

**MEMORIAL DESCRITIVO DE PAVIMENTAÇÃO  
INTERNA**  
LITOTECA | URCA

**MD**

**001**

**R01**

índice de revisões

01	01/08/2022	REVISADO CARIMBO	Ana Carolina
00	06/07/2022	EMIÇÃO INICIAL - BÁSICO	Ana Carolina

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA FJ.ARQUITETURA, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO SEM AUTORIZAÇÃO PRÉVIA.

## Sumário

<b>1. OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>2. GENERALIDADES</b>	<b>5</b>
<b>3. BRITA GRADUADA SIMPLES</b>	<b>6</b>
3.1. GENERALIDADES	6
3.2. MATERIAIS	6
3.3. EQUIPAMENTO	7
3.4. EXECUÇÃO	8
3.4.1. Locação e Nivelamento	8
3.4.2. Serviços Preliminares	8
3.4.3. Confinamento lateral	8
3.4.4. Espessura da Camada	9
3.4.5. Preparação, Transporte e Distribuição	9
3.4.6. Compactação e acabamento	9
3.4.7. Proteção dos Serviços	10
3.4.8. Abertura ao trânsito	10
3.4.9. Controle	11
3.5. CONTROLES	13
3.5.1. Geométrico	13
3.5.2. Tecnológico	14
3.5.3. Controle de Espessura	14
<b>4. BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE</b>	<b>15</b>
4.1. DEFINIÇÕES	15
4.1.1. Base	15
4.1.2. Estabilização granulométrica	15
4.1.3. Base estabilizada granulometricamente	15
4.2. CONDIÇÕES GERAIS	15
4.3. MATERIAIS	16
4.4. EQUIPAMENTOS	18
4.5. EXECUÇÃO	18
4.5.1. Execução da base	18
4.5.2. Mistura dos materiais	18
4.5.3. Espalhamento	19

4.5.4. Correção e homogeneização da umidade	19
4.5.5. Espessura da camada compactada	20
4.5.6. Compactação	20
4.5.7. Acabamento	21
4.5.8. Abertura ao tráfego	21
<b>4.6. CONTROLES</b>	<b>21</b>
4.6.1. Controles Ambientais	21
4.6.2. Controle dos Insumos	21
4.6.3. Controle da Execução	22
4.6.4. Verificação do Produto	23
4.6.5. Controle Tecnológico	23
4.6.6. Condições de Conformidade e Não Conformidade	24
<b>4.7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO</b>	<b>25</b>
<b>5. PISO DE CONCRETO</b>	<b>25</b>
<b>5.1. DEFINIÇÕES</b>	<b>25</b>
<b>5.2. CONDIÇÕES GERAIS</b>	<b>25</b>
5.2.1. Sub-Base	25
5.2.2. Concreto de cimento Portland para pavimento	26
<b>5.3. MATERIAIS</b>	<b>26</b>
5.3.1. Cimento Portland	26
5.3.2. Agregados	26
5.3.3. Água	27
5.3.4. Aditivos	27
5.3.5. Aço	28
5.3.6. Material selante de juntas	28
5.3.7. Material para enchimento das juntas de dilatação	28
5.3.8. Película isolante e impermeabilizante	29
5.3.9. Materiais para cura do concreto	29
5.3.10. Concreto	29
<b>5.4. EQUIPAMENTOS</b>	<b>30</b>
5.4.1. Com equipamento de forma trilha	30
5.4.2. Com equipamento de forma deslizante	32
<b>5.5. EXECUÇÃO</b>	<b>33</b>
5.5.1. Subleito	33
5.5.2. Sub-base	34

5.5.3. Assentamento de formas e preparo para a concretagem	34
5.5.4. Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto	35
5.5.5. Adensamento do concreto	36
5.5.6. Acabamento do concreto	37
<b>5.6. MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>44</b>
5.6.1. Na exploração das ocorrências de materiais	44
5.6.2. Na execução	45
<b>5.7. CONTROLES</b>	<b>45</b>
5.7.1. Controle dos Insumos	45
5.7.2. Controle da Produção	45
5.7.3. Controle do Produto	46
5.7.4. Condições de Conformidade e Não Conformidade	47
<b>5.8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO</b>	<b>49</b>
<b>6. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO</b>	<b>50</b>
<b>6.1. DEFINIÇÕES</b>	<b>50</b>
1.1.1 Regularização do Subleito	50
1.1.2 Nota de serviço de regularização	50
<b>6.2. CONDIÇÕES GERAIS</b>	<b>50</b>
<b>6.3. MATERIAIS</b>	<b>51</b>
<b>6.4. EQUIPAMENTOS</b>	<b>51</b>
<b>6.5. EXECUÇÃO</b>	<b>52</b>
<b>6.6. CONTROLES</b>	<b>52</b>
6.6.1. Controles Ambientais	52
6.6.2. Controle dos Insumos	52
6.6.3. Controle da Execução	53
6.6.4. Verificação do Produto	54
6.6.5. Controle Tecnológico	54
6.6.6. Condições de Conformidade e Não Conformidade	54
<b>6.7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO</b>	<b>55</b>
<b>7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>57</b>

## 1. OBJETIVO

A presente especificação trata das normas e procedimentos executivos a serem utilizados na confecção da obra de pavimentação, necessária à implantação do Litoteca, localizada na Caeté – MG.

A obra em questão, refere-se às vias de circulações internas do empreendimento e terá estrutura do tipo concreto.

Todos os serviços inerentes à execução dos pavimentos projetados deverão ser diariamente acompanhados, com elaboração de controles tecnológicos e topográficos, a serem processados por empresas especializadas, objetivando o atendimento às normas e procedimentos constantes nestas Especificações.

As empresas citadas estarão subordinadas a Fiscalização da obra.

Todos os serviços, equipamentos, materiais e controles tecnológicos deverão estar compatíveis com as normas: DNER ou DNIT, DER e ABNT.

## 2. GENERALIDADES

Toda a pavimentação deverá ser executada acima das camadas de aterro ou de solo natural. Esta camada deverá estar estabilizada, regularizada e apresentar  $CBR \geq 4\%$  e expansão máxima de 1%, a ser confirmado após os serviços de terraplenagem e realização dos ensaios geotécnicos.

Todos os dispositivos de drenagem das águas pluviais, esgotos, elétrica, telefonia, água potável, e demais instalações deverão estar previamente implantados.

### **3. BRITA GRADUADA SIMPLES**

#### **3.1. GENERALIDADES**

Compreendem o fornecimento, transporte, aplicação e compactação de materiais provenientes de produtos totais de britagem.

#### **3.2. MATERIAIS**

A brita graduada deverá satisfazer as seguintes exigências:

- 1) quanto a resistência dos materiais das partículas:
  - a- Durabilidade, determinada em cinco ciclos, pelo método DNER ME 89-64, com perdas menores que:
    - 20% em sulfato de sódio; ou
    - 30% em sulfato magnésio;
  - b- abrasão Los Angeles, determinada pelo método DER M 24-61, menor que 40%;
  
- 2) quanto ao tamanho e a forma das partículas:
  - a- Granulometria dos agregados determinada pelo método DER M 15-61, enquadrada quando há adição de cimento na faixa B, do anexo I;
  - b- equivalente de areia, determinado pelo método DNER ME 54-63, maior que 35%;
  - c- Índice de lamelaridade, determinado pelo método DER M 34-70, menor que 10%;
  - d- Faces resultantes de fratura, quando se utiliza o pedregulho (seixos) britado:
    - 25% do nº total de partículas retidas na peneira de 4,8 mm (nº 4) deverão ter, no mínimo, duas faces resultantes de fratura.

- 3) quanto ao seu provável comportamento como material de sub-base ou de base. a- índice de suporte Califórnia, determinado pelo método DER M 53- 71, igual ou maior que 100% na energia intermediária.
- 4) quanto às impurezas
- a- A brita graduada deverá ser isento de impurezas, tais como torrões de solo e materiais orgânicos.

### 3.3. EQUIPAMENTO

O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta norma dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverá compreender, no mínimo:

a- Distribuidor autopropelido, capaz de distribuir a mistura em espessura uniforme e sem produzir segregação;

b- equipamento de compactação, constituído pôr rolos compactadores:

b.1- de rodas pneumáticas de pressão regulável, com as seguintes características:

- carga por roda: maior que 2.500 Kgf;
- largura do rasto: maior que 2,00 m;
- pressão de contato: maior que 6,7 kgf/cm<sup>2</sup>

b.2. de rodas lisas metálicas, vibratório e com frequência regulável, com as seguintes características:

- largura do rasto: maior que 1,40 m, e
- peso estático: maior que 3.300 Kgf.

c- compactadores vibratórios portáteis ou sapos mecânicos;

d- Veículos com caçamba basculante para transporte da brita graduada;

e- irrigadeiras de, no mínimo 5.000 litros, equipadas com motobomba, capazes de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;

f- régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,00 metros de comprimento;

g- Pequenas ferramentas, tais como garfos, pás, rastelos etc.

Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela Fiscalização.

Outros equipamentos, a critério de Fiscalização, poderão ser utilizados desde que aprovados.

O local de instalação da usina deverá ser escolhido, de modo a minimizar o momento total de transporte. O local de instalação, quando não tiver sido indicado no projeto, será proposto pelo Empreiteiro e aprovado pela fiscalização.

### 3.4. EXECUÇÃO

#### 3.4.1. Locação e Nivelamento

Os serviços de locação e nivelamento serão executados pelo Empreiteiro e verificados pela Fiscalização.

Nas posições correspondentes às estacas de locação, dos dois lados da pista e a distância constante da linha base (eixo), serão assentados e nivelados piquetes para controle de cotas de alinhamento.

#### 3.4.2. Serviços Preliminares

As bases de brita graduada tratadas com cimento, serão executadas sobre a superfície do reforço do subleito, executados de conformidade com as normas contidas nas Seções respectivas.

#### 3.4.3. Confinamento lateral



As fôrmas, quando utilizadas, deverão possuir altura suficiente para reter o material solto. O posicionamento será executado de modo a obedecer ao alinhamento, perfil e seções transversais de projeto.

#### 3.4.4. Espessura da Camada

A espessura da camada acabada será de, no máximo, 15 centímetros. Quando se desejar maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada, sendo a espessura mínima acabada de qualquer delas de 10 centímetros

#### 3.4.5. Preparação, Transporte e Distribuição

A brita graduada, ao sair da usina deverá ser homogênea em teor de umidade, granulometria e teor de cimento. No início dos serviços, será determinada a perda de umidade entre a saída da usina e o início das operações de compactação. Daí em diante, o teor de umidade da mistura, ao sair da usina, deverá ser igual à umidade ótima, para fins de compactação acrescida da porcentagem correspondente à perda de evaporação.

As operações de transporte da mistura, da usina para a base em construção, serão interrompidas quando o subleito, por estar molhado, não for capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do distribuidor

A distribuição será realizada com o equipamento especificado, de modo a assegurar uniformidade de composição, umidade, espessura e adensamento na camada solta. Será permitida a distribuição manual nas áreas em que, em virtude de sua forma ou dimensões, não for possível ou conveniente a movimentação do distribuidor.

#### 3.4.6. Compactação e acabamento

A compactação será sempre iniciada pelas bordas, tomando-se o cuidado de, nas primeiras passadas, fazer com que os rolos compactadores se apoiem metade na base em construção e metade em acostamento.

Nos trechos em tangente, a compactação prosseguirá das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base (eixo). Os percursos ou passadas de cada rolo compactador serão distanciados entre si de tal forma que, em cada percurso, seja coberto metade do rastro deixado no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação progredirá da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

As passadas sucessivas de um mesmo rolo compactador serão executadas de modo a evitar que o retorno ocorra sempre na mesma seção transversal.

Não será permitida a manobra dos rolos compactadores sobre as bases que estão sendo compactadas.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação será executada transversalmente à linha base (eixo). Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que o seu uso não for desejável, a compactação será executada com compactadores vibratórios portáteis ou com sapos mecânicos. As operações de compactação deverão prosseguir, até que, em toda espessura e em toda superfície da base em construção, o grau de compactação iguale ou exceda o grau de compactação especificado. Nessa ocasião, será iniciado o acabamento da superfície, admitindo-se umedecimento e corte com motoniveladora.

#### 3.4.7. Proteção dos Serviços

Durante todo o tempo que durar a construção, e até o recebimento da camada, os materiais e os serviços serão protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

#### 3.4.8. Abertura ao trânsito

As bases de brita graduada, não deverão ser submetidas à ação diretas das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-lo, em caráter excepcional e em áreas limitadas, quando os danos que possam ser provocados na superfície acabada não prejudiquem a qualidade da base em questão, ou da camada de pavimento, que sobre ela será construída.

#### 3.4.9. Controle

O controle compreenderá:

1- Controle da brita graduada, consistindo em:

a- Controle da resistência dos materiais das partículas, relativamente à durabilidade e abrasão Los Angeles- sempre que houver mudança de jazida ou de pedreira;

b- controle da forma das partículas, relativamente à lamerlaridade e faces resultantes de fratura – sempre que houver mudança de jazida ou de sistema de britagem;

c- controle do tamanho das partículas relativamente à granulometria e equivalente de areia – à razão de uma determinação de cada tipo, para cada 500 metros de extensão da base;

d- Controle do grau de compactação, para o que serão efetuados furos de 40 em 40 metros, ora próximo de uma das bordas da camada, ora no centro, ora próximo da borda oposta, nesta seqüência, para determinação da massa específica aparente seca final atingida pelo método DER M 23-57 e, conseqüentemente, do grau de compactação obtido;

2- Controle de execução dos serviços consistindo em:

a- Verificação dos piquetes de amarração da locação e de nivelamento, antes do início dos serviços em cada subtrecho;

b- verificação da umidade, da espessura e da conformação da camada, tantas vezes quantas forem necessárias durante a execução dos serviços;

c- registro do número de passadas dos rolos compactadores, visando assegurar a obtenção do grau de compactação especificado;

d- Determinações de massa específica aparente seca, tantas quantas forem necessárias para assegurar a obtenção da compactação especificada; e- Controle e anotação do tempo despendido na compactação em cada subtrecho;

f- verificação da superfície durante o acabamento, tantas vezes quantas forem necessárias para assegurar o atendimento das exigências fixadas para fins de recebimento. As operações de controle serão executadas pelo Empreiteiro e assistidas pela Fiscalização, sendo repetidas quando necessário.

## **ANEXO I**

### **FAIXA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS PARA BASES DE BRITA GRADUADA**

Peneiras de malha quadradas (NBR – 5734/80)	Agregados % em peso, que passa
	Graduação B
50 mm (2" )	-
38 mm (1 ½" )	-
25 mm (1" )	100
19 mm (¾")	90-100
9,5 mm (3/8" )	80-100
4,8 mm nº 4	35-55
0,420 mm nº 40	8-25
0,075 mm nº 200	02-09

Além dos limites acima indicados, será exigido que a diferença entre as porcentagens que passam nas peneiras nº 4 e nº 40 estejam compreendidas entre 20% e 30%.

As aberturas das peneiras expressas em polegadas, embora usuais e por esse motivo indicadas entre parênteses, não são admitidas na NBR – 5734/80.

### **3.5. CONTROLES**

#### **3.5.1. Geométrico**

Deverá ser efetuado pela Executante, sob supervisão direta da Fiscalização.

Após a execução da sub-base, proceder-se-á ao nivelamento das vias e pátios permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm quanto a largura projetada;
- até 20% em excesso para as declividades transversais e longitudinais, não se tolerando falta;
- espessura média, representativa da camada total, não deverá ser menor do que a espessura de projeto menos 1 cm, não se tolerando nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de  $\pm 2$  cm, em relação a de projeto.

### 3.5.2. Tecnológico

Tal controle será efetuado pela Fiscalização, procedendo-se os seguintes ensaios:

- determinação da densidade “in-situ”, através do método do frasco-de-areia, no mínimo a cada 50 m<sup>2</sup> de base compactada;
- no mínimo uma determinação do teor de umidade a cada ensaio de densidade “in-situ”, imediatamente antes da compactação;
- no mínimo um ensaio de caracterização completa a cada 150 m<sup>2</sup> de base compactada;
- um ensaio de índice de suporte Califórnia, com energia do Proctor intermediário, para cada 500 m<sup>2</sup> de base compactada.

### 3.5.3. Controle de Espessura

Será medida a espessura fazendo-se o nivelamento do eixo e dos bordos antes e depois do espalhamento e compressão. Admitir-se-á a variação de  $\pm 10\%$  da espessura de projeto, para pontos isolados, e até 5% de redução de espessura, em 10 medidas sucessivas.

#### 3.5.4. 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 3,00 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo das ruas, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

#### **4. BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE**

##### **4.1. DEFINIÇÕES**

###### **4.1.1. Base**

Camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado.

###### **4.1.2. Estabilização granulométrica**

Processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

###### **4.1.3. Base estabilizada granulometricamente**

Camada de base executada com utilização do processo de estabilização granulométrica.

##### **4.2. CONDIÇÕES GERAIS**

- Não deve ser permitida a execução dos serviços, objeto desta



especificação, em dias de chuva.

- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

#### 4.3. MATERIAIS

a) Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados, conforme especificados em projeto.

b) Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, e ao ensaio DNER-ME 054/97, os materiais devem apresentar as características indicadas a seguir:

- Devem possuir composição granulométrica satisfazendo a uma das faixas da Tabela 1 a seguir, de acordo com o número N de tráfego calculado segundo a metodologia do USACE.

- No caso de  $N > 5 \times 10^6$ , o material deve se enquadrar em uma das 04 (quatro) Faixas A, B, C e D e no caso de  $N \leq 5 \times 10^6$ , o material deve se enquadrar em uma das 06 (seis) Faixas A, B, C, D, E e F.

**Tabela 1 – Granulometria do material**

	Para $N \leq 5 \times 10^6$						
	Para $N > 5 \times 10^6$						
Faixas de Projeto	A	B	C	D	E	F	Tolerância da Faixa de Projeto
Peneiras	% em peso passando						
2"	100	100	-	-	-	-	$\pm 7$
1"	-	75-90	100	100	-	-	$\pm 7$
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	100	100	$\pm 7$
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100	$\pm 5$
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	$\pm 5$
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	$\pm 2$
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	$\pm 2$

- A fração que passa na peneira nº 40 deve 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 deve 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.

c) Índice Suporte Califórnia – ISC  $\geq 60\%$  para Número  $N \leq 5 \times 10^6$ , ISC  $\geq 80\%$  para Número  $N > 5 \times 10^6$ , e Expansão  $\leq 0,5\%$ , determinados através dos ensaios:

- Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia do Proctor modificado, indicada no projeto;

- Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.

d) O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e resistentes, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, e isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetidos ao ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME035/98), não devem apresentar desgaste superior a 55%,

admitindo-se valores maiores, no caso de, em utilização anterior, terem apresentado desempenho satisfatório.

#### 4.4. EQUIPAMENTOS

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da base:

- a) motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) carro tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- d) grade de discos e/ou pulvimisturador;
- e) pá-carregadeira;
- f) arado de disco;
- g) central de mistura;
- h) rolo vibratório portátil ou sapo mecânico.

#### 4.5. EXECUÇÃO

##### 4.5.1. Execução da base

A execução da base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, em central de mistura ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

##### 4.5.2. Mistura dos materiais

No caso de utilização de misturas de materiais devem ser obedecidos os seguintes procedimentos:

- a) Mistura prévia – deve ser executada preferencialmente em centrais de mistura próprias para este fim. Caso as quantidades a serem executadas não justifiquem a instalação de central de mistura, a mesma pode ser feita com pá-carregadeira. No segundo caso, a medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material. Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza

a dosagem projetada, deve ser iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas. Depositar alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura deve ser processada após revolver o monte formado com evoluções da concha da pá- carregadeira. Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, a etapa descrita anteriormente deve ser executada após a dosagem de um ciclo da mistura, por vez.

Após a mistura prévia, o material deve ser transportado, por meio de caminhões basculantes e depositado sobre a pista, em montes adequadamente espaçados. A seguir, deve ser realizado o espalhamento pela ação da motoniveladora.

b) Mistura na pista - A mistura na pista somente pode ser procedida quando na mesma for utilizado material da pista existente, ou quando as quantidades a serem executadas não justificarem a instalação de central de mistura.

Inicialmente, deve ser distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade. A seguir, deve ser espalhado o segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e à espessura pretendidas. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.

#### 4.5.3. Espalhamento

O material distribuído deve ser homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

#### 4.5.4. Correção e homogeneização da umidade

A variação do teor de umidade admitida para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade apresente valor abaixo do limite mínimo especificado, deve ser umedecida a camada através de caminhão-tanque irrigador, seguido de homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado, para obtenção da espessura desejada após a compactação.

#### 4.5.5. Espessura da camada compactada

Não deve ser inferior a 10 cm, nem superior a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base deve ser de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

#### 4.5.6. Compactação

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve ser estabelecido o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tais como cabeceira de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

#### 4.5.7. Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

#### 4.5.8. Abertura ao tráfego

A base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego, devendo ser imprimada imediatamente após a sua liberação pelos controles de execução, de forma que a base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

### 4.6. CONTROLES

#### 4.6.1. Controles Ambientais

Objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos e/ou instituídos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais do Plano Básico Ambiental – PBA pertinentes e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

#### 4.6.2. Controle dos Insumos

Os materiais utilizados na execução da base devem ser rotineiramente

examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

a) Ensaios de caracterização e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 054/97, DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

b) Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia indicada no projeto, com material coletado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

c) No caso da utilização de mistura de solo e material britado, a compactação de projeto deve ser com a energia modificada, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.

d) Ensaios de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 400 m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento Engenharia – PE, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais do Plano Básico Ambiental:

– PBA pertinentes e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

e) A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.

f) Para pistas de extensão limitada, com área de até  $4.000\text{m}^2$ , devem ser

coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

#### 4.6.3. Controle da Execução

O controle da execução da base estabilizada granulometricamente deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 5.4). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:



a) Ensaio de teor de umidade do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para o teor de umidade deve ser de 2 pontos percentuais em relação à umidade ótima.

b) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de no máximo  $4.000 \text{ m}^2$ , devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada, para o cálculo do grau de compactação (GC).

c) Os cálculos do grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório.

#### 4.6.4. Verificação do Produto

A verificação final da qualidade da camada de base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

Após a execução da base, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a)  $\pm 10$  cm, quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c)  $\pm 10\%$ , quanto à espessura da camada indicada no projeto.

#### 4.6.5. Controle Tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e informado previamente à

Fiscalização.

#### 4.6.6. Condições de Conformidade e Não Conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado na subseção 7.4, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado valor ou limite mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

$X - k_s \geq$  valor mínimo especificado;

$X + k_s \leq$  valor máximo especificado.

b) Condições de não-conformidade:

$X - k_s <$  valor mínimo especificado;

$X + k_s >$  valor máximo especificado.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

$x_i$  – valores individuais

$\bar{X}$  – média da amostra

$s$  - desvio padrão da amostra

$k$  - coeficiente tabelado em função do número de determinações  $n$

- número de determinações (tamanho da amostra).

Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “não-conformidades”.

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma.

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário deve ser rejeitado

#### 4.7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições:

- a) A base deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivo de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo dos volumes da base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- c) não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

### 5. PISO DE CONCRETO

#### 5.1. DEFINIÇÕES

Pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura para função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

#### 5.2. CONDIÇÕES GERAIS

##### 5.2.1. Sub-Base

As placas de concreto deverão assentar sobre uma sub-base, executada com material e espessura definidos no projeto, que não deverá apresentar expansibilidade nem ser bombeável, assegurando às placas um suporte uniforme ao longo do tempo.

#### 5.2.2. Concreto de cimento Portland para pavimento

A composição do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme as normas NBR 12655 e 12821 de modo a obter-se com os materiais disponíveis, uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado, e um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial imposta pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

#### 5.2.3. Recebimento de materiais

O recebimento e armazenamento na obra, do cimento Portland, agregados e aditivos, deverá ser feito como recomendado nas normas DNER-EM 036 e DNER-EM 037.

### 5.3. MATERIAIS

#### 5.3.1. Cimento Portland

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples são: CP-II (Portland Composto – NBR 11578), CP-III (Portland de Alto Forno – NBR 5735) e CP-V (Portland Pozolânico – NBR 5736).

Outros tipos de cimento Portland poderão ser empregados desde que devidamente comprovada a sua adequação à obra em questão.

#### 5.3.2. Agregados

Os agregados graúdos e miúdos deverão atender às exigências da norma NBR 7211.

### 5.3.3. Água

A água destinada ao amassamento do concreto deverá atender os limites máximos indicados a seguir, determinados de acordo com o procedimento apresentado na norma DNIT 036/2004-ME.

<b>pH</b>	<b>Entre 5 e 8</b>
matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido	3 mg/l
resíduo sólido	5000 mg/l
sulfatos, expressos em íons SO <sub>4</sub>	600 mg/l
cloretos, expresso em íons Cl	1000 mg/l
açúcar	5 mg/l

Nos casos dúbios para verificar se a água em apreço é prejudicial ao concreto, deverão ser feitos ensaios comparativos de tempo de pega e de resistência à compressão, realizados, respectivamente em pasta e argamassa de cimento, de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

A água examinada será considerada satisfatória se apresentar os seguintes resultados:

a. Tempo de início de pega diferindo de  $\pm 30$  min em relação à da pasta preparada com uma água de referência, em ensaio realizado de acordo com as normas NBR 11580 e NBR 11581.

b. Resistência à compressão maior ou igual a 85% em relação à da argamassa preparada com a água de referência, em ensaio realizado de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

### 5.3.4. Aditivos

Os aditivos empregados no concreto poderão ser do tipo plastificante-reductor de água, superplastificante e retardador de pega, desde que atendam à norma NBR 11768.

No caso de ser empregado aditivo incorporador de ar, deverá este aditivo atender aos requisitos gerais da norma NBR 11768 e aos requisitos específicos da norma ASTM-C 260.

A dosagem do aditivo no concreto deverá, em princípio, ser aquela recomendada pelo fabricante, em função da temperatura ambiente, podendo ser alterada para mais ou para menos em função dos efeitos obtidos, tipo de cimento empregado na obra e outras condições. Fixada esta dosagem no início da concretagem ela não deverá ser alterada, a menos que haja modificações significativas nas características dos materiais.

#### 5.3.5. Aço

O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deverá obedecer à norma NBR 7480. As barras de transferência deverão ser obrigatoriamente lisas e retas, de aço tipo CA-25.

Nas barras de ligação usa-se o aço CA-50 e admite-se o emprego alternativo do aço CA-25.

As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração deverão atender à norma NBR 7481.

#### 5.3.6. Material selante de juntas

O material selante poderá ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, e deverá ser de produção industrial, atendendo a norma DNIT 046/2004EM.

#### 5.3.7. Material para enchimento das juntas de dilatação

Poderão ser empregadas fibras trabalhadas, cortiça, borracha esponjosa, poliestireno ou pinho sem nó devidamente impermeabilizado, como material de enchimento

da parte inferior das juntas de dilatação.



### 5.3.8. Película isolante e impermeabilizante

Como película isolante e impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base deverá ser usada membrana plástica, flexível, com espessura entre 0,2mm e 0,3mm.

### 5.3.9. Materiais para cura do concreto

Os materiais para cura do concreto poderão ser água, tecido de juta, cânhamo ou algodão, lençol plástico, lençol de papel betumado ou alcatroado e compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas.

O lençol plástico deverá apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante, definidas no item 5.1.8.

Os compostos químicos líquidos deverão ser à base de PVA ou polipropileno, ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM-C 309.

Os tecidos deverão ser limpos, absorventes, sem furos, e, quando secos, pesar um mínimo de 200g/m<sup>2</sup>.

### 5.3.10. Concreto

O concreto do pavimento deverá atender aos requisitos seguintes:

a) Resistência característica à tração na flexão ( $f_{ctM,k}$ ) definida no projeto ou, então, a resistência característica à compressão axial equivalente ( $f_{ck}$ ), desde que seja determinada em ensaio a correlação entre estas resistências, utilizando os materiais que efetivamente serão usados na obra:

A resistência à tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.

A resistência à compressão axial será determinada em corpos-de-prova cilíndricos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.

A idade de controle da resistência característica será aquela definida no projeto.

b) consumo mínimo de cimento:

$$C_{min} = 320 \text{ Kg/m}^3$$

c) relação água / cimento máxima:

$$A/C \leq 0,50 \text{ l/Kg}$$

d) abatimento, determinado conforme a norma NBR NM 47:

$$70\text{mm} \pm 10\text{mm}$$

e) a dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

f) teor de ar, determinado conforme a norma NBR 11686:

$$\leq 0,5\%$$

g) exsudação, medida conforme a norma NBR NM 102:

$$\leq 1,5\%$$

## 5.4. EQUIPAMENTOS

### 5.4.1. Com equipamento de forma trilho

Os principais equipamentos destinados à execução das placas de concreto do pavimento são:

a. Formas metálicas, para conter o concreto fresco, e ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.

b. Superfície que se apoia sobre o terreno terá no mínimo 20cm de largura, nas fôrmas de metal de até 20cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de fôrmas mais altas. As fôrmas devem possuir, a intervalos máximos de 1m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das fôrmas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio;

c. Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem;

d. Bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40mm, e régua vibratória, ambos com frequência igual ou superior a 60Hz

(3600rpm);

- e. Eixo rotor frontal;
- f. Vibro-acabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações/min;
- g. Régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável;
- h. Perfil metálico tipo “T” para a execução de juntas moldadas;
- i. Máquina de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório do selante com as dimensões especificadas em projeto;
- j. Ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm;
- k. Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas;
- l. Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm<sup>2</sup>;
- m. Régua para nivelamento, de madeira, de 3 m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir;
- n. Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras de lona de 0,25 m x 4,00 m, para acabamento superficial das placas;
- o. Ferramentas com ponta em cinzel, que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpeza das juntas;
- p. Compressor de ar comprimido com mangueira de 12m de comprimento e 12mm de diâmetro, caso necessário para a limpeza das juntas, dispondo de bocal que possibilite direcionar o jato de ar para dentro da junta;
- q. Desempenadeira de borda para acabamento de cantos das juntas moldadas.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço, de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

#### 5.4.2. Com equipamento de forma deslizante

a) Vibro-acabadora de formas-deslizantes de bitola regulável, de tração própria e constituída fundamentalmente de:

- Estrutura montada sobre chassis de rodas pneumáticas ou esteiras;
  - Bitola regulável entre 3,50m e 7,50m ou entre 3,50m e 14,00m;
  - Receptor frontal de concreto, abrangendo toda a largura da pista
- provida de caçamba receptora, pá distribuidora inferior ou sem fim, com saída regulável para descargas;
  - Dispositivo regularizador do concreto distribuído;
  - Sistema vibrador: bateria de vibradores de imersão de alta frequência (superior a 60HZ), em conjunto com unidades de vibradores hidráulicos, fixados numa barra de altura adequada, com controle individual de vibração; régua vibratória de superfície, dotada de vibradores de parede;
  - Régua regularizadora oscilante, pré-acabadora;
  - Régua acabadora;
  - Formas-deslizantes fixas à viga vibratória;
  - Sistema de controle eletrônico para o alinhamento e o nivelamento da pavimentadora, por meio de fio-guia, apoiado lateralmente em hastes metálicas reguláveis, para caminho dos apalpadores eletrônicos;
- b) Máquina de cura química, dotada de tração própria, montada sobre pneus, provida de bitola regulável e de depósito do produto de cura;
- c) Perfil metálico do tipo "T" para a execução de juntas moldadas;
- d) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório de selante, com as dimensões especificadas no projeto;
- e) Ponte de serviço de madeira, de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm;
- f) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas

arredondadas;

- g) Desempenadeira de madeira, com área útil de, no mínimo,

450cm<sup>2</sup>;

- h) Régua para nivelamento, de madeira, com 3m de comprimento;
- i) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para

provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona de 0,25m X 4,00m, para acabamento superficial das placas;

j) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpezas das juntas;

k) Compressor de ar com mangueira de 12m de comprimento e 12mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas;

l) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas;

m) Rodos de borracha.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço, de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

## 5.5. EXECUÇÃO

### 5.5.1. Subleito

O subleito deverá ser regularizado segundo o procedimento da Norma DNER-ES 299 e se necessário, reforçado do modo indicado na norma DNER-ES 300.

Concluída a operação de preparo do subleito, este será testado por meio de provas de carga para determinação do coeficiente de recalque (k) conforme a norma DNIT 055/2004-ME, feita aleatoriamente nas bordas e no eixo do futuro pavimento de concreto, no mínimo a cada 100 m, ou nos casos de solos homogêneos, a cada 200 m e nos pontos onde for julgado necessário.

Poderá ser admitido que o controle do coeficiente de recalque seja feito por meio de execução de ensaios de Índices de Suporte Califórnia (ISC), em número estatisticamente significativo, a partir dos quais será avaliado o coeficiente de recalque (k) por meio de curvas de correlação apropriadas.

### 5.5.2. Sub-base

Será executada de acordo com as especificações estabelecidas pelo DNIT para o tipo projetado, devendo ser mantida sua conformação geométrica até a ocasião da execução do pavimento de concreto.

Caso tenha sido indicada a colocação de película isolante e impermeabilizante sobre a superfície da sub-base, deve-se verificar se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20cm.

### 5.5.3. Assentamento de formas e preparo para a concretagem

Na utilização de equipamentos forma trilha deverão ser seguidos os seguintes procedimentos:

As formas serão assentadas de acordo com os alinhamentos indicados no projeto, uniformemente apoiadas sobre o leito e fixadas com ponteiros de aço, de modo a suportar, sem deformação ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho. O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista. O material em que se apoiam deverá estar compactado numa faixa que exceda de 50cm para cada lado a largura da base. Os ponteiros serão espaçados de 1m, no máximo, cuidando-se da perfeita fixação das extremidades adjacentes na junção das formas. Em hipótese alguma será permitido o calçamento transversal das formas que, após niveladas no topo, terão o espaço entre a base e a fundação completamente preenchido com argamassa, de modo a garantir apoio total e contínuo.

O alinhamento e o nivelamento das formas deverão ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto. Quando se constatar insuficiência nas condições de apoio de qualquer forma, esta será removida e convenientemente reassentada. Depois de fixadas, deverão garantir as cotas de projeto, não se admitindo erros superiores a 3mm, no sentido vertical, e a 5mm, no alinhamento longitudinal, verificados topograficamente.

Não poderão ser usadas fôrmas torcidas, empenadas ou amassadas e nas curvas de raio inferior a 30m deverão ser usadas fôrmas curvas.



Deverá ser feita a verificação do fundo de caixa, não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

Caso tenha sido indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da subbase, deve ser verificado se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20cm.

As formas deverão ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.

#### 5.5.4. Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto

O concreto deverá ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, podendo os agregados serem medidos por pesagem acumulada, exceto o cimento, cuja massa deverá ser medida em balança separada. Esta central poderá ser do tipo misturador ou dosador, sendo a mistura, nesta última, em caminhões-betoneira. As balanças para pesagem dos materiais deverão ser periodicamente aferidas.

A umidade da areia deverá ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto.

As betoneiras deverão produzir mistura homogênea, dispor de carga sem segregação dos componentes do concreto e ter capacidade que permita continuidade nas operações de concretagem do pavimento.

Quando o concreto for produzido em usinas comerciais, ou misturado em caminhões betoneira, deverão ser atendidas as recomendações das normas DNER-ES 330 e NBR 7212.

Os dispositivos para a medição das quantidades de materiais deverão conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e agregados e de 1,5% para a água.

O período máximo entre a mistura (a partir da adição da água) e o lançamento deverá ser de trinta minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período poderá ser ampliado para 90 minutos.

O tempo para lançamento de concreto depende do tempo de início de pega do concreto e da perda significativa da consistência do concreto.

Será executada de acordo com as especificações estabelecidas pelo DNIT para o tipo projetado, devendo ser mantida sua conformação geométrica até a ocasião da execução do pavimento de concreto.

No uso de formas deslizantes, o lançamento do concreto será feito, de preferência por descarga lateral à pista, independentemente da largura em que se estiver ajustando o equipamento de fôrmas deslizantes. Será admitido também, o retrolançamento,

desde que a sub-base tenha resistência suficiente para suportar o tráfego dos caminhões basculantes sem que sua qualidade seja afetada.

Em qualquer dos casos, devem ser formadas pilhas de pequenas alturas, para reduzir o trabalho de espalhamento e evitar a segregação do concreto.

No espalhamento do concreto podem ser usadas, além da pá-distribuidora do sistema de fôrmas deslizantes, rosca sem-fim, pá triangular móvel ou caçamba que receba o concreto, distribuindo-o por toda a largura da pista. Esta distribuição deve ter uma altura uniforme, relevante para a operação de vibração.

Deverá ser exigida a alimentação contínua do equipamento, para que mantenha velocidade constante de operação, evitando-se interrupções na execução do pavimento, que causarão desconforto ao tráfego após o endurecimento do concreto. O ponto da retomada da concretagem não deverá estar situado a menos de 30cm da junta transversal mais próxima.

#### 5.5.5. Adensamento do concreto

No uso de forma deslizante, o adensamento do concreto será feito por vibradores hidráulicos fixados em barras de altura variável, que possibilitem executar a pista na espessura projetada. Para garantir a qualidade do adensamento, o equipamento deverá possuir cortina metálica para controlar o volume do concreto a ser vibrado.

A vibração superficial será feita pela grade ou régua vibratória, colocada imediatamente após os vibradores, sendo necessária uma camada superficial de argamassa para não deixar o agregado graúdo exposto.

A forma final do concreto será dada por duas mesas, uma fixa e outra oscilante, deixando-o praticamente acabado.

Deverá haver alimentação contínua do equipamento, a fim de manter homogênea a superfície final. Caso ocorra algum imprevisto que atrase o lançamento do concreto, provocando o ressecamento da argamassa existente sobre a grade vibratória, que irá prejudicar o acabamento da superfície, a concretagem será paralisada, devendo o equipamento ser erguido e feita a limpeza.

No uso de forma-trilho, o adensamento do concreto será feito por vibração superficial, exigindo-se, entretanto, o emprego de vibradores de imersão, sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente (por exemplo, próximo às formas, na execução de juntas), ou quando a espessura do pavimento o exigir.

O acabamento mecânico da superfície será feito imediatamente após o adensamento do concreto.

O equipamento vibro-acabador deverá passar em um mesmo local tantas vezes quantas forem necessárias ao perfeito adensamento do concreto, para que a superfície do pavimento atenda ao greide e ao perfil transversal do projeto.

A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de 3m de comprimento.

Qualquer variação na superfície superior a 5mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco.

Recomenda-se, quando da passagem final necessária ao perfeito adensamento do concreto, que o equipamento vibro-acabador desloque-se continuamente, sem paradas, pelo menos a uma distância correspondente a duas placas, conforme o projeto, devendo, para tal, ter sido lançado concreto suficiente, de modo que o ponto de retomada da concretagem esteja situado a menos de 30cm da junta transversal mais próxima.

As superfícies em que se apóia o equipamento vibro-acabador deve ser mantido limpas, de modo a permitir o perfeito rolamento das máquinas e garantir a obtenção de um pavimento sem irregularidades superficiais.

#### 5.5.6. Acabamento do concreto

Com o uso das formas trilho, a operação de acabamento consta inicialmente da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém e, em seguida, deverá proceder-se ao acabamento final.

No uso de formas deslizantes, o acabamento será feito por nivelamento topográfico, com o auxílio de linhas estendidas lateralmente.

Enquanto o concreto estiver ainda plástico, será procedida a verificação da superfície, em toda a largura da faixa, com régua de 3m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, com movimentos de vaivém e avançando no máximo, de cada vez, metade de seu comprimento. Qualquer depressão encontrada será imediatamente preenchida com concreto fresco, rasada, compactada e devidamente acabada, e qualquer saliência será cortada e igualmente acabada.

Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deverá ser eliminado pela passagem de rodos de borracha.

Estes acertos serão executados com auxílio de pontes de serviço não apoiadas no concreto fresco, para permitir o trânsito de pedreiros sem atingir a superfície ainda fresca do pavimento. Após estas correções, e logo que a água superficial desaparecer, proceder ao acabamento final.

#### 5.5.6.1. Acabamento final

No acabamento final introduzem-se ranhuras na superfície do pavimento, aumentando sua aderência com os pneumáticos dos veículos.

Esta operação deverá ser realizada antes do início da pega do concreto.

A escolha do tipo de dispositivo a ser usado nesta operação deve ser feita no projeto, em função das condições ambientais, do tipo e das características das solicitações, da topografia e da geometria do pavimento.

Nos pavimentos a serem construídos em áreas críticas, por exemplo, com curvas acentuadas e interligações, é necessário incrementar a segurança à derrapagem.

Para tal, deve-se obrigatoriamente adotar dispositivos que aumentem significativamente a superfície de contato dos pneumáticos com o pavimento. Em tais casos, esta Norma recomenda usar, pela ordem decrescente de eficácia:

Pentes de fios metálicos;

Vassouras de fios metálicos;

Vassouras de fios de nylon;

Tubos metálicos providos de mossas e saliências;

Tiras ou faixas de lona.

Executado o acabamento final, antes do início do endurecimento do concreto, no caso de adoção do processo de abertura de juntas por moldagem, as peças usadas serão retiradas cuidadosamente com ferramentas adequadas e adoçadas todas as arestas, conforme o projeto.

Junto às bordas, o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície. Qualquer porção deverá ser prontamente removida.

Não serão admitidas variações na superfície acabada superiores a 5mm.

#### 5.5.6.2. Identificação das placas

Todas as placas de concreto receberão um número de identificação impresso em um de seus cantos.

#### 5.5.6.3. Execução das juntas

Todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5mm.

#### 5.5.6.4. Juntas longitudinais

O pavimento deverá ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com as de projeto.

Retirada a forma da junta, a face lateral será pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa.

#### 5.5.6.5. Juntas transversais

As juntas transversais deverão ser retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto. Deverão ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam processar-se continuamente, como se as juntas não existissem.

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou, ainda, sobre as formas estacionárias.

Quando for adotado o processo de abertura de junta por moldagem (ou inserção) a introdução do perfil deve ser feita por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, sendo corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação.

Quando a junta for serrada deverá ser feito um plano para a abertura das juntas, em que a idade do concreto no momento do corte deverá estar entre 6h e 48h.

#### 5.5.6.6. Juntas transversais de construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção,

cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que

não seja possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, será executada, obrigatoriamente, uma junta transversal de construção de emergência, de tipo previsto no projeto.

#### 5.5.6.7. Barras de ligação nas juntas longitudinais

Devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estarem limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto.

#### 5.5.6.8. Barras de transferências nas juntas transversais

Serão obrigatoriamente lisas e retas, com diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto.

Estas barras deverão ter metade do comprimento mais 2cm, pintados e engraxados, de modo a permitir a livre movimentação da junta. Nas juntas de construção que não coincidam com uma junta de contração, a barra não terá trecho pintado ou engraxado.

O capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente para não amassar durante a concretagem. A folga entre a extremidade fechada do capuz e a ponta livre da barra, estabelecida no projeto, deverá ser garantida durante a concretagem.

No alinhamento destas barras são admitidas as tolerâncias seguintes:

- a) o desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, será de  $\pm 1\%$  do comprimento da barra;
- b) em pelo menos 2/3 das barras de uma junta, o desvio máximo será de  $\pm 0,7\%$ .

#### 5.5.6.9. Colocação da tela de armação

A colocação das armaduras deve ser perfeitamente posicionada para que o pavimento tenha o desempenho esperado e seguidas as indicações de projeto.

Os cuidados que devem ser tomados na colocação das armaduras são os seguintes:



#### 5.5.6.10. Cuidados de Ordem Geral

O posicionamento correto das armaduras reveste-se de especial importância no desempenho e durabilidade do pavimento, notadamente quando elas tem função única de combater as fissuras causadas pela retração do concreto, devendo ficar a, no máximo, 50mm da superfície do concreto, ou a um terço da espessura da placa.

#### 5.5.6.11. Posicionamento da Armadura Principal

A armadura principal, denominada simplesmente tela, deve ser posicionada adequadamente com o auxílio de espaçadores apropriados, comumente denominados caranguejos, que consistem em um segmento de barra de aço de armadura, de bitola geralmente de 8,0 ou 10mm, dobrado em cinco partes, de modo a que três delas formem um “u”, cuja altura coincide com aquela que se deseja para a tela no piso e as outras duas sejam ortogonais ao seu plano, dando sustentação vertical.

**Figura 53 - Espaçador Tipo Caranguejo**



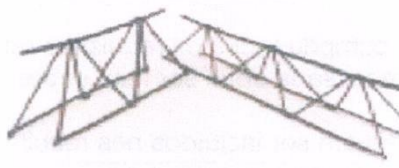
Deve-se evitar o emprego de pedaços de concreto, tijolos ou madeiras, que, por seu tamanho exagerado, acabam por reduzir a seção da placa. Uma boa alternativa é o emprego de espaçadores soldados, em forma de treliça, que tem apresentado bons resultados práticos e econômicos (ver figura 54).

As treliças soldadas que normalmente são empregadas na fabricação de lajes, podem ser facilmente encontradas nas alturas de 8, 12, 20 e 25cm, havendo ainda a possibilidade de produção com outras alturas. São geralmente posicionadas em linhas paralelas distanciadas de aproximadamente 1,20m.

Os caranguejos devem ser utilizados abundantemente, à razão de 5 unidades por metro quadrado de piso, e fortes o suficiente para suportar o peso dos operários, no caso de não se dispor de métodos de lançamento que permitam o trabalho pelos lados externos da faixa em execução.

Nas bordas da placa, a tela pode ser fixada com auxílio das barras de transferência ou de ligação, ou mesmo de dispositivos na forma especialmente desenvolvidos para esse fim.

**Figura 54 - Espaçador Tipo Soldado**



- Emendas:

A armadura distribuída deve ter suas emendas feitas pela superposição de pelo menos uma malha, por atuarem na absorção dos esforços oriundos da retratação do concreto.

No caso dos pisos estruturalmente armados, a emenda deve ser feita pela transposição de pelo menos duas malhas, quando o diâmetro do fio principal for inferior a 8mm. Para fios maiores, recomenda-se que ela seja superior a:

$$1,5 \times \ell_d \geq 25 \text{ cm}$$

Onde:  $\ell_d = 3,219 \times \frac{A_w \times f_y}{S_w \times \sqrt{f_{ck}}}$  sendo:

$\ell_d$  = comprimento de ancoragem (cm)

$A_w$  = área do fio a ser emendado (cm<sup>2</sup>)

$f_y$  = tensão de escoamento do aço (MPa)

$S_w$  = espaçamento do fio a ser emendado (cm)

$f_{ck}$  = resistência à compressão do concreto (MPa)

#### 5.5.6.12. Cura do concreto

Na utilização de formas deslizantes, as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, deverão ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

O período total de cura deverá ser de 07 dias, compreendendo um período inicial de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 07 dias

No período inicial de cura não será admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito. Deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto químico líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m<sup>2</sup> a 0,50 l/m<sup>2</sup>.

Após o período inicial de cura, a superfície do pavimento deverá ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9 ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, que evite a exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

#### 5.5.6.13. Desmoldagem

As fôrmas só poderão ser retiradas quando decorrerem pelo menos 12 horas da concretagem. Poderão, entretanto, ser fixados prazos diferentes, para mais ou para menos, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem e atendendo-se, ainda, a um máximo de 24 horas. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento dos cantos das placas.

As faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, deverão ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

#### 5.5.6.14. Selagem de juntas

O material de selagem só poderá ser aplicado quando os sulcos das juntas estiverem limpos e secos, empregando-se para tanto ferramentas com ponta em cinzel que penetrem na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar

comprimido.

O material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deverá ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado.

A profundidade de penetração do material selante deverá ser aquela definida no projeto.

## 5.6. MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução do pavimento de concreto são:

### 5.6.1. Na exploração das ocorrências de materiais

Atendimento às recomendações preconizadas nas especificações DNER-ES-281, e DNER-ISA 07. No caso de material pétreo (agregados graúdos), deverão ser tomados os seguintes cuidados na exploração das ocorrências desses materiais:

- O material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia da licença junto ao Livro de Ocorrências da Obra;
- Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- Planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e a possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- Não provocar queimadas como forma de desmatamento;
- As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da especificação DNERES 279;

Deverão ser construídas, junto as instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó-de-pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando seu carregamento para cursos d'água.

Caso seja fornecida por terceiros, exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental

competente.

Caso o licitante opte pela implantação de pedreiras ou areais (indicados ou não em projeto) será de sua responsabilidade e custos a obtenção do licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes. Neste caso deverão ser mantidas as características técnicas especificadas em projeto para estes agregados e não serão admitidos investimentos financeiros aos custos licitados

#### 5.6.2. Na execução

Os cuidados para a preservação ambiental, referem-se à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos. Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos nos caminhos de serviço para evitar danos ao meio ambiente.

### 5.7. CONTROLES

#### 5.7.1. Controle dos Insumos

No controle de recebimento dos materiais deverão ser adotados os procedimentos recomendados no item sobre manejo ambiental desta Norma.

#### 5.7.2. Controle da Produção

##### 5.7.2.1. Determinação do abatimento do concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada).

##### 5.7.2.2. Determinação da resistência do concreto

- Resistência de controle

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão



axial.

- **Moldagem dos corpos-de-prova**

A cada trecho de no máximo 2.500m<sup>2</sup> de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738.

Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto (ver 5.3.7 desta Norma) e outras informações julgadas necessárias.

- **Ensaaios**

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos, conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos, de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

### 5.7.3. Controle do Produto

#### 5.7.3.1. Controle geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procede-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

a) a variação na largura da placa for inferior a  $\pm 10\%$  em relação à definida no projeto;

b) a espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm.

c) Caso a espessura média do pavimento seja inferior à de projeto, deverá ser feita a revisão deste projeto, adotando para o trecho a espessura média determinada e a resistência característica estimada para o concreto;

d) Caso o trecho não seja aceito, as partes interessadas poderão tomar uma das decisões citadas no item 7.4.

#### 5.7.3.2. Controle do acabamento superficial

Após a conclusão de cada trecho de inspeção e autorização para tráfego, deverá este trecho ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento, conforme a norma DNIT 063/2004-PRO.

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado, um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros.

Este conceito será dado por uma nota, entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos, somente os trechos que apresentarem nesta avaliação, uma nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada ; e isto não for possível, os trechos de considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

#### 5.7.4. Condições de Conformidade e Não Conformidade

##### 5.7.4.1. Resistência do concreto

- Determinação da resistência característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctM, est} = f_{ctM28} - K_s$$

ou

$$f_{ck, est} = f_{c28} - K_s$$

Onde:

$f_{ctM}$ , está = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

$f_{ctM28}$  = resistência média do concreto à tração na flexão, na idade de 28 dias;  $f_{ck}$ ,  
est

= valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

$f_{ck}$ , está = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

$f_{c28}$  = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

$s$  = desvio padrão dos resultados;

$k$  = coeficiente de distribuição de Student;

$n$  = número de exemplares.

O valor do coeficiente  $k$  é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela 01.

- Aceitação automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$$f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

- Verificações suplementares

a) Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

b) Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica conforme o procedimento indicado no item 7.4.1.1. O trecho será aceito se for atendida a condição exigida no item 7.4.1.2. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.

c) Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:

- aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso;
- o pavimento será reforçado;
- demolição e reconstrução pavimento.

## ● Registros

Os resultados dos controles serão analisados e registrados em relatórios

**Tabela 1 – Coeficiente de distribuição de Student**

Amostragem Variável													
n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,920	0,906	0,896	0,889	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842

periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, que estabelece os procedimentos para tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

## 5.8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

O pavimento será medido em metros cúbicos de concreto, conforme a seção transversal do projeto. Não serão motivos de medição a mão-de-obra, materiais, equipamentos, transportes, lançamento da mistura, adensamento, acabamento, cura e encargos.

No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras médias obtidas no controle geométrico. Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

## **6. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO**

### **6.1. DEFINIÇÕES**

#### **1.1.1 Regularização do Subleito**

Operação destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura.

#### **1.1.2 Nota de serviço de regularização**

Documento de projeto que contém o conjunto de dados numéricos relativos às larguras e cotas a serem obedecidas na execução da camada final de regularização do subleito

### **6.2. CONDIÇÕES GERAIS**

a) A regularização deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

b) Cortes e aterros com espessuras superiores a 20 cm devem ser executados previamente à execução da regularização do subleito, de acordo com as especificações de terraplenagem DNIT 105/2009- ES, DNIT 106/2009-ES, DNIT 107/2009-ES e DNIT 108/2009-ES.

c) Não deve ser permitida a execução dos serviços objeto desta especificação em dias de chuva.

d) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

### 6.3. MATERIAIS

Os materiais empregados na regularização do subleito devem ser preferencialmente os do próprio. Em caso de substituição ou adição de material, estes devem ser provenientes de ocorrências de materiais indicadas no projeto e apresentar as características estabelecidas na alínea “d” da subseção 5.1 Materiais, da Norma DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço, quais sejam, a melhor capacidade de suporte e expansão  $\leq 2\%$ , cabendo a determinação da compactação de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94, na energia definida no projeto;
- Ensaio de Índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação.

Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, devem atender ao que se segue:

Não possuir partículas com diâmetro máximo acima de 76 mm (3 polegadas);

O Índice de Grupo (IG) deve ser no máximo igual ao do subleito indicado no projeto.

### 6.4. EQUIPAMENTOS

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de regularização:

- a) Motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) Carro tanque distribuidor de água;
- c) Rolos compactadores autopropulsados tipos pé-de-carneiro, liso-vibratórios

e pneumáticos;

- d) Grades de discos, arados de discos e tratores de pneus;
- e) Pulvi-misturador.



Os equipamentos de compactação e mistura devem ser escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

## 6.5. EXECUÇÃO

a) Toda a vegetação e material orgânico porventura existentes no leito da rodovia devem ser removidos.

b) Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

c) No caso de cortes em rocha a regularização deve ser executada de acordo com o projeto específico de cada caso.

## 6.6. CONTROLES

### 6.6.1. Controles Ambientais

Objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos e/ou instituídos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais do Plano Básico Ambiental – PBA pertinentes e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

### 6.6.2. Controle dos Insumos

Os materiais utilizados na execução da base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

a) Ensaios de caracterização e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 054/97, DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão,

no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

b) Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia indicada no projeto, com material coletado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

c) No caso da utilização de mistura de solo e material britado, a compactação de projeto deve ser com a energia modificada, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.

d) Ensaios de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 400 m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento Engenharia – PE, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais do Plano Básico Ambiental:

– PBA pertinentes e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

e) A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.

f) Para pistas de extensão limitada, com área de até  $4.000\text{m}^2$ , devem ser coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

### 6.6.3. Controle da Execução

O controle da execução da base estabilizada granulometricamente deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 5.4). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

a) Ensaio de teor de umidade do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para o teor de umidade deve ser de 2 pontos percentuais em relação à umidade ótima.

b) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de

pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94,

em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de no máximo  $4.000 \text{ m}^2$ , devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada, para o cálculo do grau de compactação (GC).

c) Os cálculos do grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório.

#### 6.6.4. Verificação do Produto

A verificação final da qualidade da camada de base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

Após a execução da base, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- b)  $\pm 10 \text{ cm}$ , quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- c)  $\pm 10\%$ , quanto à espessura da camada indicada no projeto.

#### 6.6.5. Controle Tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e informado previamente à Fiscalização.

#### 6.6.6. Condições de Conformidade e Não Conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado na subseção 7.4, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma, e estar de acordo com os

seguintes critérios:

Quando especificado valor ou limite mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

$X - k_s \geq$  valor mínimo especificado;

$X + k_s \leq$  valor máximo especificado.

b) Condições de não-conformidade:

$X - k_s <$  valor mínimo especificado;

$X + k_s >$  valor máximo especificado.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

$x_i$  – valores individuais

$\bar{X}$  – média da amostra

$s$  - desvio padrão da amostra

$k$  - coeficiente tabelado em função do número de determinações  $n$

- número de determinações (tamanho da amostra).

Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “não-conformidades”.

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma.

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário deve ser rejeitado

## 6.7. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições:

- a) A base deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivo de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo dos volumes da base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- c) não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.



## 7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) –  
**015/2006-ES – Drenagem, Drenos Subterrâneos, Especificações de Serviço.** Disponível  
em: < [http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT015\\_2006\\_ES.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT015_2006_ES.pdf) >