




	MEMÓRIA DE CÁLCULO		Nº PCE: PJ1090-E-V05-VP-MC-3001						
			Nº CLIENTE: PAV_MEMO_3001_EM						
		PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI		FOLHA: 1 de 29					
		TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO							
RESPONSÁVEL PELA APROVAÇÃO: ENG. EDUARDO MACHADO MASSA – CREA 200155042-1									
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	Emissão Inicial.								
	REV. 0	REV. 1	REV. 2	REV. 3	REV. 4	REV. 5	REV. 6	REV. 7	REV. 8
DATA	10/12/2019								
PROJETO	CLM								
EXECUÇÃO	CM								
VERIFICAÇÃO	CLM								
APROVAÇÃO	EMM								

	MEMORIA DE CÁLCULO	Nº	PAV_MEMO_3001_EM	REV.	0
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI			FOLHA	2 de 29
	TÍTULO:				
	PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				
ÍNDICE					
1. INTRODUÇÃO.....3					
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....3					
3. CONHECIMENTO DO ÂMBITO DO PROJETO.....3					
4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO.....5					
4.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”6					
4.1.1 VIAS PRINCIPAIS (AV. IRENE LOPES SODRÉ E AV. EWERTON DA COSTA XAVIER)6					
4.1.2 VIAS SECUNDÁRIAS.....6					
4.2 CBR DO SUBLEITO.....8					
4.3 SOLUÇÃO EM PAVIMENTO INTERTRAVADO17					
4.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO DAS VIAS SECUNDÁRIAS.....17					
4.3.2 ESTRUTURA DO PAVIMENTO.....17					
a) Procedimento A (ABCP-ET27).....17					
b) Procedimento B (PCA – Portland Cement Association)18					
4.3.3 DIMENSIONAMENTO.....18					
4.3.4 OBSERVAÇÕES GERAIS19					
4.3.4.1 Camada de sub-base.....19					
4.3.4.2 Camada de revestimento.....19					
4.3.5 ESTRUTURA DO PAVIMENTO EM BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADO ...19					
4.3.6 MATERIAIS.....20					
4.4 SOLUÇÃO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL EM CAUQ.....22					
4.4.1 DIMENSIONAMENTO - MÉTODO DO DNER22					
4.4.1.1 Determinação da Espessura do Pavimento23					
4.4.2 Dimensionamento das Camadas (Base, Sub-base e Reforço do Pavimento)23					
4.4.3 Tratamento Superficial Simples.....25					
5 NOTAS E RECOMENDAÇÕES26					
6 CONTROLE EXECUTIVO26					
7 JUSTIFICATIVA PARA ADOÇÃO DO PAVIMENTO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO.....27					
8 ANEXO I - MÉTODO DO DNER - ÁBACO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....29					

	MEMORIA DE CÁLCULO	Nº PAV_MEMO_3001_EM	REV. 0
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI		FOLHA 3 de 29
	TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO		

1. INTRODUÇÃO

O presente documento técnico tem por objetivo apresentar o dimensionamento do pavimento referente ao **Projeto Executivo de Drenagem de Águas Pluviais, Terraplenagem e Pavimentação de Ruas e Alamedas localizadas no Bairro do Engenho do Mato, no Município de Niterói, RJ.**

A seguir se descrevem as metodologias e as considerações adotadas para a realização do Projeto Executivo de Pavimentação da Bacia 3.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para a elaboração do Projeto de Pavimentação foram utilizados os documentos de referência a seguir:

- SOUZA, M.L. (1981) *“Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis”* - DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem;
- ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland;
- IP-06 – Instrução para Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto.

3. CONHECIMENTO DO ÂMBITO DO PROJETO

Atualmente o âmbito do projeto está em grande parte formado por logradouros em leito natural, comportando aterros de espessuras razoáveis, de materiais variados sobre camada de solo natural.

O tráfego é constituído predominantemente por automóveis. Eventualmente verifica-se a presença de caminhões que fazem entrega de materiais, além da presença de caminhão de coleta de lixo. Em resumo, trata-se de um local majoritariamente residencial com pontuais visitas de veículos comerciais.

Na **Figura 1** se apresenta o âmbito do projeto, com indicação das ruas que fazem parte do escopo, localizadas no Bairro do Engenho do Mato e com extensão total conforme o edital de 47,074 km.





Figura 1 – Localidade do Engenho do Mato

A área de abrangência do projeto foi dividida em 3 (três) bacias e neste relatório se apresenta o dimensionamento do pavimento das vias que estão na Bacia 3 indicada na **Figura 2** a seguir.



Figura 2 – Bacia 3 do Engenho do Mato

	MEMORIA DE CÁLCULO	Nº PAV_MEMO_3001_EM	REV. 0
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI		FOLHA 5 de 29
	TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO		

4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para o dimensionamento da estrutura do pavimento das ruas foi seguido o Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis do engenheiro Murilo Lopes de Souza, conhecido como Método do DNER, amplamente empregado no Brasil.

Esse método tem como base o trabalho “*Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume*”, da autoria de W.J.Turnbull, C.R.Foster e R.G.Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.U.A. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO.

O dimensionamento é definido em função do tráfego, representado pelo número “N”, que corresponde o número equivalente de operações de um eixo padrão (N), com carga de 8,2 tf.

Pelos métodos de dimensionamento de pavimento, toda a distribuição de tráfego com as diferentes cargas e configurações de eixos deve ser convertida em um número equivalente de aplicações desse eixo padrão de 8,2 tf.

O tráfego previsto no segmento em pavimento flexível considera a circulação dos veículos comerciais (caminhões e ônibus).

Os pavimentos devem ser dimensionados tendo em vista os materiais disponíveis, o tráfego previsto para o período de projeto e as características locais de tal forma que se proteja o subleito contra a geração de deformações plásticas excessivas, bem como proteger as camadas asfálticas do processo de fadiga decorrente do carregamento cíclico do tráfego previsto.

Propomos os seguintes tipos de pavimento de acordo com as características de tráfego das vias:

- Via Principal (Av. Irene Lopes Sodré)

Esta via já se encontra pavimentada com revestimento flexível de CAUQ e apresenta bom estado de conservação. Portanto, após a realização das obras para implantação de novos dispositivos de drenagem pluvial, a estrutura do pavimento deverá ser reconstruída, preferencialmente utilizando materiais com capacidade de suporte no mínimo iguais a dos materiais do pavimento existente.

Apresentamos neste relatório o dimensionamento do pavimento para esta via de acordo com os resultados dos ensaios realizados e do número N a seguir.

- Vias Secundárias

Nas vias internas adotaremos o pavimento com blocos intertravados de concreto e nas ruas com declividades muito elevadas e de baixo fluxo de veículos, adotaremos tratamento superficial simples.



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

Para os dimensionamentos das soluções técnicas propostas foram considerados os parâmetros e critérios a seguir.

4.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

4.1.1 VIA PRINCIPAL (AV. IRENE LOPES SODRÉ)

Como se trata de via de interligação importante, com fluxo considerável de veículos e já pavimentada, vamos adotar o valor de $N=10^7$ para o dimensionamento do pavimento para reconstrução, caso necessário.

4.1.2 VIAS SECUNDÁRIAS

As vias secundárias, por serem logradouros de características essencialmente residenciais e de acesso restrito para o tráfego comercial, pode-se preliminarmente, definir a classificação do mesmo como tráfego leve, para o qual está previsto a passagem ocasional de ônibus e caminhões em número não superior a 10 por dia.

Para o caso específico das ruas em estudo, como não há possibilidade de atividade comercial ou industrial no futuro, foram considerados apenas caminhões de serviço e de entrega de materiais, na ordem de **cinco** veículos Classe 2C (caminhão de 2 eixos) e **um** veículo Classe 3C (caminhão de 3 eixos), por dia útil da semana, com um Tráfego Médio Anual inicial de **1620** veículos.

O pavimento flexível foi projetado considerando um período de 10 anos. Ao longo deste tempo, o fluxo de veículos será modificado de acordo com o crescimento econômico da região. Nesse caso como ainda restam lotes vazios, onde certamente irão ser construídas novas residências, foi adotado um crescimento anual ao número de veículos inicial, considerando-se uma taxa média estimada de 1% a.a., que representa, por segurança, valor acima do crescimento anual dos últimos 20 anos para o município de Niterói.

$$N = 365 \times VMDa \times FV_i$$

Onde:

VMDa = volume médio diário anual;

FV = somatório dos Fatores de Equivalência de cada tipo de veículo de acordo com o carregamento.

O número N de projeto será o somatório dos números N de cada um dos 10 anos do período.



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

Para o cálculo do número N, além do tráfego inicial, foi considerada a taxa de crescimento já citada acima, para um período de 10 anos, e um fator de veículo correspondente à carga máxima da Lei da Balança para 2 eixos e médio para 3 eixos, conforme **Quadro 1**:

Quadro 1 – Cálculo do Número N por ano de projeto

ANO	TMDA	TAXA	FV	N	N _{acum.}
2019	1620	1%	4,06	6,58E+03	6,58E+03
2020	1636	1%	4,06	6,64E+03	1,32E+04
2021	1652	1%	4,06	6,71E+03	1,99E+04
2022	1669	1%	4,06	6,78E+03	2,67E+04
2023	1686	1%	4,06	6,85E+03	3,35E+04
2024	1703	1%	4,06	6,91E+03	4,05E+04
2025	1720	1%	4,06	6,98E+03	4,74E+04
2026	1737	1%	4,06	7,05E+03	5,45E+04
2027	1754	1%	4,06	7,12E+03	6,16E+04
2028	1772	1%	4,06	7,19E+03	6,88E+04

O valor encontrado foi de **N = 6,88 x 10⁴** operações do eixo padrão de 8,2 tf, que se enquadra na classificação de **tráfego leve** de acordo com o **Quadro 2** abaixo.

Quadro 2 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO ANOS	VOLUME INICIAL NA FAIXA MAIS CARREGADA		EQUIVA- LENTE POR VEÍCULO	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO E ÔNIBUS		
Via local residencial com passagem	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,50	10^5
Via coletora secundária	Médio	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	5×10^5
Via coletora principal	Meio Pesado	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	2×10^6
Via arterial	Pesado	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	2×10^7
Via arterial principal ou expressa	Muito Pesado	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	5×10^7
Faixa Exclusiva de ônibus	Volume Médio	12	-	< 500		10^7
	Volume Elevado	12	-	> 500		5×10^7

4.2 CBR DO SUBLEITO

Como já descrito no item 3, o Bairro do Engenho do Mato é formado por logradouros, em grande parte por leito natural, comportando aterros de espessuras razoáveis de materiais variados sobre camada de solo natural. Para definição do CBR do subleito foi estudada uma malha que abrange todas as ruas, onde procurou-se definir os locais dos poços de forma a garantir a representatividade do suporte do subleito para toda a área estudada. Nessa situação foram executados, 236 furos de sondagem (detalhados no documento GEOT_MEMO_1001_EM), sendo que no **Quadro 3**, estão demonstrados, além dos valores de CBR, também os valores mais relevantes referentes as respectivas caracterizações dos solos analisados.

Quadro 3 – resultados dos ensaios dos materiais de subleito



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
1	4	0,31	até	0,58	6,2	31,2	1,2	5,7
1	5	0,58	até	1,18	12,4	33,8	1,8	6,4
2	2	0,12	até	0,80	11,0	36,8	0,9	5,0
2	3	0,80	até	1,30	9,0	40,3	2,1	5,2
3	3	0,16	até	0,70	14,2	36,1	1,1	15,1
3	4	0,70	até	1,15	12,4	31,0	1,3	10,3
4	2	0,15	até	0,60	6,2	28,6	1,3	9,0
4	3	0,60	até	1,00	18,3	50,8	1,4	5,5
5	5	0,52	até	1,40	N.P	7,2	0,0	37,5
6	1	0,00	até	0,40	15,9	53,1	1,1	7,3
6	2	0,40	até	1,10	13,3	47,4	0,8	5,0
7	1	0,00	até	1,05	13,7	31,8	0,9	14,6
8	1	0,00	até	1,05	15,9	49,5	1,2	11,8
9	5	0,50	até	1,06	9,1	25,6	0,9	11,8
10	5	0,50	até	1,10	19,7	65,1	1,8	5,3
11	4	0,37	até	1,50	15,4	53,9	1,3	9,3
12	4	0,35	até	1,50	15,5	53,4	1,8	4,9
13	3	0,36	até	1,10	17,2	40,8	1,0	8,1
14	4	0,33	até	1,50	12,8	38,3	1,4	7,9
15	2	0,08	até	1,18	9,1	26,2	0,6	8,2
16	3	0,28	até	0,60	9,6	29,7	0,3	11,1
16	4	0,60	até	1,10	N.P	12,0	0,0	11,8
17	2	0,13	até	0,63	N.P	8,6	0,0	13,5
17	3	0,63	até	1,35	N.P	21,8	0,0	17,5
18	5	0,45	até	1,30	14,3	36,3	1,4	6,7
19	2	0,10	até	0,70	6,7	31,4	1,5	22,5
20	3	0,20	até	1,30	6,5	29,7	0,3	10,7
21	4	0,33	até	1,10	N.P	19,3	0,0	11,2
22	2	0,20	até	1,00	6,9	23,4	1,4	19,5
23	1	0,00	até	0,60	7,8	23,4	0,7	8,5
23	2	0,60	até	1,20	N.P	18,2	0,8	8,7
24	3	0,31	até	1,30	N.P	17,7	0,5	10,9
25	2	0,05	até	0,48	8,4	30,0	1,1	7,5
25	3	0,48	até	1,20	8,2	26,6	1,7	13,5



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
26	2	0,17	até	0,60	11,1	17,9	0,4	11,9
26	3	0,60	até	1,08	N.P	13,0	0,4	11,9
27	1	0,00	até	0,45	N.P	2,0	0,0	11,7
27	2	0,45	até	1,35	N.P	14,1	0,2	11,1
28	1	0,00	até	1,05	8,6	38,0	0,6	8,5
29	3	0,18	até	0,43	24,7	64,9	1,1	7,7
29	4	0,43	até	1,50	22,4	65,4	0,9	9,4
30	3	0,20	até	1,10	13,6	42,3	1,5	7,8
31	1	0,00	até	0,40	17,0	48,9	0,9	7,5
31	2	0,40	até	1,10	21,7	69,3	1,4	5,1
32	3	0,30	até	1,05	19,9	50,0	1,2	10,3
33	2	0,15	até	1,20	N.P	21,7	1,0	11,3
34	2	0,13	até	0,58	17,5	51,1	0,7	8,4
34	3	0,58	até	1,20	22,2	54,4	1,0	7,4
35	2	0,10	até	0,60	N.P	19,8	0,4	10,9
35	3	0,60	até	1,30	11,5	40,0	0,9	7,1
36	1	0,00	até	0,45	N.P	27,3	0,1	16,0
36	3	0,60	até	0,95	N.P	22,4	0,3	12,8
37	3	0,32	até	1,30	16,5	53,4	1,2	6,5
38	2	0,10	até	0,50	N.P	5,7	0,2	16,0
38	3	0,50	até	1,10	11,9	27,7	0,3	11,9
39	2	0,10	até	1,10	19,9	64,2	1,2	8,4
40	1	0,00	até	1,00	13,9	41,9	1,3	14,8
41	2	0,17	até	1,00	12,8	33,8	0,7	7,8
42	6	0,70	até	1,30	22,1	58,3	1,2	8,8
43	3	0,35	até	1,10	17,4	52,3	0,8	9,9
44	1	0,00	até	1,00	14,6	41,5	1,0	8,6
45	3	0,10	até	0,57	N.P	10,3	0,0	18,0
46	6	0,50	até	1,03	9,9	37,2	0,5	8,6
47	4	0,42	até	1,10	15,8	44,8	0,9	7,6
48	3	0,35	até	1,05	8,5	27,7	0,2	16,3
49	2	0,17	até	0,60	14,5	41,6	1,0	7,7
49	3	0,60	até	1,50	16,8	44,6	0,1	6,7
50	5	0,80	até	1,15	N.P	14,0	0,4	13,4



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
51	2	0,18	até	1,00	18,0	47,0	1,2	8,1
52	2	0,42	até	1,05	18,9	54,5	1,3	9,3
53	3	0,30	até	0,65	N.P	15,1	0,1	23,1
53	5	0,75	até	1,20	N.P	25,2	0,2	23,5
54	6	0,60	até	1,10	18,8	53,2	1,4	6,3
55	3	0,10	até	0,40	N.P	31,9	0,2	16,3
55	4	0,40	até	0,75	N.P	18,9	0,3	18,9
56	5	0,30	até	0,75	17,7	47,1	0,5	9,8
56	6	0,75	até	1,30	12,2	24,3	0,6	11,8
57	4	0,27	até	0,55	13,6	33,3	0,6	10,0
57	6	0,70	até	1,30	11,7	29,4	0,7	10,0
58	7	0,50	até	1,10	12,5	39,6	0,9	9,1
59	5	0,48	até	1,15	12,4	33,4	0,9	8,7
60	5	0,30	até	0,67	15,3	54,4	1,2	6,4
60	6	0,67	até	1,50	13,5	38,3	0,6	12,0
61	4	0,40	até	1,00	26,3	81,2	3,0	4,5
62	2	0,05	até	0,70	N.P	19,8	0,3	13,4
63	3	0,37	até	0,72	20,0	60,5	1,3	6,3
63	4	0,72	até	1,20	20,5	62,5	1,5	5,6
64	4	0,46	até	0,77	22,6	75,0	1,4	5,1
64	5	0,77	até	1,10	20,2	57,2	1,5	5,2
65	4	0,40	até	0,85	N.P	16,4	0,4	10,6
66	1	0,00	até	0,35	N.P	11,4	0,1	18,2
66	4	0,66	até	1,00	17,5	53,9	1,0	5,9
67	3	0,15	até	1,50	20,2	69,9	1,2	5,5
67A	2	0,05	até	1,50	18,4	55,2	0,9	5,7
68	3	0,30	até	0,60	N.P	15,9	0,3	12,4
68	4	0,60	até	1,05	22,8	62,8	1,5	6,2
68A	3	0,30	até	1,05	N.P	13,9	0,1	15,5
69	4	0,43	até	1,30	N.P	20,7	0,2	13,3
69A	3	0,31	até	1,20	13,3	32,9	0,4	9,7
70	4	0,41	até	1,00	N.P	28,2	0,6	9,8
70A	3	0,12	até	0,53	14,7	33,5	0,3	9,7
71	2	0,05	até	1,10	14,5	43,2	0,8	10,2
72	4	0,35	até	1,00	19,9	63,2	1,5	6,4
73	2	0,04	até	1,00	17,2	54,5	0,6	8,0
74	2	0,12	até	1,30	16,3	37,8	0,6	8,0
75	4	0,44	até	1,50	15,1	42,0	0,5	7,4



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
76	3	0,42	até	1,10	N.P	17,1	0,1	19,1
77	4	0,40	até	1,50	14,1	29,1	0,4	14,4
78	1	0,00	até	0,60	N.P	14,6	0,1	18,3
78	3	0,78	até	1,30	23,4	63,4	1,6	5,8
79	5	0,50	até	1,08	22,4	62,8	1,4	6,7
80	2	0,17	até	0,65	N.P	14,2	0,1	15,4
80	3	0,65	até	1,00	16,0	43,9	0,6	13,9
81	2	0,17	até	1,10	16,3	47,8	0,8	6,9
82	4	0,52	até	1,20	12,5	36,2	0,4	14,4
83	4	0,45	até	1,05	13,6	31,9	0,4	8,6
84	2	0,18	até	0,60	N.P	20,7	0,3	12,2
85	1	0,00	até	0,60	15,4	38,2	0,6	9,1
85	3	0,70	até	1,50	15,4	46,6	0,6	7,7
86	3	0,28	até	1,10	15,8	41,6	0,7	7,1
87	2	0,28	até	0,60	18,5	50,5	1,3	6,3
87	3	0,60	até	1,20	N.P	17,7	0,1	13,6
88	3	0,40	até	1,30	15,2	36,2	0,5	10,2
89	1	0,00	até	1,00	19,9	58,0	1,3	5,2
90	2	0,05	até	0,50	N.P	24,5	0,1	12,9
90	2	0,50	até	1,05	8,9	27,4	0,2	11,1
91	3	0,31	até	1,30	14,8	50,7	1,1	6,8
92	5	0,60	até	1,00	16,8	45,0	0,9	8,9
93	4	0,60	até	1,50	25,1	74,8	2,3	3,6
94	4	0,43	até	1,50	25,8	83,1	2,7	2,8
95	3	0,48	até	1,18	21,5	69,4	1,8	4,3
96	3	0,38	até	0,78	19,1	47,2	0,9	9,8
96	4	0,78	até	1,10	17,7	52,8	1,0	8,5
97	1	0,00	até	0,18	N.P	29,9	0,3	13,8
97	3	0,30	até	1,10	18,3	58,4	1,1	5,6
98	3	0,30	até	1,50	21,6	68,1	1,4	6,3
99	2	0,20	até	0,70	23,8	67,0	1,4	6,1
99	3	0,70	até	1,10	25,0	74,3	1,7	4,2
100	1	0,00	até	1,10	15,5	31,7	0,7	8,6



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
101	3	0,40	até	1,35	25,3	74,4	2,0	4,2
102	2	0,10	até	1,20	11,4	29,2	0,6	9,8
103	4	0,45	até	1,30	16,7	39,5	0,5	8,1
104	4	0,42	até	0,68	17,5	49,4	0,9	6,2
104	5	0,68	até	1,18	N.P	5,2	0,0	12,5
105	4	0,38	até	1,00	24,6	77,8	1,8	4,4
106	2	0,18	até	0,38	N.P	27,3	0,2	13,2
106	3	0,38	até	0,63	23,0	66,3	1,5	5,4
106	4	0,63	até	1,20	22,0	71,6	1,8	5,3
107	3	0,12	até	1,00	16,6	47,4	0,8	7,2
108	4	0,45	até	1,08	N.P	20,7	0,1	12,7
109	2	0,12	até	0,70	N.P	24,8	0,2	13,8
109	3	0,70	até	1,10	18,6	47,5	0,8	9,0
110	1	0,00	até	1,00	15,6	49,6	0,8	5,9
111	1	0,00	até	0,60	N.P	20,5	0,1	12,9
112	3	0,35	até	1,10	14,0	31,2	0,6	8,6
113	4	0,40	até	1,20	13,7	37,1	0,6	7,1
114	2	0,15	até	1,08	13,3	24,5	0,5	13,2
115	3	0,18	até	1,10	17,7	47,8	0,7	6,5
116	5	0,63	até	1,03	N.P	22,8	0,2	14,8
117	2	0,18	até	0,70	19,2	57,0	1,0	6,5
117	3	0,70	até	1,10	24,9	76,7	1,7	4,5
118	2	0,13	até	1,05	14,1	34,7	0,5	7,3
119	5	0,45	até	1,50	15,2	32,1	0,7	8,7
120	4	0,37	até	1,20	15,4	49,8	0,8	6,3
121	2	0,13	até	1,25	16,9	49,8	0,8	8,7
122	2	0,18	até	1,10	21,1	65,0	1,4	4,7
123	4	0,37	até	1,50	9,4	31,4	0,5	8,7
124	2	0,20	até	1,50	19,2	54,4	0,7	6,0
125	3	0,32	até	1,50	14,8	50,7	0,8	6,8



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
126	2	0,16	até	1,00	19,5	55,8	0,9	6,1
127	3	0,38	até	1,00	15,7	42,5	0,5	9,9
128	2	0,18	até	0,58	11,5	34,1	0,5	13,1
128	4	0,80	até	1,50	11,6	41,5	0,8	6,2
129	4	0,52	até	1,30	22,4	54,1	1,3	5,3
130	3	0,22	até	1,05	N.P	25,9	0,2	14,8
131	4	0,40	até	1,20	11,4	23,8	0,4	15,5
132	5	0,55	até	1,00	11,1	21,3	0,4	14,7
133	2	0,10	até	1,40	17,4	42,5	0,9	11,2
134	4	0,45	até	1,40	17,3	41,6	0,7	6,8
135	3	0,40	até	1,20	14,2	38,3	0,9	6,7
136	6	0,66	até	1,50	17,0	49,1	0,8	5,8
137	2	0,10	até	0,80	N.P	19,4	0,0	13,1
138	2	0,12	até	1,20	22,2	65,0	1,2	7,4
139	3	0,16	até	0,60	9,3	22,4	0,4	11,2
139	4	0,60	até	1,20	N.P	20,0	0,1	14,1
140	4	0,55	até	1,08	22,7	75,4	2,0	3,9
141	2	0,20	até	1,03	24,1	74,3	2,1	3,6
142	2	0,08	até	1,20	14,1	40,7	0,7	8,8
143	1	0,00	até	0,52	N.P	10,0	0,0	16,9
143	2	0,52	até	0,88	N.P	20,7	0,2	16,2
144	4	0,43	até	0,66	N.P	20,6	0,3	14,8
145	3	0,31	até	1,10	15,0	43,4	0,5	7,4
146	5	0,55	até	1,30	16,1	40,7	0,8	10,8
147	5	0,40	até	1,15	15,9	37,2	0,6	9,5
148	4	0,43	até	1,00	22,4	64,8	1,4	5,4
149	2	0,42	até	1,15	9,7	29,1	0,3	13,7
150	3	0,48	até	1,10	12,4	29,2	0,4	18,3
151	4	0,45	até	1,25	12,0	24,5	0,4	13,2
152	1	0,00	até	1,30	13,1	22,1	0,3	19,9
153	3	0,28	até	1,10	11,2	34,8	0,4	12,5
154	2	0,08	até	0,60	11,9	33,7	0,4	10,7
154	3	0,60	até	1,10	19,5	51,6	1,1	6,3
155	4	0,37	até	1,10	14,0	36,5	0,5	9,6
156	3	0,50	até	1,00	12,7	38,6	0,6	8,7
157	2	0,18	até	0,75	N.P	12,4	0,0	17,0
157	3	0,75	até	1,50	N.P	13,5	0,0	13,5
158	3	0,27	até	1,20	N.P	10,7	0,0	16,2
159	2	0,18	até	1,50	11,1	30,2	0,3	11,5
160	4	0,43	até	1,50	15,2	38,7	0,4	8,0



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)			IP	#200	EXP.	CBR
161	3	0,28	até	1,00	14,6	45,8	0,6	7,7
162	2	0,13	até	1,00	13,5	34,7	0,2	14,4
163	3	0,31	até	1,10	14,0	36,9	0,5	8,7
164	3	0,38	até	1,08	N.P	19,6	0,1	12,1
165	4	0,78	até	1,20	15,1	39,1	0,7	6,8
166	5	0,57	até	1,40	14,1	37,4	0,7	9,1
167	5	0,38	até	1,30	18,0	59,7	1,2	5,6
168	1	0,00	até	1,10	20,5	55,8	1,5	6,6
169	4	0,45	até	1,00	N.P	14,7	0,0	12,6
170	3	0,26	até	1,30	15,6	52,1	1,3	6,8
171	3	0,38	até	0,75	N.P	21,8	0,1	17,4
171	4	0,75	até	1,50	22,9	68,7	1,7	5,1
171A	4	0,45	até	0,80	N.P	15,3	0,1	18,2
171A	5	0,80	até	1,30	17,8	40,5	0,5	7,9
172	5	0,50	até	1,20	12,6	34,4	0,3	17,4
173	6	0,48	até	1,03	15,2	41,5	0,7	8,8
174	2	0,30	até	0,80	N.P	21,4	0,2	15,4
174	3	0,80	até	1,30	N.P	24,3	0,3	14,9
175	6	0,45	até	1,25	13,0	31,6	0,3	8,9
176	4	0,33	até	0,80	16,8	46,4	0,5	7,5
176	5	0,80	até	1,50	22,7	61,5	1,5	5,3
177	5	0,48	até	1,20	13,0	42,7	0,5	7,6
178	6	0,60	até	1,40	11,7	34,9	0,4	9,4
179	3	0,21	até	1,20	11,3	30,2	0,5	11,7
180	3	0,22	até	1,20	11,9	23,2	0,4	14,4
181	4	0,40	até	1,20	11,3	24,5	0,3	13,4
182	3	0,28	até	1,08	17,9	45,5	0,6	7,5
183	2	0,18	até	1,55	15,8	40,2	0,6	8,6
184	3	0,27	até	0,70	13,7	34,9	0,3	9,7
185	1	0,00	até	0,76	N.P	11,5	0,0	13,5
185	2	0,76	até	1,60	14,9	40,6	0,5	9,2
186	2	0,20	até	1,00	18,6	54,2	0,8	7,5

RESULTADOS DESCONSIDERADOS:

Amostras em cotas não representativas do subleito.

Sondagens realizadas em ruas fora da área do projeto (substituídas).





TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

Para a Bacia 3, por apresentarem as mesmas características e por estarem próximas entre si, além da questão da praticidade e trabalhabilidade, optou-se pela definição de um suporte único para subleito. Para tal, foram selecionados os solos, conforme os horizontes (profundidades) das amostras, e aplicados os respectivos resultados do CBR, apresentados no Quadro 4, na elaboração de estudo estatístico, demonstrado a seguir:

Quadro 4 – resultados dos ensaios dos materiais de subleito aplicados no estudo estatístico – Bacia 3

FURO	AMOSTRA	PROFUNDIDADE (m)	IP	#200	EXP.	CBR
2	3	0,80 até 1,30	9,0	40,3	2,1	5,2
3	4	0,70 até 1,15	12,4	31,0	1,3	10,3
4	3	0,60 até 1,00	18,3	50,8	1,4	5,5
5	5	0,52 até 1,40	N.P	7,2	0,0	37,5
6	2	0,40 até 1,10	13,3	47,4	0,8	5,0
7	1	0,00 até 1,05	13,7	31,8	0,9	14,6
8	1	0,00 até 1,05	15,9	49,5	1,2	11,8
9	5	0,50 até 1,06	9,1	25,6	0,9	11,8
10	5	0,50 até 1,10	19,7	65,1	1,8	5,3
11	4	0,37 até 1,50	15,4	53,9	1,3	9,3
12	4	0,35 até 1,50	15,5	53,4	1,8	4,9
13	3	0,36 até 1,10	17,2	40,8	1,0	8,1
14	4	0,33 até 1,50	12,8	38,3	1,4	7,9
15	2	0,08 até 1,18	9,1	26,2	0,6	8,2
16	4	0,60 até 1,10	N.P	12,0	0,0	11,8
17	3	0,63 até 1,35	N.P	21,8	0,0	17,5
18	5	0,45 até 1,30	14,3	36,3	1,4	6,7
19	2	0,10 até 0,70	6,7	31,4	1,5	22,5
21	4	0,33 até 1,10	N.P	19,3	0,0	11,2
22	2	0,20 até 1,00	6,9	23,4	1,4	19,5
23	2	0,60 até 1,20	N.P	18,2	0,8	8,7
24	3	0,31 até 1,30	N.P	17,7	0,5	10,9
25	3	0,48 até 1,20	8,2	26,6	1,7	13,5
26	3	0,60 até 1,08	N.P	13,0	0,4	11,9
27	2	0,45 até 1,35	N.P	14,1	0,2	11,1
28	1	0,00 até 1,05	8,6	38,0	0,6	8,5
30	3	0,20 até 1,10	13,6	42,3	1,5	7,8
31	2	0,40 até 1,10	21,7	69,3	1,4	5,1
34	3	0,58 até 1,20	22,2	54,4	1,0	7,4
35	3	0,60 até 1,30	11,5	40,0	0,9	7,1
36	3	0,60 até 0,95	N.P	22,4	0,3	12,8
37	3	0,32 até 1,30	16,5	53,4	1,2	6,5
46	6	0,50 até 1,03	9,9	37,2	0,5	8,6
47	4	0,42 até 1,10	15,8	44,8	0,9	7,6
48	3	0,35 até 1,05	8,5	27,7	0,2	16,3
49	3	0,60 até 1,50	16,8	44,6	0,1	6,7
50	5	0,80 até 1,15	N.P	14,0	0,4	13,4
51	2	0,18 até 1,00	18,0	47,0	1,2	8,1
52	2	0,42 até 1,05	18,9	54,5	1,3	9,3
53	5	0,75 até 1,20	N.P	25,2	0,2	23,5
111	1	0,00 até 0,60	N.P	20,5	0,1	12,9
112	3	0,35 até 1,10	14,0	31,2	0,6	8,6
113	4	0,40 até 1,20	13,7	37,1	0,6	7,1
114	2	0,15 até 1,08	13,3	24,5	0,5	13,2
115	3	0,18 até 1,10	17,7	47,8	0,7	6,5
166	5	0,57 até 1,40	14,1	37,4	0,7	9,1

	MEMORIA DE CÁLCULO	Nº	PAV_MEMO_3001_EM	REV.	0
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI			FOLHA	17 de 29
	TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO				

$CBR_{proj}=CBR_{médio}-1,29\sigma/\sqrt{n}$

CBR médio = 10,8%

Desvio Padrão = 5,9%

CBRproj = 9,7%

4.3 SOLUÇÃO EM PAVIMENTO INTERTRAVADO

A pavimentação urbana com revestimento em blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland constitui-se em alternativa estrutural, já que o intertravamento impede que as peças possam se movimentar livremente, apresentando um comportamento similar ao do pavimento flexível.

Para dimensionar a estrutura do pavimento intertravado foi utilizado o método sugerido pela ABCP-Associação Brasileira de Cimento Portland e as diretrizes constantes no documento “IP-06 Instrução para Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto” do Município de São Paulo.

4.3.1 Caracterização do Tráfego das Vias Secundárias

O Quadro 2 apresentado no item 4.1.2, resume os principais parâmetros de classificação de vias obtidas da referida diretriz.

Desta forma, para tráfego leve, utilizaremos o N característico igual a 10⁵.

4.3.2 Estrutura do Pavimento

Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são, nestas diretrizes de projeto, dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP-Associação Brasileira de Cimento Portland, aqui transcritos.

Os métodos citados devem ser utilizados respeitando as seguintes considerações:

a) Procedimento A (ABCP-ET27)

Sua utilização é mais recomendada para as vias com as seguintes carcterísticas:

- Vias de tráfego muito leve e leve com “N” típico até 10⁵ solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando portanto estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B.



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

- Vias de tráfego meio pesado a pesado com “N” típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.

b) 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 $1,5 \times 10^6$ solicitações, função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais dos materiais, reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

O Quadro 5 ilustra a aplicação dos procedimentos descritos.

Quadro 5 – Prioridade de utilização dos procedimentos de dimensionamento

PROCEDIMENTO	TIPO TRÁFEGO				
	ML	L	M	MP	P
A	1ª p	1ª p	2ª p	1ª p	1ª p
B	2ª p	2ª p	1ª p	1ª p	2ª p

4.3.3 Dimensionamento

Como já estabelecido no item 4.3.1, o tráfego se caracteriza como leve e portanto utilizaremos o **Procedimento A** para o dimensionamento do pavimento.

Este procedimento foi adaptado pela ABCP no Estudo Técnico nº 27 do trabalho original proposto pela BCA – “British Cement Association”, com a utilização de bases cimentadas.

O método utiliza, para o dimensionamento da estrutura do pavimento, dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento.

A Figura 3 fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número “N” de solicitações.

A Figura 4, por sua vez, mostra a espessura da base cimentada em função do número “N”.

Para tráfego com $N \leq 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária.



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

4.3.4 Observações Gerais

4.3.4.1 Camada de sub-base

Quando o $N < 5 \times 10^5$, o material de sub-base deve apresentar um valor de CBR $\geq 20\%$, se o subleito natural apresentar CBR $\geq 20\%$, fica dispensada a utilização da camada de sub-base.

Como os resultados dos ensaios realizados apresentaram valores de CBR menores que 20%, será necessária a utilização de camada de sub-base.

4.3.4.2 Camada de revestimento

Os blocos de concreto pré-moldados devem seguir as orientações das normas brasileiras NBR 9780 e NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação, as quais fornecem informações precisas aos fabricantes, projetistas e usuários desse tipo de pavimento no que concerne a materiais utilizados, características geométricas das peças, método de ensaio, além dos procedimentos de inspeção, aceitação e rejeição das peças.

Dessas normas, cabe ressaltar alguns itens importantes, tais como:

- Espessura e resistência dos blocos de revestimento

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

Quadro 6 – Espessura do revestimento em função do tráfego

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

Como o N característico adotado é igual a 10^5 , a espessura do revestimento em bloco de concreto será de 6,0cm.

4.3.5 Estrutura do Pavimento em Blocos de Concreto Intertravado



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

De acordo com as premissas definidas, utilizaremos para o dimensionamento da estrutura do pavimento os seguintes parâmetros:

- Método: Procedimento A;
- $N = 10^5$;
- Espessura dos blocos de concreto: 6,0cm;
- Base: para $N = 10^5$, não é necessária a camada de base;
- $CBR_{proj} = 9,7\%$.

Determinação da espessura da sub-base:

Da Figura 3 obtêm-se 10 cm com material de $CBR=20\%$.

- Espessura da camada de assentamento de areia compacta: 5 cm.
- Seção Típica:

BLOCOS	6,0 cm
AREIA	5,0 cm
SUB-BASE $CBR \geq 20\%$ (BRITA CORRIDA)	10,0 cm
SUBLEITO $CBR \geq 7\%$	15,0 cm

4.3.6 Materiais

Este item refere-se aos materiais constituintes das camadas do pavimento de blocos pré-moldados e compreende os solos do subleito, sub-base e base, camada de assentamento e blocos.

- Solos do Subleito

O subleito deverá estar regularizado e compactado na cota de projeto para receber as camadas superiores. Recomenda-se que, quando o reconhecimento geotécnico acusar valores de $CBR < 2,0\%$ e expansão $\geq 2\%$, seja colocada uma camada com material $CBR \geq 5\%$ em uma espessura de 40,0 cm, a título de reforço.

Os solos de subleito deverão ser isentos de solo vegetal e impurezas e não deverão possuir expansão maior que 2,0%.

- Sub-bases e Bases

Os materiais escolhidos no projeto para compor as camadas de sub-base e base poderão ser constituídas por materiais granulares (brita graduada simples e macadame hidráulico) e materiais cimentados (concreto compactado com rolo e brita graduada tratada com cimento).



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

- Camada de Assentamento

A camada de assentamento dos blocos pré-moldados será sempre composta por areia, eventualmente pó de pedra, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira de 4,8 mm. Não serão admitidos torrões de argila, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas.

- Blocos Pré-Moldados de Concreto

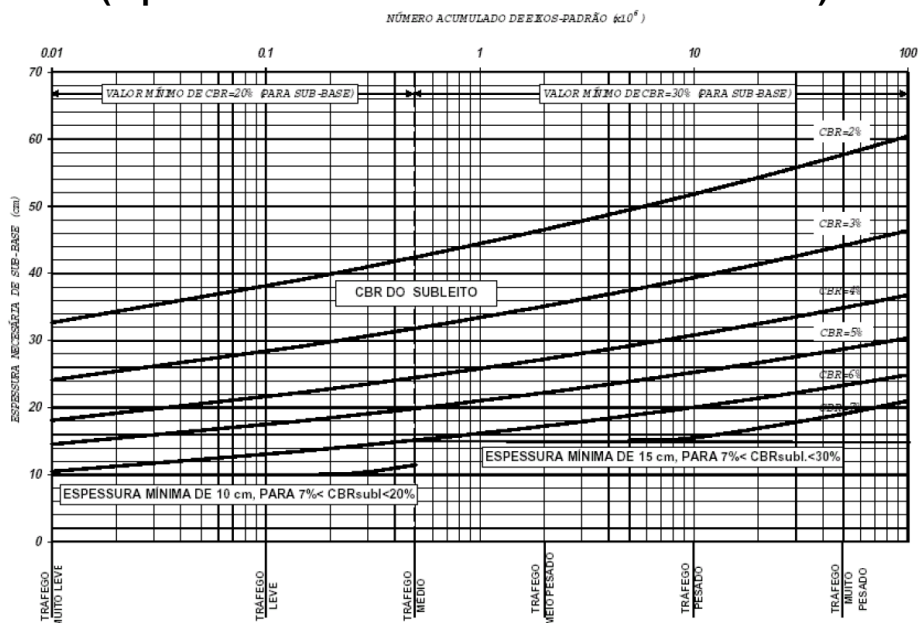
Os blocos pré-moldados de concreto que serão empregados na pavimentação de vias urbanas deverão atender os requisitos e características tecnológicas mínimas descritas a seguir:

- Os blocos deverão ser produzidos por processos que assegurem a obtenção de peças de concreto suficientemente homogêneas e compactas, de modo que atendam ao conjunto de exigências às normas NBR-9780 e NBR-9781;

- As peças não devem possuir trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e sua resistência e devem ser manipuladas com as devidas precauções, para não terem suas qualidades prejudicadas.

- A resistência característica à compressão f_{ck} deverá ser maior ou igual a 35 Mpa para as solicitações impostas aos pavimentos implantados segundo esta instrução e respeitadas as orientações da NBR-9780 e NBR-9781.

**Figura 3 – Espessura necessária de sub-base
(reproduzido do boletim técnico nº 27 da ABCP)**

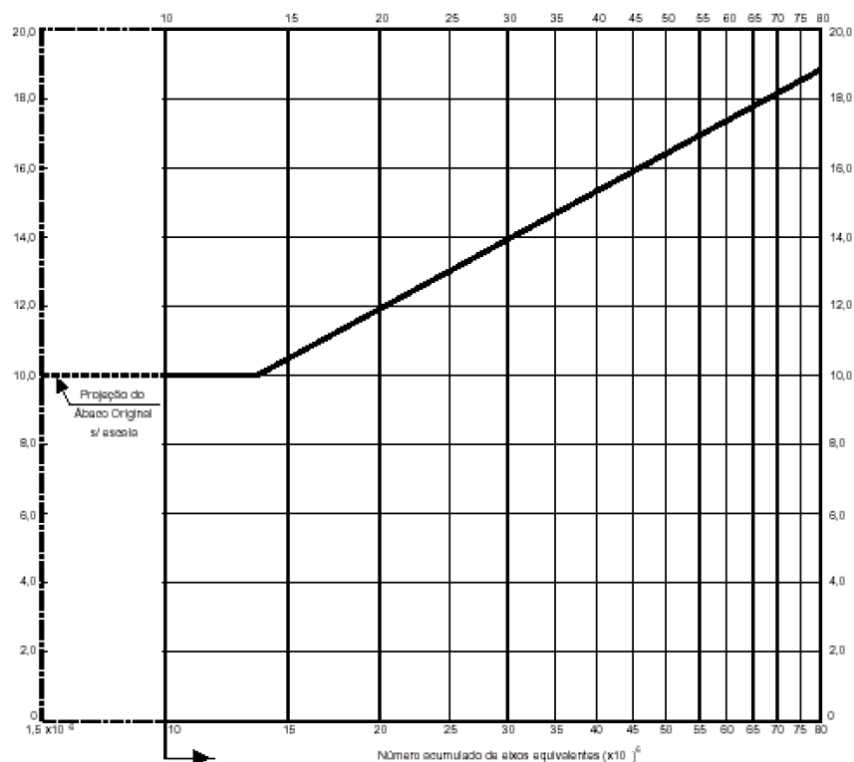




TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

Figura 4 – Espessura da Base Cimentada em Função do Número “N”



4.4 SOLUÇÃO EM PAVIMENTO FLEXÍVEL EM CAUQ



4.4.1 DIMENSIONAMENTO - MÉTODO DO DNER

Pelo método do DNER, a idéia conceitual para o dimensionamento do pavimento é a determinação da espessura de cada camada considerando a proteção necessária à camada imediatamente subsequente, ou seja, a partir de uma espessura de revestimento adotada.

Para a definição da H_{SB} (espessura de base + revestimento), é verificada a necessidade de proteção à camada de sub-base.

Para se definir a H_{REF} (espessura de sub-base + espessura de base + revestimento), é verificada a necessidade de proteção à camada de reforço do subleito.

Por fim, para se definir a H_{TOT} (espessura total), é verificada a necessidade de proteção ao subleito. A **Figura 5** ilustra a situação.

	MEMORIA DE CÁLCULO	Nº PAV_MEMO_3001_EM	REV. 0
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI		FOLHA 23 de 29
	TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO		

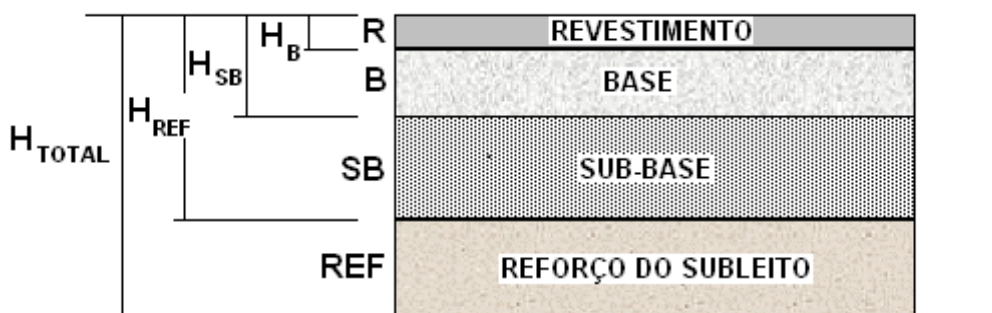


Figura 5 – Definição das Espessuras pelo Método do DNER

4.4.1.1 Determinação da Espessura do Pavimento

As espessuras mínimas de revestimento são apresentadas no Quadro 7 a seguir em função do número “N”.

Quadro 7 - Espessuras do Pavimento

N	Espessuras Mínimas do Revestimento Asfáltico
$N \leq 10^6$	Tratamentos Superficiais
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto Asfáltico com 5,0 cm de Espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto Asfáltico com 7,5 cm de Espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto Asfáltico com 10,0 cm de Espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Asfáltico com 12,5 cm de Espessura

4.4.2 Dimensionamento das Camadas (Base, Sub-base e Reforço do Pavimento)

Uma primeira consideração a ser efetuada é a de que o método admite que o material de sub-base possua um CBR acima de 20%.

O dimensionamento do pavimento é definido em função do tráfego, representado pelo número “N”, e do valor de CBR referente ao subleito.

A partir do ábaco de dimensionamento desenvolvido pelo método, considerando o número N, a sub-base com CBR = 20% e o CBR do subleito, foram definidas as espessuras mínimas requeridas para cada grandeza definida na **Figura 5**, conforme a seguir relacionadas.

Via Principal:

$N=10^7$
CBRproj = 9,7%



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

- $H_{SB} = 28$ cm (para sub-base com CBR = 20%);
- $H_{TOT} = 44$ cm (para subleito com CBR = 9,7%).

A partir das espessuras acima relacionadas, e considerando um coeficiente estrutural $K_R = 2,0$ para o revestimento, $K_B = K_{SB} = 1,0$ para a base e sub-base respectivamente, foram calculadas as espessuras das camadas do pavimento pela resolução sucessiva das seguintes equações:

- $R.K_R + B.K_B \geq H_{SB} \rightarrow (7,5 \times 2,0) + (1,0 \times B) \geq 28 \rightarrow B \geq 13$ (adotado $B = 15$ cm);
- $R.K_R + B.K_B + SB.K_{SB} \geq H_{TOT} \rightarrow (7,5 \times 2,0) + 15 + (1,0 \times SB) \geq 44 \rightarrow SB \geq 15$ (adotado 15 cm).

Desse modo, o pavimento dimensionado resultou na seguinte estrutura:

- Revestimento em concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura;
- Base de brita corrida com 15 cm de espessura e CBR $\geq 80\%$;
- Sub-base de solo estabilizado granulometricamente (pó de pedra) com 15 cm de espessura e CBR $\geq 20\%$.

Seção Típica:

REVESTIMENTO EM CAUQ	7,5 cm
BASE DE BRITA CORRIDA	15,0 cm
SUB-BASE CBR $\geq 20\%$ (PÓ DE PEDRA)	15,0 cm

Os trechos onde houver necessidade de reconstrução do pavimento em decorrência da implantação de dispositivos de novos dispositivos de drenagem pluvial, a estrutura do pavimento deverá ser reconstruída, preferencialmente utilizando materiais com capacidade de suporte no mínimo iguais a dos materiais do pavimento existente.

Quando do início da obra, a Executante deverá, imediatamente antes da execução da regularização, verificar a qualidade do material do subleito, visando o atendimento as características estabelecidas no projeto, através de ensaios de caracterização e CBR, com espaçamento máximo de 400 metros de pista.

Vias Secundárias:

$$N = 6,88 \times 10^4$$

$$CBR_{proj} = 9,7\%$$

- $H_{SB} = 22$ cm (para sub-base com CBR = 20%);
- $H_{TOT} = 34$ cm (para subleito com CBR = 9,7%).

Para $N \leq 10^6$ a deve-se desprezar a espessura de revestimento.



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

A partir das espessuras acima relacionadas, e considerando um coeficiente estrutural $K_B = K_{SB} = 1,0$ para a base e sub-base respectivamente, foram calculadas as espessuras das camadas do pavimento pela resolução sucessiva das seguintes equações:

- $R.K_R + B.K_B \geq H_{SB} \rightarrow 0 + (1,0 \times B) \geq 22 \rightarrow B \geq 22$ (adotado $B = 22$ cm);
- $B.K_B + SB.K_{SB} \geq H_{TOT} \rightarrow 22 + (1,0 \times SB) \geq 34 \rightarrow SB \geq 12$ (adotado 15 cm).

Desse modo, o pavimento dimensionado resultou na seguinte estrutura:

- Revestimento em tratamento superficial simples;
- Base de brita corrida com 22 cm de espessura e $CBR \geq 80\%$;
- Sub-base de solo estabilizado granulometricamente (pó de pedra) com 15 cm de espessura e $CBR \geq 20\%$;

Seção Típica:

■	
REVESTIMENTO EM TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES	
BASE DE BRITA CORRIDA	22,0 cm
SUB-BASE $CBR \geq 20\%$ (PÓ DE PEDRA)	15,0 cm
■	

4.4.3 Tratamento Superficial Simples

O tratamento superficial simples consiste na aplicação de ligante asfáltico e agregados sem mistura prévia, na pista, com posterior compactação, promovendo o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligante.

As principais funções do tratamento superficial são:

- proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência ao desgaste;
- impermeabilizar o pavimento e proteger a infraestrutura do pavimento;
- proporcionar um revestimento antiderrapante;
- proporcionar um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infraestrutura.

O tratamento superficial simples pode ser utilizado em estradas de terra ou em locais de baixíssimo volume de tráfego, possuindo baixo custo de implantação.

A execução do tratamento superficial simples consiste das seguintes etapas:

1. *aplicação do ligante asfáltico*: sobre a base imprimada, curada e isenta de material solto, aplica-se um banho de ligante com carro-tanque provido de barra espargidora;



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

2. *espalhamento do agregado*: após a aplicação do ligante, efetua-se o espalhamento do agregado, de preferência com caminhões basculantes dotados de dispositivos distribuidores;

3. *compactação*: após o espalhamento do agregado, é iniciada a compressão do mesmo sobre o ligante, com rolo liso ou pneumático.

Nesse tipo de execução, podem ser empregados cimentos asfálticos ou emulsões asfálticas e, atualmente, vem sendo usados também ligantes modificados por polímero ou por borracha de pneus.

Nas plantas do projeto estão indicadas as vias onde deverão ser executados os pavimentos com Tratamento Superficial Simples.

5 NOTAS E RECOMENDAÇÕES

1 – Supõe-se sempre que há uma drenagem adequada e que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado a, pelo menos, 1,50 m em relação ao greide de regularização;

2 – O solo do subleito deverá ser escarificado, umedecido e recompactado na cota de projeto. Os solos desta camada deverão apresentar CBR maior ou igual ao especificado e sempre expansão menor ou igual a 2%;

3 – A execução da camada em brita corrida deverá apresentar CBR maior ou igual a 80%, compactada na energia a 100% do Proctor Modificado, com faixa granulométrica indicada na especificação, atentando a compactação, pois a energia empregada poderá ocasionar quebra do agregado;

6 CONTROLE EXECUTIVO

A execução da pavimentação deve seguir rigorosamente as orientações presentes nas especificações abaixo, que definem o controle tecnológico da qualidade dos materiais e serviços que serão executados:



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO****Quadro 8 - Especificações de Materiais e Serviços**

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO	ANO
Concreto Asfáltico Usinado a Quente	DNIT 031 - ES	2006
Pintura de Ligação c/ emulsão asfáltica RR-1C	DNIT 145 - ES	2012
Imprimação com asfalto diluído CM-30	DNIT 144 - ES	2014
Base de Brita Corrida	DNIT-141 - ES	2010
Sub-base estabilizada	DNIT-139 - ES	2010
Reforço do subleito	DNIT-138 - ES	2010
Regularização do subleito	DNIT- 137 – ES	2010
Pavimentação – tratamento superficial simples	DNER-ES 308/97	1997
Blocos Intertravados de Concreto	IP-06/2004-SP	2004

7 JUSTIFICATIVA PARA ADOÇÃO DO PAVIMENTO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

Considerando as características e funcionalidade dos logradouros objetos deste projeto, sugere-se pela adoção do pavimento com blocos intertravados de concreto em virtude das razões expostas a seguir:

A – Facilidade de manutenção:



O pavimento intertravado não requer equipamento sofisticado ou pesado para a sua recomposição. Para tal, também, pode-se utilizar mão-de-obra local com emprego de ferramentas simples. Tal característica torna-se interessante nos casos de implantação de dutos de serviços subterrâneos e reparos nas redes de água, esgoto e drenagem. Os blocos são facilmente removidos e reaproveitados.

B – Redução de velocidade:

Em virtude da sua textura e quantidade de juntas, o pavimento intertravado inibe naturalmente o desenvolvimento de velocidades mais elevadas, tornando-se ideal para logradouros situados em bairros residenciais.

C – Liberação de tráfego:

Permite a liberação imediata do tráfego após a execução do pavimento. Como a base não é imprimada, ganha-se tempo em face da cura não ser necessária.

	MEMORIA DE CÁLCULO		Nº	PAV_MEMO_3001_EM	REV.	0
	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DO BAIRRO ENG. DO MATO - NITERÓI				FOLHA	28 de 29
	TÍTULO: PROJETO EXECUTIVO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO					

D – Resistência e Durabilidade:

As peças de concreto utilizadas no pavimento intertravado apresentam excelente resistência à compressão, à abrasão e a ação de agentes químicos ou combustíveis.

E – Capacidade de drenagem:

O pavimento intertravado permite que a água percole com maior facilidade comparativamente ao concreto asfáltico convencional.

F – Custo:

A avaliação do custo de um pavimento é visceralmente influenciada pelas condições de tráfego e suporte do terreno. Especialmente para volumes de tráfego leve e médio, o pavimento intertravado possui um custo final (implantação, manutenção e vida útil) competitivo.

G – Visibilidade noturna:

A refletância da superfície do pavimento intertravado, devido a sua coloração clara, chega a ser 30% superior comparativamente à dos revestimentos asfálticos, traduzindo-se em economia na iluminação pública.

H – Sinalização e urbanização:

As peças de concreto podem ser produzidas em formatos e cores diferentes, o que propicia empregá-las em projetos urbanísticos e confecção de sinalização horizontal, travessia de pedestres e locais especiais de estacionamento que podem ser demarcados com peças em cores diferenciadas.



TÍTULO:

**PROJETO EXECUTIVO
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO – BACIA 3
DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO**

8 ANEXO I - MÉTODO DO DNER - ÁBACO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

