



PREFEITURA MUNICIPAL DE QUEIMADOS  
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

**ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO, DRENAGEM PLUVIAL,  
PAVIMENTAÇÃO, ACESSIBILIDADE E  
SINALIZAÇÃO VIÁRIA NO BAIRRO DE  
ELDORADO – LOCALIDADES DE VILA SCINTILA,  
VISTA ALEGRE E GRANJA ROSALINA –  
MUNICÍPIO DE QUEIMADOS – RJ.**



**ANEXO V – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

**2019**

REVISÃO 00



*SANETECH SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA*

  
EDUARDO DE CAROLIS  
Engenheiro Civil  
CREA-RJ 90100959-9/D



## Sumário

1.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....	3
1.1.1.	Pavimentação em Asfalto:.....	3
1.1.2.	Introdução .....	3
1.1.3.	Classificação dos Logradouros.....	3
1.1.4.	Estimativa de Tráfego.....	4
1.1.5.	Vias Coletoras Secundárias: .....	4
1.1.6.	Vias Locais: .....	5
1.1.7.	Dimensionamento dos Pavimentos .....	6
1.1.8.	Espessura Mínima de Revestimento .....	8
1.1.9.	Capacidade e Suporte do Subleito .....	9
1.1.10.	Cálculo das Espessuras das Camadas do Pavimento.....	9
1.1.11.	Vias Locais .....	17
1.1.12.	Vias Coletoras Secundárias .....	19
1.1.13.	Pavimento em Concreto.....	22
1.1.14.	Capacidade e Suporte do Subleito e base do pavimento .....	25
1.1.15.	Cálculo das Espessuras das Camadas do Pavimento.....	25
1.1.16.	Esforços no Centro da Placa .....	26
1.1.17.	Esforços na borda longitudinal da Placa .....	27
1.1.18.	Esforços de retração da Placa .....	27
2.	Especificações Técnicas .....	28
2.1.	Serviços Preliminares .....	28
2.2.	Meios-fios.....	35
2.3.	PAVIMENTAÇÃO EM ASFALTO .....	38
2.3.1.	Regularização do Subleito com Material de Jazida .....	38
2.3.2.	Reforço do Subleito com Material de Jazida.....	41
2.3.3.	Sub-base de Pó-de-pedra.....	45
2.3.4.	Base de Brita Corrida.....	47
2.3.5.	Imprimação / Pintura de Ligação (DNER-ES-306/97 e 307/97).....	52
2.3.6.	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (DNER-ES318/97 e DNIT-031/2004-ES) .....	55
2.4.	Pavimentos com peças Pré-moldadas de Concreto.....	64





## 1. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 1.1.1. Pavimentação em Asfalto:

#### 1.1.2. Introdução

O projeto de pavimentação consiste no dimensionamento das camadas do pavimento, em função das características técnicas dos veículos que circularão nos logradouros, bem como as características geotécnicas do subleito existente.

#### 1.1.3. Classificação dos Logradouros

Segundo o CTB (Código de Trânsito Brasileiro) são estabelecidos os limites de dimensões e peso para veículos em trânsito livre e a partir destes limites, os Logradouros são classificados nas seguintes categorias de vias:

- Vias urbanas

**De trânsito rápido** - caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

**Arterial** - caracterizada por interseções em nível, geralmente controladas por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

**Coletora** - destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

**Local** - caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinadas apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Velocidade máxima para cada uma dessas vias:

para vias urbanas:

- trânsito rápido: **80 km/h**;
- arterial: **60 km/h**;
- coletora: **40 km/h**;
- local: **30 km/h**;

Para o projeto em questão as ruas foram classificadas como vias coletoras e vias locais.





#### 1.1.4. Estimativa de Tráfego

Para as estimativas de tráfego foram consideradas os seguintes volumes médios diários:

#### 1.1.5. Vias Coletoras Secundárias:

ESTIMATIVA DE TRÁFEGO				
Tipo de Via	Ônibus	Caminhão médio	Caminhão pesado	Carreta semi reboque
Coletora secundária	70-	70	10	-

- Cálculo do Número N

Para o cálculo do número N, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Período de projeto: 15 anos

- Características dos veículos:

caminhão médio e ônibus (2C – PBT – 16t)

1 eixo simples de 6 t + 1 eixo simples de 10 t

caminhão pesado (3C – PBT – 23t)

1 eixo simples de 6 t + 1 eixo tandem duplo de 17t

Carreta (2S3 – PBT – 41,5t)

1 eixo simples de 6 t + 1 eixo simples de 10 t + 1 eixo tandem

triplo de 25,5 t

Tabela 42 - Fatores de equivalência de carga do USACE

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

P = peso bruto total sobre o eixo

- Fatores de equivalência de eixos:

simples de 6t = 0,30





simples de 10t = 3,30

tandem duplo de 17t = 8,6

tandem triplo de 25,5t = 9,3

- Via Coletora:

Fator de veículos:

$$FV = 140 \times (0,30 + 3,30) + 10 \times (0,30 + 8,60)$$

$$FV = 504 + 89 = 593$$

$$N = 365 \times 15 \times 593 = 3,25 \times 10^6$$

Adotado  $N=3,25 \times 10^6$ .

### 1.1.6. Vias Locais:

ESTIMATIVA DE TRÁFEGO				
Tipo de Via	Ônibus	Caminhão médio	Caminhão pesado	Carreta semi reboque
Local	20	20	-	-

- Cálculo do Número N

Para o cálculo do número  $N$ , foram considerados os seguintes parâmetros:

- Período de projeto: 10 anos

- Características dos veículos:

caminhão médio e ônibus (2C – PBT – 16t)

1 eixo simples de 6 t + 1 eixo simples de 10 t

caminhão pesado (3C – PBT – 23t)

1 eixo simples de 6 t + 1 eixo tandem duplo de 17t

Carreta (2S3 – PBT – 41,5t)

1 eixo simples de 6 t + 1 eixo simples de 10 t + 1 eixo tandem triplo de 25,5 t





Tabela 42 - Fatores de equivalência de carga do USACE

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

P = peso bruto total sobre o eixo

- Fatores de equivalência de eixos:

simples de 6t = 0,30

simples de 10t = 3,30

tandem duplo de 17t = 8,60

tandem triplo de 25,5t = 9,30

- Via Coletora

Fator de veículos:

$$FV = 40 \times (0,30 + 3,30)$$

$$FV = 144$$

$$N = 365 \times 15 \times 144 = 7,88 \times 10^5$$

$$\text{Adotado } N = 8 \times 10^5.$$

### 1.1.7. Dimensionamento dos Pavimentos

O dimensionamento do pavimento, ora apresentado, foi elaborado com a utilização do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis (revestimentos asfálticos sobre camadas granulares) e semi-rígidos (bases cimentadas) do DNER, atual DNIT.

Este método foi elaborado pelo Eng. Murillo Lopes de Souza, que tomou como base uma adaptação para rodovias do método do USACE, originalmente destinado a pavimentos de aeroportos e que utiliza o ensaio de CBR, conforme o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume” de autoria de W.J. Turnbull, C.R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO.



Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural (K) tomando por base os resultados obtidos na pista experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

A capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feito pelo CBR (California Bearing Ratio) ou também designado por Índice de Suporte Califórnia, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos de prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas especificações do projeto, recomendando-se que, em nenhum caso, o grau de compactação deve ser inferior a 100%.

Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2%,  $CBR \geq 2\%$ .

- **Classificação dos Materiais Empregados no Pavimento**

A Tabela 1 a seguir, apresenta as condições que os materiais devem satisfazer para que sejam empregados no pavimento.

**TABELA 1**

<b>CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO</b>		
REFORÇO SUBLEITO	DO	CBR maior que o do subleito Expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs)
SUB-BASE		CBR $\geq 20\%$ I.G. = 0 Expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs)
BASE		CBR $\geq 80\%$ Expansão $\leq 0,5\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs) Limite de liquidez $\leq 25\%$ Índice de plasticidade $\leq 6\%$ - caso o LL seja superior a 25% e/ou o IP seja superior a 6%, o material pode ser empregado em base, desde que o equivalente de areia seja superior a 30 e satisfeitas as demais condições.



Os materiais para base granular devem se enquadrar numa das seguintes faixas granulométricas:

**TABELA 2 (Orientação CGP)**

PENEIRAS		
	B	Tolerância (%)
2"	100	+7
1"	75 - 90	+7
3/8"	40 - 75	+7
Nº 4	30 - 60	+5
Nº 10	20 - 45	+5
Nº 40	15 - 30	+2
Nº 200	5 - 15	+2

- A fração que passa na peneira #200 deve ser inferior a 2/3 da fração que passa na peneira Nº 40.
- A fração graúda retida na peneira nº10 – desgaste a abrasão inferior a 50%. (CGP)
- Equivalente em areia > 50%. (CGP)

### 1.1.8. Espessura Mínima de Revestimento

A fixação da espessura mínima a adotar para os revestimentos betuminosos visa proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, ou ainda, para evitar a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. As espessuras indicadas na Tabela 3 abaixo visam especialmente, as bases de comportamento puramente granular e são definidas pelas observações efetuadas.

**TABELA 3**

N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos Betuminosos com 5,0cm 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 10,0cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso com 12,5cm de espessura

- Número “N”

O pavimento é dimensionado em função do número equivalente (N) de operações de um eixo tomado como padrão (8,2 t ou 18.000lbs), durante o período de projeto determinado, que no caso presente está considerado como **15 anos**.

No dimensionamento do pavimento foi adotado o valor de  $N = 3,25 \times 10^6$  para as Vias coletoras secundárias e  $N = 8 \times 10^5$  para as vias locais.

### 1.1.9. Capacidade e Suporte do Subleito

### 1.1.10. Cálculo das Espessuras das Camadas do Pavimento

Para as vias locais adotou-se uma espessura de revestimento com 5cm.e 8cm para as vias coletoras secundárias.

Através de um gráfico que exprime as curvas de dimensionamento pelo CBR, existente no método que se está utilizando, é determinada a espessura total do pavimento em função de N e de IS ou CBR, sendo que a espessura fornecida por este gráfico é em termos de material com  $K=1,00$ , isto é, em termos de base granular. Na Tabela 4 a seguir temos o resultado das espessuras de pavimento (Hm) em função de N e do CBR.

Tabela 4: Hm (cm) em função N x CBR

N	CBR								
	20	12	11	10	9	8	7	6	5
6,00E+05	25	33	35	37	40	43	46	51	56
3,00E+06	27	36	38	40	43	46	50	55	61



A Figura 1 a seguir, apresenta a simbologia utilizada no dimensionamento do pavimento, Hm designa, de modo geral, a espessura total do pavimento necessário para proteger um material com CBR ou IS = m, Hn designa, de modo geral a espessura de camada do pavimento com CBR ou IS = n, etc.

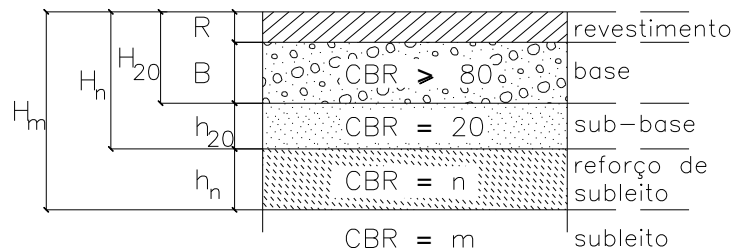


FIGURA 1

Mesmo que o CBR da sub-base seja superior a 20, o método determina que a espessura do pavimento necessária para protegê-la é considerada como se esse valor fosse 20 e, por esta razão, usam-se sempre os símbolos, H20 e h20 para designar as espessuras de pavimento sobre a sub-base e da sub-base respectivamente.

Uma vez determinadas as espessuras Hm, Hn e H20, através do gráfico citado e R pela Tabela 3, as espessuras de base (B), sub-base (h20) e reforço do subleito (hn) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$RKR + BKB \geq H20$$

$$RKR + BKB + h20KS \geq Hn$$

$$RKR + BKB + h20KS + hnKRef \geq Hm$$

No presente dimensionamento do pavimento adotou-se os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Revestimento de concreto betuminoso usinado a quente  $K=2,00$

Camadas granulares (Base e Sub-base)  $K=1,00$

Reforço ou substituição do Subleito com  $CBR \geq 6,0$   $K=1,00$

Foram realizados nas ruas do projeto, ensaios CBR com o objetivo de se avaliar o material existente no sub-leito e assim, realizar o dimensionamento dos



pavimentos. Os resultados obtidos dos ensaios estão representados na tabela a seguir:



Furo	ISC	LL	LP	IP	Exp	Localização
1 (AM1 - 0,00/1,30)	6,09	67,45	44,04	23,41	2,70	Rua Tupis – casa 13
2 (AM1 – 0,00/0,65)	9,14	47,92	30,52	17,40	0,40	Rua Araribóia – casa 189
2 (AM2 – 0,65/1,30)	10,16	54,44	34,89	19,55	0,50	Rua Araribóia – casa 189
3 (AM1 - 0,00/1,20)	9,77	42,54	28,03	14,51	0,44	Rua Tombos – casa 138
4 (AM1 - 0,00/1,20)	12,04	47,81	32,15	15,66	0,58	Rua Guarani
5 (AM2 - 0,15/0,67)	9,19	NL	NP	NP	0,10	Rua João Santa Rosa
5 (AM3 - 0,67/1,25)	13,44	NL	NP	NP	0,13	Rua João Santa Rosa
6 (AM3 - 0,28/0,70)	9,77	27,47	16,40	11,07	0,60	Rua Tupã – casa 372
6 (AM4 - 0,70/1,35)	12,91	NL	NP	NP	0,11	Rua Tupã – casa 372
7 (AM1 - 0,00/1,10)	8,99	43,26	29,86	13,40	0,48	Rua Guarani/Itapuã – casa 169
8 (AM2 - 0,12/1,10)	9,58	47,16	31,73	15,44	0,63	Rua Itapuã – casa 25
9 (AM2 - 0,07/1,20)	12,67	31,36	19,67	11,69	0,30	Rua Tupis – LT 25 Q 11
10 (AM2 - 0,15/0,70)	7,64	28,90	19,09	9,81	0,45	Rua Tombos/João Sta Rosa– casa 41
10 (AM2 - 0,70/1,30)	8,12	54,27	34,82	19,46	0,75	Rua Tombos/João Sta Rosa– casa 41
11 (AM2 - 0,08/1,50)	7,45	41,32	27,75	13,57	0,59	Rua João Santa Rosa – casa 33
12 (AM2 - 0,15/0,45)	11,03	NL	NP	NP	0,10	Rua Get. Vargas/Ezio Rinalde – casa 4
12 (AM3 - 0,45/0,70)	15,28	NL	NP	NP	0,00	Rua Get. Vargas/Ezio Rinalde – casa 4
12 (AM4 - 0,70/1,00)	7,98	46,60	31,10	15,50	0,50	Rua Get. Vargas/Ezio Rinalde – casa 4
13 (AM2 - 0,08/0,60)	7,45	51,22	34,57	16,65	0,74	Rua João Goulart
13 (AM3 - 0,60/1,20)	7,74	45,09	28,07	17,02	0,64	Rua João Goulart
14 (AM2 - 0,13/1,05)	7,74	49,66	33,52	16,14	0,50	Rua Orlando
15 (AM2 - 0,15/1,10)	8,70	48,23	30,49	17,74	0,50	Rua Juscelino Kubitschek



ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO, DRENAGEM PLUVIAL, PAVIMENTAÇÃO, ACESSIBILIDADE E SINALIZAÇÃO VIÁRIA – ELDORADO – VILA SCINTILA, VISTA ALEGRE E GRANJA ROSALINA -QUEIMADOS - RJ.

Furo	ISC	LL	LP	IP	Exp	Localização
16 (AM2 - 0,15/0,30)	6,58	55,57	32,79	22,78	0,94	Rua Ant.Santa Rosa/Francis. Uris – casa 25
16 (AM4 - 0,30/0,90)	13,06	18,23	11,69	6,54	0,20	Rua Ant.Santa Rosa/Francis. Uris – casa 25
16 (AM5 - 0,90/1,50)	17,26	NL	NP	NP	0,00	Rua Ant.Santa Rosa/Francis. Uris – casa 25
17 (AM1 - 0,00/0,60)	9,48	49,09	30,43	18,66	0,60	Rua Humberto Castelo Branco
17 (AM2 - 0,60/1,10)	8,61	56,06	37,51	18,55	0,59	Rua Humberto Castelo Branco
18 (AM4 - 0,30/1,50)	9,72	53,66	35,58	18,08	0,85	Rua Ed Gomes/J.Santa Rosa – LT01 Q 11
19 (AM3 - 0,33/1,20)	9,43	43,07	28,28	14,79	0,44	Rua Angelo de Greg/J.Santa Rosa – casa 2
20 (AM1 - 0,00/0,35)	7,64	61,22	39,65	21,57	0,95	Rua Carlos Lac./J.Santa Rosa – LT14 Q 16
20 (AM2 - 0,35/1,05)	6,87	61,53	39,65	21,88	0,95	Rua Carlos Lac./J.Santa Rosa – LT14 Q 16
21 (AM1 - 0,00/0,28)	10,06	33,12	21,06	12,06	0,68	Rua Juarez Tavares – LT16 Q 26
21 (AM2 - 0,28/1,20)	7,11	68,81	44,04	24,77	0,92	Rua Juarez Tavares – LT16 Q 26
22 (AM2 - 0,16/0,55)	8,32	52,66	35,21	17,45	0,75	Rua Dona Marlice – casa 7
22 (AM3 - 0,55/1,10)	6,38	58,01	38,08	19,93	1,00	Rua Dona Marlice – casa 7
23 (AM2 - 0,15/0,40)	13,49	25,91	16,00	9,91	0,20	Rua Eduardo Gom./Tereza Mont. - casa 20
23 (AM3 - 0,40/1,10)	10,45	36,67	24,83	11,84	0,52	Rua Eduardo Gom./Tereza Mont. - casa 20
25 (AM2 - 0,05/1,20)	7,54	52,31	32,80	19,52	0,70	Rua Juarez Tav./Humberto Cast. B-casa 12
26 (AM3 - 0,28/0,60)	8,90	43,07	29,36	13,71	0,64	Rua João Goulart - casa 2





Furo	ISC	LL	LP	IP	Exp	Localização
26 (AM4 - 0,60/1,50)	8,22	35,82	24,16	11,66	0,49	Rua João Goulart - casa 2
27 (AM3 - 0,32/1,20)	7,40	22,63	15,33	7,30	0,41	Rua Francisco Urtis – casa 170
28 (AM4 - 0,47/1,20)	10,06	NL	NP	NP	0,00	Rua Carlos Lacerda/Benedito Costa
29 (AM3 - 0,25/1,10)	7,83	38,17	26,61	11,56	0,57	Rua Benedito Costa
30 (AM1 - 0,00/0,30)	13,83	NL	NP	NP	0,08	Rua Prado Kelly/Juarez Tavares
30 (AM3 - 0,40/0,67)	7,25	37,92	24,17	13,76	0,58	Rua Prado Kelly/Juarez Tavares
30 (AM3 - 0,67/1,50)	8,41	29,78	20,83	8,95	0,58	Rua Prado Kelly/Juarez Tavares
31 (AM1 - 0,00/1,00)	8,03	54,25	35,17	19,08	0,93	Rua Nicola Rin./Conceição Greg. – LT10 Q21
32 (AM2 - 0,30/0,70)	9,58	38,25	24,55	13,70	0,56	Rua Jusc..Kubitschek/Ant de Greg – casa 46
32 (AM3 - 0,70/1,50)	8,41	44,50	29,72	14,78	0,85	Rua Jusc..Kubitschek/Ant de Greg – casa 46
33 (AM2 - 0,38/1,02)	8,61	37,65	24,56	13,09	0,68	Rua Francisco Alves
34 (AM1 - 0,00/1,10)	7,54	63,85	41,33	22,53	0,94	Rua Francisco Alves – casa 25
35 (AM3 - 0,15/0,50)	10,06	NL	NP	NP	0,10	Rua Campo Alegre – LT 5 Q 2
35 (AM4 - 0,50/1,50)	9,58	NL	NP	NP	0,13	Rua Campo Alegre – LT 5 Q 2
36 (AM3 - 0,55/0,80)	9,38	41,31	25,81	15,50	0,44	Rua Campo Alegre – casa 17
37 (AM3 - 0,32/1,50)	9,58	NL	NP	NP	0,18	Rua João Goulart/Trav Campo Alegre - casa 9
38 (AM2 - 0,17/1,05)	10,06	36,34	22,50	13,84	0,47	Trav Campo Aleg/Pantaleso Rinalidi - casa18



Furo	ISC	LL	LP	IP	Exp	Localização
39 (AM4 - 0,30/0,80)	10,06	NL	NP	NP	0,03	Trav Campo Alegre – casa 38
40 (AM2 - 0,05/0,70)	9,48	NL	NP	NP	0,16	Estrada Campo Alegre – casa 1528
40 (AM3 - 0,70/1,35)	8,70	58,01	37,43	20,58	0,90	Estrada Campo Alegre – casa 1528
41 (AM1 - 0,00/1,10)	8,56	45,22	28,32	16,90	0,62	Rua Moreira Borges/Estrada Campo Alegre
42 (AM2 - 0,15/1,05)	7,98	54,32	35,28	19,05	0,62	Rua Moreira Borges
43 (AM2 - 0,17/1,10)	8,70	60,41	39,63	20,78	0,88	Rua Eteuvina Nunes – casa 9
44 (AM2 - 0,17/0,65)	12,77	NL	NP	NP	0,14	Rua Tomas Pereira/Eteuvina Nunes–LT6 Q1
44 (AM3 - 0,65/1,30)	10,35	20,68	12,91	7,77	0,31	Rua Tomas Pereira/Eteuvina Nunes–LT6 Q1
45 (AM2 - 0,04/0,40)	8,61	44,80	28,77	16,03	0,85	Rua Atir – LT1920 Q6
45 (AM3 - 0,40/0,70)	6,67	60,86	39,58	21,28	0,92	Rua Atir – LT1920 Q6
45 (AM4 - 0,70/1,30)	6,19	54,39	35,41	18,98	1,05	Rua Atir – LT1920 Q6
46 (AM7 - 0,73/1,10)	9,72	NL	NP	NP	0,00	Rua Tomas Pereira/Atir
47 (AM3 - 0,26/1,00)	9,38	NL	NP	NP	0,00	Rua Eteuvina Nunes/Porto
48 (AM1 - 0,00/0,80)	15,38	NL	NP	NP	0,10	Rua Tomas Pereira/Eteuvina Nunes–LT 7 QH
48 (AM2 - 0,80/1,50)	9,72	43,33	28,33	14,99	0,70	Rua Tomas Pereira/Eteuvina Nunes–LT 7 QH
49 (AM1 - 0,00/0,40)	11,03	21,04	12,90	8,14	0,46	Rua Porto – LT6 Q9
49 (AM3 - 0,53/1,00)	11,03	NL	NP	NP	0,13	Rua Porto – LT6 Q9



Furo	ISC	LL	LP	IP	Exp	Localização
50 (AM4 - 0,30/1,50)	7,69	35,03	23,72	11,32	0,64	Rua José Antônio/ Tomas Pereira-LT14 QC
51 (AM2 - 0,10/0,43)	13,20	NL	NP	NP	0,27	Rua Delclécio Lopes da Silva c/ Rua Livia
51(AM4 - 0,50/1,10)	7,69	39,22	25,30	13,92	0,46	Rua Delclécio Lopes da Silva c/ Rua Livia
52 (AM3 - 0,00/1,20)	12,33	NL	NP	NP	0,11	Trav. Campo Alegre c/ Rua José Alexandre
53 (AM5 - 0,00/1,20)	13,73	NL	NP	NP	0,15	Rua Tereza Maria
54 (AM5 - 0,58/1,10)	14,22	NL	NP	NP	0,18	Rua Livia Maria
55 (AM2 - 0,17/1,20)	7,25	60,58	40,18	20,40	0,94	Rua Livia Maria
56 (AM3 - 0,30/1,15)	8,99	43,09	27,83	15,26	0,66	Rua Carmem Cristina
57 (AM4 - 0,30/0,75)	13,15	NL	NP	NP	0,13	Rua Luiza
58 (AM3 - 0,00/1,20)	6,77	57,86	36,84	21,03	1,11	Rua Itália c/ Rua Maria Livia de Gregório
60 (AM4 - 0,42/0,80)	12,09	24,41	15,53	8,88	0,70	Rua Tereza Maria C/ Trav. Campo Alegre
60 (AM5 - 0,80/1,20)	8,56	35,60	21,87	13,13	0,40	Rua Tereza Maria C/ Trav. Campo Alegre
61 (AM2 - 0,15/0,65)	9,48	23,26	15,55	7,71	0,41	Rua Jusc. Kubitschek c/ Trav. Campo Alegre
61 (AM4 - 0,75/1,20)	7,45	NL	NP	NP	0,48	Rua Jusc. Kubitschek c/ Trav. Campo Alegre
62 (AM3 - 0,22/1,15)	6,19	47,59	31,19	16,39	0,88	Rua Julia Maria c/ Trav. Campo Alegre
63 (AM4 - 0,00/1,00)	7,54	57,07	38,55	18,52	0,91	Rua Carmem com Travessa Campo Alegre
64 (AM5 - 0,42/1,00)	10,93	24,33	15,07	9,26	0,44	Rua Luiza



Furo	ISC	LL	LP	IP	Exp	Localização
65 (AM3 - 0,25/0,65)	10,83	20,32	13,73	6,59	0,35	Rua Livia
65 (AM4 - 0,55/1,10)	14,41	NL	NP	NP	0,30	Rua Livia
66 (AM2 - 0,18/1,10)	6,09	41,93	28,45	13,47	1,55	Estrada Piabas esq Rua Itambi
67 (AM2 - 0,24/1,50)	5,90	52,73	37,43	15,29	1,90	Estrada dos Piabas

### 1.1.11. Vias Locais

Para as vias locais foi considerado como camada mínima para execução do pavimento R=5cm, B=15cm e h20=15cm. Como será visto nos cálculos esta situação ocorre para subleitos com CBR>9. Nos casos onde os CBRs forem inferiores, as camadas de base (B) e sub-base (h20) serão modificadas conforme cálculos a seguir:

#### Vias Subleito CBR=6

Pelo gráfico de N x CBR x Hm temos para  $N=8 \times 10^5$ :

$$R = 5\text{cm}$$

$$H_6 = 51\text{cm}$$

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

$$B + R \times K_r \geq H_{20}$$

$$B \geq 25 - 2 \times 5 = 15\text{cm} \quad \text{adotado } B=20\text{cm}$$

$$\text{Para CBR SL} = 51\text{cm}$$

$$B + h_{20} + R \times K_r \geq 51\text{cm}$$

$$h_{20} \geq 51 - 10 - 20 = 21\text{cm} \quad \text{adotado } h_{20}=25\text{cm}$$

#### Camadas do Pavimento

$$\text{Asfalto} = 5\text{cm}$$

$$\text{Base Granular CBR} > 80 = 20\text{cm}$$

$$\text{Sub-Base Granular CBR} > 20 = 25\text{cm}$$





### Vias Subleito CBR=7

Pelo gráfico de N x CBR x Hm temos para  $N=8 \times 10^5$ :

$$R = 5\text{cm}$$

$$H7 = 46\text{cm}$$

$$H20 = 25\text{cm}$$

$$B + R \times Kr \geq H20$$

$$B \geq 25 - 2 \times 5 = 15\text{ cm} \quad \text{adotado } B=20\text{cm}$$

Para CBR SL = 46cm

$$B + h20 + R \times Kr \geq 46\text{cm}$$

$$h20 \geq 46 - 10 - 20 = 16\text{cm} \quad \text{adotado } h20=20\text{cm}$$

Camadas do Pavimento

Asfalto = 5cm

Base Granular CBR > 80 = 20cm

Sub-Base Granular CBR > 20 = 20cm

### Vias Subleito CBR=8

Pelo gráfico de N x CBR x Hm temos para  $N=8 \times 10^5$ :

$$R = 5\text{cm}$$

$$H8=43\text{cm}$$

$$H20 = 25\text{cm}$$

$$B + R \times Kr \geq H20$$

$$B \geq 25 - 2 \times 5 = 15\text{cm} \quad \text{adotado } B=15\text{cm}$$

Para CBR SL = 43cm

$$B + h20 + R \times Kr \geq 43\text{cm}$$

$$h20 \geq 43 - 10 - 15 = 18\text{cm} \quad \text{adotado } h20=20\text{cm}$$

Camadas do Pavimento

Asfalto = 5cm

Base Granular CBR > 80 = 15cm

Sub-Base Granular CBR > 20 = 20cm





### Vias Subleito CBR=9

Pelo gráfico de  $N \times CBR \times H_m$  temos para  $N=8 \times 10^5$ :

$$R = 5\text{cm}$$

$$H_9=40\text{cm}$$

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

$$B + R \times K_r \geq H_{20}$$

$$B \geq 25 - 2 \times 5 = 15\text{cm} \quad \text{adotado } B=15\text{cm}$$

Para CBR SL = 40cm

$$B + h_{20} + R \times K_r \geq 40\text{cm}$$

$$h_{20} \geq 40 - 10 - 15 = 15\text{cm} \quad \text{adotado } h_{20}=15\text{cm}$$

Camadas do Pavimento

Asfalto = 5cm

Base Granular CBR > 80 = 15cm

Sub-Base Granular CBR > 20 = 15cm

### 1.1.12. Vias Coletoras Secundárias

Para as vias coletoras secundárias foi considerado como camada mínima para execução do pavimento  $R=8\text{cm}$ ,  $B=15\text{cm}$  e  $h_{20}=20\text{cm}$ . Como será visto nos cálculos esta situação ocorre para subleitos com  $CBR>7$ . Nos casos onde os CBRs forem inferiores, as camadas de base (B) e sub-base ( $h_{20}$ ) serão modificadas conforme cálculos a seguir:

### Vias Subleito CBR=6

Pelo gráfico de  $N \times CBR \times H_m$  temos para  $N = 3,25 \times 10^6$ :

$$R = 8\text{cm}$$

$$H_6=55\text{cm}$$

$$H_{20} = 27\text{cm}$$

$$B + R \times K_r \geq H_{20}$$

$$B \geq 27 - 2 \times 8 = 11\text{cm} \quad \text{adotado } B=20\text{cm}$$

Para CBR SL = 58cm





$$B + h_{20} + R \times K_r \geq 55\text{cm}$$

$$h_{20} \geq 55 - 16 - 20 = 19\text{cm} \quad \text{adotado } h_{20}=20\text{cm}$$

Camadas do Pavimento

Asfalto = 8cm

Base Granular CBR > 80 = 20cm

Sub-Base Granular CBR > 20 = 20cm

### Vias Subleito CBR=7

Pelo gráfico de  $N \times \text{CBR} \times H_m$  temos para  $N = 3,25 \times 10^6$ :

$$R = 8\text{cm}$$

$$H_7=50\text{cm}$$

$$H_{20} = 27\text{cm}$$

$$B + R \times K_r \geq H_{20}$$

$$B \geq 27 - 2 \times 8 = 11\text{cm} \quad \text{adotado } B=15\text{cm}$$

Para CBR SL = 50cm

$$B + h_{20} + R \times K_r \geq 50\text{cm}$$

$$h_{20} \geq 50 - 16 - 15 = 19\text{cm} \quad \text{adotado } h_{20}=20\text{cm}$$

Camadas do Pavimento

Asfalto = 8cm

Base Granular CBR > 80 = 15cm

Sub-Base Granular CBR > 20 = 20cm

### Vias Subleito CBR=8

Pelo gráfico de  $N \times \text{CBR} \times H_m$  temos para  $N = 3,25 \times 10^6$

$$R = 8\text{cm}$$





$H_8=46\text{cm}$

$H_{20} = 27\text{cm}$

$B + R \times K_r \geq H_{20}$

$B \geq 27 - 2 \times 8 = 11\text{cm}$

adotado  $B=15\text{cm}$

Para CBR SL = 46cm

$B + h_{20} + R \times K_r \geq 46\text{cm}$

$h_{20} \geq 46 - 16 - 15 = 15\text{cm}$

adotado  $h_{20}=20\text{cm}$

Camadas do Pavimento

Asfalto = 8cm

Base Granular CBR > 80 = 15cm

Sub-Base Granular CBR > 20 = 20cm

## RESUMO

SEÇÃO TIPO	ESPESSURA (CM)			
	ASFALTO	BASE GRANULAR	SUB BASE GRANULAR	CBR - SUB LEITO
Local - TIPO 1	5	20	25	6
Local - TIPO 2	5	20	20	7
Local - TIPO 3	5	15	20	8
Local - TIPO 4	5	15	15	$\geq 9$
Coletora secundária - TIPO 5	8	20	20	6
Coletora secundária - TIPO 6	8	15	20	$\geq 7$



### 1.1.13. Pavimento em Concreto

O dimensionamento do pavimento, ora apresentado, foi elaborado com a utilização do método de dimensionamento de pavimentos rígidos elaborado pelo DNIT, IPR-714/2005, homônimo do antigo manual do DNER de 1989.

Nesta memória são apresentados os procedimentos de cálculo da espessura do pavimento de concreto Armado. No manual para pavimentos de concreto, são dadas as orientações para o dimensionamento das armaduras de pavimentos dotados de armadura distribuída, contínua e descontínua, além das situações em que deve ser empregado este tipo de pavimento.

Neste projeto, foi utilizado para pavimentação das ruas, placas de concreto Armado e com barras de transferência. Foi adotado a colocação de malha de aço nas partes superior e inferior da placa para facilitar o processo construtivo das placas. O pavimento rígido de cimento Portland estruturalmente armado, com armadura para suportar as tensões oriundas do tráfego, geralmente disposta na parte inferior da placa e a armadura para combater os esforços de retração e empenamento, disposta na parte superior da placa.

A vantagem deste tipo de pavimento é a redução da espessura da placa, maior espaçamento entre as juntas, tanto as transversais como as longitudinais, o que traz menores gastos de manutenção, devido a extensão de juntas ser menor, além de ser mais durável, pois não estão sujeitos ao problema da fadiga.

O dimensionamento deste tipo de pavimento baseia-se na determinação das tensões e dos momentos fletores atuantes na placa de concreto, de acordo com o modelo proposto por Westergaar, por meio de Cartas de Influência de Pickett e Ray.

O cálculo estrutural é conduzido no estágio III, conforme as prescrições da norma NBR 6118, considerando o emprego de telas soldadas produzidas em aço CA 60 e que atendam a norma NBR 7481.





Neste método é empregado um modelo de análise estrutural de elementos finitos além de levar em conta os seguintes tópicos:

- a) o tipo e o grau de transferência de carga nas juntas transversais,
- b) os efeitos da existência ou não de acostamentos de concreto,
- c) a contribuição estrutural das sub-bases de concreto pobre rolado ou convencional, ou então de sub-bases tratadas com cimento,
- d) ação dos eixos tandem triplos

A conexão entre as informações, no qual se integram os distintos parâmetros, é resolvida pela aplicação de uma análise muito abrangente das tensões e deformações em um modelo que emprega elementos finitos e trabalha com as propriedades do concreto, o tipo e o suporte da fundação, o carregamento e a posição das cargas.

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural (K) tomando por base os resultados obtidos na pista experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

A capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo CBR (California Bearing Ratio) ou também designado por Índice de Suporte Califórnia, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNER, em corpos de prova indeformados ou moldados em laboratório para as condições de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

CBR (%)	K Kgf/cm <sup>2</sup> /cm (MPa/m)
4	3,4 (34)
7	4,8 (48)
10	5,5 (55)
15	6,4 (64)



O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas especificações do projeto, recomendando-se que, em nenhum caso, o grau de compactação deve ser inferior a 100%.

Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um  $CBR \geq 2\%$ .

#### Classificação dos Materiais Empregados no Pavimento

A Tabela 4 a seguir, apresenta as condições que os materiais devem satisfazer para que sejam empregados no pavimento.

**TABELA 4**

CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS EMPREGADOS NO PAVIMENTO		
REFORÇO DO SUBLEITO		CBR maior que o do subleito Expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs)
SUB-BASE GRANULAR		CBR $\geq 20\%$ I.G. = 0 Expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10 lbs)
SUB-BASE BRITA C/ CIMENTO		- Resistência à compressão simples aos 7 dias, entre 3,5 e 5,0 MPa - Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa
SUB-BASE CONCRETO POBRE		- Resistência à compressão simples aos 7 dias, entre 3,0 e 7,0 MPa - Relação cimento:agregado entre 1:15 e 1:22

Os materiais para base granular devem se enquadrar numa das seguintes faixas granulométricas:

**TABELA 5 (ORIENTAÇÃO CGP)**

PENEIRAS	B
2"	100
1"	75 - 90
3/8"	40 - 75
Nº 4	30 - 60
Nº 10	20 - 45
Nº 40	15 - 30
Nº 200	5 - 15



- A fração que passa na peneira #200 deve ser inferior a 2/3 da fração que passa na peneira Nº 40.
- A fração graúda deve apresentar um desgaste Los Angeles inferior a 50.
- Dimensão máxima característica do agregado igual ou inferior a 1/5 da espessura da sub-base.
- Índice de plasticidade (IP) deve ser igual ou menor que 6%.
- O limite de liquidez (LL) máximo deve ser de 25%

#### **1.1.14. Capacidade e Suporte do Subleito e base do pavimento**

De acordo com os ensaios realizados em diversos pontos na comunidade, adotamos solo com CBR = 7 (47MPa/m). Utilizando como base para o pavimento uma camada de 20cm de brita, obtemos uma elevação no coeficiente de suporte K de 47 MPa/m para 62,5 MPa/m.

O coeficiente de recalque (K) deve ser corrigido para menos, conforme a Perda de Suporte (PS) da sub-base, determinando-se então um novo coeficiente de suporte (Kr).

Para bases granulares o fator PS varia entre 1 a 3. Adotou-se no projeto PS=1.

Pelo ábaco de correção de (K), entrando com K=62,5MPa/m e PS=1 encontramos Kr=25 MPa/m

#### **1.1.15. Cálculo das Espessuras das Camadas do Pavimento**

- Ruas Francisco Urtis, Sem Nome 3, Ângelo Gregório e Travessa Ângelo Gregório.

Para as vias indicadas adotou-se placas com extensão máxima de 10metros com espessura de 15cm e concreto fck > 30MPa. O pavimento será feito com placa única com largura média entre 3,00 e 4,00m cada.

Segue a memória de cálculo do pavimento.

Característica do Concreto – fck > 30MPa e E=26.000MPa





Comprimento Máx. da Placa – 10 metros  
Espessura da Placa – 15cm  
Coef. Atrito entre a Placa e a Base = 1,7  
Carga Máxima por eixo – 10 ton. = 100KN  
Pressão dos Pneus (q) – 0,7MPa (0,7 x 106Pa)  
Distância entre as rodas (x) - 32cm

Área de contato  $A = Pr / q$  onde  $Pr = 100KN / 4 = 25,00KN$   
 $A = 25000N / 0,7 \times 106Pa = 0,0357m^2$   
Comprimento do pneu (L) –  $(A / 0,523)0,5 = 0,261m$   
Largura de contato do pneu (w) –  $0,6 \times L = 0,157m$   
Espaçamento entre os eixos (d) – 0,00m  
Espaçamento entre rodas (x) – 32cm

Raio de Rigidez (l) –  $((E \times h^3) / (12 \times (1 - \nu^2) \times Kr))0,25$

$l = ((26.000 \times 0,153) / (12 \times (1 - 0,152) \times 25))0,25 = 0,55m$

#### 1.1.16. Esforços no Centro da Placa

Determinação do número de blocos (N) – Ábaco Carta de Influência 1

$L/l = 0,261 / 0,55 = 0,47$

Roda 1 –  $x/l = 0$  ,  $d/l = 0$  N1 = 290

Roda 2 –  $x/l = 0,32/0,75 = 0,43$  ,  $d/l = 0$  N2 = 70

$N = 290 + 70 = 360$

Cálculo do Momento Fletor (Mi) –  $(N \times q \times l^2) / 10.000$

$Mi = 360 \times 0,7 \times 10^6 \times 0,75^2 / 10.000 = 14175 N.m/m = 141,76 tf.cm/m$

$K6 = (b \times h^2) / Mi = (100 \times 12^2) / 141,76 = 101,58$

$K3 = 0,282$

Armadura inferior  $Ai = k3 \times Mi / h$

$Ai = 0,282 \times 141,76 / 12 = 3,33 cm^2/m$  adotado tela Q335 – 3,35  $cm^2/m$



### 1.1.17. Esforços na borda longitudinal da Placa

Determinação do número de blocos (N) – Ábaco Carta de Influência 2

$$L/l = 0,261 / 0,55 = 0,47$$

$$d1 = w/2 = 0,157 / 2 = 0,080m$$

$$d2 = d1 + x = 0,08 + 0,32 = 0,40m$$

$$\text{Roda 1} - d1/l = 0,08 / 0,55 = 0,15 \quad N1 = 470$$

$$\text{Roda 2} - d2/l = 0,40 / 0,55 = 0,73 \quad N2 = 190$$

$$N = 470 + 190 = 660$$

Cálculo do Momento Fletor (Mb) –  $(N \times q \times l^2) / 10.000$

$$Mb = 660 \times 0,7 \times 10^6 \times 0,75^2 / 10.000 = 28.987 \text{ N.m/m} = 289,87 \text{ tf.cm/m}$$

$$K6 = (b \times h^2) / Mb = (100 \times 12^2) / 289,87 = 49,68$$

$$K3 = 0,294$$

Armadura inferior Ai –  $k3 \times Mb / h$

$$Ai = 0,294 \times 289,87 / 12 = 7,10 \text{ cm}^2/m$$

Reforço =  $7,10 - 3,35 = 3,75 \text{ cm}^2/m$  adotado tela Q396

### 1.1.18. Esforços de retração da Placa

$$As = (f \times L \times h) / 333 = (1,7 \times 10 \times 15) / 333 = 0,766 \text{ cm}^2/m \text{ tela Q 196}$$

#### Camadas do Pavimento

Placa de Concreto fck 30MPa = 15cm

Base Granular CBR > 20 = 20cm

#### RESUMO

SEÇÃO TIPO	ESPESSURA (CM)			
	CONCRETO	BASE GRANULAR	SUB BASE GRANULAR	CBR - SUB LEITO
Local - TIPO 7	15	20	-	7



## 2. Especificações Técnicas

A terraplanagem do sistema viário será executada atendendo às seguintes condições:

### 2.1. Serviços Preliminares

Generalidades - À Contratada cabem a total execução e controle dos serviços topográficos, bem como a marcação dos “off sets” e seu respectivo nivelamento. A Fiscalização deverá acompanhar esses serviços, solicitando, de imediato, as verificações que julgar necessárias. A Contratada deverá assegurar a proteção e a conservação de todas as referências, efetuar a relocação da obra nas diversas etapas de serviço ou a implantação de outros elementos que se fizerem necessários. Os serviços de destocamento e limpeza objetivam a remoção, nas áreas destinadas à implantação ou regularização das vias, das obstruções naturais ou artificiais, porventura existentes.

Equipamentos - As operações de destocamento e limpeza serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, complementadas com o emprego de serviços manuais. Os equipamentos utilizados será função da densidade e tipo de vegetação local e dos prazos exigidos à consecução da obra.

### Execução

- a) após recebimento da nota de serviço, a Contratada dará início às operações de destocamento e limpeza;
- b) destocamento e limpeza compreende as operações de escavação total dos tocos e a remoção da camada de solo orgânico;
- c) o material proveniente do destocamento e limpeza será destinado a Bota Fora, não sendo permitida a permanência de entulhos nas adjacências do sistema viário
- d) as operações correspondentes aos serviços de destocamento e limpeza, para o caso de cortes e aterros, terão lugar no interior da faixa de domínio;





- e) a área mínima, na qual as referidas operações serão em sua plenitude, será compreendida entre as estacas de amarração “off sets”;
- f) nas áreas destinadas a cortes, exigir-se-á que a camada de 60 cm, abaixo do greide projetado, fique isenta de tocos ou raízes;
- g) nenhum movimento da terra poderá ser iniciado enquanto as operações de destocamento e limpeza nas áreas devidas não tenham sido totalmente concluídas.

### **Cortes**

Generalidades - Cortes são segmentos de vias cuja implantação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo da via e no interior dos limites das seções do projeto (“off sets”), que a definem. As operações de cortes compreendem:

- a) escavação dos materiais constituintes do terreno natural; até o greide da terraplanagem indicado no projeto;
- b) escavação, em alguns casos, dos materiais constituintes do terreno natural, em espessura abaixo do greide da terraplanagem igual a 60 cm, quando se tratar de solos de elevada expansão, baixa capacidade de suporte ou solos orgânicos, observados pela Fiscalização durante a execução dos serviços;
- c) transporte dos materiais escavados para aterros ou bota-fora;
- d) retiradas das camadas de má qualidade visando o preparo das fundações de aterro. Esses materiais serão transportados para locais previamente indicados, de modo que não causem transtorno à obra, em caráter temporário ou definitivo.

Materiais - Os materiais ocorrentes nos cortes serão classificados em conformidade com a definição materiais de 1ª categoria, compreendendo solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

Equipamentos - Escavação de cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilita a execução dos serviços





sob as condições especificadas e produtividade requerida. A seleção obedecerá à seguinte indicação:

- a) corte em solo - serão empregados tratores equipados com lâminas, ou escavadores conjugados com transportadores diversos. A operação incluirá, complementares, a utilização de tratores e motoniveladoras, para escarificação de caminhos de serviço e áreas de trabalho, além de tratores para a operação de “pusher”.
- b) Escavação em material de 2º Categoria – Deverá ser utilizado trator tipo d8-k de esteiras equipados com lâmina frontal de escavação e retro escarificador. Será adotada rampa de  $\frac{1}{2}$ . Ou quando possível escavadeiras hidráulicas maior que 20Ton.
- c) Escavação em material de 3º categoria – Deverá ser utilizado equipamento de perfuração em rocha do tipo Rock Drill com brocas de uma polegada e tamanhos variados. Os furos terão espaçamento de 0,50m e profundidade de 0,50m abaixo do greide de terraplanagem, com inclinações a partir do talude de  $\frac{1}{4}$ .

### **Execução**

- a) a escavação de cortes subordinar-se-à aos elementos técnicos dos projetos aprovados pelo contratante e com base em notas de serviço elaboradas em conformidade com o projeto;
- b) a escavação será procedida da execução dos serviços de destocamento limpeza;
- c) o desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados, para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto; d) constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superficiais da





plataforma, será procedido o depósito dos referidos materiais, para a sua oportuna utilização;

e) atendido projeto e, desde que técnica e economicamente, aconselhável a juízo da Fiscalização, as massas em excesso, que resultariam em bota-fora, poderão ser integradas aos aterros, constituindo alargamentos da plataforma, adoçamento dos taludes de equilíbrio. A referida operação deverá ser efetuada desde a etapa inicial da construção do aterro;

f) as massas excedentes que não se destinarem ao fim indicado no item anterior serão objeto de remoção de modo a não instituírem ameaça à estabilidade das vias, e nem prejudicarem o aspecto paisagístico da região;

g) quando, no nível das cotas plataformas dos cortes, for verificado cada ocorrência de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ou solos orgânicos, promover-se-à rebaixamento, respectivamente, da ordem de 0,60 m, procedendo-se à execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados;

h) os taludes dos cortes deverão apresentar, após a operação de terraplenagem, a inclinação indicada no projeto, para cuja definição foram consideradas provenientes das investigações geológicas. Qualquer alteração posterior daquela inclinação só será efetivada caso controle tecnológico, durante a execução, a justificar e fundamentar. Os taludes deverão apresentar a superfície obtida pela normal utilização do equipamento de escavação;

i) nos pontos de passagem de corte para aterro, a fiscalização deverá exigir, precedendo este último, a escavação transversal ao eixo, até profundidade para evitar recalques diferenciais;

j) nos cortes em que a fiscalização indicar ou naqueles em que vierem a ocorrer deslizamentos será executado o terraceamento e respectivas obras de drenagem dos patamares, bem como revestimento da saias dos taludes, para proteção contra a erosão. Quando necessário, antes da aplicação do revestimento de proteção, a saia do talude deverá ser compactada;





k) as obras específicas de proteção dos taludes, objetivando suas estabilidades, serão executadas em conformidade com estas especificações gerais. Obras de proteção excepcionalmente serão objeto de projetos específicos;

l) os sistemas de drenagem superficial e/ou profunda dos cortes serão executados em conformidade com especificações a serem indicadas pelo projeto;

m) as escavações destinadas à alteração dos cursos d'água, deverão ser executados em conformidade com especificações a serem indicadas pelo projeto.

Controle - O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

- a) a variação de altura máxima de + 0,10 m para o eixo e bordos;
- b) variação máxima de largura de + 0,20 m para cada semi-plataforma, não se admitindo variação para menos.

### **Aterros**

Generalidades - Aterros são segmentos das vias cuja implantação requer de materiais, provenientes de cortes no interior dos limites das seções de projeto (off sets). As operações de aterro compreendem:

- a) descarga, espalhamento, conveniente emudecimento ou aeração e compactação dos materiais selecionados oriundos de cortes para construção do corpo de aterro, até 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplanagem;
- b) descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais selecionados oriundos de cortes para a construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;



c) descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de cortes destinados a substituir eventualmente os de qualidade inferior, previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros.

Materiais - deverão ser selecionados atendendo à qualidade e à destinação prevista no projeto. Os solos para os aterros provirão de cortes existentes, devidamente selecionados no projeto. A substituição desses materiais selecionados por outros de qualidades nunca inferior, quer seja por necessidade de serviço ou interesse da Contratada, somente poderá ser processada após prévia autorização da Fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matéria orgânica, micácea e diatomácia. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos que tenham baixa capacidade de suporte e expansão maior do que 4%. A camada final dos aterros deverá ser constituída de solos selecionados na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis os quais serão objeto de fixação nas especificações complementares. Não será permitido uso de solos com expansão maior do que 2%. Para o aterro servir como sub-leito, a camada mínima deve ser de 60cm.

Equipamentos - A execução dos aterros deverá prever a utilização de equipamentos apropriados, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. Na construção dos aterros poderão ser empregados, tratores de lâmina, caminhões basculantes, moto-niveladores, rolos lisos pneus, pés de carneiro, estéticos ou vibratórios.

### **Execução**

a) a execução dos aterros deverá ter no mínimo grau de compactação de 95%, devido à situação existente dos solos da região.

b) a operação será precedida da execução dos serviços de destocamento e limpeza;

c) preliminares à execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras de arte correntes necessárias à drenagem hidrográfica interceptada pelos mesmos; e antecedidos pelos serviços de fundação do aterro a ser implantado;





d) o lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto nestas especificações gerais. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar de 0,30 m. Para as camadas finais essa espessura não deverá ultrapassar de 0,20 m;

e) todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas. Para o corpo dos aterros, deverão sê-lo na unidade ótima, ou menos 3% até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca. Para as camadas finais, aquela massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca do referido ensaio. Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação e máxima e espessura deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à unidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida; Energia de Compactação P.N..

f) no caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente será procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes. Desde que justificado, poderá a execução ser feita por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, completando-se em seguida, com material importado, toda a largura da referida seção transversal.

## **Controle**

### **Controle tecnológico**

a) um ensaio de Índice de Suporte Califórnia, com a energia do método para as camadas finais, para cada grupo de amostras submetidas ao ensaio de compactação segundo a alínea a.

Controle geométrico - O acabamento da plataforma de aterro será procedido mecanicamente, para alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:





- a) variação da altura máxima de  $\pm 0,05$  m para o eixo e bordos;
- b) variação máxima da largura de + 0,30 m para a plataforma, não se admitindo variação para menos. O controle será efetuado por nivelamento de eixo bordos. O acabamento, quanto à declividade transversal e à inclinação dos taludes, será verificado pela Fiscalização, de acordo com o projeto.

## 2.2. Meios-fios

**Materiais** - Os materiais utilizados para execução destes serviços englobam basicamente:

**Meio-fio pré-moldados** - Os meios-fios serão fornecidos sempre pela Contratada, cabendo ainda à Contratada o assentamento e transporte dos mesmos.

**Equipamentos** - Os equipamentos a serem utilizados serão especificados pela Fiscalização, sendo os mesmos indicados de acordo com os quantitativos, prazos e condições para execução dos serviços.

**Execução** - O assentamento dos meios-fios engloba basicamente as seguintes atividades:

**Escavação manual de material de 1ª categoria** - Deverá ser escavada uma valeta em profundidade apropriada, de forma que, acomode bem a base dos meios-fios.

**Compactação manual do fundo da vala** - Uma vez concluída as escavações das valas, as mesmas deverão ter seus fundos compactados energeticamente com pilões de madeira, não proporcionando assim recalques na base dos meios-fios.

**Assentamento dos meios-fios** - O assentamento dos meios-fios consiste basicamente na colocação dos meios-fios nas valetas já preparadas, cabendo a observação no que tange ao alinhamento dos mesmos no sentido longitudinal, de topo e prumo das ruas.





Aterro compactado - As paredes vazias das valetas serão preenchidas com material escavado das mesmas, (quando possível aproveitar o material escavado) desde que o mesmo apresente-se em condições utilizáveis; em caso contrário, o material deverá ser substituído. Uma vez preenchidos os vazios com material apropriado, o mesmo deverá ser compactado manualmente.

Rejuntamento com argamassa - Os meios-fios deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia com traço 1:3. O rejuntamento consistirá no preenchimento completo, com argamassa, da seção transversal externa dos meios-fios, com sua espessura final de no mínimo 2 cm.

Os meios-fios a serem retirados e reassentados terão sua execução segundo o procedimento:

Materiais - Os materiais a serem utilizados para execução dos serviços de assentamento e rejuntamento de meios-fios serão basicamente de argamassa de cimento e areia traço 1:3. O cimento deverá satisfazer as exigências das EB-01 e EB-208 e a areia deverá ser de origem quartzosa e apresentar um diâmetro máximo de 4,8 mm, devendo apresentar-se limpa, não contendo substâncias nocivas como torrões de argila, matéria orgânica, etc.

Equipamentos - Os equipamentos a serem utilizados serão especificados pela Fiscalização, sendo os mesmos indicados de acordo com os quantitativos, prazos e condições para execução dos serviços.

Execução - A execução destes serviços subdividem-se em duas fases distintas:

Retirada dos meios-fios - Os meios-fios deverão ser retirados do seu local original de forma que os mesmos não venham ser danificados, devendo, após serem guardados em local apropriado, posteriormente serem assentados.

Assentamento e rejuntamento de meios-fios - Nesta fase serão executadas as seguintes atividades:



a) escavação manual de material de 1ª categoria - deverá ser escavada uma valeta com profundidade e largura apropriada de forma que acomode a base do meio-fio bem com suas faces laterais confinadas;

b) compactação manual do fundo da valeta - uma vez concluída a escavação das valetas as mesmas deverão ter seus fundos acentados manualmente de maneira a não proporcionar recalques na base dos meios-fios.

Assentamento dos meios-fios propriamente ditos - O assentamento consiste basicamente na colocação dos meios-fios nas valetas já preparadas, cabendo a observação no que tange ao alinhamento dos mesmos no sentido longitudinal, de topo e prumo das ruas os quais serão definidos pela Fiscalização.

Reaterro compactado - As partes vazias das valetas que não foram preenchidas com os meios-fios, serão preenchidas com o material escavado da mesma, desde que o mesmo apresente-se em condições utilizáveis: em caso contrário o material deverá ser substituído. Uma vez preenchidos os vazios com material apropriado o mesmo deverá ser compactado manualmente.

Rejuntamento dos meios-fios com argamassa traço 1:3 - O rejuntamento consistirá no preenchimento completo, com argamassa, das seções transversais limítrofes de cada meio-fio, sendo uma camada de argamassa com traço 1:3 que apresente uma espessura final de no mínimo 2 cm.

Demolições de pavimento asfáltico, onde se fizer necessárias, serão executadas conforme o procedimento abaixo.

Generalidades - Esta especificação se aplica ao corte de pavimentos asfálticos, para implantação de obras de infra-estrutura.

Equipamentos - Os equipamentos a serem utilizados serão função direta dos quantitativos e do prazo para executar o serviço, podendo os mesmos serem:





serra circular com lâmina de “widia”; rompedor pneumático ou ferramentas manuais.

Execução - Este serviço deverá ser executado nos casos de implantação de obras de arte corrente, sendo que a largura do corte não poderá exceder a largura especificada para escavação mecânica de valas.

## **2.3. PAVIMENTAÇÃO EM ASFALTO**

### **2.3.1. Regularização do Subleito com Material de Jazida**

DNER-ES-299/97

#### **OBJETIVO**

Estabelecer os procedimentos a serem obedecidos quanto da execução da regularização do subleito

#### **GENERALIDADES**

Regularização do subleito é o conjunto de serviços necessários para que assuma a forma definida pelo projeto, transversal e longitudinalmente, de modo que o subleito fique em condições de receber o pavimento.

#### **MATERIAIS**

O material a ser usado na regularização do subleito deve ter características iguais ou melhores que as do material existente no subleito.

Todo o material de empréstimo necessário à conformação do subleito deverá ser previamente ensaiado de maneira a verificar o atendimento as especificações de projeto.

#### **EQUIPAMENTOS**

A regularização do subleito será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.





Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, será examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem para o início dos serviços.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos:

- a) Motoniveladora com escarificador;
- b) Carro-tanque distribuidor de água;
- c) Ferramentas manuais, tais com: pás, enxadas, carrinhos de mão e soquetes manuais;
- d) Rolos compactadores tipo: pé-de-carneiro, liso-vibratório.

## **EXECUÇÃO**

A superfície do subleito deverá ser regularizada por meio de uma motoniveladora, de modo a assumir a forma determinada pela seção transversal, respeitadas as cotas do projeto.

As pedras ou matacões encontrados ao ser feita a regularização devem ser removidos, sendo o volume correspondente aos mesmos preenchidos com solo adjacente.

A compactação deverá ser feita progressivamente, em faixas longitudinais dos bordos para o eixo da pista. Nos trechos em curva, a compactação iniciará no ponto baixo desenvolvendo-se até atingir o ponto elevado. Nos trechos onde não for possível a compactação com rolos compressores, efetuar-se-á a compactação com soquetes manuais adequados.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100%, em relação à massa específica aparente seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME 129-94 P.N, e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado +- 2%.

## **CONTROLE**

O controle geométrico será feito através da superfície.

A regularização do subleito concluída deverá ter forma definida pelo projeto.





A tolerância de cotas para efeito de aceitação ou rejeição dos serviços é de 2 cm, para cada mais ou para menos das cotas de projeto, em cada ponto, verificadas pelo nivelamento.

As depressões da superfície acabada, quando verificadas com uma régua de 3 metros de comprimento, deverão ser inferiores a 2 cm.

O controle tecnológico será efetuado através dos seguintes ensaios:

- a) Determinações de massa específica aparente “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m de pista, nos pontos onde foram coletadas as amostras para os ensaios de compactação ou no mínimo de 3 pontos para extensões de ruas menores;
- b) Uma determinação do teor de umidade, cada 100 m, imediatamente antes da compactação ou no mínimo de 3 pontos para extensões de ruas menores;
- c) Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente método DNER-ME 122/94, ME 082/94 e ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista, e, no mínimo, dois grupos de ensaio por dia;
- d) Um ensaio do Índice do Suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 129/94 P.N, com espaçamento máximo de 500 m de pista e, no mínimo, um ensaio cada dois dias;
- e) Um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129/94 P.N, para determinação da massa específica aparente seca, máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre a ordem; bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito, etc., a 60 cm do bordo.

O número de ensaios de comparação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material.

### **Aceitação**

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:



$$X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \sigma$$
$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \sigma$$

Para o caso do Índice de Suporte Califórnia, o valor  $\mu$ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao volume mínimo especificado.

### Controle Geométrico

Após a execução da regularização, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- +/- 3 cm, em relação às cotas do projeto;
- +/- 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

### 2.3.2. Reforço do Subleito com Material de Jazida

DNER-ES-300/97

#### OBJETIVO

Estabelecer os procedimentos a serem obedecidos quando da execução do reforço do subleito com material de jazida.

#### GENERALIDADES

Reforço do subleito é a camada de espessura constante, de acordo com o dimensionamento do pavimento, e executada sobre o subleito regularizado.

#### MATERIAIS

O material a ser empregado deverá ser proveniente de ocorrências de materiais indicados no projeto, possuindo características superiores às dos materiais do subleito; será selecionado, na fase do projeto, dentre os melhores disponíveis.





O Índice de Suporte Califórnia mínimo determinado segundo o método DNER-ME 49-94 e com a energia do método DNER-ME 129/94P.N deverá ser superior ao valor do Índice de Suporte Califórnia do subleito. A expansão máxima deverá ser 1%.

## EQUIPAMENTOS

O reforço do subleito será executado mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificada e produtividade requerida.

Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, será examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem para o início dos serviços.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos:

- a) Motoniveladora;
- b) Carro-tanque distribuidor de água;
- c) Rolos compactadores tipo; liso-vibratório e pneumático;
- d) Ferramentas manuais, tais como: pás, enxadas, carrinhos de mão e soquetes manuais.

## EXECUÇÃO

Os serviços serão indicados após a regularização do subleito.

O material de jazida será espalhado e compactado obedecendo a espessura indicada no projeto.

Nos locais onde não for possível a compactação com rolos compactadores, efetuar-se-á a compactação com soquetes manuais adequados.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME 129/94 P.N., e o teor da umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado +- 2%.





## CONTROLE

O controle será feito da superfície acabada, que deverá ter a forma definida em projeto.

A tolerância de cotas para efeito de aceitação ou rejeição dos serviços é de 2 cm, para mais ou para menos das cotas de projeto, em cada ponto verificado.

O controle tecnológico será efetuado através dos seguintes ensaios:

- a) Determinações de massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento máximo de 100 m de pista, nos pontos onde foram Coletadas as amostras para os ensaios de compactação.
- b) Uma determinação do teor de umidade, cada 100 m, imediatamente antes da compactação;
- c) ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente pelos métodos DNER-ME 122/94, ME 082/94 e ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista e, no mínimo, dois grupos de ensaios por dia;
- d) Um ensaio de índice de suporte Califórnia, com energia de compactação do Método DNER-ME 129/94 P.N., com espaçamento máximo de 500 m de pista e, no mínimo, um ensaio cada dois dias;
- e) Um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129/94 P.N., para determinação d massa específica da massa específica aparente, seca, máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito, etc., a 60 cm do bordo.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido desde que se verifique a homogeneidade do material.

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:





$$\underline{X_{max}} = \bar{X} + \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \sigma$$

$$\underline{X_{max}} = \bar{X} - \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \sigma$$

Para o caso do Índice de Suporte Califórnia, o valor  $\mu$ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \underline{\bar{X}} - \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{n}}$$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X)^2}{N - 1}}$$

$N \geq 9$  (nº de determinações feitas)

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 metro e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 100 metros e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.



Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

### **2.3.3. Sub-base de Pó-de-pedra**

DNER-ES 301/97

#### **OBJETIVO**

Estabelecer os procedimentos a serem obedecidos quando da execução da sub-base de pó-de-pedra.

#### **GENERALIDADES**

Sub-base de pó-de-pedra é a sub-base granular estabilizada granulometricamente com produtos totais de britagem de materiais pétreos.

#### **MATERIAIS**

Os materiais devem apresentar um Índice de Suporte Califórnia superior ou igual a 20% e expansão máxima de 1%, determinados segundo o método DNER-ME 49-94 e com a energia de compactação correspondente ao método DNER-ME 129/94 P.N.

O índice de Grupo deverá ser igual a zero.

#### **EQUIPAMENTOS**

A sub-base de pó-de-pedra será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução sob as condições especificadas e produtividade requerida.

Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, será examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem dos serviços.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos.

- a) Motoniveladora;
- b) Carro-tanque distribuidor de água;





- c) Rolos compactadores tipo: liso, liso-vibratório e pneumático;
- d) Ferramentas manuais, tais como: pás, enxadas, carrinhos de mão e soquetes manuais.

## **EXECUÇÃO**

A execução da sub-base de pó-de-pedra subordinar-se-á aos elementos constantes das Notas de Serviço estabelecidos pelo projeto.

Compreende as operações de espalhamento, umedecendo e secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista, devidamente preparada, nas quantidades que permitam, após a compactação atingir a espessura projetada.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca, máxima, obtida no ensaio de compactação DNER-ME 129/94 P.N. e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio  $\pm 2\%$ .

A compactação deverá ser feita progressivamente, em faixas longitudinais, dos bordos para o eixo da pista. Nos trechos em curva, a compactação iniciará no ponto baixo desenvolvendo-se até atingir o ponto elevado. Nos trechos onde for possível a compactação com rolos compressores, efetuar-se-á a compactação com soquetes manuais adequados.

## **CONTROLE**

### **Controle Tecnológico**

- a) Determinação de massa específica aparente, "in situ", três ensaios por dia de trabalho, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação;
- b) Uma determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação;
- c) Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os Métodos DNER-ME 122/94, ME 082/94 e ME 051/94), a cada dois dias de trabalho;





- d) Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do Método DNER-ME 49/94, a cada três dias de trabalho;
- e) Um ensaio de compactação, segundo o Método DNER-ME 129/94 P.N., para determinação da massa específica aparente seca máxima, a cada dias de trabalho.

### **Controle Geométrico**

O controle geométrico será feito através do controle da superfície.

A sub-base de pó-de-pedra concluída deverá ter a forma definida pelo projeto.

A tolerância de cotas para efeito de aceitação ou rejeição dos serviços é de 1 cm, para mais ou menos das cotas de projeto, em cada ponto, verificadas pelo nivelamento.

As depressões da superfície acabada, quando verificadas com uma régua de 3 metros de comprimento, deverão ser inferiores a 1 cm.

#### **2.3.4. Base de Brita Corrida**

DNER ES 303/97

#### **OBJETIVO**

Estabelecer os procedimentos a serem obedecidos, quando da execução da base de brita corrida.

#### **GENERALIDADES**

Base de brita corrida é a base granular estabilizada granulometricamente com produtos totais de britagem de materiais pétreos.

#### **MATERIAIS**

A base será executada com materiais que preencham os seguintes requisitos:

Deverão possuir composição granulométrica enquadrada em uma das faixas do quadro abaixo:





PENEIRAS			
		mm	B
#	2"	50,8	100
#	1"	25,4	75-90
#	3/8"	9,5	40-75
Nº	4	4,8	30-60
Nº	10	2,0	20-45
Nº	40	0,42	15-30
Nº	200	0,074	5-15

A fração que passa na peneira no 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%.

A porcentagem do material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira no 40.

Índice de Suporte Califórnia não deverá ser inferior a 80% e a expansão máxima será de 0,5%, determinados segundo segundo o método do DNER-ME 49-94 e com a energia do método DNER-ME 129/94 P.N.

O agregado retido na peneira no 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isentos de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetido ao ensaio de Los Angeles, não deverá apresentar desgaste superior a 55%.

## EQUIPAMENTO

A base de brita corrida será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.



Todo equipamento, antes do início da execução dos serviços, será examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem para o início dos serviços.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos:

- a) Motoniveladora pesada com escarificador;
- b) Carro-tanque distribuidor de água;
- c) Rolos compactadores tipo: liso, liso-vibratório e pneumático;
- d) Grade de discos;
- e) Soquetes manuais.

## EXECUÇÃO

A execução da base de brita corrida subordinar-se-á aos elementos constantes das Notas de Serviço estabelecidas pelo Projeto.

Compreende as operações de espalhamento, umedecimento e secagem, compactação e a acabamento dos materiais importados, realizadas na pista, devidamente preparada, nas quantidades que permitam, após a compactação atingir a espessura projeto.

Quando houver necessidade de executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdividas em camadas parciais, nenhuma delas excedentes à espessura de 20 cm. A espessura mínima de qualquer camada de base será de 10 cm, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação a massa específica aparente seca, máxima, obtida no ensaio DNER-ME 129/94 P.N e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado +- 2%.

A compactação deverá ser feita progressivamente, em faixas longitudinais, dos bordos para o eixo da pista. Nos trechos em curva, a compactação iniciar-se-á





no ponto baixo desenvolvendo-se até atingir o ponto elevado. Nos trechos onde não for possível a compactação com rolos compressores, efetuar-se-á compactação com soquetes manuais adequados.

## CONTROLE

### Controle Tecnológico

Serão realizados os seguintes ensaios:

- Determinações de massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m;
- Uma determinação do teor de umidade, cada 100 m, imediatamente antes da compactação;
- Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os métodos DNER-ME 122/94, ME 082/94 e ME 051/94), a cada três dias de trabalho;
- Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do Método DNER-ME 49/94, a cada seis dias de trabalho;
- Um ensaio de compactação segundo o método DNER-ME 129/94 P.N, para determinação da massa específica aparente seca, máxima a cada seis dias de trabalho.

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$\underline{X_{max}} = \bar{X} + \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \sigma$$

$$\underline{X_{max}} = \bar{X} - \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \sigma$$

Para o caso do Índice de Suporte Califórnia, o valor  $\mu$ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.





$$\mu = \bar{X} \pm \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}}$$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X)^2}{N - 1}}$$

$N \geq 9$  (nº de determinações feitas)

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 metro e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 100 metros e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

### Controle Geométrico

O controle geométrico será feito através do controle da superfície.

A base de brita corrida concluída deverá ter a forma definida pelo projeto.

A tolerância de cotas para efeito de aceitação ou rejeição dos serviços é de 1 cm, para mais ou menos das cotas de projeto, em cada ponto, verificadas pelo nivelamento.

As depressões da superfície acabada, quando verificadas com uma régua de 3 metros de comprimento, deverão ser inferiores a 1 cm.



### 2.3.5. Imprimação / Pintura de Ligação (DNER-ES-306/97 e 307/97)

#### Generalidades

Consiste a imprimação na aplicação de uma camada de material betuminoso, com o objetivo de aumentar a coesão, promover a aderência entre a camada subjacente e o revestimento asfáltico, e impermeabilizar a base.

#### Materiais

Todo os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNER. Podem ser empregados asfalto diluído tipo CM-30 para imprimação e emulsão asfáltica catiônica RR-1C ou 2C para pintura de ligação.

A escolha do material betuminoso adequado deverá ser feita em função da textura do material de suporte.

A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro de obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 litros/m<sup>2</sup> para imprimação, conforme o tipo de textura e do material betuminoso escolhido e 0,5 a 1,0/m<sup>2</sup> para pintura de ligação.

#### Equipamentos

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela FISCALIZAÇÃO, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço.

Para a varredura da superfície, usam-se de preferência, vassouras mecânicas rotativas podendo entretanto, ser manual esta operação. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

A distribuição do ligante deve ser por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.



As barras de distribuição devem ser de tipo de circulação plena, com dispositivos que possibilitem ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento de ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e ainda, de um espargidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de material betuminoso a ser aplicado em um dia de trabalho.

### **Execução**

Após a perfeita conformação geométrica da superfície, procede-se a varredura, de modo a eliminar o pó e o material solto excedente.

Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído em dias de chuva, ou quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol, para asfaltos diluídos.

Deve-se imprimir a faixa inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito.

Deverá ser evitado o excesso de asfalto nas juntas transversais e longitudinais resultantes da superposição da faixas de distribuição durante a operação.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos inicial e final da aplicações, deverão ser colocadas faixas de papel situadas transversalmente a faixa de trabalho, de modo que o início e o término da aplicação do material betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão a seguir, retiradas.





Qualquer falha de aplicação do material betuminoso, deve ser imediatamente corrigida. Nos trechos onde houver falha de bicos, deverão ser imprimados com espargidor manual.

### **Controle de Qualidade**

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER, e considerado de acordo com as especificações em vigor.

O controle constará de:

Para asfalto diluídos

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar a obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor para cada 100t;
- 1 ensaio de destilação para 100t;

### **Controle de Temperatura**

A temperatura de aplicação deverá ser estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

### **Controle de Qualidade**

Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por este método, admitir-se-á que seja feito por um dos modos seguintes:

Coloca-se na pista uma bandeja de peso, pintura e graduada, para que possa dar diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

### **Cura e Proteção**

Deverá ser evitado o tráfego sobre a imprimação, antes da sua cura completa.





O tempo necessário para esta cura deverá ser determinado experimentalmente no campo e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

### **2.3.6. Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (DNER-ES318/97 e DNIT-031/2004-ES)**

#### **Generalidades**

Concreto betuminoso e o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente.

Sobre a base imprimida, a mistura deverá ser espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

#### **Materiais**

##### **Material Betuminoso**

Deverão ser utilizados cimentos asfálticos de petróleo (CAP) de penetração, 30/45.

O cimento asfáltico deverá ser uniforme em qualidade e estar livre de água, além de satisfazer aos ensaios e especificações a ele atinentes.

#### **Agregados**

##### **Agregado Graúdo**

O agregado Graúdo poderá ser pedra brita, seixo rolado, britado ou não, ou outro material previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. O agregado Graúdo deverá se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas. O valor máximo tolerado, no ensaio de Abrasão Los Angeles, é de 50%. Deverá apresentar boa adesividade. Submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deverá apresentar perda superior a 12%, em 5 ciclos. O índice ultrapassar a 20%.



## Agregado Miúdo

O Agregado Miúdo poderá ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deverá apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 55%.

## Material de Enchimento (Filler)

Deverá ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, etc., e que atendem a seguinte granulometria:

PENEIRA	PORCENTAGEM MÍNIMA PASSANDO
NR. 4	100
NR. 80	95
NR 200	65

Quando da aplicação, deverá estar seco e isento de grumos.

## Composição da Mistura

A composição do concreto betuminoso usinado a quente deverá satisfazer aos requisitos do quadro seguinte empregando a faixa IV-C do Instituto do Asfalto, D-12 Espanhola ou GB/020 Francesa, que são as adotadas pelo município do Rio de Janeiro para camada Intermediária – Binder e Camada de Rolamento - Capa:

### Camada Intermediária - Binder

Nr.	GB-020	IV-C
2"	-	-
1 1/2"	-	-
1"	-	100
3/4"	100	80-100



1/2"	60-75	-
3/8"	53-68	60-80
Nr. 4	39-55	48-65
Nr. 8	-	35-50
Nr. 10	24-40	-
Nr. 30	-	19-30
Nr. 40	12-26	-
Nr. 50	-	13-23
Nr. 80	6-18	-
Nr. 100	-	7-15
Nr. 200	2-10	0-8

### Camada de Rolamento - Capa

Nr.	D-12	IV-C
2"	-	-
1 1/2"	-	-
1"	-	100
3/4"	100	80-100
1/2"	80-95	-
3/8"	72-87	60-80
Nr. 4	50-65	48-65
Nr. 8	35-50	35-50
Nr. 10	-	-
Nr. 30	18-30	19-30
Nr. 40	-	-
Nr. 50	13-23	13-23
Nr. 80	-	-
Nr. 100	7-15	7-15
Nr. 200	5-8	0-8

As porcentagens de betume se referem a mistura de agregados, considerada com 100%.

A fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total.



Deverá ser adotado o Método Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa segundo os valores seguintes:

	CAMADA DE ROLAMENTO	CAMADA DE LIGAÇÃO (BLINDER)
Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	75 – 82	65 – 72
Estabilidade mínima	>1000 kgf	>700 kgf
Fluência . 1/100	12 - 18	12 – 18

A densidade aparente máxima da mistura no campo, deverá ser no mínimo 97% daquela do Método Marshall, feita em laboratório, com o mesmo ligante e agregados.

As misturas deverão atender ainda as especificações da relação betume/vazio ou aos valores de vazios do agregado mineral dados pela linha inclinada do ábaco abaixo.

### Equipamentos

Todo o equipamento, antes do início da execução da obra deverá ser examinada pela FISCALIZAÇÃO, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço.

### Usina para Mistura Betuminosa

A usina deverá estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador tipo Pugmill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo capaz de produzir uma mistura uniforme. Deverá, ainda, o misturador possuir dispositivo de descarga, de fundo ajustável e dispositivo para controlar o ciclo completo de mistura. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90 graus centígrados a 210 graus centígrados, deverá ser fixado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo a descarga do misturados.



A usina deverá ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em “dial”, pirômetro elétrico, ou com outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, para registrar a temperatura dos agregados.

### **Acabadores**

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafuso sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, a temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades.

### **Equipamento para a Compressão**

O equipamento para compressão será constituído por rolo metálico liso, tipo tandem, ou outro equipamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Os rolos compressores, tipo tandem, deverão ter uma carga de 8 a 12t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 2,5 a 8,5 Kgf/cm<sup>2</sup>.

O equipamento em operação deverá ser suficiente para comprimir a mistura a densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

### **Caminhões para transporte de Mistura**

Os Caminhões, tipo basculante, para transporte de concreto betuminoso deverão ter caçambas metálicas, robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafinado, ou solução de cal, de modo a evitarem a aderência da mistura as chapas.



## **Execução**

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da base ou no caso de ter havido trânsito sobre a mesma, ou ainda a base ter sido recoberta com areia ou pó de pedra, etc., deverá ser feita antes da execução do revestimento uma pintura de ligação.

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico, deve ser determinada em função da relação temperatura/viscosidade. A temperatura adequada é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 95 segundos Saybolt-Furol.

## **Produção do Concreto Betuminoso**

A produção do concreto betuminoso é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

## **Transporte do Concreto Betuminoso**

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista a temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

## **Distribuição e Compressão da Mistura**

As misturas do concreto betuminoso deverão ser distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 graus C.

A distribuição do concreto betuminoso deverá ser feita por máquinas acabadoras, conforme já especificado.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.





Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso.

A temperatura recomendável, para a compressão da mistura é aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol, de 140 + 15 segundos, para o cimento asfáltico ou uma viscosidade específica, Engler, de 40 + 5.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada a medida que a mistura for sendo compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de, pelo menos, a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não serão permitida mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do solo deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar aderência da mistura.

### **Abertura ao Trânsito**

Os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem trânsito até o seu completo resfriamento.

### **Controle**

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER e satisfazer as especificações em vigor.





### **Controle de Qualidade do Material Betuminoso**

O controle de qualidade do material betuminoso constará do seguinte:

Cimentos asfálticos

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar a obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor para cada 100t;
- 1 índice de Pfeiffer, para cada 500t;
- 1 ensaio de espuma para todo carregamento que chegar a obra;

### **Alcatrões**

- 1 ensaio de flutuação, para todo carregamento que chegar a obra;
- 1 ensaio de destilação para 500t;

Emulsões Asfálticas

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar a obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para todo carregamento que chegar a obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para todo carregamento que chegar a obra;

### **Agregados**

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- 2 análises granulométricas, para cada dia de trabalho;
- 1 ensaio de índice de Forma, para cada 900m<sup>3</sup>;
- 1 ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material;
- 1 ensaio de equivalente de areia do agregado Miúdo por semana.

### **Controle de Qualidade de Ligante na Mistura**

Devem ser efetuadas duas extrações de betume, de amostras coletadas na pista, depois da passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo + 0,3% da fixada no projeto.

### **Controle da Graduação da Mistura de Agregados**

Será procedido o ensaio de granulometria da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve mostrar-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias indicadas nesta especificação.



### **Controle de Temperatura**

São efetuadas, no mínimo, quatro medidas de temperatura por dia da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem na pista em cada caminhão, antes da descarga, será feita, pelo menos, uma leitura da temperatura.

### **Controle das Características Marshall da Mistura**

Dois ensaios Marshall, com três corpos de prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de Fluência deverão satisfazer ao especificado anteriormente.

As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

### **Controle de Compressão**

O controle de compressão da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura comprimida na pista, por meio de brocas rotativas.

Na impossibilidade de utilização deste equipamento, admite-se o processo do anel de aço. Para tanto, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 0,10m de diâmetro interno e altura 0,005m inferior a espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade aparente dos corpos de prova neles moldados.

Deve ser realizada uma determinação, cada 500m<sup>2</sup> na pista, não sendo permitidas densidades inferiores a 100% da densidade do projeto.

O controle de compressão poderá também ser feito, medindo-se as densidades aparentes dos corpos de prova extraídos da pista e comparando-as com as densidades aparentes de corpos de prova moldados no local. As amostras para moldagem destes corpos de prova deverão ser colhidos bem próximo do local onde serão realizados os furos e antes da sua compressão. A realização entre estas duas densidades não deverá ser inferior a 100%.





### **Controle de Espessura**

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos de prova na pista, ou pelo nivelamento de eixos e bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admitir-se-á variação de + 10%, da espessura de projeto, para pontos isolados, e até 5% de redução de espessura, em 10 medidas sucessivas.

### **Controle de Acabamento da Superfície**

Durante a execução deverá ser feito diariamente o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 0,90m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deverá exceder a 0,005m, quando verificada com qualquer das réguas.

## **2.4. Pavimentos com peças Pré-moldadas de Concreto**

### **DNER ES 327/97**

Pavimento de peças pré-moldadas de concreto - “tipo de pavimentação adequada para estacionamentos, vias de acesso, desvios ou rodovias de tráfego leve e preferencialmente urbanos, constituído por peças pré-moldadas de concreto, com diversos formatos, que colocados justapostos, com ou sem articulação e rejuntados com argamassa cimento e areia.

### **Camada de Assentamento**

As peças pré-moldadas de concreto deverão assentar sobre uma camada, executada com material que não apresente expansibilidade ou seja bombeável, intercalando-se entre ambos um colchão de areia para melhor assentamento.

### **Areia**

A areia destinada a execução do colchão para apoio das peças pré-moldadas de concreto deverá atender à norma DNER-EM 038.





## **Equipamento**

Os equipamentos destinados à execução do pavimento são os seguintes:

- rolo compressor liso de 10 a 12 ton.;
- caldeira para asfalto, dotadas de rodas pneumáticas, engate para reboque, torneira lateral para retirada de asfalto em baldes ou regadores, maçaricos e termômetros;
- regadores com capacidade de 10 a 20 litros com bico em forma de cone;
- outras ferramentas: pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, cordões, ponteiras de aço, vassouras, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos, e outras.

## **Execução**

### **Subleito**

O subleito deverá ser regularizado segundo a DNER-ES 299/97.

### **Sub-Base**

Poderá ser executada com pó de pedra, compactada na umidade ótima e com energia equivalente a do ensaio Proctor Normal, devendo manter sua conformação geométrica até o assentamento das peças pré-moldadas. Os caimentos da superfície do pavimento destinados à drenagem da água superficial deverão ser dados na sub-base.

### **Colchão de Areia**

Para assentamento dos blocos deverá ser colocado sobre a sub-base um colchão de areia, que após compactado deverá ter espessura uniforme e igual a 5cm.

O confinamento do colchão de areia será feito pelas guias e sarjetas, cuja colocação é obrigatória neste tipo de pavimento.

### **Distribuição dos blocos**

As peças pré-moldadas transportadas para a pista devem ser empilhadas, de preferência à margem. O número de peças de cada pilha deve ser tal que cubra a primeira faixa a frente, mais o espaçamento entre elas.



Não sendo possível utilizar as áreas laterais para depósito, empilhar as peças na própria pista, tendo-se o cuidado de deixar livre as faixas destinadas à colocação das linhas de referência para o assentamento.

### **Colocação da Linhas de Referência**

Cravam-se ponteiros de aço, ao longo do eixo da pista, afastados não mais de 10m uns dos outros, em seguida, cravar ponteiros ao longo de duas ou mais linhas paralelas ao eixo da pista, a uma distância (desse eixo), igual a um número inteiro (5 a 6) vezes a distância entre os dois lados paralelos das peças, acrescidas as juntas intermediárias.

Marcar com giz nestes ponteiros, com o auxílio de régua e nível de pedreiro, uma cota tal que referida ao nível da guia dê a seção transversal correspondente ao abaulamento estabelecido pelo projeto.

Distender fortemente um cordel pelas marcas de giz, de ponteiro a ponteiro, segundo a direção do eixo da pista, de modo que restem linhas paralelas e niveladas.

### **Assentamento das Peças**

#### **Em trechos retos**

Terminada a colocação de cordéis, iniciar o assentamento da primeira fileira, normal ao eixo.

Quando as peças forem quadradas, faz-se a colocação da primeira peça com a aresta coincidindo com os eixos da pista. As peças deverão ser colocadas sobre a camada de areia, acertadas no ato do assentamento de cada peça, de modo que sua face superior fique pouco acima do cordel. Para tanto, o calceteiro deve pressionar a peça contra a areia, ao mesmo tempo que acerta a sua posição. Assentada a primeira peça, a segunda será encaixada da mesma forma que a primeira. Depois de assentadas, as peças são batidas com o maço.



Quando as peças forem sextavadas, faz-se o assentamento da primeira peça com uma aresta coincidindo com o eixo da pista, restando assim o vértice de um ângulo encostado à linha de origem do assentamento. Os triângulos deixados vazios são preenchidos com frações de peças previamente fabricadas.

A fileira não apresenta mais dificuldades de colocação, uma vez que, os encaixes das articulações definem as posições das peças. Iniciar encaixando a primeira peça, de modo a ficar a junta no centro da peça da primeira fileira que se encontra a frente. No caso das peças sextavadas, os ângulos deixados no assentamento da primeira fileira, já definem a posição das peças da segunda, assim como, estas definem a terceira e, assim por diante.

Imediatamente após o assentamento da peça, processar o acerto das juntas com o auxílio da alavanca de ferro própria, igualando-se a distância entre elas. Esta operação deve ser feita antes da distribuição do pedrisco para o rejuntamento, pois o acomodamento deste nas juntas prejudicará o acerto. Para evitar que a areia da base também possa prejudicar o acerto, certos tipos de peças possuem chanfro nas arestas da face inferior.

Na colocação das peças, o calceteiro deverá de preferência trabalhar de frente para a fileira que está assentando, ou seja, de frente para a área pavimentada.

Para as quinas devem ser empregados segmentos de peças de  $\frac{3}{4}$  de peça.

O controle das fileiras é feito por meio de esquadros de madeira (catetos de 1,50 à 2,00m), colocando-se um cateto paralelo ao cordel, de forma que o outro cateto defina o alinhamento transversal da fileira em execução.

O nivelamento é controlado por meio de uma régua de madeira, de comprimento pouco maior que a distância entre os cordéis, e acertando o nível dos blocos entre os cordéis e nivelando as extremidades da régua a esses cordéis.



O controle do alinhamento é feito acertando a face das peças que encostam nos cordéis, de forma que as juntas definam uma reta sob o cordel.

### **Em cruzamentos e entroncamentos retos**

O assentamento na via principal deve seguir normalmente, na passagem do cruzamento ou entroncamento, inclusive acompanhando o alinhamento das guias. Na via secundária que entronca ou cruza, o assentamento deve prosseguir inclusive pela faixa fronteira ao arco da concordância da quina, até encontrar o alinhamento das peças inteiras, distribuir a diferença pelas fileiras anteriores. Em geral, utiliza-se amarrações de 10 em 10m, para permitir a distribuição da diferença a ser corrigida por toda a extensão da quadra em pavimentação.

### **Em cruzamentos e entroncamentos esconsos**

O assentamento da via principal segue normalmente na via secundária, a superfície final a ser assentada, formará um triângulo. O preenchimento desse triângulo é feito da forma normal, providenciando-se peças de forma e dimensões exigidas para a conclusão de cada linha.

O rejuntamento da peças será feito com pedrisco seguido de derrame de asfalto. Distribui-se o pedrisco pelas juntas e depois, com a vassoura, procura-se força-lo a penetrar nessas juntas, de forma que cerca de  $\frac{3}{4}$  de sua altura fiquem preenchidos. Depois, com o regador, derrama-se o asfalto previamente aquecido nas juntas, até que ele aflore na superfície do pavimento.

Entre o esparrame do pedrisco e o derrame do asfalto deverá ser procedida a compressão. Esta é feita passando-se o rolo compressor iniciando por passadas nas bordas da pista e progredindo daí para o centro, nos trechos retos até o bordo externo nos trechos em curva.

### **Proteção, Verificação e Entrega ao Tráfego**

Durante todo o período de construção do pavimento deverão ser construídas valetas provisórias que desviam as águas de chuva, e não será permitido tráfego sobre a pista em execução.

