

# **PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA**

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA  
ESTRADA NONO BERTO (SCB-211)

CARLOS BARBOSA / RS

**SUMÁRIO**

1.	INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO .....	5
1.1.	LOCALIZAÇÃO .....	5
1.2.	CARACTERÍSTICAS DA VIA EXISTENTE .....	6
2.	CLASSIFICAÇÃO DA VIA .....	10
2.1.	CONFORME LEI MUNICIPAL Nº 4.015 DE 2022 .....	10
2.2.	CONFORME MANUAL DE PROJETOS RODOVIÁRIOS DO DAER/RS ....	10
3.	PROJETO GEOMÉTRICO .....	10
3.1.	CURVAS HORIZONTAIS E VERTICAIS .....	10
3.2.	TIPO DA REGIÃO .....	11
3.3.	VELOCIDADE DIRETRIZ .....	11
3.4.	VEÍCULO DE PROJETO .....	11
3.5.	DISTÂNCIAS DE VISIBILIDADE .....	12
3.5.1.	DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA.....	12
3.5.2.	DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM.....	12
3.6.	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL .....	13
3.7.	SUPERELEVAÇÃO.....	13
3.8.	RAIO MÍNIMO DE CURVA.....	14
3.9.	COMPRIMENTO MÍNIMO DAS CURVAS DE TRANSIÇÃO.....	14
3.10.	LARGURA DA VIA.....	15
3.10.1.	CONFORME MANUAL DE PROJETOS RODOVIÁRIOS (DAER).....	15
3.10.2.	CONFORME LEI MUNICIPAL Nº 4.015 DE 2022 .....	15
3.11.	SUPERLARGURA .....	16
3.12.	RAMPAS MÁXIMAS .....	16
3.13.	CURVAS VERTICAIS.....	17
3.14.	INCLINAÇÃO DE CORTES E ATERROS.....	17
4.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....	18
4.1.	LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM.....	18
5.	PROJETO DE DRENAGEM.....	19
5.1.	TEMPO DE RECORRÊNCIA.....	19
5.2.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO .....	19
5.3.	INTENSIDADE DA CHUVA.....	19
5.4.	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	20
5.5.	DETALHAMENTO DE PROJETO .....	20
6.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	21
6.1.	CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO .....	21

## PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA MUNICIPAL NONO BERTO (SCB-211)

---

6.2.	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO.....	21
6.2.1.	COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL.....	21
6.2.2.	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS .....	22
6.2.3.	ESPESSURA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO.....	23
6.3.	CÁLCULO.....	23
6.4.	LIBERAÇÃO POR CAMADA .....	26
7.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	27
8.	MEMORIAL DESCRITIVO .....	28
8.1.	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA.....	28
8.2.	PLACA DE OBRA .....	28
8.3.	MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS .....	28
8.4.	LOCAÇÃO DA OBRA.....	29
8.5.	SINALIZAÇÃO TEMPORÁRIA DE OBRA.....	29
8.6.	DRENAGEM PLUVIAL.....	30
8.6.1.	ESCAVAÇÃO DE VALAS.....	30
8.6.2.	ESCAVAÇÃO DE 3ª CATEGORIA .....	30
8.6.3.	PREPARO DO FUNDO DA VALA – BSTC’S .....	30
8.6.4.	TUBULAÇÃO .....	30
8.6.5.	ENVELOPAMENTO .....	30
8.6.6.	REATERRO DAS VALAS.....	31
8.6.7.	CAIXA DE LIGAÇÃO .....	31
8.6.8.	BOCA DE SAÍDA DOS BUEIROS (ALA) .....	31
8.6.9.	SARJETAS E VALETAS.....	31
8.7.	TERRAPLENAGEM.....	32
8.7.1.	LIMPEZA .....	32
8.7.2.	CORTE .....	32
8.7.3.	ATERRO .....	32
8.7.4.	BOTA-FORA E BOTA-ESPERA.....	33
8.8.	PAVIMENTAÇÃO .....	33
8.8.1.	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO .....	33
8.8.2.	CAMADA DE BLOQUEIO .....	33
8.8.3.	BASE EM BRITA GRADUADA.....	33
8.8.4.	IMPRIMAÇÃO COM CM-30.....	33
8.8.5.	PINTURA DE LIGAÇÃO .....	34
8.8.6.	CBUQ .....	34
8.9.	SINALIZAÇÃO .....	34
8.10.	CONTROLE TECNOLÓGICO .....	34

8.11. SERVIÇOS FINAIS.....35

ANEXO I PLANILHA ORÇAMENTÁRIA, CRONOGRAMA, COMPOSIÇÕES DE CUSTO, COTAÇÕES, MEMÓRIA DE CÁLCULO, PLANILHA BDI, DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE E ENCARGOS SOCIAIS

ANEXO II NOTAS DE SERVIÇO DO PAVIMENTO ACABADO E VOLUME DE TERRAPLENAGEM

ANEXO III ART E PRANCHAS DO PROJETO

## 1. INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO

### 1.1. LOCALIZAÇÃO

O projeto descrito neste memorial localiza-se no Município de Carlos Barbosa/RS e corresponde à pavimentação da Estrada da Nono Berto (SCB-211), com extensão de 305m, indicado na imagem a seguir.

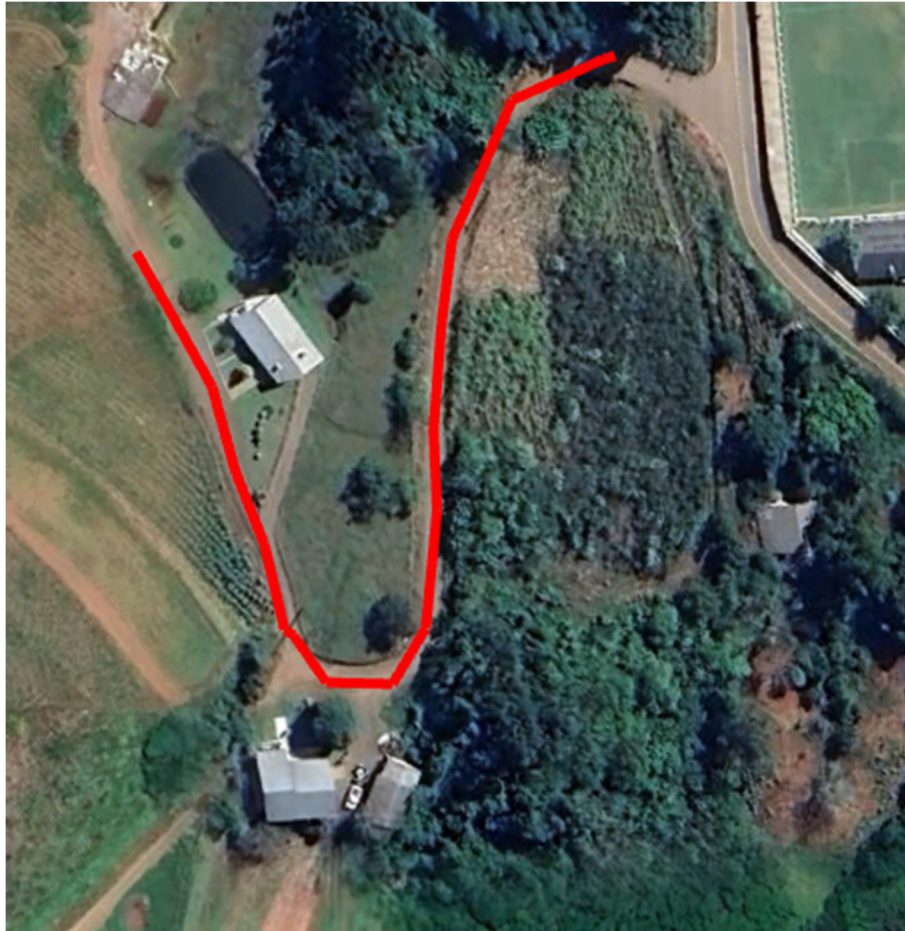


Figura 1 – Estrada Nono Berto (SCB-211) - Extensão de 305m

### 1.2. CARACTERÍSTICAS DA VIA EXISTENTE

Atualmente os trechos encontram-se em revestimento primário, conforme registro.



## PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA MUNICIPAL NONO BERTO (SCB-211)

---



## PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA MUNICIPAL NONO BERTO (SCB-211)

---



## PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA MUNICIPAL NONO BERTO (SCB-211)

---



## **2. CLASSIFICAÇÃO DA VIA**

### **2.1. CONFORME LEI MUNICIPAL Nº 4.015 DE 2022**

Conforme a referida Lei Municipal, a estrada em questão é classificada como Via Principal:

*Art. 4º As Rodovias e Estradas rurais do Município classificadas como Principais, Secundárias e de Acesso, compreendem:*

*I - Principais: são as vias de ligação da sede municipal aos distritos, as de ligação da sede municipal às rodovias federais e estaduais bem como as de ligação dos distritos às rodovias federais e estaduais e são as constantes no Anexo I da presente Lei;*

Conforme o Anexo I da Lei, a Estrada em questão é a SCB-211, conhecida por Estrada Nono Berto.

### **2.2. CONFORME MANUAL DE PROJETOS RODOVIÁRIOS DO DAER/RS**

Em função do tráfego existente da rodovia o Volume Diário Médio (VDM) é menor que 100 veículos. Portanto, a via é classificada como Rodovia Vicinal Classe D (DAER).

## **3. PROJETO GEOMÉTRICO**

Corresponde à definição das características geométricas do traçado (curvas horizontais e verticais), além da definição da largura necessária para execução do pavimento.

### **3.1. CURVAS HORIZONTAIS E VERTICAIS**

Para o projeto em questão, o traçado foi definido em função da pista existente já estabelecida e consolidada, evitando-se interferências existentes, como vegetação nativa e postes de energia, e corrigindo-se curvas horizontais e verticais, acentuadas, de modo a garantir o conforto dos condutores.

### 3.2. TIPO DA REGIÃO

Segundo o DAER, tipo de região é definido pela média ponderada das rampas segundo o eixo da via, conforme faixas de inclinação:

*Região Plana:*  $0\% < i \leq 2,0\%$

*Região Ondulada:*  $2\% < i \leq 4,5\%$

*Região Montanhosa:*  $i > 4,5\%$

Assim, por se tratar de via existente, as inclinações das rampas superam os limites de 4,5%, portanto, a região de projeto adotada será **Região Montanhosa**.

### 3.3. VELOCIDADE DIRETRIZ

Velocidade diretriz, ou velocidade de projeto, é a velocidade selecionada para fins de projeto da via e que condiciona certas características, como greide máximo, raio mínimo de curva horizontal, distâncias de visibilidade nas curvas verticais, distância de ultrapassagem, superelevação, etc.

VELOCIDADE DIRETRIZ PARA RODOVIAS VICINAIS (km/h)			
CLASSES DE PROJETO	RELEVO		
	PLANO	ONDULADO	MONTANHOSO
A e B	80	60	40
C e D	60	40	30

Tabela 1 - Velocidade diretriz para rodovias vicinais (DAER).

Portanto, a Velocidade Diretriz adotada será de **30km/h**.

### 3.4. VEÍCULO DE PROJETO

A parte mais significativa do trânsito pesado é o de veículos comerciais rígidos de maiores dimensões, portanto, o veículo de projeto adotado será o Veículo de Projeto **Tipo O**.

## PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA MUNICIPAL NONO BERTO (SCB-211)

CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO	VEÍCULOS LEVES (VP)	CAMINHÕES E ÔNIBUS CONVENCIONAIS (CO)	CAMINHÕES E ÔNIBUS LONGOS (O)	SEMI-REBOQUE (SR)
LARGURA TOTAL	2,10m	2,60m	2,60m	2,60m
COMPRIMENTO TOTAL	5,80m	9,10m	12,20m	16,80m
RAIO MÍNIMO DA RODA EXTERNA DIANTEIRA	7,30m	12,80m	12,80m	13,70m
RAIO MÍNIMO DA RODA INTERNA TRASEIRA	4,70m	8,70m	7,10m	6,00m

Tabela 2 - Dimensões Básicas dos Veículos de Projeto (DAER)

### 3.5. DISTÂNCIAS DE VISIBILIDADE

#### 3.5.1. DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA

É a extensão da via a frente que o motorista deve poder enxergar para que, após ver um obstáculo que o obrigue à parada, possa imobilizar o veículo sem atingir o obstáculo.

Esse parâmetro é utilizado na definição das curvas horizontais e verticais em vias com duas faixas de tráfego.

DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA	VELOCIDADE DIRETRIZ			
	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h
MÍNIMA	30m	45m	60m	75m
DESEJÁVEL	30m	45m	65m	85m

Tabela 3 - Distância de visibilidade de parada (DAER).

Portanto, a Distância de Visibilidade de Parada adotada deverá ser de **30m**.

#### 3.5.2. DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM

É a extensão da via a frente que o motorista deve enxergar antes de iniciar uma ultrapassagem em via de duas faixas de tráfego, para assegurar a bem sucedida conclusão da manobra e a não interferência com veículo se aproximando em sentido oposto (também chamada distância dupla de visibilidade).

	VELOCIDADE DIRETRIZ			
	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM	180m	270m	350m	420m

**Tabela 4 - Distância de visibilidade de ultrapassagem (DAER)**

Portanto, a Distância de Visibilidade de Ultrapassagem a ser verificada será de **180m**.

### 3.6. INCLINAÇÃO TRANSVERSAL

Inclinações transversais altas são vantajosas para acelerar o escoamento da água pluvial. Em contraste, valores baixos são preferíveis por motivos estéticos, de conforto para dirigir e de menor desvio lateral quando de freadas bruscas, ventos fortes ou lama na pista. Porém a adoção de valores baixos de inclinação transversal requer pavimentos de alta qualidade e elevado grau de acabamento.

Conforme Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, a declividade transversal mais recomendável para as pistas em concreto betuminoso é 2%, sendo este o valor adotado para o projeto.

### 3.7. SUPERELEVAÇÃO

Superelevação é a declividade em um único sentido que a pista é dotada nas curvas, com o caimento orientado para o centro (lado interno) da curva, com o objetivo de contrabalançar a atuação da força centrífuga.

A superelevação a ser adotada nas curvas tem influência sobre a segurança e o conforto de viagem. A principal característica a ser inicialmente estabelecida é a taxa máxima de superelevação, que deverá ser de preferência mantida para um trecho inteiro. O valor adotado servirá de base para determinação das taxas de superelevação para raios acima do mínimo. Os valores recomendados encontram-se na tabela a seguir:

$e_{m\acute{a}x}$	VELOCIDADE DIRETRIZ			
	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h
4%	30m	60m	100m	150m
6%	25m	55m	90m	135m
8%	25m	50m	80m	125m
10%	25m	45m	75m	115m
12%	20m	45m	70m	105m

**Tabela 5 - Taxas máximas de superelevação e raios mínimos (DNER)**

### 3.8. RAO MÍNIMO DE CURVA

Os valores dos raios mínimos para diferentes velocidades de projeto, em função das diferentes taxas máximas de superelevação ( $e_{m\acute{a}x}$ ), estão apresentados na Tabela 4; para o projeto em questão serão adotados os seguintes valores para superelevação máxima e raio mínimo, respectivamente: **4,00%** e **30m**. Entretanto, por se tratar de via existente, consolidada e com baixo volume de trânsito, será utilizado raio mínimo de **17,00m**.

$e_{m\acute{a}x}$	VELOCIDADE DIRETRIZ			
	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h
4%	30m	60m	100m	150m

**Tabela 6 - Raios mínimos (DNER)**

A tabela a seguir indica os valores dos raios acima dos quais se pode dispensar o emprego de curva de transição.

VELOCIDADE DIRETRIZ	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h
RAIO	200m	350m	500m	700m

**Tabela 7 - Raios mínimos para curvas sem transição (DAER)**

### 3.9. COMPRIMENTO MÍNIMO DAS CURVAS DE TRANSIÇÃO

Em função da classe da via, rampa existente e velocidade de deslocamento muito baixa, será dispensada a utilização de curva de transição.

3.10. LARGURA DA VIA

3.10.1. CONFORME MANUAL DE PROJETOS RODOVIÁRIOS (DAER)

Conforme indicado no Manual, a largura mínima da faixa de rolamento deverá ser de 3,00m, conforme tabela:

FAIXA DE ROLAMENTO (m)			
CLASSES DE PROJETO	REGIÃO		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
A	3,50	3,50	3,50
B, C e D	3,00	3,00	3,00

**Tabela 8 - Largura das Faixas de Rolamento (DAER)**

Já a largura do acostamento, a respectiva Norma indica:

ACOSTAMENTOS (m)			
CLASSES DE PROJETO	REGIÃO		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
A e B	1,00	1,00	1,00
C	0,50	0,50	0,50
D	-	-	-

**Tabela 9 - Largura dos Acostamentos Externos (DAER)**

Deste modo, o Manual exige a largura mínima de 6,00m.

3.10.2. CONFORME LEI MUNICIPAL Nº 4.015 DE 2022

Conforme o Artigo 8º da Lei Municipal 4.015/2022 estabelece, as vias públicas secundárias deverão possuir 3,00m de largura cada faixa, totalizando 6,00m de pista de rolamento.

Portanto, para a via em questão, será adotado **6,00m de pista** nos trechos em tangente; em curvas, será considerada a superlargura correspondente, quando possível.

### 3.11. SUPERLARGURA

A largura da pista é determinada em função das larguras máximas dos veículos que a utilizam e da velocidade de projeto. Para o projeto em questão, somente na sua curva crítica (raio  $\approx 17,00\text{m}$ ) foi adotada superlargura de 1,00m.

### 3.12. RAMPAS MÁXIMAS

De acordo com o Manual de Projetos Rodoviários (DAER) as para estradas vicinais, as rampas máximas a serem utilizadas são:

RAMPAS MÁXIMAS - RODOVIAS VICINAIS			
CLASSES DE PROJETO	REGIÃO		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
A	4%	6%	8%
B	4%	6%	8%
C	5%	7%	9%
D	6%	8%	10%

Tabela 10 - Rampas máximas (DAER)

Entretanto, conforme descreve a Instrução de Projeto do DER/SP NT-DE-F00/001:

*A adoção de declividades longitudinais suaves atende a fatores relacionados ao desempenho operacional dos veículos, aos custos operacionais, à segurança da via e a aspectos associados ao consumo de combustível e ao controle da poluição.*

*Por outro lado, deve-se considerar que as declividades devem ser definidas de forma que o perfil longitudinal da via **se adapte tanto quanto possível ao relevo natural do terreno, visando à proteção do meio ambiente, traduzida por menores intervenções, além da redução dos custos de construção.***

Fonte: NT-DE-F00/001, DER/SP, grifo nosso.

Portanto, por se tratar de via existente e consolidada, sem a possibilidade de grandes mudanças no greide existente, foi necessária a utilização de rampa de 20,63% por um curto segmento (menos de 60m). Nos outros segmentos, foi possível utilizar rampa dentro dos limites estipulados pelo DAER.

### 3.13. CURVAS VERTICAIS

O cálculo dos valores de K se baseia normalmente na necessidade de proporcionar as distâncias de visibilidade de parada, conforme tabela:

VELOCIDADE DIRETRIZ	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h
CURVAS VERTICAIS CONVEXAS 				
$K_{\text{mínimo}}$	2	5	9	14
$K_{\text{desejável}}$	2	5	10	18
CURVAS VERTICAIS CÔNCAVAS 				
$K_{\text{mínimo}}$	4	7	11	15
$K_{\text{desejável}}$	4	7	12	17

Tabela 11 - Valores de K (DNER)

Por se tratar de via existente e consolidada, sem a possibilidade de grandes correções de greide, foi necessária a utilização de  $K = 1,50$  no seu ponto crítico.

### 3.14. INCLINAÇÃO DE CORTES E ATERROS

Considerando-se a relação de distâncias entre os planos horizontais e verticais (H:V), serão adotados os seguintes valores:

- Corte: 1,0 : 1,5;
- Aterro: 1,5 : 1,0;

#### 4. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Em diversos pontos não há largura para comportar toda a plataforma de terraplenagem. Assim, optou-se pela execução do alargamento na região de corte.

##### 4.1. LARGURA DA PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM

Foi considerada como a largura da superfície de terraplenagem a largura do pavimento (com superlargura) acrescido da folga indicada em projeto. Em locais específicos indicados em projeto, em função das características do local, a folga para execução da sarjeta poderá ser reduzida e/ou aumentada.

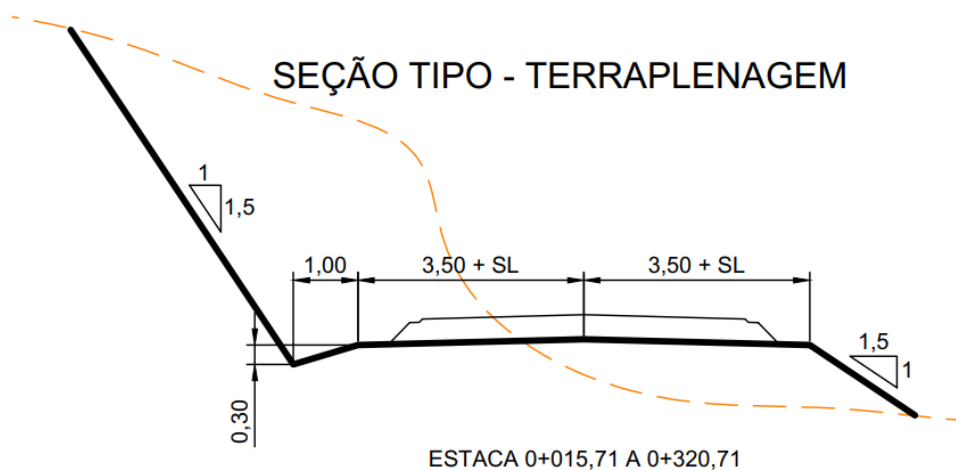


Figura 2 - Seção Tipo - Terraplenagem

## **5. PROJETO DE DRENAGEM**

### **5.1. TEMPO DE RECORRÊNCIA**

Conforme indicação do DAER/RS, deve-se adotar os seguintes tempos de recorrência para cada tipo de obra:

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

### **5.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO**

Para cálculo do tempo de concentração da bacia, adotou-se o método de Kirpich, o qual relaciona o comprimento do curso d'água com a declividade do talvegue. Assim, será adotado o tempo mínimo de 12 minutos.

### **5.3. INTENSIDADE DA CHUVA**

Foi feita a análise da intensidade da chuva através da Equação de Chuvas Intensas para a cidade de Caxias do Sul, cidade mais próxima da localidade. Deste modo, determinaram-se os parâmetros de projeto, como intensidade, duração e frequência das chuvas., apresentadas na tabela a seguir:

<b>DURAÇÃO</b>	<b>PERÍODO DE RETORNO</b>					
	<b>5 ANOS</b>	<b>10 ANOS</b>	<b>20 ANOS</b>	<b>30 ANOS</b>	<b>50 ANOS</b>	<b>100 ANOS</b>
5 min	148	175	206	227	257	303
10 min	118	139	164	181	205	242
15 min	86	101	120	132	149	176
30 min	69	81	96	106	120	141
60 min	45	53	63	69	78	93

**Tabela 12 - Parâmetros de intensidade, duração e frequência das chuvas**

Portanto, para cálculo de vazões da drenagem superficial, será adotada a chuva mínima de 5 minutos e de 10 minutos para os bueiros.

### 5.4. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para elaboração do projeto de drenagem foi feita a verificação do atendimento das vazões para a tubulação de diâmetro comercial adotada em cada trecho. Por se tratar-se de região rural, com lavouras e gramados em sua totalidade, foi considerado o coeficiente de *run-off* de 0,30. Já para o pavimento, foi considerado o coeficiente de *run-off* de 0,95.

### 5.5. DETALHAMENTO DE PROJETO

Os dispositivos utilizados foram os especificados no Manual de Dispositivos de Drenagem do DNIT, portanto, para execução deve-se seguir o indicado no manual, como dimensões, materiais, etc.

## 6. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 6.1. CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO

Após contagem de veículos, constatou-se que o trânsito da via é de **leve**.

Deste modo, podemos classificar o tráfego da via como **leve**, conforme preconizado na Instrução para Dimensionamento de Pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio. – IP 04, da Prefeitura de São Paulo, com número **N = 10<sup>5</sup>**.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO (ANOS)	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		N	N Característico
			VEICULO LEVE	CAMINHÕES E ÔNIBUS		
Via Local	Leve	10	100	4	$2,7 \times 10^4$	$10^5$
			a	a	a	
			400	20	$1,4 \times 10^5$	
Via Local e Coletora	Médio	10	401	21	$1,4 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
			a	a	a	
			1500	100	$6,8 \times 10^5$	

Figura 3 - Classificação das vias - IP-04/2004

### 6.2. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O dimensionamento será realizado através do Método DNER, que leva em conta o trânsito (Número N =  $1 \times 10^5$ ) e a capacidade de suporte do subleito.

#### 6.2.1. COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

O coeficiente de equivalência estrutural é a razão do tipo de camada utilizada para uma unidade de espessura do material considerado. Na Figura 6 está demonstrado os valores do coeficiente K para cada material.

## PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA MUNICIPAL NONO BERTO (SCB-211)

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / Binder	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência á compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência á compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência á compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência á compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

**Figura 4 - Coeficientes de equivalência estrutural – IP-04/2004**

### 6.2.2. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

As características dos materiais por camadas devem ser as seguintes conforme tabela a seguir:

DESCRIÇÃO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
Revestimento	Concreto Asfáltico	Faixa C
		Faixa B
Base	Brita graduada	CBR ≥ 80%
		Expansão ≤ 0,50%
		LL ≤ 25%; IP ≤ 6%
		Equivalente de Areia ≥ 50%
Sub-base	Rachão (caso necessário)	CBR ≥ 20%
		IG = 0 (índice de grupo)
		Expansão ≤ 1,0%
Reforço do Subleito	Cascalho	CBR maior que o do subleito
		Expansão ≤ 1%
Subleito	Aterro com solo local	CBR ≥ 2%
		Expansão ≤ 2%

**Tabela 13 - Características das camadas do pavimento**

### 6.2.3. ESPESSURA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO

A espessura do revestimento betuminoso é definida de acordo com o número N característico, respeitando-se a tabela indicada no Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis (DNER):

N	ESPESSURA MÍNIMA DE RESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 10^6$	Tratamento superficial betuminoso
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimento betuminoso com 5cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 5 \times 10^7$	Revestimento betuminoso com 7cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Revestimento betuminoso com 10cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Revestimento betuminoso com 12,5cm de espessura

**Tabela 14 - Espessura do revestimento betuminoso**

Deste modo, para o projeto em questão, poder-se-ia utilizar de tratamento superficial. Entretanto, devido à dificuldade de se executar (em função do espalhamento dos agregados e impedimento de bloqueio de trânsito), grande inclinação do pavimento, adota-se o revestimento como sendo revestimento asfáltico com **5cm**.

### 6.3. CÁLCULO

O próximo passo para dimensionamento do pavimento é definir as espessuras das camadas utilizando inequações pré-definidas no método, ilustradas na Figura 6. Os valores são obtidos através da leitura no ábaco da Figura 7, o qual determina a espessura de material que deve ser empregada.

Inequações para determinação das espessuras das camadas:

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

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

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

Onde,

$R$  = Espessura do revestimento

$K_R$  = Coeficiente estrutural do revestimento

$B$  = Espessura da base

$K_B$  = Coeficiente estrutural da base

$H_{20}$  = Espessura de pavimento sobre a sub – base

$h_{20}$  = Espessura da sub – base

$K_S$  = Coeficiente estrutural da sub – base

$H_n$  = Espessura sobre a camada de reforço

$h_n$  = Espessura da camada de reforço do sub – leito

$K_{Ref}$  = Coeficiente estrutural do reforço de subleito

$H_m$  = Espessura sobre a camada de sub – leito

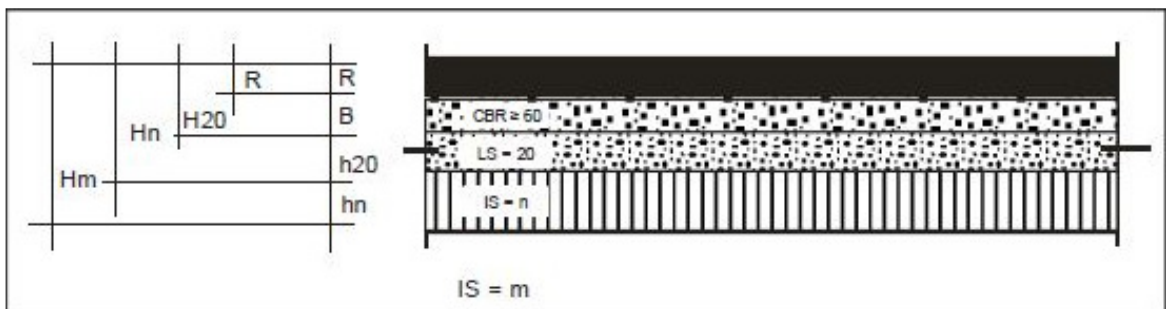


Figura 5 - Definição das espessuras das camadas

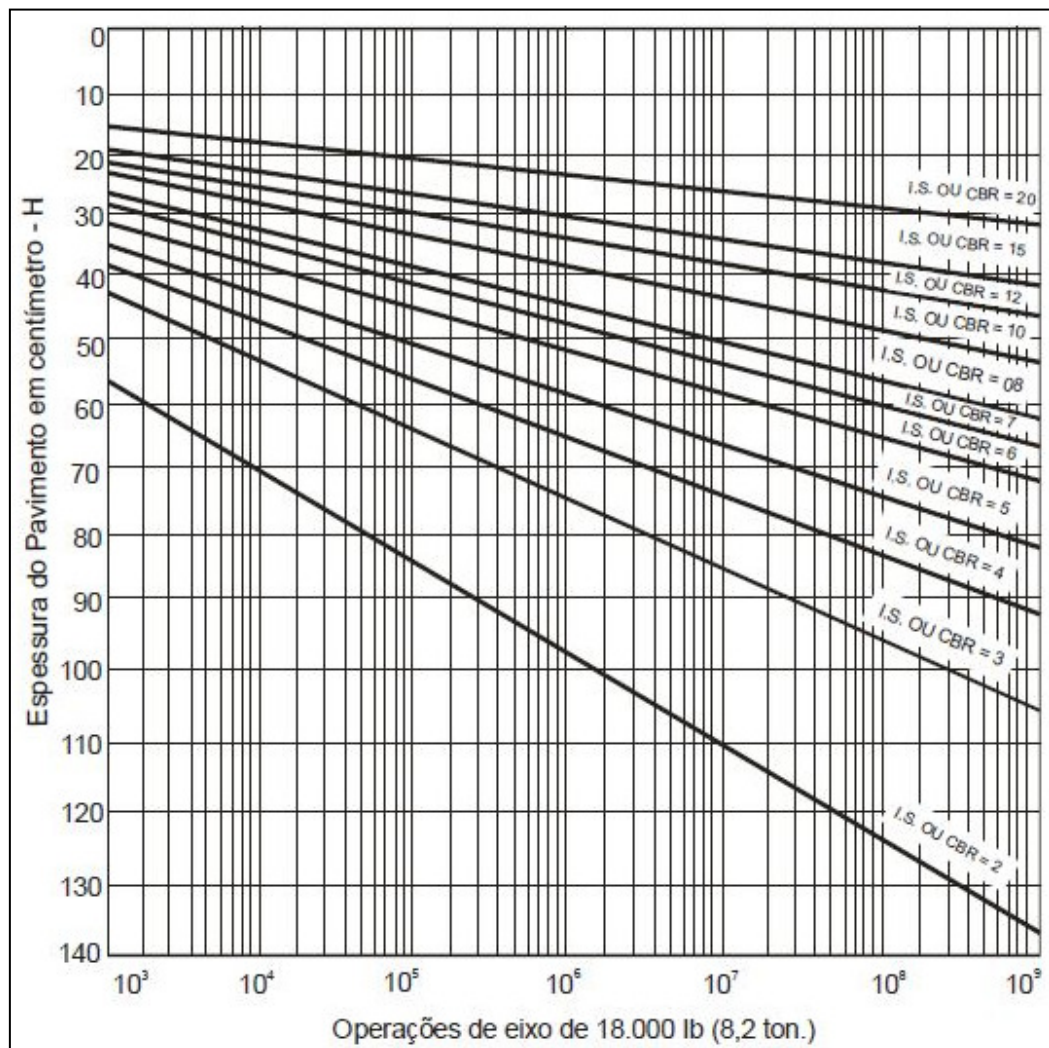


Figura 6 - Ábaco de dimensionamento (DNER)

Deste modo, com adoção dos seguintes critérios, temos:

$$N = 1 \times 10^5$$

$$CBR_{SUBLEITO} = 7\%$$

$$CBR_{REFORÇO} = 12\%$$

$$CBR_{SUB-BASE} = 30\%$$

$$CBR_{BASE} = 80\%$$

$$R = 5cm$$

Após leitura no ábaco, determinamos:

$$H_7 = 42cm$$

$$H_{12} = 30cm$$

$$H_{20} = 21cm$$

Assim, calcula-se a espessura da base:

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

$$5 \times 2,00 + B \times 1,00 \geq 21$$

$$B \geq 11,0cm$$

$$B_{ADOTADO} = 20cm$$

Agora, calcula-se a espessura de sub-base:

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

$$5 \times 2,00 + 20 \times 1 + h_{20} \times 1,00 \geq 30$$

$$h_{20} \geq 0cm$$

Portanto, não há necessidade de se utilizar sub-base.

Por fim, calcula-se a espessura do reforço do subleito:

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

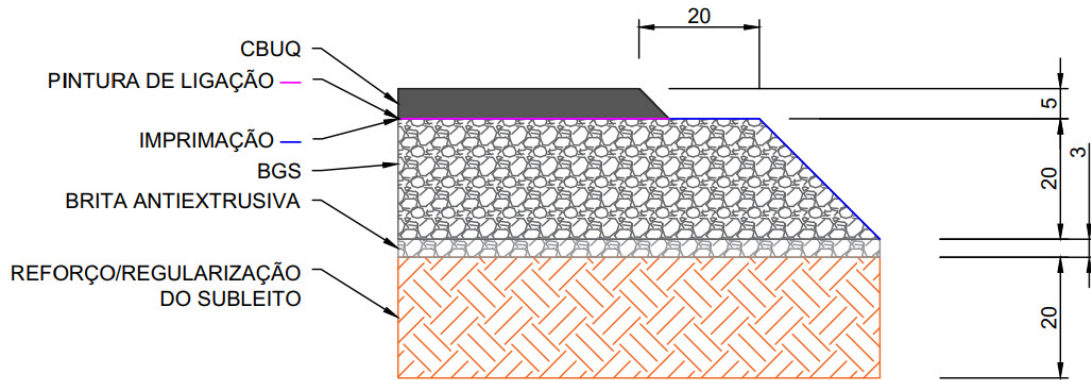
$$5 \times 2,00 + 20 \times 1,00 + 0 \times 1 + h_n \times 1,00 \geq 42$$

$$h_n \geq 12cm$$

$$h_n = 20cm$$

Assim o pavimento a ser executado deverá ter a seguinte estrutura:

CBUQ:	5,00cm
BGS:	20,00cm
Reforço/regularização do SL:	20,00cm



**Figura 7 - Camadas do pavimento**

#### 6.4. LIBERAÇÃO POR CAMADA

Para liberação da execução da camada superior, deve-se realizar o controle tecnológico com a Viga Benkelman.

Deste modo, as seguintes deflexões características (controle estatístico) devem ser atendidas:

<b>CAMADA</b>	<b>DEFLEXÃO DE CONTROLE (10<sup>-2</sup> mm)</b>	<b>DEFLEXÃO MÁXIMA PONTO ISOLADO (10<sup>-2</sup> mm)</b>
CBUQ	< 75	90
BASE	< 100	120
REFORÇO/SUBLEITO	< 140	168

**Tabela 15 - Deflexões para controle de qualidade**

Caso não seja possível atingir as deflexões determinadas no projeto em campo, o projetista deve ser informado.

## **7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

O projeto de sinalização, que contempla a sinalização horizontal e vertical, foi elaborado seguindo o preconizado no Manual Brasileiro de Sinalização.

A sinalização horizontal é composta por linhas de eixo e de bordo, com largura de 12cm; as linhas de tracejadas possuem largura de 12cm e passo 1:1.as linhas de retenção e zebrados possuem 40cm de largura. Todas as pinturas de sinalização deverão ser com tinta acrílica específica para sinalização horizontal, com microesferas de vidro (tinta retro refletiva).

A sinalização vertical compreende as placas de regulamentação e advertência, que deverão seguir as dimensões mínimas exigidas:

Circular: diâmetro 50cm;

Octogonal: lado 60cm;

Quadrado: 50cm.

## **8. MEMORIAL DESCRITIVO**

### **8.1. ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA**

A equipe considerada a Administração Local de Obra será composta por engenheiro civil e encarregado geral.

A equipe será responsável pela supervisão dos serviços em campo, garantindo o emprego das melhores técnicas e normativas pertinentes.

Este item será medido proporcionalmente à evolução da obra, conforme orientação do Tribunal de Contas.

### **8.2. PLACA DE OBRA**

Deverá ser confeccionada placa de obra, com estrutura de fixação, com arte no padrão estipulado e arte fornecida pela Administração Pública, com dimensões de 3,00m x 1,50m.

### **8.3. MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

A empresa Contratada deverá utilizar todos os equipamentos necessários para garantir a correta execução dos serviços. Portanto, é de inteira **responsabilidade da contratada fornecer todos os equipamentos adequados para cada etapa da obra.**

### 8.4. LOCAÇÃO DA OBRA

Antes de qualquer intervenção na pista, deverá ser realizada a locação topográfica da obra delimitando a área de limpeza de camada vegetal. Todo o projeto foi elaborado georreferenciado, com coordenadas e cotas determinadas no Projeto Geométrico e planilhas de Notas de Serviço.

Realizada a limpeza, deverá ser feita nova marcação, com delimitação dos *offsets* de terraplenagem (para cortes e aterros) e cotas de terraplenagem acabada. A drenagem deverá ser locada e verificada pela topografia, para garantir o caimento mínimo (2%). Finalizada a terraplenagem, e antes da execução da camada de bloqueio, deverá ser feita a conferência dos níveis e caimentos determinados no Projeto Geométrico.

### 8.5. SINALIZAÇÃO TEMPORÁRIA DE OBRA

No início e final do trecho de intervenção deverá ser disposta placa informativa sobre as obras, com no mínimo duas placas de TRECHO EM OBRAS.

As placas deverão estar dispostas no trecho durante todo o período de obra e deverão obedecer aos padrões estipulados no Manual de Sinalização Temporária do CONTRAN.

Adicionalmente, deverão ser dispostos cones plásticos na via e no entorno das áreas de movimentação de máquinas.

Caso seja necessário deixar valas abertas ao final do expediente, estas deverão ser obrigatoriamente sinalizadas e isoladas.

### 8.6. DRENAGEM PLUVIAL

#### 8.6.1. ESCAVAÇÃO DE VALAS

As valas para assentamento da tubulação de drenagem deverão respeitar as dimensões indicadas em projeto. Os taludes deverão respeitar a inclinação de 1:3 no caso de solo estável. Foi previsto o uso de rompedor para eventuais remoções de material de 3ª categoria que sejam necessários para a garantir o recobrimento necessário da tubulação (0,60m ou 1,00xØ).

#### 8.6.2. ESCAVAÇÃO DE 3ª CATEGORIA

Caso se encontre rocha no momento de abertura das valas deverá a topografia levantar o volume a ser escavado através do emprego de rompedor ou explosivos. A Contratada deverá registrar através de fotografias e apresentar relatório de volumes para pagamento.

#### 8.6.3. PREPARO DO FUNDO DA VALA – BSTC'S

O fundo da vala deverá ser compactado mecanicamente através de placa vibratória ou “sapo”. Posteriormente, deverá ser realizado o lançamento e acomodação da camada de lastro (brita nº 2). O lastro deve respeitar a espessura indicada em projeto para cada diâmetro de tubulação, e deverá garantir continuidade de contato na superfície externa do tubo, o que proporcionará a correta distribuição de esforços.

#### 8.6.4. TUBULAÇÃO

Todos os tubos empregados serão de **concreto armado**, tipo **PA-2**, com encaixe tipo **ponta e bolsa**, nos diâmetros e comprimentos indicados em projeto.

As juntas da tubulação deverão ser argamassadas, **tanto internamente quanto externamente, em todo seu perímetro.**

#### 8.6.5. ENVELOPAMENTO

Caso a tubulação não possua o recobrimento mínimo indicado (0,60m ou uma vez o diâmetro), deverá ser feito o envelopamento da tubulação com concreto.

#### 8.6.6. REATERRO DAS VALAS

O reaterro de vala deverá ser realizado com material local, de boa qualidade, livre de matéria orgânica, com pouca umidade e de boa capacidade de suporte. As camadas de reaterro deverão ser espalhadas manualmente ou com auxílio de retroescavadeira e a compactação realizada com sapo/placa vibratória. **Não será permitido o espalhamento do material sem a presença dos equipamentos de compactação.**

#### 8.6.7. CAIXA DE LIGAÇÃO

A caixa de ligação deverá possuir dimensões internas conforme indicado em projeto, executadas em alvenaria de blocos de concreto, com revestimento interno de chapisco e reboco e o revestimento externo chapisco. As espessuras de fundo, parede e tampa deverão respeitar o indicado em projeto.

O fundo de concreto deverá ser executado em concreto (poderá ser executado como peça pré-moldada) sobre lastro de brita nº 2 (5cm de espessura). **Não será permitida a execução das paredes apoiadas no solo e posterior execução do fundo.**

#### 8.6.8. BOCA DE SAÍDA DOS BUEIROS (ALA)

As bocas de saída (alas) deverão ser executadas em concreto, com dimensões conforme Álbum de Dispositivo de Drenagem do DNIT.

#### 8.6.9. SARJETAS E VALETAS

Nos locais indicados, deverão ser executadas as sarjetas e valetas, seguindo as especificações indicadas no Álbum de Dispositivo de Drenagem do DNIT.

### 8.7. TERRAPLENAGEM

#### 8.7.1. LIMPEZA

Antes de iniciarem os serviços de corte e aterro, deverá ser feita a limpeza da camada vegetal orgânica, assim como a remoção das pequenas vegetações inseridas na área de intervenção. O material orgânico deverá ser estocado em bota-espera para posterior emprego na proteção dos taludes de aterro e sobre a região do reaterro das valas.

#### 8.7.2. CORTE

A escavação deverá ser iniciada após a marcação topográfica, respeitando o greide de projeto. Os trechos deverão ser escavados conforme indicação de projeto. O material proveniente da escavação, se de boa qualidade, deverá ser empregado na região de aterro. O material proveniente da escavação, se inservível para a execução dos aterros, deverá ser encaminhado para o bota-fora.

#### 8.7.3. ATERRO

Os aterros deverão ser executados com material de boa qualidade, livre de matéria orgânica, com pouca umidade e de boa capacidade de suporte, respeitando os limites estabelecidos no dimensionamento do pavimento. As camadas de aterro deverão ser espalhadas com equipamento adequado (motoniveladora/trator de esteira) e compactadas de 20cm em 20cm com rolo compactador corrugado. **Não será permitido o espalhamento do material sem a presença dos equipamentos de compactação.**

### 8.7.4. BOTA-FORA E BOTA-ESPERA

O material excedente e de boa qualidade (suporte), deverá ser utilizado para execução dos aterros na obra. Já os materiais inservíveis para execução de terraplenagem (com baixa capacidade de suporte e com presença de matéria orgânica), deverão ser empregados na proteção dos taludes, reaterro de valas (fora do pavimento), ou reaterro para execução de sarjetas.

### 8.8. PAVIMENTAÇÃO

#### 8.8.1. REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

Após finalização da terraplenagem, o subleito deverá ser regularizado e compactado com rolo compactador, com o material em sua umidade ótima.

#### 8.8.2. CAMADA DE BLOQUEIO

Esta camada será executada com a folga indicada em projeto, com espessura, após a compressão, de **3cm**. O espalhamento do material de bloqueio será executado através de motoniveladora, devendo ser feita a acomodação da camada por compressão, com a utilização de rolo estático, em uma ou, no máximo duas coberturas, com a finalidade de acomodar os agregados.

#### 8.8.3. BASE EM BRITA GRADUADA

A camada de brita graduada deverá ser executada com a folga indicada em projeto, com espessura de 20cm, em **uma camada**. Deverá ter granulometria conforme especificações DAER/DNIT.

Deverá ser lançada e compactada na sua umidade ótima, com acompanhamento de laboratorista.

#### 8.8.4. IMPRIMAÇÃO COM CM-30

Após realizada a varrição para remoção de material solto, será aplicado asfalto diluído tipo CM-30 numa taxa de aplicação de 0,80 a 1,60 kg/m<sup>2</sup>. Deverá, se possível, manter-se o trânsito bloqueado. Caso não seja possível, deverá ser realizada a imprimação em etapas e liberação somente após “salgamento” da superfície.

### 8.8.5. PINTURA DE LIGAÇÃO

A pintura de ligação será feita utilizando emulsão asfáltica do tipo RR-2C ou RR-1C, com 0,3 l/m<sup>2</sup> a 0,4 l/m<sup>2</sup> de ligante asfáltico residual. A aplicação da emulsão poderá ser diluída com água na proporção de até 1:1. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0,8 l/m<sup>2</sup> a 1,0 l/m<sup>2</sup>. A superfície deverá estar livre de agregados, folhas, poeira etc.

### 8.8.6. CBUQ

A capa asfáltica de rolamento consiste na aplicação de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) com uma espessura constante de 5,00cm. A granulometria a ser utilizada deverá ser aprovada pela Fiscalização.

### 8.9. SINALIZAÇÃO

A sinalização horizontal é composta por linhas de eixo, com largura de 12cm; a linhas de retenção possui 40cm de largura. Todas as pinturas de sinalização deverão ser com tinta acrílica específica para sinalização horizontal, com microesferas de vidro (tinta retro refletiva).

A sinalização vertical compreende as placas de regulamentação e advertência, que deverão seguir as dimensões mínimas exigidas:

Circular: diâmetro 50cm;

Octogonal: lado 25cm – largura total 60cm;

Quadrado: 50cm x 50cm.

As placas deverão ser fixadas em tubo galvanizado de 2", devidamente concretadas.

### 8.10. CONTROLE TECNOLÓGICO

Deverão ser realizados os ensaios especificados nas liberações das camadas e para atestar a correta execução do pavimento. Caso seja necessário, a Fiscalização poderá solicitar ensaios complementares aos especificados.

**8.11. SERVIÇOS FINAIS**

Após término dos serviços, os trechos deverão ser entregues livres de entulhos, restos de agregados e de obras.

**Carlos Barbosa, 30 de julho de 2025.**

**JAIRO HENRIQUE M. DE CAMARGO**

Engenheiro Civil  
CREA/RS PR137578