
Zonas residenciais comuns	0,55 a 0,65
Zonas urbanas (região montanhosa)	0,30 a 0,45
Campos de cultura (região plana)	0,20 a 0,30
Parques, jardins (plana com alagadiço)	0,15 a 0,25

Fonte: Drenagem de Rodovias – Estudos Hidrológicos e Projetos de Drenagem – Eng. Marcos Augusto Jabôr (2022, p. 55).

4.4.1.3 Dimensionamento

4.4.1.3.1 Bueiros de grotá

O diâmetro necessário para a tubulação será determinado através da Equação 6:

$$D = 1,55 \cdot \left(\frac{n \cdot Q}{\sqrt{S}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Onde:

D: Diâmetro necessário, em m;

Q: Vazão de projeto, em m³/s;

n: Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;

S: Declividade do conduto, em m/m.

Será adotado o diâmetro comercialmente disponível mais próximo e sempre superior ao calculado. As seções possíveis, conforme o DAER, são: 0,60m, 0,80m, 1,00m, 1,20m e 1,50m, podendo ser do tipo simples, dupla ou tripla. Para bueiros de acesso será permitida seção com diâmetro 0,40m.

A vazão suportada pela seção plena adotada é calculada pela Equação 7:

$$Q_{plena} = \frac{\pi \cdot D_{adot}^2}{4} \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{D_{adot}}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{S}$$

Onde:

Q_{plena} : Vazão plena, em m³/s;

D_{adot} : Diâmetro adotado, em m;

n : Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;

S : Declividade do conduto, em m/m.

A velocidade do escoamento para a seção plena é determinada através da Equação 7:

$$V_p = \frac{Q_{plena}}{\pi \cdot \frac{D_{adot}^2}{4}}$$

Onde:

V_p : Velocidade para a seção plena, em m/s;

Q_{plena} : Vazão plena, em m³/s;

D_{adot} : Diâmetro adotado, em m.

A velocidade de projeto é definida através do valor equivalente à relação $\frac{V}{V_p}$.

Os valores do coeficiente de rugosidade de Manning para diferentes tipos de revestimento das paredes dos condutos são demonstrados no Quadro 15.

Quadro 15 – Coeficiente de rugosidade de Manning para materiais

Características	n
Canais revestidos	
Canais retilíneos com grama de até 15 cm de altura	0,30 - 0,40
Canais retilíneos com capim de até 30 cm de altura	0,30 - 0,060
Galerias de concreto	
Pré-moldado com bom acabamento	0,011 - 0,014
Moldado no local com formas metálicas simples	0,012 - 0,014
Moldado no local com formas de madeira	0,015 - 0,020
Sarjetas	
Asfalto suave	0,013
Asfalto rugoso	0,016
Concreto suave com pavimento de asfalto	0,014
Concreto rugoso com pavimento de asfalto	0,015
Pavimento de concreto	0,014 - 0,017
Pedras	0,017

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana – Manual de Drenagem Urbana – Volume VI – Prefeitura Municipal de Porto Alegre – DEP – Departamento de Esgotos Pluviais (2005, Anexo F).

4.4.1.3.2 Drenagem superficial

Para a determinação da velocidade de escoamento é utilizada a Fórmula de Manning (EQUAÇÃO 6):

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i}$$

Onde:

V: Velocidade de escoamento, em m/s;

R_h: Raio hidráulico, em m;

n: Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;

i: Declividade média, em m/m.

O raio hidráulico é calculado utilizando-se a Equação 6:

$$R_h = \frac{A}{P}$$

Onde:

R_h: Raio hidráulico, em m;

A: Área molhada, em m²;

P: Perímetro molhado, em m.

Os valores do coeficiente de rugosidade de Manning para diferentes tipos de revestimento das paredes dos condutos são demonstrados no quadro anterior.

A vazão suportada pela sarjeta adotada é determinada pela Equação 7:

$$Q_{adm} = V \cdot A$$

Onde:

Q_{adm}: Vazão admissível, em m³/s;

V: Velocidade de escoamento, em m/s;

A: Área da seção, em m².

4.4.1.4 Critérios de projeto

4.4.1.4.1 Bueiros de grotas

Os principais critérios a serem observados no dimensionamento dos bueiros de grotas são os seguintes:

- Período de retorno (TR): 10,0 anos;
- Coeficiente de escoamento superficial (C): 0,60
- Velocidade mínima de escoamento na tubulação: 0,75 m/s;
- Velocidade máxima de escoamento na tubulação: 4,0 m/s;
- Lâmina máxima : 75%;
- Diâmetro mínimo da tubulação: DN 600 mm para bueiros de grotas, DN 400 mm para bueiros de acesso;
- Material da tubulação: concreto;
- Coeficiente de Manning (n): 0,013.

4.4.1.4.2 Drenagem superficial

Os principais critérios a serem observados no dimensionamento da drenagem superficial são os seguintes:

- Período de retorno (TR): 5,0 anos;
- Coeficiente de escoamento superficial (C): 0,60
- Velocidades admissíveis (m/s):
 - Sem revestimento: $v < 1,20$;
 - Revestimento em grama: $v < 1,80$;
 - Revestimento em concreto: $v < 4,00$;
- Coeficiente de Manning (n):
 - Sem revestimento: 0,023;
 - Grama: 0,04;
 - Concreto: 0,013.

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

SERVICIOS PRELIMINARES

PLACA DE OBRA

A placa de obra tem por objetivo informar à população e aos usuários da via os dados da obra. A placa deverá ser fixada em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento, devendo respeitar as seguintes medidas: 2,00m x 3,00m, atendendo aos padrões do órgão financiador da obra.

MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

É composta pelo deslocamento dos equipamentos e pessoal até a obra e o posterior retorno. Os equipamentos que não forem auto propelidos serão levados à obra através de caminhão prancha. Seguindo as diretrizes do DNIT - Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 09 - Mobilização e Desmobilização, será considerada como origem o centro da capital estadual mais próxima e como destino o local da obra.

LOCAÇÃO DE BANHEIRO QUÍMICO

Consiste na locação de banheiro químico para utilização na obra.

SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DE OBRA

Contempla os materiais necessários para a sinalização e segurança da obra, tais como: cone, cavalete, etc. Sua execução deverá seguir o disposto no CONTRAN – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VII – Sinalização Temporária.

ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRA

A administração local da obra é formada por equipe que fará o acompanhamento e administração da obra, como: engenheiro, encarregado,

apontador e demais pessoas necessárias. Custos de escritório e veículos também compõem o valor da administração local.

TERRAPLENAGEM

ESCAVAÇÃO EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA, EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE

Cortes configuram a retirada mecanizada de solos, cuja implantação requer escavação do terreno natural, ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto, que definem o corpo estradal. A escavação deverá ser realizada até o greide de terraplenagem indicado no projeto. Posteriormente o material removido deverá ser carregado e transportado até bota-fora conforme DMT indicada no projeto. A execução do serviço deverá seguir a especificação de serviço DNIT 106/2009 – ES. A liberação ambiental da área do bota-fora para este tipo de material e quaisquer ônus financeiros ficarão por conta da Contratante.

CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Refere-se à carga, manobra e descarga do material escavado.

TRANSPORTE DO MATERIAL ESCAVADO - BOTA-FORA

O material excedente da escavação será transportado através de caminhões basculantes até o bota-fora.

ESPALHAMENTO DE MATERIAL COM TRATOR DE ESTEIRAS

O material depositado em bota-fora deverá ser espalhado no local, com a utilização de motoniveladora ou trator de esteira, para sua melhor conformação.

REMOÇÃO DE SOLOS DE BAIXA CAPACIDADE DE SUPORTE, EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE

Este serviço se dá pela escavação de materiais instáveis, apresentados em

geral nos bordos da pista. Essa instabilidade do solo ocorre geralmente por excessiva umidade, aeração inviável, e/ou por características intrínsecas de baixa capacidade de suporte. A remoção se faz necessária uma vez que a permanência destes materiais afeta o bom desempenho do pavimento existente. A remoção é feita com a utilização de mini escavadeira, retroescavadeira ou escavadeira hidráulica, dependendo da dimensão da mesma. Após a remoção, o material removido deverá ser carregado e transportado até bota-fora conforme DMT indicada no projeto. A liberação ambiental da área do bota-fora para este tipo de material e quaisquer ônus financeiros ficarão por conta da Contratante.

CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAL REMOVIDO

Refere-se à carga, manobra e descarga do material removido.

TRANSPORTE DO MATERIAL REMOVIDO - BOTA-FORA

O material proveniente da remoção será transportado através de caminhões basculantes até o bota-fora.

ESPALHAMENTO DE MATERIAL COM TRATOR DE ESTEIRAS

O material depositado em bota-fora deverá ser espalhado no local, com a utilização de motoniveladora ou trator de esteira, para sua melhor conformação.

EXECUÇÃO DE ATERRO, COM MATERIAL PROVENIENTE DO CORTE

Aterros são realizados quando a implantação requer depósito de materiais, no interior dos limites das seções do projeto, que definem o corpo estradal, a fim de se obter a altura do greide previsto no projeto de terraplenagem. Quando o material proveniente do corte possuir boa qualidade e quantidade suficiente, o mesmo poderá ser utilizado nos locais onde haverá a necessidade de aterro. Caso contrário o aterro deverá ser constituído por material proveniente de jazida/empréstimo. A execução do aterro deverá seguir as definições da especificação de serviço DNIT 108/2009 – ES.

EXECUÇÃO DE ATERRO, COM MATERIAL PROVENIENTE DE JAZIDA

Aterros são realizados quando a implantação requer depósito de materiais, no interior dos limites das seções do projeto, que definem o corpo estradal, a fim de se obter a altura do greide previsto no projeto de terraplenagem. Quando o material proveniente do corte não possuir boa qualidade ou quantidade suficiente, o aterro deverá ser composto por material proveniente de jazida/empréstimo. A DMT da jazida está indicada no projeto e o licenciamento ambiental da área bem como quaisquer ônus financeiros ficarão por conta da Contratante. A execução do aterro deverá seguir as definições da especificação de serviço DNIT 108/2009 – ES.

CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MATERIAL PROVENIENTE DE JAZIDA

Refere-se à carga, manobra e descarga do material proveniente de jazida.

TRANSPORTE DO MATERIAL ESCAVADO - JAZIDA

O material proveniente de jazida será transportado através de caminhões basculantes até o local da obra.

REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO

Este serviço destina-se a conformar a via, transversal e longitudinalmente, atendendo às larguras e cotas constantes no projeto. Compreendendo cortes e aterros de até 20cm de espessura, executados com equipamentos adequados. A fim de se obter uma correta execução do serviço e controle de qualidade, o mesmo deve atender às exigências da especificação DNIT 137/2010 – ES.

MICRODRENAGEM

ESCAVAÇÃO MECANIZADA EM VALA - MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Consiste na escavação do terreno de acordo com a profundidade necessária para instalação de rede de drenagem pluvial, seguindo as cotas e caimentos necessários para um escoamento adequado. A escavação das valas será efetuada

através da utilização de retroescavadeiras ou escavadeiras hidráulicas, nas larguras indicadas em projeto. O material removido poderá ser reaproveitado, se em boas condições, para o reaterro da vala. O excedente poderá ser carregado para encaminhamento ao bota-fora, cuja DMT está indicada no projeto. A liberação ambiental da área do bota-fora para este tipo de material e quaisquer ônus financeiros ficarão por conta da Contratante.

TRANSPORTE DO MATERIAL ESCAVADO - BOTA-FORA

O material excedente da escavação será transportado através de caminhões basculantes até o bota-fora.

ESPALHAMENTO DE MATERIAL COM TRATOR DE ESTEIRAS

O material depositado em bota-fora deverá ser espalhado no local, com a utilização de motoniveladora ou trator de esteira, para sua melhor conformação.

REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DA VALA

Quando a escavação atingir a cota indicada em projeto, deverá ser feita e limpeza e regularização do fundo da vala, para que a tubulação se acomode de forma adequada, estabelecendo assim de forma precisa as declividades e cotas de fundo projetadas. A regularização será realizada de forma manual, juntamente da utilização de compactador de solos de percussão.

CAMADA DE BRITA PARA ASSENTAMENTO DOS TUBOS

Após concluída a abertura e regularização das valas, deverá ser espalhado um lastro de brita 1 ou 2 com 10cm de espessura em toda sua área, sobre o qual a tubulação será assentada.

TRANSPORTE DE BRITA

O transporte da brita será realizado através da utilização de caminhões basculantes, da pedreira até a obra conforme DMT indicada no projeto.

TUBULAÇÃO

A rede de drenagem pluvial será composta por tubos de concreto com seção circular, tipo macho e fêmea ou ponta e bolsa, rejuntados com argamassa, utilizando traço mínimo de 1:4, conforme dispõe a especificação DNER-ES 330/97, aplicada de forma a garantir a estanqueidade da rede. Os tubos podem ser do tipo simples ou armado, conforme especificado no projeto. Serão assentados sobre lastro de brita devidamente espalhado e regularizado. Os procedimentos quanto à execução completa do serviço devem seguir a especificação DNIT 023/2006 – ES.

REATERRO DE VALA PLUVIAL COMPACTADO

O reaterro das valas deverá ser realizado após a instalação da tubulação, sendo utilizado, preferencialmente, o próprio material da escavação da vala, desde que seja de boa qualidade, não sendo admitida a utilização de materiais com qualidade inferior a do terreno adjacente. Para a execução deste serviço utilizam-se ferramentas manuais e compactador de solos de percussão ou placas vibratórias. O procedimento completo deve atender as especificações DAER-ES-D 11/91 no que diz respeito ao reaterro das valas.

CAIXA DE PASSAGEM - TAMPA DE CONCRETO

Dispositivo construído em alvenaria de bloco de concreto ou pedra grês, assentados com argamassa, utilizando traço mínimo de 1:4 e rebocado internamente. Será executado sobre lastro de brita 1 ou 2 de 5cm e concreto magro também de 5cm. Sua função é proporcionar o desvio e mudanças de direção da rede pluvial sempre que houver necessidade. A conexão junto à rede condutora deverá ser ajustada na entrada e/ou saída da tubulação na alvenaria executada, através de rejunte com argamassa, garantindo a estanqueidade da rede. As caixas de passagem terão as dimensões conforme indicado em projeto, podendo sua altura ter uma variação conforme as características e a necessidade do terreno no local. O tipo “passagem” consiste com tampa de concreto armado, fck 20Mpa, instalada no pavimento, conforme detalhamento apresentado no projeto.

BOCA DE BUEIRO

Dispositivo cuja função é captar e transferir as águas para os bueiros e/ou direcionar a saída dos mesmos para o local de deságue, além de proteger a montante e jusante dos tubos de obstruções e possíveis avarias. Deverá ser construído em alvenaria de bloco de concreto ou pedra grês, assentados com argamassa, utilizando traço mínimo de 1:4, sendo executado sobre lastro de concreto magro. Suas dimensões variam conforme o diâmetro da rede, devendo seguir a indicação do projeto.

TESTADA

Dispositivo cuja função é captar e transferir as águas para os bueiros e/ou direcionar a saída dos mesmos para o local de deságue, além de proteger a montante e jusante dos tubos de obstruções e possíveis avarias. Deverá ser construído em alvenaria de bloco de concreto ou pedra grês, assentados com argamassa, utilizando traço mínimo de 1:4.

SARJETAS

Dispositivo de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento, destinados a interceptar os deflúvios cujo escoamento pelo talude pode comprometer a estabilidade do mesmo e a integridade do pavimento. As sarjetas serão revestidas em grama, podendo inclusive possuir formato diferente do projeto, desde que possua área equivalente. A execução deverá seguir a Especificação DNIT 018/2004 – ES.

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

EXECUÇÃO DE CAMADA DE BRITA ANTI-EXTRUSIVA - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE

Tem por objetivo realizar o bloqueio da estrutura na superfície da terraplenagem concluída através da aplicação de uma camada de brita nº 2 com 3cm de espessura. Deverá ser executada com a utilização de equipamentos mecânicos, como motoniveladora e carregadeira.

CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE BRITA ANTI-EXTRUSIVA

Refere-se a carga, manobra e descarga do material entregue na obra.

TRANSPORTE DE BRITA

O transporte da brita será realizado através da utilização de caminhões basculantes, da pedreira até a obra conforme DMT indicada no projeto.

EXECUÇÃO DE SUB-BASE COM MACADAME - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE

Consiste na camada de sub-base do pavimento, a qual receberá sobre ela a camada de base do pavimento. Será composta por agregado graúdo devidamente compactado e com seus vazios preenchidos por material de enchimento. A sua execução deverá respeitar as dimensões, cotas e inclinações indicadas em projeto bem como atender as exigências constantes na especificação DAER-ES-P 03/91.

CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE MACADAME

Refere-se a carga, manobra e descarga do material entregue na obra.

TRANSPORTE DE MACADAME

O transporte do macadame será realizado através da utilização de caminhões basculantes, da pedreira até a obra conforme DMT indicada no projeto.

EXECUÇÃO DE BASE COM BRITA GRADUADA - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE

Consiste na camada de base pavimento, a qual receberá sobre ela o revestimento do pavimento. Será composta por brita graduada devidamente compactada. A sua execução deverá respeitar as dimensões, cotas e inclinações indicadas em projeto bem como atender as exigências constantes na especificação DAER-ES-P 08/91.

CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE BRITA GRADUADA

Refere-se a carga, manobra e descarga do material entregue na obra.

TRANSPORTE DE BASE DE BRITA GRADUADA

O transporte da base de brita graduada será realizado através da utilização de caminhões basculantes, da pedreira até a obra conforme DMT indicada no projeto.

IMPRIMAÇÃO COM CM-30, INCLUSIVE ASFALTO E TRANSPORTE

Consiste na aplicação de asfalto diluído CM-30 sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. Para a correta execução do serviço e controle tecnológico, o mesmo deve seguir as exigências da especificação de serviço do DNIT 144/2014-ES.

PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-2C, INCLUSIVE ASFALTO E TRANSPORTE

Consiste na aplicação de emulsão asfáltica RR-2C sobre a superfície da base concluída ou revestimento asfáltico anteriormente à execução de uma camada de revestimento asfáltico, objetivando promover condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. Para a correta execução do serviço e controle tecnológico, o mesmo deve seguir as exigências da especificação de serviço do DNIT 145/2012-ES.

CONCRETO BETUMINOSO USINADO QUENTE - CBUQ, FORNECIMENTO E EXECUÇÃO

A camada de rolamento do pavimento será executada em revestimento asfáltico - CBUQ, atendendo a espessura indicada no projeto. O CBUQ será composto por agregados e cimento asfáltico CAP 50/70, através da dosagem adequada destes materiais estabelecidas em projeto de CBUQ. Para a correta execução dos serviços e controle tecnológico, a contratada deverá atender às exigências da especificação de serviço DNIT 031/2006 – ES, a qual estabelece a sistemática a ser empregada na produção de misturas asfálticas para a construção de camadas do pavimento de estradas de rodagem, respeitando também os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto. O controle da produção e execução de CBUQ deverá ser realizado através da coleta de amostras e apresentação de ensaios, com a respectiva ART do responsável técnico, devendo ser apresentados os seguintes dados: controle da quantidade de ligante, controle da graduação da mistura, controle da temperatura da mistura e controle das características da mistura (Marshall).

CARGA DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO QUENTE

Refere-se a carga do concreto betuminoso usinado a quente.

TRANSPORTE DE CBUQ

Consiste no transporte de CBUQ da usina até a obra, através da utilização de caminhões basculantes, de acordo com a DMT indicada em projeto.

TRANSPORTE DE MATERIAIS ASFÁLTICOS

Consiste no transporte dos materiais asfálticos da refinaria até a usina, através da utilização de caminhões tanques específicos para este fim, de acordo com a DMT indicada em projeto.

SINALIZAÇÃO

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL TINTA ACRÍLICA (L=10CM)

A sinalização horizontal será representada através de linhas longitudinais, aplicadas de acordo com o projeto, a fim de propiciar condições de segurança e conforto aos usuários da via, ordenando as faixas de tráfego. Sua aplicação deverá seguir do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal.

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL - ÁREAS ESPECIAIS – FAIXAS DE SEGURANÇA

A sinalização horizontal – áreas especiais – faixas de segurança - será representada através de faixas de segurança e de retenção, aplicadas de acordo com o projeto, a fim de propiciar condições de segurança e conforto aos usuários da via, demarcando os locais para a travessia de pedestres. Sua aplicação deverá seguir do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal.

PLACA DE SINALIZAÇÃO

As placas de sinalização são dispositivos que serão implantados ao lado da via, com o objetivo de transmitir mensagens aos usuários da mesma. As placas poderão ser de regulamentação, advertência ou indicação, e suas medidas devem ser compatíveis ao tipo de via, conforme apresentado no projeto. As placas de sinalização serão fixadas sobre suporte metálico, devidamente ancorado no chão, conforme indicado no projeto. As características das placas deverão atender ao exposto no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I, II e III, que regulamenta a Sinalização Vertical de Regulamentação, Advertência e Indicação, respectivamente.

TACHA REFLETIVA BIDIRECIONAL

As tachas serão fixadas na superfície do pavimento, possuindo uma ou duas faces retrorrefletivas, conforme indicado em projeto. O objetivo da utilização das tachas é a orientação dos usuários da via, através da reflexão da luz. Sua aplicação

deverá seguir do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal.

SERVICOS FINAIS E COMPLEMENTARES

DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Consiste na retirada e deslocamento dos equipamentos da obra. Os equipamentos que não forem auto propelidos serão levados da obra através de caminhão prancha.

6 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

A seguir são apresentados alguns registros fotográficos realizados durante a vistoria técnica realizada em 12/06/2025.

Figura 7 - Foto 01



Fonte: Autor (2025)

Figura 8 - Foto 02



Fonte: Autor (2025)

Figura 9 - Foto 03



Fonte: Autor (2025)

Figura 10 - Foto 04



Fonte: Autor (2025)

Figura 11 - Foto 05



Fonte: Autor (2025)

Figura 12 - Foto 06



Fonte: Autor (2025)

ANEXOS

A seguir é apresentada a relação dos documentos ANEXOS que compõem este volume:

ANEXO I - Dimensionamento de pavimento;

ANEXO II - Dimensionamento de drenagem;

ANEXO III - ART.