



# PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

10



03/04/2020

Pavimentação Asfáltica da XV

Pavimentação asfáltica nas Ruas XV de Novembro, Dos Imigrantes e Rio Grande do Sul da Área urbana do Município de Sulina.



Município de Sulina – Paraná

Departamento de Engenharia

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

# PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DA XV

## DADOS DA OBRA

- **Obra:** Pavimentação Asfáltica
- **Local:** Rua XV de Novembro (Entre as Ruas Grilherme Goldschmidt e Comendador Araujo).  
Rua dos Imigrantes (Entre as Ruas XV de Novembro e Padre Anchieta).  
Rua Rio Grande do Sul (Entre as Ruas XV de Novembro e Padre Anchieta).
- **Áreas Urbanas:** Rua XV de Novembro com 2.404,38 m<sup>2</sup> (largura 18,00 metros com aproximadamente 213,73 metros de extensão, com duas faixas de pavimentação em alfalto com 5,00 metros de largura cada uma um canteiro central com 2,00 metros e calçada com 1,5 metros de pavimentação em paver, plantio de grama no restante do passeio).  
Rua dos Imigrantes com 1.101,42 m<sup>2</sup> (largura 16,00 metros com aproximadamente 108,01 metros de extensão, com uma faixa de pavimentação de 10,00 metros de largura calçada com 1,5 metros de pavimentação em paver, plantio de grama no restante do passeio).  
Rua Rio Grande do Sul com 1.096,02m<sup>2</sup> (largura 16,00 metros com aproximadamente 107,46 metros de extensão, com uma faixa de pavimentação de 10,00 metros de largura calçada com 1,5 metros de pavimentação em paver, plantio de grama no restante do passeio).
- **Município:** Sulina / PR.

## AUTOR DO PROJETO:

Cassia Eduarda Goularte Fritzen  
Engenheira Civil  
CREA: RS 208163/D

\_\_\_\_\_

ARTs deste projeto: 1720200189127

## PREFEITO MUNICIPAL:

Paulo Horn  
CPF: 554.075.529-49

\_\_\_\_\_



## Sumário

<b>1 - DIMENSIONAMENTO DE RECAPE ASFALTICO .....</b>	<b>4</b>
1.1 Estudo de Trafego.....	4
1.1.1 Contagem de Trafego.....	4
1.1.2 Fator de correção horaria .....	4
1.1.3 Fator de correção diária .....	4
1.1.4 Fator de correção mensal .....	4
10.2 Coeficiente de equivalência estrutural K.....	6
10.3 Espessura mínima do revestimento betuminoso .....	8
10.4 Capacidade de suporte .....	8
10.5 Dimensionamento do Pavimento .....	9
10.6 Capacidade de suporte .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
10.7 Dimensionamento do Pavimento .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>11 - ENSAIO CBR .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>



## 1 - DIMENSIONAMENTO DE RECAPE ASFALTICO

Para a elaboração deste dimensionamento foi usado como base no método empírico DNER 667/22 - Método de projeto de pavimentos flexíveis de 1981 do Eng. Murillo Lopes de Souza.

### 1.1 Estudo de Trafego

#### 1.1.1 Contagem de Trafego

Foi realizado uma estimativa de trafego para a Rua XV de Novembro a qual tem o maior fluxo de veiculos deste projeto, a via em questão fica na área urbana e é um dos principais acessos da área rural do municipio a parte central.

Quadro 1 – Contagem de trafego realizadas no início do trecho

Classe	Passeio Utilitários	Onibus			Caminhões			Cavalos ou carrocerias - carretas							Motos	TOTAL
		2 eixos	3 eixos	4 eixos	2 eixos	3 eixos	4 eixos	3 eixos	4 eixos	5 eixos	6 eixos	7 eixos	9 eixos/+			
07/03/2019 - Quinta	88	6	0	0	25	18	0	0	3	2	2	0	0	0	144,00	
Quantidade	88	6	0	0	25	18	0	0	3	2	2	0	0	0	144,00	
Porcentagem	61,11%	4,17%	0,00%	0,00%	17,36%	12,50%	0,00%	0,00%	2,08%	1,39%	1,39%	0,00%	0,00%	0,00%	100%	

#### 1.1.2 Fator de correção horaria

A contagem de tráfego foi entre as 07:00 da manhã e as 18:00 da tarde, totalizando 11 horas de contagem. Considerando que um dia tem 24 horas restam 13 horas do dia que não foi abrangida pela contagem, para ajustar as quantidades levantadas na via devemos acrescentar ao volume de veículos levantado uma porcentagem que corresponda as 13 horas não contempladas. Considerando que a contagem ocorreu em horário de expediente em que o trafego de veículos é maior utilizaremos o acréscimo de 30% sobre as quantidades levantadas, para que o levantamento abranja a 24 horas diárias.

#### 1.1.3 Fator de correção diária

A contagem de trafego foi realizada em uma quinta-feira, para levar em consideração as possiveis variações dos demais dias da semana, será acrescido 5% na contagem de tráfego. Esse fator incidirá também sobre o fator de correção horária.

#### 1.1.4 Fator de correção mensal

A contagem de trafego foi realizada no mês de março. Considerando variações sazonais relacionadas aos diferentes meses do ano, foi adotado um acréscimo de 15% sobre as correções horárias e diárias, representando assim a variação dos outros 11 meses do ano.



Quadro 3 – Contagem de trafego acrescido dos fatores de correção

Classe	Passeio Utilitários	Onibus			Caminhões			Cavalos ou carrocerias - carretas						Motos	TOTAL
		2 eixos	3 eixos	4 eixos	2 eixos	3 eixos	4 eixos	3 eixos	4 eixos	5 eixos	6 eixos	7 eixos	9 eixos/+		
CORREÇÃO HORARIA	115	8	0	0	33	24	0	0	4	3	3	0	0	0	190,00
CORREÇÃO DIÁRIA	121	9	0	0	35	26	0	0	5	4	4	0	0	0	204,00
CORREÇÃO MENSAL	134	11	0	0	41	30	0	0	6	5	5	0	0	0	232,00

### 1.1.5 Cálculo do Número N

N é o número equivalente de operação do eixo simples padrão (8,2 t) durante o período de tempo (t = 10 anos) considerado em projeto.

$$N = Vt \times FV$$

FV é o fator de veículo que leva em consideração o fator carga por eixo e o fator de eixo por tipo de veículo.

Tipo de Veículo	FV	V1
Veículos de passeio	0,143292683	134
Ônibus 2 eixos	1,951219512	11
Caminhão 2 eixos	1,951219512	41
Caminhão 3 eixos	2,804878049	30
Carreta 4 eixos	4,024390244	6
Carreta 5 eixos	5,06097561	5
Carreta 6 eixos	5,914634146	5
Carreta 7 eixos	6,951219512	0

Vt é o volume total de trafego no tempo considerado em projeto. Esse fator também leva em consideração a taxa de crescimento para cada tipo de veículo (c), que consideraremos como sendo de 0,5 % para onibus e 4,00 % para os demais veículos.

$$Vt = \frac{365 * V1 * [(1 + c/100)^P - 1]}{c/100}$$

V1 é o volume médio diário de tráfego durante o ano de abertura

P é o periodo de tempo em anos.

Logo:

$$N = FV * \left\{ \frac{365 * V1 * [(1 + c/100)^P - 1]}{c/100} \right\}$$



Classe do Veículo	FV	V1	C	N
Veículos de passeio	0,143292683	134	4	84144,1429
Ônibus 2 eixos	1,951219512	11	0,5	80127,85567
Caminhão 2 eixos	1,951219512	41	4	350578,328
Caminhão 3 eixos	2,804878049	30	4	368748,5462
Carreta 4 eixos	4,024390244	6	4	105814,8002
Carreta 5 eixos	5,06097561	5	4	110891,773
Carreta 6 eixos	5,914634146	5	4	129596,4094
Carreta 7 eixos	6,951219512	0	4	0
Período (anos)	10		SOMA	<b>1,23E+06</b>

### 1.1.6 Fator Climático Regional

Quanto ao fator climático regional ( $FR$ ) devem-se levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano (o que traduz em variações de capacidade de suporte dos materiais) o número equivalente de operações do eixo-padrão ou parâmetro de tráfego  $N$ , deve ser multiplicado por um coeficiente ( $FR$ ) que na pista experimental da AASHO, entre 1958 a 1961, variou de 0,2 (ocasião em que prevalecem baixos teores de umidade) a 5,0 (ocasiões em que os materiais estão praticamente saturados).

É possível que estes coeficientes sejam diferentes, em função da diferença de sensibilidade à variação do número  $N$ ; é possível ainda, pensar-se num fator climático que afetaria a espessura do pavimento (em vez do número  $N$ ), e que seria, ao mesmo tempo, função dessa espessura. O coeficiente final a adotar é uma média ponderada dos diferentes coeficientes sazonais, levando-se em conta o espaço de tempo em que ocorrem. Parece mais apropriada a adoção de um coeficiente, quando se toma, para projeto, um valor do CBR compreendido entre o que se obtém antes e o que se obtém depois da embebição, isto é, um valor correspondente à umidade de equilíbrio. Tem-se adotado  $FR = 1$  face aos resultados de pesquisas desenvolvidas por algumas instituições envolvidas, como por exemplo, o Instituto de Pesquisas Rodoviárias do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (IPR/DNIT).

## 10.2 Coeficiente de equivalência estrutural $K$

De acordo com o Manual do DNIT 667/1981 os coeficientes variam de acordo com os diferentes tipos de materiais que constituem o pavimento.

Para o recape utilizaremos os Coeficientes  $K_R = 2$  para componente do pavimento de base ou revestimento de concreto betuminoso, e  $K_B$  e  $K_{Ref} = 1$  para camadas granulares. Os valores foram retirados da tabela 6.



TABELA – 6

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
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45 kg/cm <sup>2</sup> .	1,70
Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 45 e 28 kg/cm <sup>2</sup> .	1,40
Idem, com resistência a compressão a 7 dias entre 28 e 21 kg/cm <sup>2</sup> .	1,20
Bases de Solo – Cal	1,20

Revestimento	$K_R = 2,00$
Base	$K_B = 1,00$
Sub-Base	$K_S = 1,00$
Reforço	$K_{Ref} = 1,00$





### 10.3 Espessura mínima do revestimento betuminoso

De acordo com o Manual do DNIT 667/1981 recomenda que a espessura mínima do revestimento betuminosos varie de acordo com o número N conforme tabela a seguir:

TABELA – 7

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tramentos superficiais betuminosos.
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	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.

Como o número N para o pavimento em questão é  $1,23 \times 10^6$  o revestimento Betuminoso mínimo será de **5,0 cm de espessura**

### 10.4 Capacidade de suporte

A Rua XV de Novembro é uma estrada municipal existente a décadas a qual atualmente está pavimentada com cascalho. Já as ruas Rio Grande do Sul e dos Imigrantes foram abertas recentemente, entretanto a Rua Guilherme Goldschmidt já está pavimentada com asfalto, a qual será feito ajustes para que a junção entre as ruas av. XV de novembro e a rua Guilherme Goldschmidt. Para determinar a capacidade de suporte do subleito e dos materiais granulares constitutivos do pavimento é feita pelo C. B. R., com a retirada de corpos de prova.

#### 1.4.1 C. B. R.

Foi contratado uma empresa para realizar os ensaios de C. B. R. (California Bearing Ratio) ou I. S. C. (Índice de Suporte California) e a determinação da massa aparente específica aparente in situ pelo Método do Frasco de Areia. O laudo dos ensaios assim como ART seguem em anexo.





As vias que preten-se pavimentar são VX de novembro em duas pistas distintas, Rua Rio Grande do Sul e Rua dos Imigrantes foram realizados quatro ensaios nos quais obtivemos I. S. C. de 6,8, 8,7 e 11,8 e 8,8. Conforme relatório os  $CBR_{proj}$  para cada rua são:

XV de Novembro:  $CBR_{proj} = 7,8$

Rio Grande do Sul:  $CBR_{proj} = 8,8$

Dos Imigrantes:  $CBR_{proj} = 11,8$

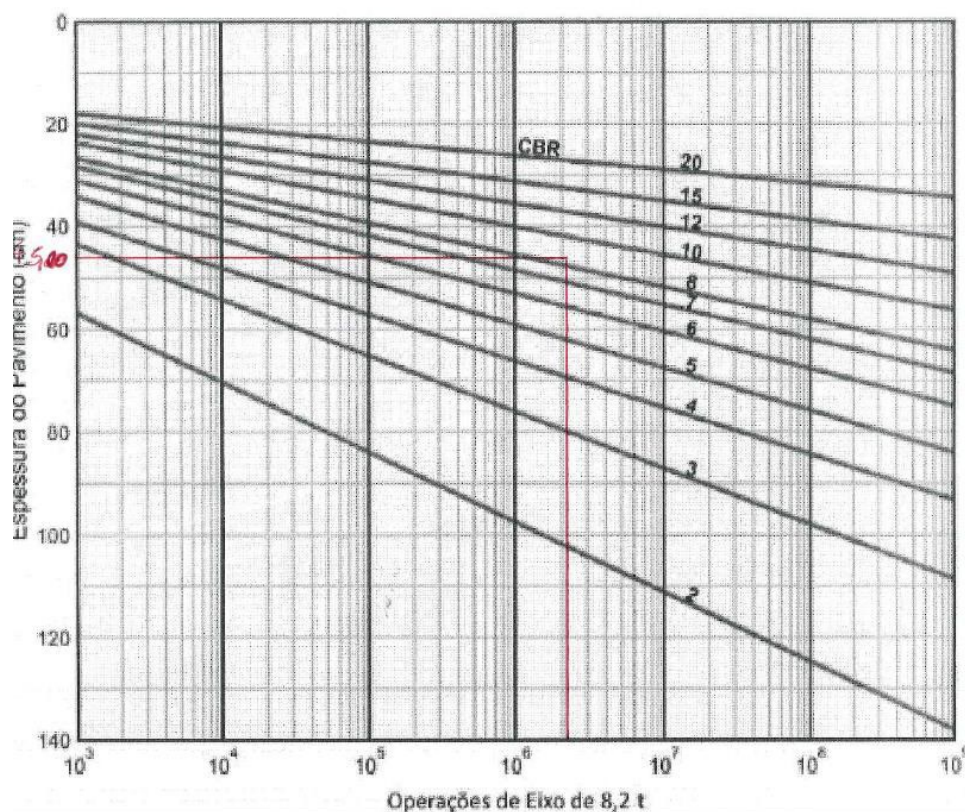
Uma das medições do ensaio CBR e a expansão do material que se constitui o subleito, a medição aferida para todas as amostras foi inferior a 1% conforme recomenda o DNIT.

### 10.5 Dimensionamento do Pavimento

De acordo com o Manual do DNIT 667/1981 o gráfico a seguir fornece a espessura total do pavimento, em função do número N e do CBR, a espessura fornecida por esse gráfico é em termos de material granular com coeficiente de equivalência estrutural  $K = 1,00$ .

Para isso considera-se que há drenagem superficial adequada e que o nível do lençol freático fia a 1,50 m do greide de regularização.

**GRÁFICO PARA DETERMINAÇÃO  
DA ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO**

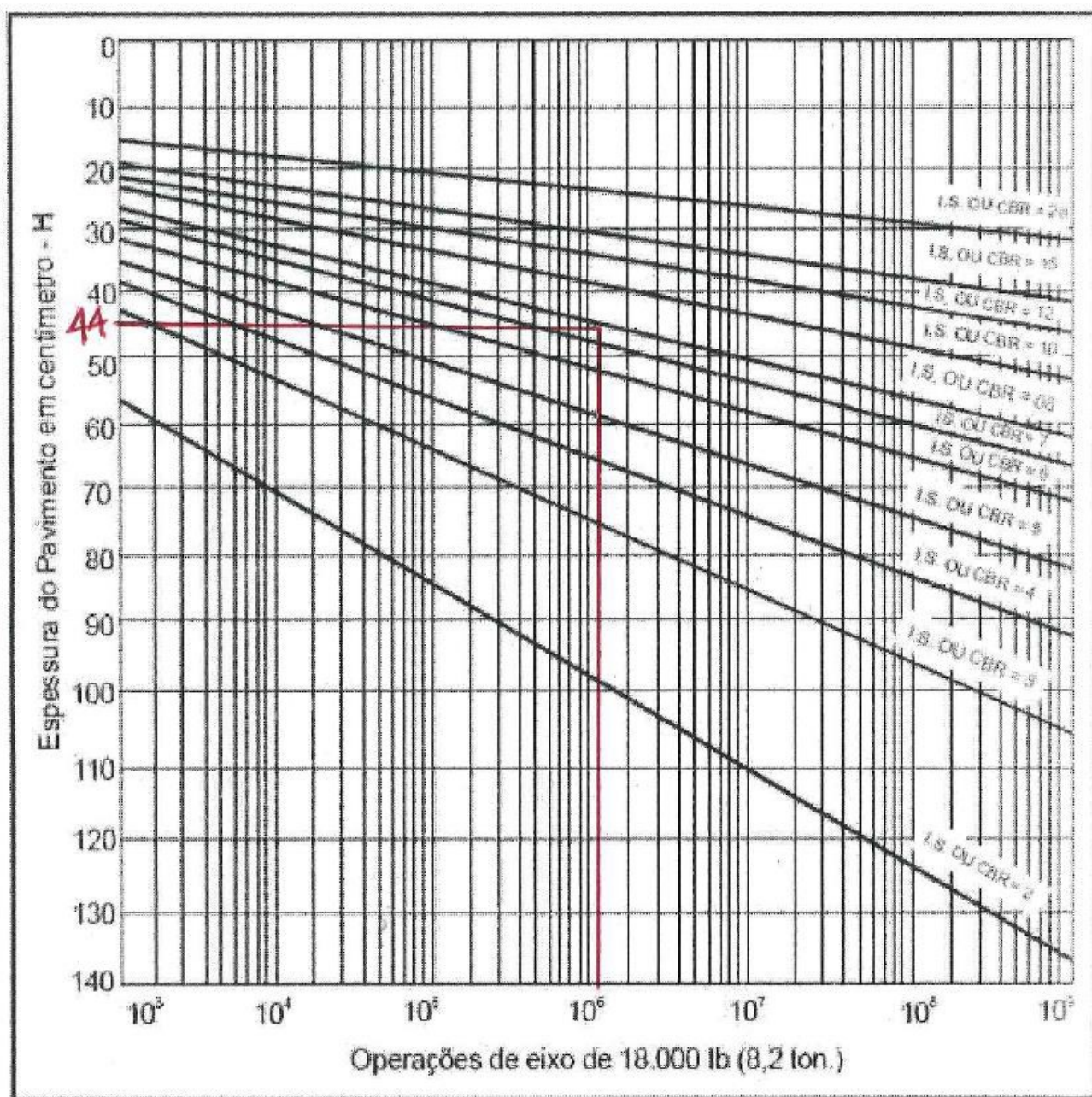


**Ht = 45,25 cm**

O cálculo da espessura total do pavimento (Ht) também pode ser obtido pela equação:

$$H_T = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC / CBR^{-0,598}$$

Que considera como coeficiente estrutural K=1, em função dos parâmetros de tráfego número N (N=1,23\*10<sup>6</sup>) e resistência do subleito (CBR) CBR<sub>Proj</sub> conforme dados definidos no ensaio.



XV de Novembro: **Ht = 44,70 cm**

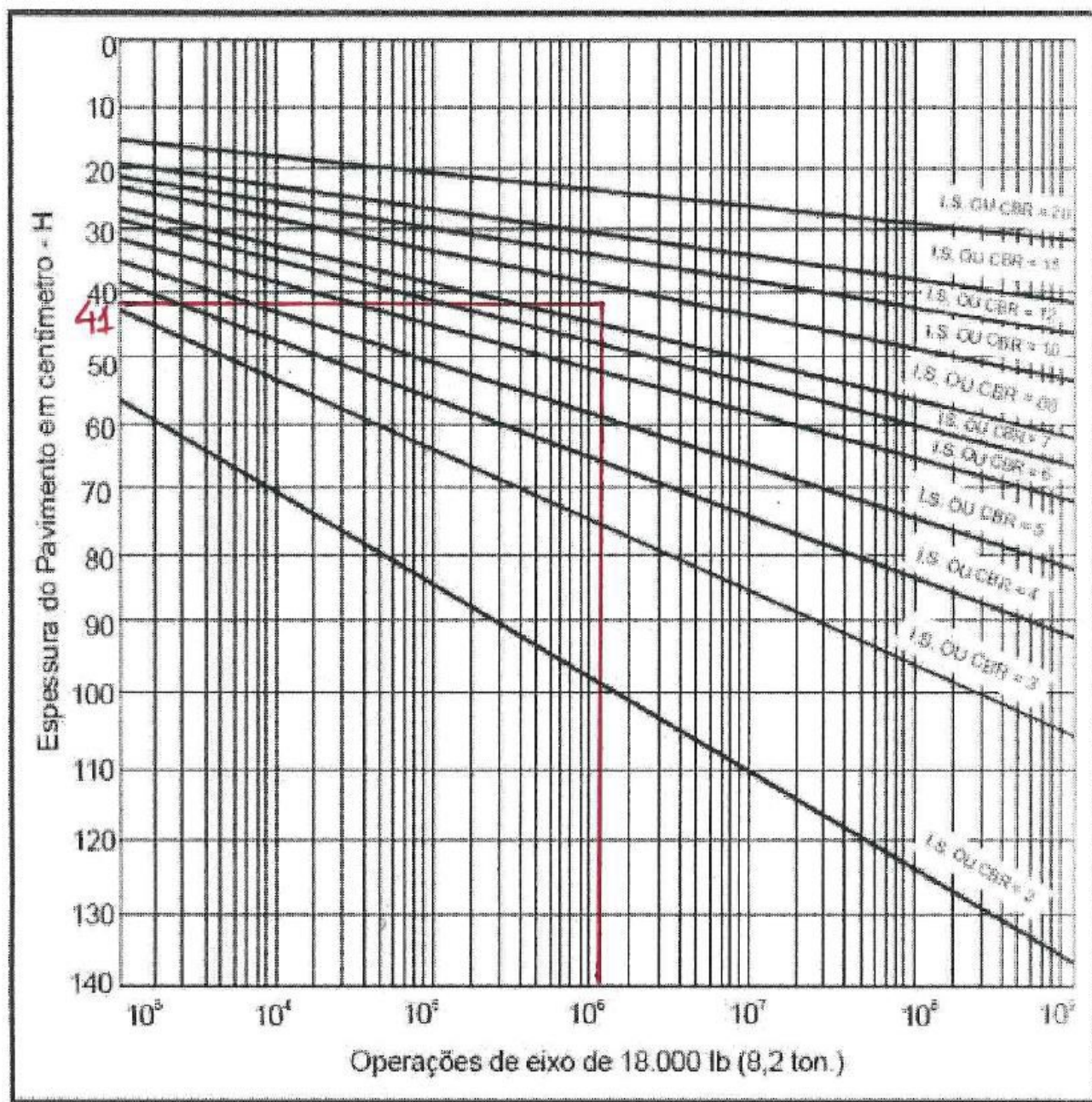




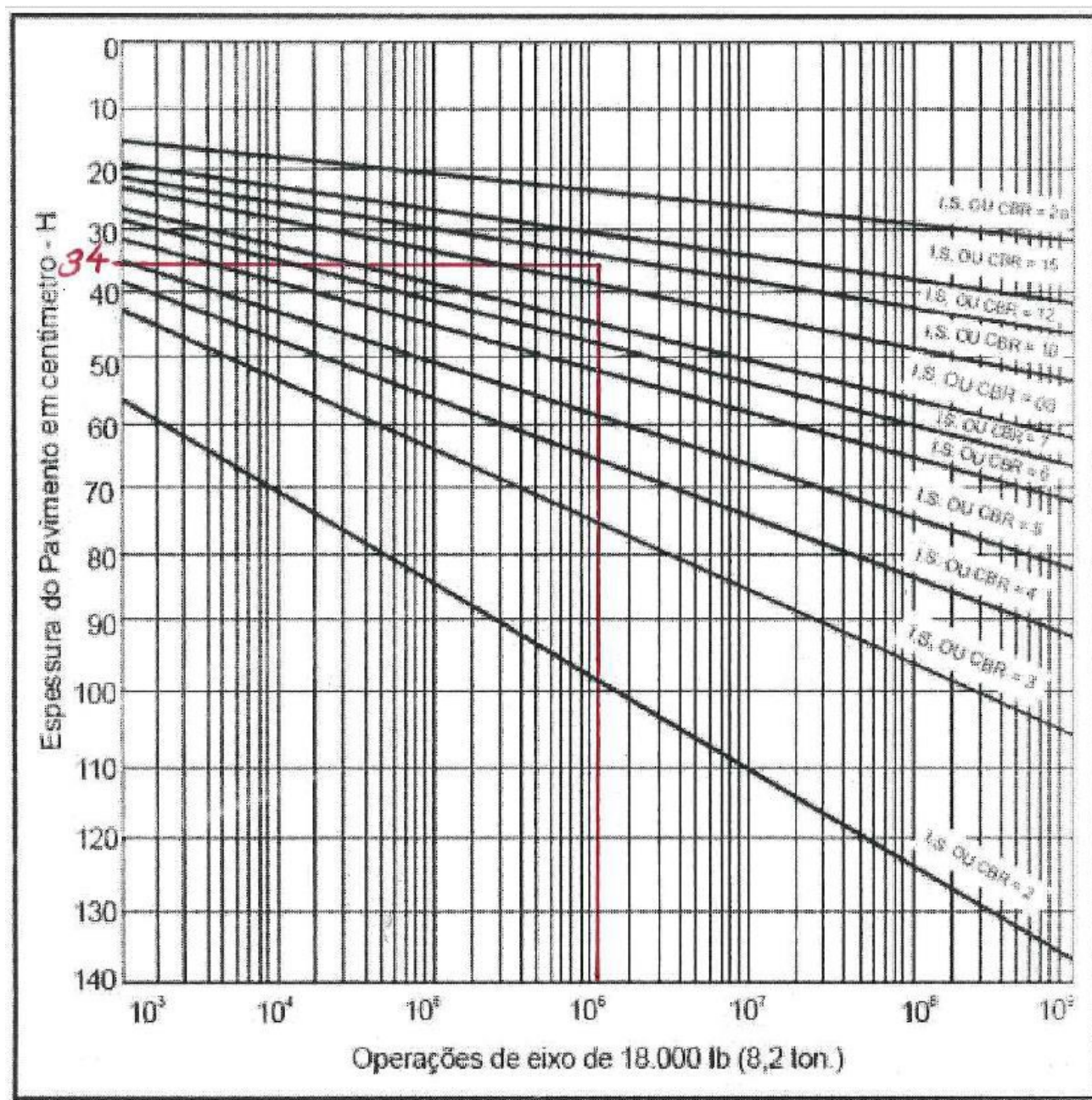
Município de Sulina – Paraná

Departamento de Engenharia

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Dimensionamento

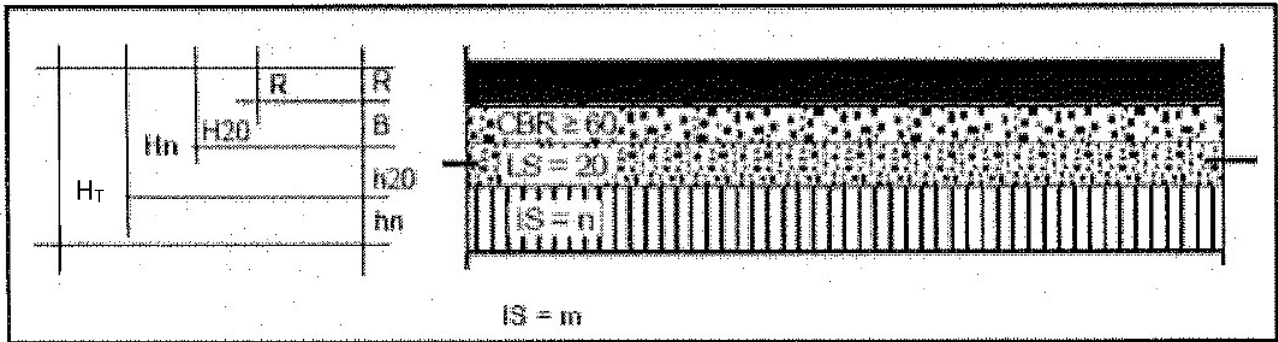


Rio Grande do Sul: **Ht = 41,59 cm**



Dos Imigrantes: Ht = 34,90 cm





Espessura do Revestimento	R = 5,00 cm definido na tabela 7
Espessura da Base	B
Espessura da Sub-Base	h20
Espessura do Reforço	hn

Mesmo que o CBR da sub-base seja superior a 20, a espessura do pavimento necessário para protegê-la é determinada como se este valor fosse 20 e por esta razão, usam-se, sempre os símbolos H20 e h20 para designar as espessuras de pavimento sobre a sub-base e a da sub-base respectivamente. Pelo gráfico tem-se:

$$H_T = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC / CBR^{-0,598}$$

$$H_T = 77,67 \times 1,23 \times 10^{6^{0,0482}} \times 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 25,45 \text{ cm}$$

Uma vez determinadas as espessuras pelo gráfico e R pela tabela 7, as espessuras da base(B), sub-base (h20) e reforço do subleito (hn), são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R * KR + B * KB \geq H_{20}$$

$$R * KR + B * KB + h_{20} * KS \geq H_n$$

$$R * KR + B * KB + h_{20} * KS + h_n * K_{ref} \geq H_t$$

Tense:

$$R * KR + B * KB \geq H_{20} \quad \therefore 5 * 2 + B * 1 = 25,45$$

$$B = 15,45 \text{ cm} \quad \therefore B = 16,00 \text{ cm}$$

Como não há previsão de reforço de sub-base, tem-se:

$$R * KR + B * KB + h_{20} * KS \geq H_t$$

$$5 * 2 + 16,00 * 1 + h_{20} * 1 \geq H_t$$

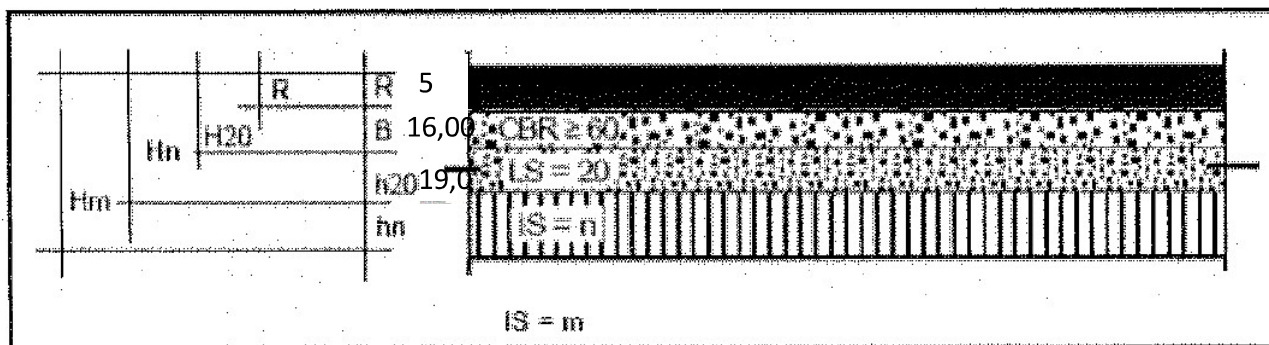


Pretende-se usar macadame seco preenchido com brita graduada para a sub-base KS = 1,00

XV de Novembro: **Ht = 44,70 cm**

$$5 * 2 + 16,00 * 1 + h_{20} * 1 \geq 44,70$$

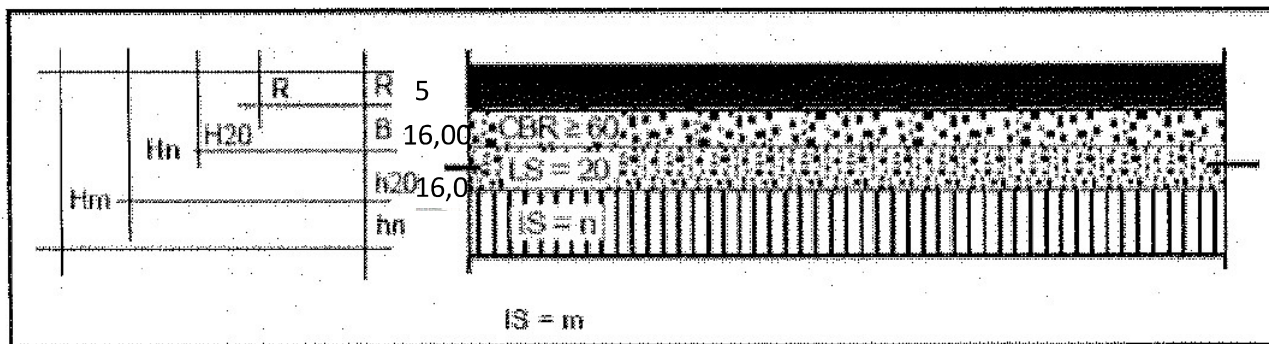
$$h_{20} = 18,70 \text{ cm} \quad \therefore \quad h_{20} = 19,00 \text{ cm}$$



Rio Grande do Sul: **Ht = 41,59 cm**

$$5 * 2 + 16,00 * 1 + h_{20} * 1 \geq 41,59$$

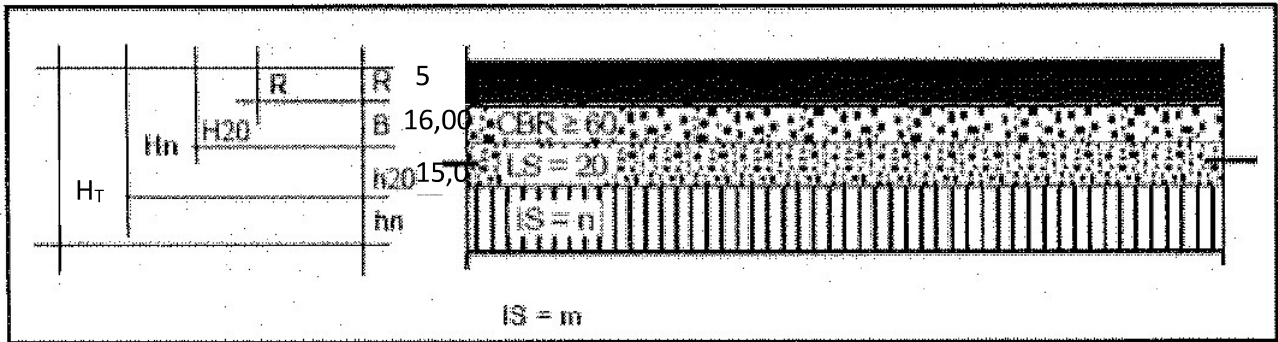
$$h_{20} = 15,59 \text{ cm} \quad \therefore \quad h_{20} = 16,00 \text{ cm}$$



Dos Imigrantes: **Ht = 34,90 cm**

$$5 * 2 + 16,00 * 1 + h_{20} * 1 \geq 34,90$$

$$h_{20} = 8,90 \text{ cm} \quad \therefore \quad h_{20} = 15,00 \text{ cm}$$



Temos:

XV de Novembro: **h20 = 19,00 cm**

Rio Grande do Sul: **h20 = 16,00 cm**

Dos Imigrantes: **h20 = 15,00 cm**

Conforme manual do DER a camada acabada mínima é de 12 cm, como a espessura da camada ficou maior que a mínima adotaremos duas camadas de 12cm.

Logo, todas as camadas terão 24,00 cm de espessura.

Então ficou o revestimento em **CBUQ** (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) com espessura de **5,00 cm** e base em **Brita Graduada** com **16,00 cm** com reforço de sub-base em **Macadame Seco** preenchido com **Brita Graduada** de **24,00 cm**.

**CASSIA EDUARDA. G. FRITZEN**

Engenheira Civil – CREA 208163-D