



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL

PÉROLA-PR

ESTRADA IPIRANGA

MAIO DE 2024



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

1 - INTRODUÇÃO

Dimensionar um pavimento consiste em se definir as várias camadas constituintes e/ou verificar espessura previamente adotada e compatibilizar os materiais a serem utilizados de forma que a vida útil corresponda a certo número projetado de repetições de carga.

Encontrar a relação existente entre as características da estrutura do pavimento (propriedades dos materiais utilizados nas camadas, seção, variabilidade e heterogeneidade construtiva), as condições climáticas, magnitude das cargas de tráfego a que o pavimento está submetido e condições de drenagem não é uma tarefa fácil, devido ao grande número de variáveis envolvidas que influenciam no comportamento do pavimento.

Assim, o dimensionamento consiste em compatibilizar duas variáveis independentes principais que são as solicitações, caracterizadas pelo tráfego, e a resistência dos materiais do subleito, com as características dos materiais e as espessuras das camadas que receberão os esforços do tráfego e passarão ao sub-leito, de maneira que o sistema utilize o potencial máximo de suas características

2 - MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Como o pavimento é uma estrutura complexa, para prever o seu desempenho é necessário um grande número de simplificações. A formulação para o desenvolvimento do dimensionamento e/ou reforço dos pavimentos pode ser analisada através de métodos: empíricos, mecânicos e teóricos- experimentais.

A opção por um método de dimensionamento deve se dar de tal forma que o mesmo forneça uma espessura de pavimento compatível com o comportamento do solo de fundação e com o tráfego esperado e, ao mesmo tempo, seja econômico.

Os métodos empíricos de dimensionamento de pavimentos asfálticos, ainda são os mais usados no Brasil, são aqueles baseados na experiência acumulada e correlacionam o desempenho do pavimento com algumas propriedades dos materiais utilizados na construção. Não leva em conta o conceito de deformabilidade das camadas do pavimento e do subleito no cálculo da espessura do pavimento. Baseia-se em observação do desempenho de estruturas existentes.

No Brasil, são dois os procedimentos para dimensionamento de pavimentos flexíveis normalizados pelo DNIT:



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

- **Método Empírico do DNER ou Método do DNER:** Este procedimento consiste em uma adaptação elaborada pelo Eng^o Murillo Lopes de Souza, em 1966, do método de dimensionamento desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, com a inclusão de alguns resultados da pista experimental da AASHTO. É um método baseado nas características de resistência dos solos de fundação e dos materiais de constituição do pavimento;
- **Método da Resiliência do DNER:** Este procedimento é resultante de estudos realizados por Ernesto Preussler e Salomão Pinto, apoiado nos resultados da pesquisa sobre Avaliação Estrutural de Pavimentos, empreendida pelo IPR/DNER. Esta metodologia consta no Manual de Pavimentação de 1996, numa introdução, ainda que com considerações simplificadas, do conceito da Resiliência como parâmetro norteador do dimensionamento de pavimentos. O método é baseado na deformação elástica ou recuperável de solos e de estruturas de pavimentos sob a ação de cargas repetidas.

O Método do DNER possui a vantagem de ser facilmente empregado, pois os ensaios de caracterização são simples e não requerem aparelhagem sofisticada. Entretanto é limitado pelas condições de contorno (materiais de construção, clima da região, condições de tráfego, etc.), limita a utilização de novos materiais e diferentes cargas de tráfego.

Para o dimensionamento deste projeto optou-se pelo Método DNER.

2.1 - Estudo de Tráfego

Com o objetivo de definir os elementos de tráfego nas vias para embasamento dos demais estudos e projetos, e em função de não existir uma contagem de veículos para o sistema viário rural do município de Pérola foi adotado como referência a **Norma Técnica de Pavimentação da Prefeitura Municipal de São Paulo**, para caracterização e definição de volume de tráfego a serem apresentados no presente projeto em função do tipo de via a ser implantada.



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

2.2 Estimativa da Taxa de Crescimento

Os valores de taxa de crescimento utilizados nesta projeção baseiam-se na combinação de diversos fatores associados ao crescimento sócio econômico regional, ao crescimento médio anual do PIB brasileiro, crescimento da frota de veículos e às correlações com outras taxas de crescimento fixadas em estudos recentes de tráfego feito no estado do Paraná, em especial na Região Noroeste do Estado.

Os valores de taxa de crescimento definidos e utilizados para projeção 10 (dez) anos de projeto, com abertura de tráfego a partir do segundo semestre de 2024.

2.3 Fator de Equivalência de Carga

O Eixo Padrão Rodoviário é o eixo utilizado para o dimensionamento de um pavimento.

Como em uma estrada rural (vicinal) trafegam diferentes tipos de veículos como ônibus, caminhões, carretas, utilitários e de passeio, e com variadas cargas em seus eixos, introduziu-se o conceito de Eixo Padrão Rodoviário. Ele é um eixo simples de duas rodas de cada lado e com as seguintes características:

- Carga por eixo: $8,2tf = 80kN$
- Carga por roda: $2,04tf = 20kN$
- Pressão de enchimento dos pneus: $5,6 \text{ kgf/cm}^2$
- Pressão de contato pneu/pavimento: $5,6 \text{ kgf/cm}^2$
- Afastamento entre pneus, por roda: $32,4\text{cm}$
- Raio da área de contato pneu/pavimento: $10,8\text{cm}$

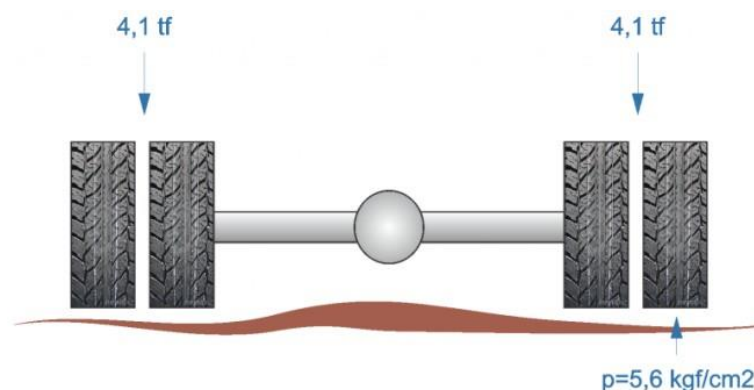


Figura 1 – Representação do eixo padrão de 8,2 tf



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Várias pesquisas e metodologias tem sido utilizada na busca da melhor correlação entre peso dos eixos e seu efeito destruidor, entre elas destacam-se os estudos da AASHTO no estado de Illinois - E.U.A, TRRL da Inglaterra e a pesquisa ICR no Geipot no Brasil.

Os estudos recentes desenvolvidos nas rodovias federais do Paraná e na região do entorno do trecho em projeto indicam fatores de equivalência de carga com base na metodologia do Corpo do Exército Americano (USACE).

2.3.1 Determinação do número de repetições equivalentes de um eixo padrão de 8,2 tf (N)

$$N = 365 \times F_p \times F_r \times \sum V_i \cdot F_i$$

Onde:

N = número de atuações do eixo padrão de 8,2 tf;

F_p = fator de pista;

F_r = fator climático regional;

V_i = número de veículos da categoria *i* iniciante na faixa mais solicitada;

F_i = fator de equivalência do veículo da categoria *i*.

O fator de pista é definido como sendo o inverso do número de pistas. Para as pistas em estudo F_p = 0,5.

O fator climático regional (FR) representa o coeficiente de constituição para aumento ou decréscimo das condições de solicitações de eixo de uma dada via, em função de condições climáticas incidentes mais ou menos adversas e intensas. No presente estudo, de acordo com as recomendações do DNIT, adotou-se FR=1.

O fator de equivalência de carga dos veículos representa o número de passagens de um eixo carregado com uma carga padrão de 8.200 kg (18.000 lb) que produziria o efeito no pavimento equivalente a carga do eixo em questão.



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

As tabelas abaixo representam este fator de equivalência para cada tipo de eixo de veículo, considerando veículo sem carga, com carga legal e com carga em excesso com tolerância de 10% permitida por eixo segundo a Resolução Contran nº 489/2014 e calculando os Feq-CARGA segundo as equações da USACE e AASHTO a seguir demonstradas.

AASHTO

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

P = Peso bruto total sobre o eixo

USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

2.3.2 – Número “N” – Parâmetros de Tráfego

O número “N” – equivalente de operações do eixo simples padrão de 8,2 toneladas – foi obtido através cálculo de volume médio diário da Tabela de Classificação das vias e **parâmetros de tráfego desenvolvida pela Prefeitura da Cidade de São Paulo**, visto que, não existe uma contagem de veículos que trafegam nas vias rurais do Município de Pérola.

2.3.2.1 – Classificação das Vias

As vias a serem pavimentadas serão classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

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



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

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 (80kN) 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 (80kN) 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.

Faixa Exclusiva de Ônibus - Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:

- Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio - onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.
- Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Elevado - onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

O Quadro 1 resume os principais parâmetros adotados para a classificação das vias da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP.



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Quadro 1 - **Classificação das vias e parâmetros de tráfego**

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	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 10⁵ a 6,80x 10⁵	5 x 10⁵
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

Para cálculo de dimensionamento foi considerado as vias como trafego **MEIO PESADO**, por ser Estrada Rural, com volume meio pesado de trafego de veículos comerciais.

Levando-se em conta que o Sistema Viário do Município estabelecendo a classificação de suas vias, é possível estabelecer correlação por sua função predominante.

Dados estatísticos de trânsito:

- Período de projeto: 10 anos
- Taxa de crescimento: 5% a.a.
- VC na faixa mais solicitada: 50%



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

2.3.2.2 - Projeção de tráfego adotada

No presente método de dimensionamento, foi considerado que a carga máxima legal para o eixo simples de rodas duplas no Brasil é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100 kN/ESRD).

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial na faixa mais carregada		Equivalente por veículo	N	
			veículo leve	caminhão/ônibus		Crescimento de 5% a.a.	
Vias Coletoras e Estruturais	Meio Pesado	10	1.500 a 5.000	101 a 300	2,30	1,4 x 10 ⁶ a 3,1 x 10 ⁶	2 x 10⁶

Vias coletoras e estruturais para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1.500 a 5.000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de **2 x 10⁶** solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos".

2.4 – Capacidade de Suporte do Subleito

Os serviços de estudos geológico-geotécnicos para caracterização do subleito, consistiram na realização de 8 furos de sondagem com coleta de amostras, para execução dos seguintes ensaios, conforme norma:

Sondagem a Trado e coleta de amostras deformadas:

Método – Norma DNER-PRO 003/94

Compactação Proctor Normal:

Método – Norma DNIT 164/2013 – ME

Índice de Suporte California Norma:

Método – Norma DNIT 172/2016 – ME

Análise Granulométrica por Peneiramento:

Método – Norma DNER-ME 080/94

Limite de Liquidez:

Método – Norma DNER-ME 122/04



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Limite de Plasticidade:
Método – Norma DNER-ME 082/94

Montagem de Corpo de Prova Cilíndrica:
Método – Norma DNER-ME 082/94

Dimensionamento de Pavimento:
Método – Manual de Pavimentação IPR – 719

Estudo de Tráfego
Método – Manual de Estudos de Tráfego IPR - 723

2.4.1 Serviços Realizados

Para realização do trabalho contido neste documento foram executados os serviços relacionados a seguir:

a) Serviços realizados em campo:

Coleta de amostras de solo

- 10 coletas de amostras da Estrada João Baraniuki

b) Serviços realizados no laboratório / Escritório:

- 10 ensaios de compactação (proctor normal) - DNIT 164/2013 - 2013.

- 10 ensaios de índice de suporte Califórnia (CBR energia normal) – DNIT 172/2016.

2.4.2 Cálculo do Suporte do Subleito para Projeto (CBR de projeto) na Estrada São Tomé.

Para garantir o CBR de projeto com 95% de nível de confiança tem-se:

N (nº de exemplares) = 12

Media do CBR = 10,20%

$$\overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n}$$

Desvio Padrão = 2,67

CBR de Projeto = 9,60%

$$S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

$$CBR_P = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Local:	MUNICÍPIO DE PÉROLA					Data:	22/05/2024
Trecho:	ESTRADA IPIRANGA						
	<i>CBR Médio</i>	10,2		<i>S</i>	1,52	<i>CBRmín</i>	8,1
	<i>CBR de Projeto</i>	9,6		<i>t_{0,90}</i>	1,36	<i>CBRmáx</i>	12,9
<i>Furo nº</i>	<i>Material</i>	<i>h₀(%)</i>	<i>g (g/cm³)</i>	<i>CBR (%)</i>	<i>Exp (%)</i>	<i>Suporte</i>	<i>Expansão</i>
1	5AN001COL	17,4	1,828	8,1	0,1400	Médio	Ok
2	5AN001COL	16,9	1,812	8,8	0,1800	Médio	Ok
3	5AN001COL	15,5	1,819	8,3	0,1100	Médio	Ok
4	5AN001COL	30,2	1,450	12,3	0,1100	Médio	Ok
5	5AN001COL	16,8	1,862	10,1	0,1400	Médio	Ok
6	5AN001COL	32,6	1,433	10,7	0,0400	Médio	
7	5AN001COL	29,3	1,410	12,9	0,1300	Médio	Ok
8	5AN001COL	33,7	1,423	10,4	0,1400	Médio	Ok
9	5AN001COL	16,0	1,882	10,6	0,2	Médio	Ok
10	5AN001COL	15,2	1,877	8,8	0,1	Médio	Ok
11	5AN001COL	17,2	1,799	10,7	0,1	Médio	Ok
12	5AN001COL	16,6	1,877	11,0	0,2	Médio	Ok

CBR de Projeto adotado maior ou igual a 9,6% para dimensionamento das camadas de pavimento da Estrada Ipiranga.

2.5 Dimensionamento do Pavimento para Estrada Ipiranga

Para os estudos de dimensionamento considerou-se o **Número N** de 2×10^6 para o pavimento, número este proveniente dos parâmetros de tráfego desenvolvido pela Prefeitura da Cidade de São Paulo. E **CBR de projeto** igual a **9,60%**.

2.5.1 Método DNER

✓ **CBR_p = 9,60%**

Dados:

$$N = 2 \times 10^6$$

$$CBR = 9,60\%$$



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

a) 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 DNIT,2006

Segundo o Manual do DNIT, 2006, quando o número de repetições equivalentes de um eixo padrão (N) for maior que um milhão e menor que cinco milhões ($N \leq 5 \times 10^6$), o revestimento deve ser em Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ. Para este documento o estudo de tráfego previsto é de de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN), sendo assim, adotamos o revestimento em CBUQ com espessura de 5,00cm.

b) Coeficiente de equivalência estrutural

Conforme o DNIT e em função da experiência nacional no desenvolvimento de novas tecnologias para serviços de pavimentação asfáltica com BGS e/ou misturas asfálticas de alto desempenho com módulos de resiliência superiores àquelas obtidas, respectivamente, para camadas granulares (BGS e MS) e CBUQ's convencionais, os valores previstos atuais para coeficientes estruturais em função das diferentes camadas e suas naturezas são:



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Coefficientes de equivalência estrutural

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 à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à 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 à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

Coefficientes estruturais das camadas do pavimento

Portanto, o coeficiente de equivalência estrutural proposto para o presente dimensionamento é:

Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)(R), Kr=2

Base de Solo Cimento(B), Ks= 1,20

C) Espessura total de pavimento

O dimensionamento do pavimento será obtido através das inequações a saber:

Espessura total do pavimento, inequação (1):

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

Espessura da Base, inequação (2)

$$R \times Kr + B \times KB > HSB$$

Espessura da sub-base, inequação (3)

$$R \times Kr + B \times K_B + HSB \times K_{sB} > H_{sL}$$



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Adotando o valor do suporte da camada de Subleito material com $CBR_{SL} = 10,92\%$, através da resolução na inequação (1), obtém-se a espessura $H_{SL} = 32,00$ cm, conforme relatório de sondagens e estudos geotécnico.

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

$$H_t (\text{pavimento}) = 77,67(2 \times 10^6)^{0,0482} \cdot (9,60)^{-0,598}$$

$$H_t (\text{pavimento}) = 40,42 \text{ cm}$$

$CBR_p = 9,60\%$ $H_{SL} = 40,42$ cm

Adotou-se: Revestimento de CBUQ igual a 5,00cm – R = 5,00 cm

Sendo B a espessura da Base, temos:

Sendo B a espessura da Base, temos:

$$R \times K_r + B \times K_B \geq H_{SL}$$

$$5 \times 2 + B \times 1,2 \geq 40,42 \text{ cm}$$

$$B \geq \underline{30,42}$$

$$1,2$$

$$B \geq 25,35$$

Adotou-se: Base de solo cimento 6% com espessura igual a 15,00cm

Através da resolução da inequação (3), com $CBR_{SL} = 9,60\%$, temos $H_{SL} = 40,42$ cm para verificação da espessura da Sub Base

$$R \times K_r + B \times K_B + H_{SB} \times K_{sB} \geq H_{SL}$$

$$(5 \times 2) + (15 \times 1,2) + (H_{SB} \times 1,2) \geq 40,42 \text{ cm}$$

$$SB \geq \underline{12,42}$$

$$1,2$$

$$SB \geq 10,35$$

Adotou-se: Sub Base de solo cimento 4% com espessura igual a 15,00cm



Prefeitura Municipal de Pérola

Estado do Paraná - CNPJ: 81.478.133/0001-70

Através da resolução da inequação (3), com $CBR_p = 9,60\%$, temos $H_{SL} = 40,42\text{cm}$ para verificação da estrutura atende ao dimensionamento proposto:

$$R \times K_r + B \times K_B + H_{SB} \times K_{SB} > H_{SL}$$

$$(5 \times 2) + (15 \times 1,2) + (15 \times 1,2) \geq 40,42 \text{ cm}$$

$$10 + 18 + 18 \geq 40,42 \text{ cm}$$

$$46 \geq 40,42 \text{ cm}$$

46,00 cm > 40,42 cm (a estrutura atende ao dimensionamento proposto para o trecho da Estrada Ipiranga)

ESTRUTURA DO PAVIMENTO PARA O TRECHO DA ESTRADA IPIRANGA

Revestimento em CBR = 5,00 cm

Base de Solo Cimento 6% = 15,0 cm

Sub Base de Solo Cimento 4% = 15,0 cm

Regularização e Compactação do Subleito = 20,00 cm

Pérola, 06 de novembro de 2024.

DALIANE GOMES B. ZAINA
ENGENHEIRA CIVIL E ENGENHEIRA AGRÔNOMA
CREA/PR 100736