



MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO PAVIMENTO

OBRA: *Implantação de sistema de drenagem, pavimentação em CBUQ e urbanização do Município de Vera Cruz do Oeste.*

LOCAL: *Diversas vias do Município de Vera Cruz do Oeste.*

MUNICÍPIO: *Vera Cruz do Oeste*

ESTADO: *Paraná*

O dimensionamento do pavimento foi elaborado de acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT, Publicação IPR-719, utilizando-se de dados obtidos por meio de ensaios, atendendo as normas técnicas pertinentes.

CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - NÚMERO “N”

A espessura mínima de revestimentos betuminosos é definida inicialmente a partir do número equivalente (N) de operações de um eixo-padrão com carga de 8,2 toneladas. O valor de N leva em consideração as seguintes variáveis: P (período de projeto em anos), Vm (volume médio diário de tráfego durante P), FE, FC e FR (Fatores de Eixo, Carga e Climático, respectivamente):

$$N = 365 \cdot P \cdot Vm \cdot FE \cdot FC \cdot FR$$

De acordo com a Lei Municipal nº 05/2024, o trecho estudado possui vias locais. Para vias locais considera-se o volume de tráfego como Classe 3 – Tráfego leve.

Entretanto, considerando a dificuldade para obtenção dos dados e que não existe estudo viário disponível para a análise, sendo necessário busca por bibliografia para suprir esta necessidade.



MUNICIPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

A bibliografia utilizada foi o caderno técnico nominado: Dimensionamento de pavimentos flexíveis para tráfego leve e médio, disponível no site:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/NORMAS%20TECNICAS%20DE%20PAVIMENTACAO/INSTRUCAO%20DE%20PROJ%20ETOS/ip_04_2004_dimensionamento_de_pavimentos_flexivies_para-trafego_leve_e_medio.pdf, onde é apresentado o quadro abaixo, com a classificação das vias em função do tráfego de veículos, definindo os intervalos do “N” para cada situação.

Quadro 4.1

Classificação das Vias - Tráfego Leve e Médio

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	$1,4 \times 10^5$	5×10^5
			a	a	a	
			1500	100	$6,8 \times 10^5$	

A referência bibliográfica fornece parâmetros confiáveis relacionados ao volume de tráfego de veículos, juntamente com instruções específicas para o dimensionamento de pavimentos flexíveis em vias urbanas. Trata-se de um material que pode ser utilizado como referencial na determinação no “N” para o projeto em questão.

Desta forma, serão utilizados os parâmetros estabelecidos na função predominante “Via Local”, as quais se enquadram a totalidade das vias estudadas, com previsão de tráfego leve, apresentando um número equivalente “N” com valores entre $2,7 \times 10^4$ e $1,4 \times 10^5$, sendo o “N” característico = $1,0 \times 10^5$.

Com o intuito de garantir a durabilidade e qualidade da pavimentação a ser executada, não sendo possível definir a real demanda qualitativa e quantitativa do



tráfego futuro, será definido para o dimensionamento da pavimentação o número equivalente $N = 1,0 \times 10^5$.

ESPESSURA MÍNIMA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO

A finalidade desta estrutura é proteger as camadas inferiores dos esforços impostos pelo tráfego e preservar o revestimento de uma ruptura.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT, Publicação IPR-719, a espessura total do pavimento (H_t) tem relação direta com o valor de “N” e do “CBR” (ou ISC).

A tabela 32 deste Manual, apresenta as espessuras mínimas em função do número N calculado:

Tabela 32 - 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

No projeto foi especificado a utilização da FAIXA “C” de granulometria do CBUQ, devendo ser utilizada a camada de Revestimento com espessura de 4,00 centímetros.

Assegurando assim, o cumprimento da NORMA DNIT 031/2006-ES, que define que: a faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é inferior a $2/3$ da espessura da camada.

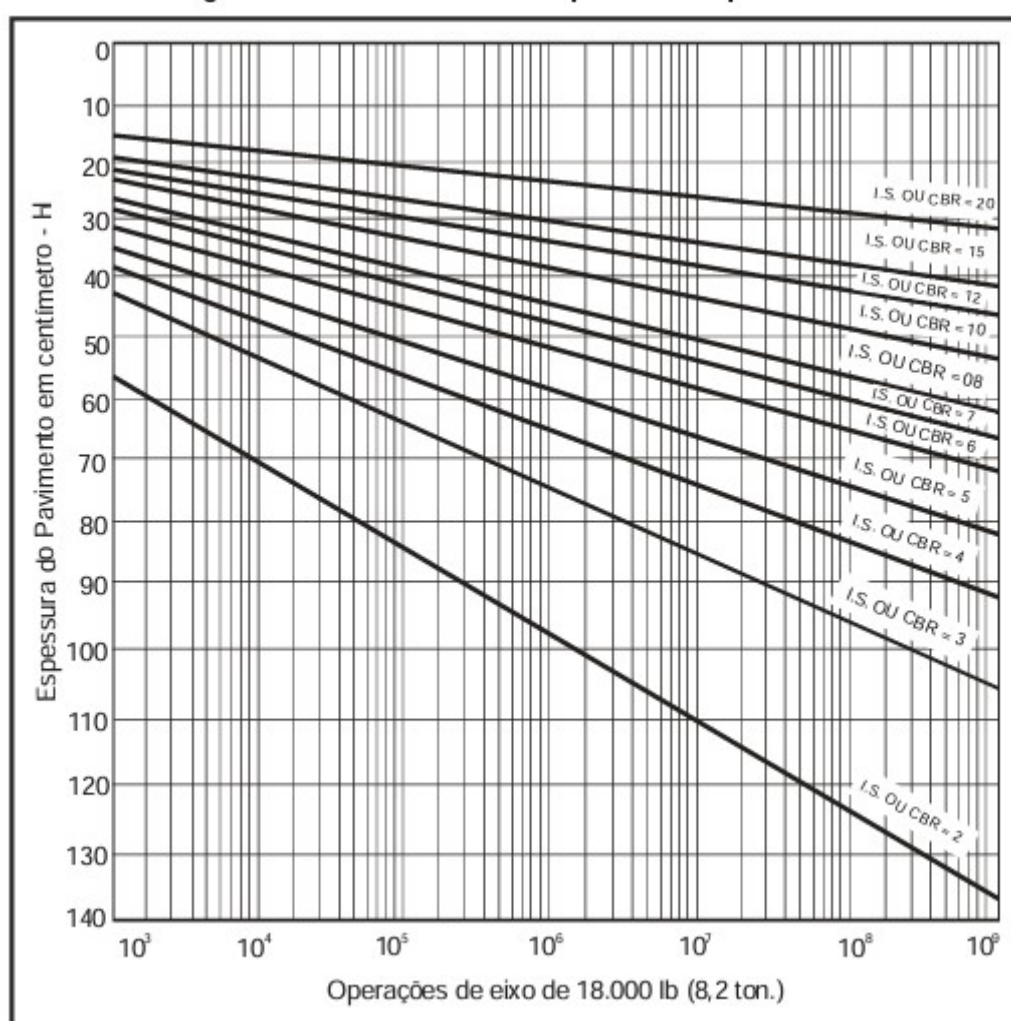
Como o valor N de projeto é inferior ao apresentado na tabela 32, sendo inferior a 10^6 , a espessura do Revestimento Betuminoso não possui definição por normativa, motivo pelo qual será mantida a espessura $(R) = 4,00$ cm



DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT, Publicação IPR-719, a espessura total do pavimento (H_t) tem relação direta com o valor de “N” e do “CBR” (ou ISC), sendo este valor obtido através da Figura 43 ou através da expressão apresentada na página 149 deste manual, sendo mostrada abaixo:

Figura 43 - Determinação de espessuras do pavimento



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

Considerando que as características geotécnicas dos locais coletados são muito homogêneas, sendo o material classificado como: “argila vermelha”, é possível a inferência na definição do valor do CBR através da análise empírica do resultado dos



MUNICÍPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

27 (vinte e sete) ensaios de compactação, realizados por empresa contratada pelo Município, nos locais onde serão executadas as obras.

A tabela abaixo, apresenta um resumo dos resultados dos ensaios de CBR, sendo que a apresentação completa do ensaio é mostrada em anexo.

Registro	Local de Coleta	Camada	Profundidade	Tipo de Material	Umidade Ótima (%)	Densidade Máxima (g/cm³)	CBR (%)
DNIT - 172/2016-ME							
0013	R. Antônio Pescador Sobrinho	Corte	0,26m a 1,49m	Argila Vermelha	29,7	1,312	7,4
0014	Av. Padre Anchieta	Corte	0,32m a 1,50m	Argila Vermelha	31,0	1,363	8,7
0015	R. Carlos Perninelli (prolong.)	Corte	0,27m a 1,60m	Argila Vermelha	27,7	1,314	9,1
0016	R. Carlos Perninelli (prolong.)	Corte	0,24m a 1,57m	Argila Vermelha	28,4	1,363	7,7
0017	R. Dr. Daniel Gomes Martins (Prolong.)	Corte	0,22m a 1,62m	Argila Vermelha	28,2	1,328	12,3
0018	R. Dr. Daniel Gomes Martins (Prolong.)	Corte	0,29m a 1,61m	Argila Vermelha	28,5	1,318	11,4
0019	R. Pio XII	Corte	0,25m a 1,52m	Argila Vermelha	30,3	1,330	9,8
0020	R. Onofre Miguel Ribeiro (Meia Rua)	Corte	0,27m a 1,52m	Argila Vermelha	28,1	1,344	8,9
0021	R. Onofre Miguel Ribeiro (Meia Rua)	Corte	0,23m a 1,60m	Argila Vermelha	29,9	1,327	10,0
0022	R. Piaui (Prq. Industrial)	Corte	0,22m a 1,61m	Argila Vermelha	30,8	1,347	12,5
0023	R. Amazonas (Vila Graciosa)	Corte	0,22m a 1,52m	Argila Vermelha	28,8	1,341	10,7
0024	R. Projetada A (Vila Rural)	Corte	0,30m a 1,60m	Argila Vermelha	30,8	1,357	9,7
0025	R. Projetada A (Vila Rural)	Corte	0,22m a 1,54m	Argila Vermelha	28,6	1,330	7,3
0026	R. Projetada A (Vila Rural)	Corte	0,23m a 1,49m	Argila Vermelha	29,1	1,340	7,0

Registro	Local de Coleta	Camada	Profundidade	Tipo de Material	Umidade Ótima (%)	Densidade Máxima (g/cm³)	CBR (%)
DNIT - 172/2016-ME							
0027	R. Projetada B (Vila Rural)	Corte	0,28m a 1,56m	Argila Vermelha	28,2	1,329	8,7
0030	R. Projetada C (Vila Rural)	Corte	0,27m a 1,51m	Argila Vermelha	30,9	1,347	7,1
0028	R. Projetada D (Vila Rural)	Corte	0,27m a 1,55m	Argila Vermelha	31,5	1,343	6,7
0029	R. Projetada D (Vila Rural)	Corte	0,31m a 1,56m	Argila Vermelha	32,0	1,323	6,9
0031	R. Amapá	Corte	0,32m a 1,56m	Argila Vermelha	27,9	1,353	6,7
0032	R. Projetada 1 (Futuro Conj. Hab.)	Corte	0,24m a 1,53m	Argila Vermelha	30,1	1,381	7,2
0033	R. Projetada 1 (Futuro Conj. Hab.)	Corte	0,30m a 1,62m	Argila Vermelha	29,5	1,391	7,8
0034	R. Projetada 2 (Futuro Conj. Hab.)	Corte	0,25m a 1,48m	Argila Vermelha	31,2	1,328	7,2
0035	R. Rio Grande do Norte (Prq. Industrial)	Corte	0,25m a 1,59m	Argila Vermelha	29,1	1,337	6,5
0036	R. Projetada 2 (Futuro Conj. Hab.)	Corte	0,23m a 1,59m	Argila Vermelha	31,3	1,305	7,1
0037	R. Projetada 2 (Futuro Conj. Hab.)	Corte	0,30m a 1,59m	Argila Vermelha	30,0	1,330	8,3
0041	R. Duque de Caxias	Corte	0,32m a 1,57m	Argila Vermelha	29,2	1,347	8,2
0042	R. Duque de Caxias	Corte	0,23m a 1,50m	Argila Vermelha	29,7	1,348	7,7

Considerando que há uma variação entre os resultados dos ensaios e que são 05 trechos que serão executados, considerando agir em favor da segurança foi adotado o menor CBR(%) do trecho, para dimensionamento das vias de cada trecho.



MUNICIPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

Com os valores de N, CBR e R determinados, é possível calcular as espessuras de Hn e H20, através da expressão da página 149 do Manual do DNIT. Sendo após isso, definidas as espessuras de base (B), sub-base (h20), que são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações visualizadas na página nº 148 do IPR-719 (DNIT), como segue abaixo:

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20} K_S \geq H_n$$

Para solução destas formulações foram sistematizados os cálculos em planilha conforme valores de entrada e resultados obtidos, conforme apresentado abaixo, assim como apresentada em anexo a este memorial:

TRECHOS 01 E 02 - CBR = 7%

Revestimento	$K_R = 2$	$H_{20} = 23 \text{ cm}$	$H_n = 42 \text{ cm}$
Base - graduada	$K_B = 1$ CBR = 80		
Sub-base Rachão	$K_S = 1$ CBR = 20		
subleito Solo	CBR = 7		

* Cálculo da Base ($R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$)

* Cálculo da Sub-base ($R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$)

CALCULADO (FORMULAS):		
Revestimento (R) =	--	
Base (B) =	14,6	cm
Sub-base (h20) =	19,7	cm
Camada Granular=	34	cm

ADOTADO NO PROJETO:	
4 cm	=> CBUQ
15 cm	=> BRITA GRADUADA
20 cm	=> MACADAME SECO
Subleito	=> SOLO C/ CBR = 7%



MUNICIPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

TRECHOS 03 E 04 – CBR=8%

Revestimento	$K_R = 2$	$H_{20} = 23 \text{ cm}$	$H_n = 39 \text{ cm}$
Base - graduada	$K_B = 1$ CBR = 80		
Sub-base Rachão	$K_S = 1$ CBR = 20		
subleito Solo	CBR = 8		

* Cálculo da Base ($R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$)

* Cálculo da Sub-base ($R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$)

CALCULADO (FORMULAS):		
Revestimento (R) =	--	
Base (B) =	14,6	cm
Sub-base (h_{20}) =	16,5	cm
Camada Granular=	31	cm

ADOTADO NO PROJETO:	
4 cm	=> CBUQ
14 cm	=> BRITA GRADUADA
20 cm	=> MACADAME SECO
Subleito	=> SOLO C/ CBR = 8%

TRECHO 05 – CBR=10%

Revestimento	$K_R = 2$	$H_{20} = 23 \text{ cm}$	$H_n = 34 \text{ cm}$
Base - graduada	$K_B = 1$ CBR = 80		
Sub-base Rachão	$K_S = 1$ CBR = 20		
subleito Solo	CBR = 10		

* Cálculo da Base ($R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$)

* Cálculo da Sub-base ($R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$)

CALCULADO (FORMULAS):		
Revestimento (R) =	--	
Base (B) =	14,6	cm
Sub-base (h_{20}) =	11,6	cm
Camada Granular=	26	cm

ADOTADO NO PROJETO:	
4 cm	=> CBUQ
12 cm	=> BRITA GRADUADA
15 cm	=> MACADAME SECO
Subleito	=> SOLO C/ CBR = 10%



MUNICIPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

Considerando todos os critérios nos cálculos, foi definida a utilização de material granular com coeficiente $K = 1,00$ para as camadas de base e sub-base.

Ademais, é fundamental realizar a regularização e compactação adequada do subleito com espessura de regularização/compactação do subleito de **20 cm**.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dimensionamento do pavimento foi elaborado conforme a metodologia apresentada, o detalhamento em relação a execução do pavimento possui complementação no memorial descritivo da obra, especificações e peças gráficas do projeto de engenharia.

Desta forma, o dimensionamento final dos trechos de pavimento possui a seguinte composição:

	Trechos 01 e 02	Trechos 03 e 04	Trecho 05
Regularização e compactação do subleito	20,00cm		
Macadame Seco	20,00cm		15,00cm
BGS (Brita Graduada)	15,00cm	14,00cm	12,00cm
CBUQ Faixa "C" DNIT	4,00cm		

Vera Cruz do Oeste, 13 de agosto de 2024.

Savio de Melo Santos
Engenheiro Civil
CREA/PR – 194309/0
Portaria n° 5.194/2023



MUNICIPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

DIMENSIONAMENTO - PAVIMENTO FLEXIVEL - DNIT IPR - 719			
TRECHOS:	RUAS:	CBR ENSAIO	CBR ADOADO
01	PROJETADA A	7,30%	7%
	ONOFRE MIGUEL RIBEIRO	8,90%	
	AMAPÁ	6,70%	
	AMAZONAS	10,70%	
02	PIAUI	12,50%	
	RIO GRANDE DO NORTE	6,80%	
	PROJETADA APAE	6,50%	

Tráfego: N = 1E+05 (8,2 t)	
CBR (subleito) =	7 %

Revestimento	$K_{R1} = 2$	$H_{R0} = 23 \text{ cm}$	$H_n = 42 \text{ cm}$
Base - graduada	$K_{R2} = 1$ CBR = 60		
Sub-base Rachão	$K_{R3} = 1$ CBR = 20		
subleito Solo	CBR = 7		

* Cálculo da Base ($R.K_{R1} + B.K_{R2} \geq H_{R0}$)	
* Cálculo da Sub-base ($R.K_{R1} + B.K_{R2} + h_{R3}.K_{R3} \geq H_n$)	

CALCULADO (FORMULAS):	
Revestimento (R) =	--
Base (B) =	14,6 cm
Sub-base (h_{R3}) =	19,7 cm
Camada Granular =	34 cm

ADOTADO NO PROJETO:	
4 cm	=> CBUQ
15 cm	=> BRITA GRADUADA
20 cm	=> MACADAME SECO
Subleito	=> SOLO C/ CBR = 7%

COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA ESTRUTURAL	
Componentes do pavimento	Coefficiente 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 ²	1,70
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,40
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,20



MUNICÍPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

DIMENSIONAMENTO - PAVIMENTO FLEXÍVEL - DNIT IPR - 719			
TRECHOS:	RUAS:	CBR ENSAIO	CBR ADOTADO
03	PROJETADA 01 -TRECHO 01	7,20%	8%
	PROJETADA 01 TRECHO 02	7,80%	
	PROJETADA 02	7,20%	
04	CARLOS PERNICHELI	9,10%	
	ANTONIO PESCADOR	7,40%	
	PADRE ANCHIETA	8,70%	
	DUQUE DE CAXIAS	7,70%	

Tráfego: N = 1E+05 (8,2 t)	
CBR (subleito) =	8 %

Revestimento	K _R = 2	H ₂₀ = 23 cm	H _n = 39 cm
Base - graduada	K _B = 1		
	CBR = 80		
Sub-base Rachão	K _S = 1		
	CBR = 20		
subleito Solo	CBR = 8		

* Cálculo da Base (R.K_R + B.K_B >= H₂₀)

* Cálculo da Sub-base (R.K_R + B.K_B + h₂₀.K_S >= H_n)

CALCULADO (FORMULAS):	
Revestimento (R) =	--
Base (B) =	14,6 cm
Sub-base (h ₂₀) =	16,5 cm
Camada Granular=	31 cm

ADOTADO NO PROJETO:	
4 cm	=> CBUQ
14 cm	=> BRITA GRADUADA
20 cm	=> MACADAME SECO
Subleito	=> SOLO C/ CBR = 8%

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
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm²	1,70
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm² e 28 kg/cm²	1,40
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm² e 21 kg/cm²	1,20



MUNICÍPIO DE VERA CRUZ DO OESTE

CNPJ: 78.101.821/0001-01

ESTADO DO PARANÁ

DIMENSIONAMENTO - PAVIMENTO FLEXÍVEL - DNIT IPR - 719			
TRECHOS:	RUAS:	CBR ENSAIO	CBR ADOTADO
05	DANIEL GOMES MARTINS PIO XII	12,30% 9,80%	10%

Tráfego: N = 1E+05 (8,2 t)
CBR (subleito) = 10 %

Revestimento	$K_R = 2$	$H_{20} = 23 \text{ cm}$	$H_n = 34 \text{ cm}$
Base - graduada	$K_B = 1$ CBR = 80		
Sub-base Rachão	$K_S = 1$ CBR = 20		
subleito Solo	CBR = 10		

* Cálculo da Base ($R.K_R + B.K_B \geq H_{20}$)
 * Cálculo da Sub-base ($R.K_R + B.K_B + h_{20}.K_S \geq H_n$)

CALCULADO (FORMULAS):	
Revestimento (R) =	--
Base (B) =	14,6 cm
Sub-base (h_{20}) =	11,6 cm
Camada Granular =	26 cm

ADOTADO NO PROJETO:	
4 cm	=> CBUQ
12 cm	=> BRITA GRADUADA
15 cm	=> MACADAME SECO
Subleito	=> SOLO C/ CBR = 10%

COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL	
Componentes do pavimento	Coefficiente 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 ²	1,70
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm ² e 28 kg/cm ²	1,40
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm ² e 21 kg/cm ²	1,20