MUNICÍPIO DE JOINVILLE

Estado de Santa Catarina

MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS:

SEGUNDA ETAPA DO PARQUE 25 DE JULHO - ACESSO

Agosto de 2025

SUMÁRIO

1 DADOS GERAIS DA OBRA 3
2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO 3
2.1 PROCEDIMENTOS INICIAIS 3
2.1.1 Índice de suporte do subleito adotado 4
2.1.2 Definição do N característico 4
2.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO EM PAVER 6
2.2.1 Espessura das camadas 6
2.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO 8
2.3.1 Espessura das camadas e coeficientes de equivalência estrutural 8
2.4 REFORÇO DO SUBLEITO 13

1 DADOS GERAIS DA OBRA

OBRA: Projeto Executivo de Pavimentação da Segunda Etapa do Parque 25 de Julho – Acesso

LOCAL: Rodovia Vereador Arno Krelling - SC 418, 251, Dona Francisca - Joinville/SC

ÁREA DE INTERVENÇÃO: 14.025,08 m²

2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O projeto de pavimentação da obra em questão tem como objetivo definir a seção transversal do pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes, especificando valores mínimos e ou máximas das características físicas e mecânicas destes materiais.

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço será do executante.

2.1 PROCEDIMENTOS INICIAIS

Foram realizadas sondagens na região a ser pavimentada, pela empresa Marcos Trojan Engenharia e Geotecnia Ltda. Os boletins sondagem são apresentados em documento à parte desse memorial e resumidos na tabela abaixo:

Amostra	I.S.C. (%)	Expansão (%)	Tipo de solo
OS-23/1166	6,2	0,70	Argila
OS-23/1167	3,6	0,60	Argila Siltosa
OS-23/1168	5,0	0,60	Argila Siltosa
OS-23/1169	9,3	0,16	Argila
OS-22/1864	3,0	3,00	Silte Argiloso
OS-22/1865	10,8	0,50	Silte Argiloso
OS-22/1866	4,4	0,05	Silte Argiloso
OS-22/1867	3,8	1,28	Silte Argiloso
OS-22/1868	6,2	0,30	Silte Argiloso
OS-22/1869	5,3	0,97	Silte Argiloso
OS-22/1870	4,0	0,25	Silte Argiloso

2.1.1 Índice de suporte do subleito adotado

Para o dimensionamento do pavimento em paver, pavimento em concreto e pavimento asfáltico será adotado o resultado da amostra OS-22/1864 (I.S.C. 3,0%).

2.1.2 Definição do N característico

- ESTIMATIVA DE VEÍCULOS

O Projeto contém:
- Vagas de veículos leves: 175
- Vagas de motocicletas: 30
- Vagas de veículos pesados: 7

Projetos no entorno (com o mesmo acesso) contém:
- Vagas de veículos leves: 39
- Vagas de veículos pesados: 4

Considerando uma rotatividade de 2 vezes ao dia (para as vagas de veículos leves) e de 2 vezes ao dia (para as vagas de veículos pesados), além do tráfego de 350 veículos leves ao dia e 45 veículos pesados ao dia, com uma taxa de crescimento de 3% ao ano e um período de 20 anos, temos:

TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL

AUTOMÓVEIS	2C e 2CB	3C	4C	2S3	3S3
778	60	6	1	0	

PROJEÇÃO DE TRÁFEGO

ANO	AUTOMÓVEIS	2C e 2CB	3C	4C	2S3	3S3	AASHTO		USACE	
							Σ VDM x FV	ACUMULADO	Σ VDM x FV	ACUMULADO
2024	778	60	6	1	0	0	1,78E+02	1,78E+02	2,77E+02	2,77E+02
2025	802	61,8	6,2	1,1	0	0	1,83E+02	3,61E+02	2,86E+02	5,63E+02
2026	827	63,7	6,4	1,2	0	0	1,89E+02	5,50E+02	2,96E+02	8,59E+02
2027	852	65,7	6,6	1,3	0	0	1,95E+02	7,45E+02	3,06E+02	1,17E+03
2028	878	67,7	6,8	1,4	0	0	2,01E+02	9,46E+02	3,15E+02	1,48E+03
2029	905	69,8	7,1	1,5	0	0	2,07E+02	1,15E+03	3,27E+02	1,81E+03
2030	933	71,9	7,4	1,6	0	0	2,14E+02	1,37E+03	3,38E+02	2,15E+03
2031	961	74,1	7,7	1,7	0	0	2,21E+02	1,59E+03	3,49E+02	2,49E+03
2032	990	76,4	8	1,8	0	0	2,28E+02	1,82E+03	3,61E+02	2,86E+03
2033	1020	78,7	8,3	1,9	0	0	2,35E+02	2,05E+03	3,73E+02	3,23E+03
2034	1051	81,1	8,6	2	0	0	2,42E+02	2,29E+03	3,85E+02	3,61E+03
2035	1083	83,6	8,9	2,1	0	0	2,50E+02	2,54E+03	3,97E+02	4,01E+03
2036	1116	86,2	9,2	2,2	0	0	2,57E+02	2,80E+03	4,10E+02	4,42E+03
2037	1150	88,8	9,5	2,3	0	0	2,65E+02	3,07E+03	4,23E+02	4,84E+03
2038	1185	91,5	9,8	2,4	0	0	2,73E+02	3,34E+03	4,36E+02	5,28E+03
2039	1221	94,3	10,1	2,5	0	0	2,82E+02	3,62E+03	4,50E+02	5,73E+03
2040	1258	97,2	10,5	2,6	0	0	2,91E+02	3,91E+03	4,65E+02	6,19E+03
2041	1296	100,2	10,9	2,7	0	0	3,00E+02	4,21E+03	4,80E+02	6,67E+03
2042	1335	103,3	11,3	2,8	0	0	3,09E+02	4,52E+03	4,96E+02	7,17E+03
2043	1376	106,4	11,7	2,9	0	0	3,19E+02	4,84E+03	5,11E+02	7,68E+03

CÁLCULO NÚMERO N

365 x Fp x Fr	AASHTO		USACE	
	Σ VDM x FV	NUMERO N	Σ VDM x FV	NUMERO N
182,5	4,84E+03	**8,83E+05**	7,68E+03	**1,40E+06**

Percebe-se que os dados acima resultam em um número N, utilizando o método da AASHTO, de 8,83 x10^5 e para o método USACE de 1,40 x 10^6 .

A normativa IP – 02/2004 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS, da cidade de São Paulo divide as vias da seguinte forma:

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equiva-lente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	**Caminhão/ Ônibus**			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	2,70 x 10^4 a 1,40 x 10^5	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	1,40x 10^5 a 6,80x 10^5	5 x 10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	1,4 x 10^6 a 3,1 x 10^6	2 x 10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	1,0 x 10^7 a 3,3 x 10^7	2 x 10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	3,3 x 10^7 a 6,7 x 10^7	5 x 10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3 x 10^6 (1)	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5 x 10^7	5 x 10^7

Em função dos dados calculados, bem como da tabela de referência, neste projeto o número N adotado será de **$1{,}4x10^6$** em função do entorno apresentar um ambiente escolar, bem como áreas turísticas (com grande volume de veículos).

Em todos os dimensionamentos realizados este foi o valor de número de solicitações padrão (número N) adotado.

2.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO EM PAVER

A definição das diversas camadas constituintes do pavimento foi calculada utilizando o IP-06/2004 “Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto”, desenvolvido pela prefeitura de São Paulo.

2.2.1 Espessura das camadas

De acordo com o N característico da via, adotou-se o Procedimento B, conforme determina o manual IP-06/2004

> *“Procedimento B (PCA - Portland Cement Association): Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre 10^5 e 1,5 x 10^6 solicitações”*

A espessura dos blocos do revestimento será de 6 a 10 cm em função do tráfego solicitante, conforme abaixo.

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5x10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5x10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N \geq 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Para o pavimento em questão a espessura dos blocos será de **8 cm**.

Determinação da espessura de base puramente granular.

Com os valores de $N_{TÍPICO}$ = 1,4x10^6 e CBR_{SL}= 3,0%, tem-se da Figura a seguir:

H_{BG} = 45 cm

N.º de Solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (H_{BG})										
	Valor do índice de Suporte Califórnia do Subleito										
	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	15	20
(10')	27	21	17								
2 x 10^3	29	24	20	17							
4 x 10^3	33	27	23	19	17						
8 x 10^3	36	30	25	22	19						
(10^4)	37	31	26	23	20						
2 x 104	41	34	29	25	22	17					
4 x 10^4	44	37	32	28	24	19					
8 x 104	48	40	35	30	27	21	17		Mín. 15		
(10^5)	49	41	36	31	28	22	18				
2x10^5	52	44	38	34	30	24	19				
4x10^5	56	47	41	36	32	26	21				
8x10^5	59	51	44	39	34	28	23				
(10^6)	60	52	45	40	35	29	23	16			
2x10^6	64	55	47	42	38	30	25	17			
4x10^6	68	58	50	45	40	33	27	19			
8 x 10^6	71	61	53	47	42	34	29	20			
(10^7)	72	62	54	48	43	35	30	21			

Considerando a divisão das camadas em base e sub-base e adotando a camada de sub-base como 30 cm, temos:

$$Hb = \frac{Hbg - Hsbg}{\text{Kb}} = \frac{45 - 30}{1} = 15 \text{ cm} = \text{Espessura adotada } 15 \text{ cm}$$

Em resumo, a estrutura do pavimento será composta por:

Bloco intertravado = **8,00 cm**

Colchão de areia = **5,00 cm**

Base de brita graduada simples = **15,00 cm**

Sub-base de rachão = **30,00 cm**

Prevê-se a utilização de materiais de jazida comercial para sub-base (pedra detonada) e para base (brita graduada), devendo ser feito travamento com pó de pedra (além do material da caixa de empréstimo) nos locais onde houver remoção de material.

Os materiais de base e sub-base deverão atender às condições:

- ✓ Sub-base: - CBR ≥ 30%
  - Expansão ≤ 1%
  - Índice de Grupo IG=0
- ✓ Base: - CBR ≥ 80%
  - Expansão ≤ 0,5%

Todos os serviços deste item deverão ser executados seguindo a sequência lógica de execução de cada etapa, os quais serão supervisionados e somente após aprovação da CONTRATANTE serão liberados individualmente de modo a dar continuada a execução das camadas que compõem o pavimento estrutural.

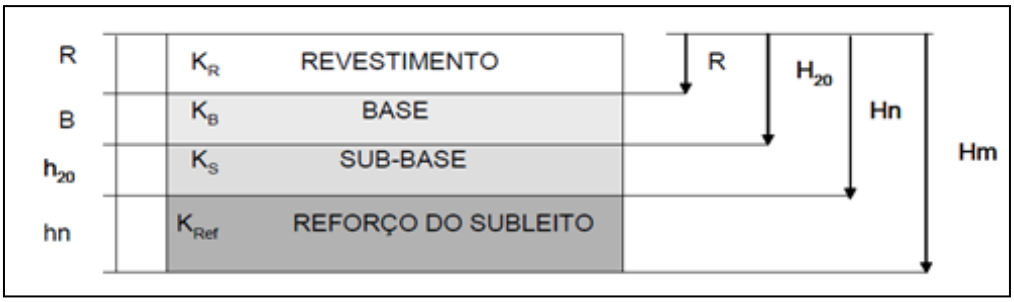
2.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO

2.3.1 Espessura das camadas e coeficientes de equivalência estrutural

Os valores dos coeficientes de equivalência estrutural (k) dependem do tipo de material construtivo utilizado no pavimento.

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 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

A partir do ábaco disponibilizado na norma, que relaciona espessura do pavimento e número de operações de eixo padrão em função do CBR, e dada à espessura do revestimento R, é possível calcular as espessuras H_m, H_n e H_{20}.



As espessuras da base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

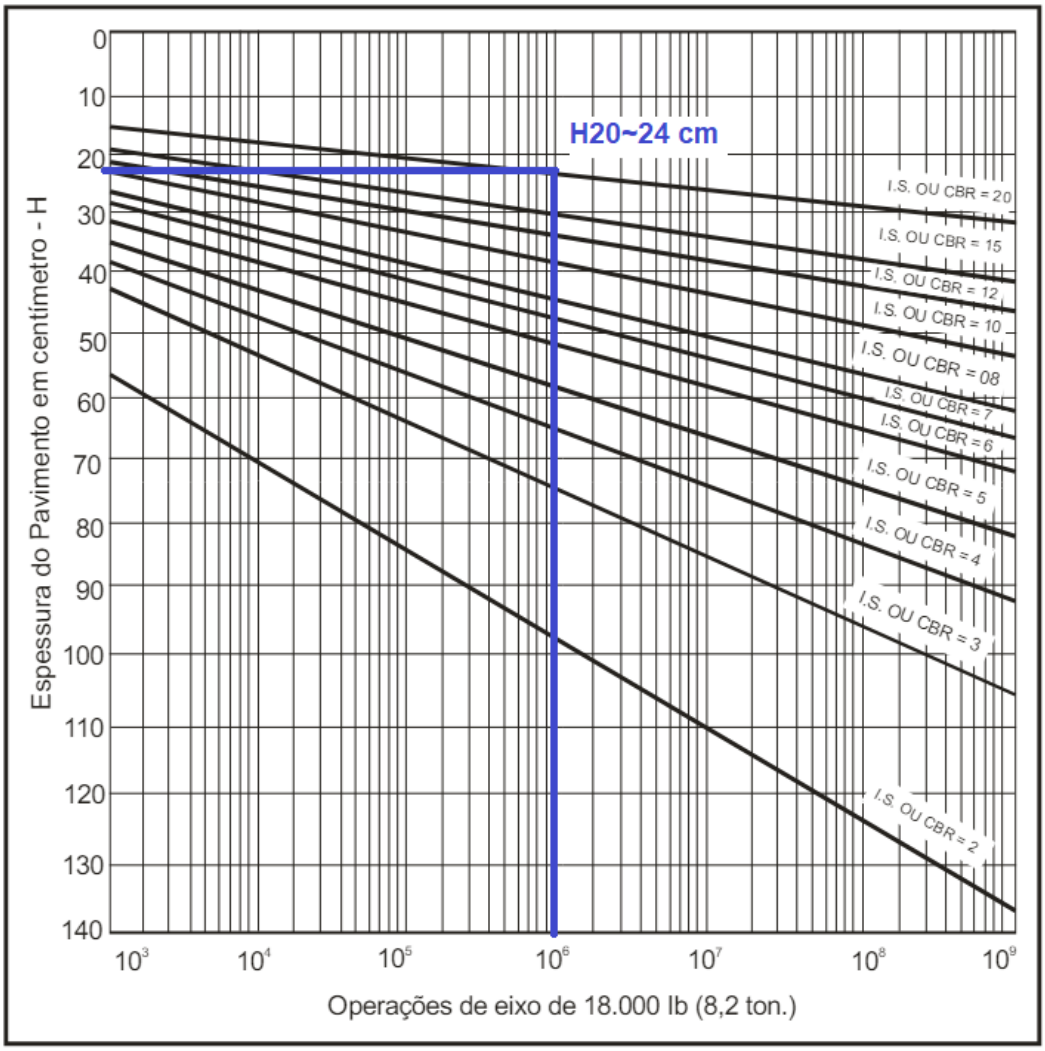
$$K_R * R + K_B * B \geq H_{20}$$
$$K_R * R + K_B * B + K_S * h_{20} \geq H_n$$
$$K_R * R + K_B * B + K_S * h_{20} + K_{REF} * h_n \geq H_m$$

Para o dimensionamento do pavimento foi contemplado o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT 2006. Segundo o Método, o pavimento é dimensionado em função dos fatores:

- ✓ Número equivalente de operações do eixo padrão (N);
- ✓ Capacidade do subleito (CBR);
- ✓ Espessura das camadas do pavimento em função de coeficientes de equivalência estrutural.

Para o revestimento betuminoso fixou-se a espessura de **5cm**.

Para o dimensionamento da camada de base, fixou-se o número N e realizou-se consulta ao ábaco do DNIT, conforme apresentado abaixo:

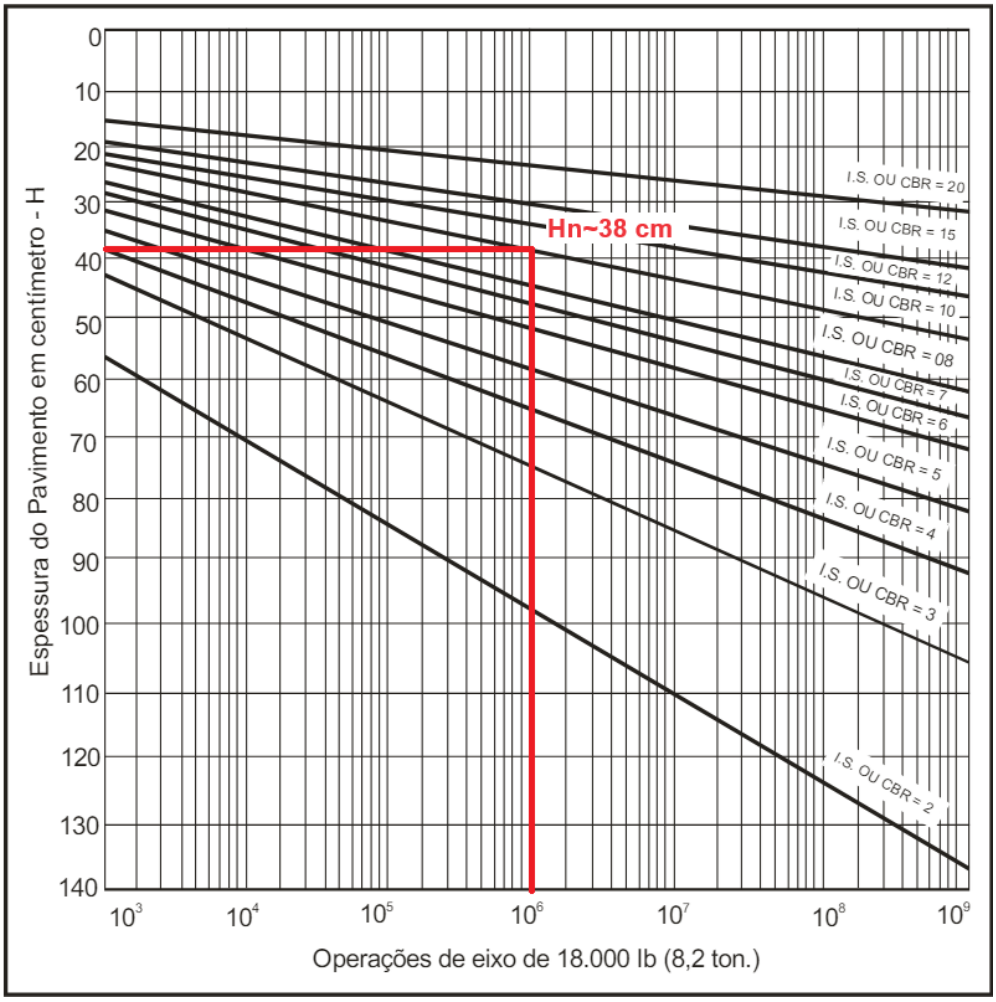


Com isso, tem-se:

$$K_R * R + K_B * B \geq H_{20}$$
$$2 * 5 + 1 * B \geq 24$$

B ≥ 24 - 10
B ≥ 14 cm
A espessura da base adotada é de 15 cm

Para o dimensionamento da camada de sub-base, realizou o mesmo procedimento acima, adotando o CBR do reforço do subleito.

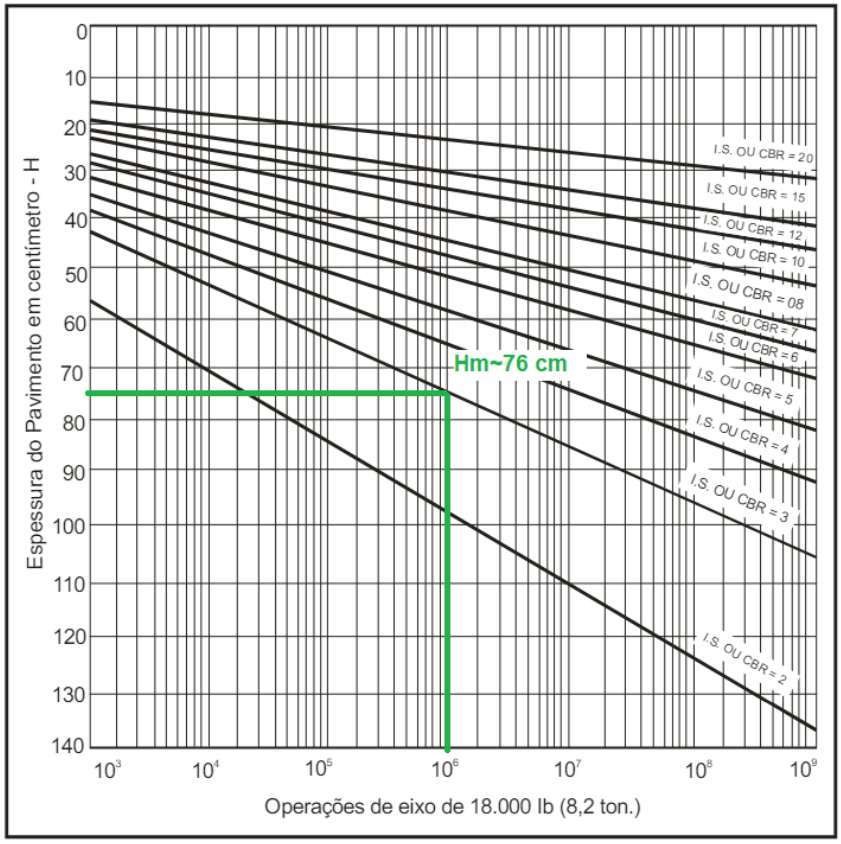


Com isso, tem-se:

$$K_R * R + K_B * B + K_S * h_{20} \geq H_n$$
$$2 * 5 + 1 * 15 + 1 * h_{20} \geq 38$$
$$h_{20} \geq 13 \text{ cm}$$

A espessura de sub-base adotada é de 30 cm

Para o dimensionamento da camada de reforço, foi realizado o mesmo procedimento acima, adotando o CBR do subleito mencionado anteriormente.



Com isso, tem-se:

$$K_R * R + K_B * B + K_S * h_{20} + K_{REF} * h_n \geq H_m$$
$$2 * 5 + 1 * 15 + 1 * 30 + 1 * h_n \geq 76$$
$$h_n \geq 21 \text{ cm}$$

A espessura do reforço adotada é de 58 cm (ver item 2.4)

Prevê-se a utilização de materiais de jazida comercial para sub-base (pedra detonada) e para base (brita graduada), devendo ser feito travamento com pó de pedra (além do material da caixa de empréstimo) nos locais onde houver remoção de material.

Os materiais de base, sub-base e reforço deverão atender às condições:

- ✓ Reforço: - CBR ≥ 10%
  - Expansão ≤ 1%
- ✓ Sub-base: - CBR ≥ 20%
  - Expansão ≤ 1%
  - Índice de Grupo IG=0

✓ Base: - CBR ≥ 80%
- Expansão ≤ 0,5%

As camadas do pavimento a serem adotadas no projeto de pavimentação estão descritas a seguir:

CAMADAS DO PAVIMENTO ADOTADAS:

- Regularização e compactação;
- Camada de reforço = **58,00 cm**
- Sub-base de rachão = **30,00 cm**
- Base de brita graduada simples (BGS) = **15,00 cm**
- Emulsão Asfáltica EAI;
- Pintura de ligação RR-1C;
- Revestimento asfáltico em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) = **5,00 cm**

2.4 REFORÇO DO SUBLEITO

Para o dimensionamento dos pavimentos foi utilizada a amostra OS-22/1864 (I.S.C. 3,0%) a qual apresenta uma expansão superior a 2,00%. Assim, deverá ocorrer a substituição do subleito (terreno natural existente), por um material de melhor qualidade. A planta de pavimentação apresenta os pontos onde a troca de material deve ocorrer. A execução será realizada conforme indicado na especificação do serviço. **As regiões com necessidade de troca de solo e reforço de subleito deverão ser confirmadas em campo, por meio de ensaios a serem realizados pela empresa executora da obra.**

Reforço deverá seguir as seguintes espessuras médias:

- Pavimento em paver (item 2.2): espessura de **50 cm;**

- Pavimento asfáltico (item 2.3): espessura de **58 cm** para compatibilizar a altura total de escavação das camadas existentes;

O material de reforço deverá atender às condições:

- ✓ Reforço: - CBR ≥ 10%
  - Expansão ≤ 1%

CARLOS ALEXANDRE SCHNEIDER:07267490956
Assinado de forma digital por CARLOS ALEXANDRE SCHNEIDER:07267490956
Dados: 2025.08.13 10:07:06 -03'00'

Carlos Alexandre Schneider
Engenheiro Civil
CREA/SC 165.857-0

GABRIEL ESTEVES RIBEIRO:37012969873
Assinado de forma digital por GABRIEL ESTEVES RIBEIRO:37012969873
Dados: 2025.09.02 14:32:47 -03'00'