



**Departamento de  
Estradas de Rodagem  
do Estado do Paraná -  
DER/PR**

Avenida Iguazu 420  
CEP 80230 902  
Curitiba Paraná  
Fone (41) 3304 8000  
www.der.pr.gov.br

## PAVIMENTAÇÃO: BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO

Especificações de Serviços Rodoviários  
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018  
Deliberação n.º 060/2018  
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 16/05  
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: base; sub-base; brita graduada  
tratada com cimento

14  
páginas

### RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases ou sub-bases de brita graduada tratada com cimento. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação, é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01.

### SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

## 0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de serviço DER/PR ES-P 16/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

## 1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de bases ou sub-bases de brita graduada tratada com cimento, com o objetivo de construir pavimentos.

## 2 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5738	- Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
ABNT NBR 5739	- Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos
ABNT NBR 12261	- Dosagem de brita graduada tratada com cimento
ABNT NBR 7182	- Solo – Ensaio de Compactação
DER-PR ES-P 17	- Pinturas Asfálticas
DNER-ME 024	- Determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035	- Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 054	- Equivalente de areia
DNER-ME 083	- Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089	- Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-ME 092	- Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
DNER-PRO 277	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR	
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR	
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR	

## 3 DEFINIÇÕES

3.1 Brita graduada tratada com cimento é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, cimento e água, adequadamente compactada e submetida a processo eficiente de cura.

## 4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A brita graduada tratada com cimento pode ser empregada como base ou sub-base de pavimentos.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada tratada com cimento, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

### 5.1.1 Cimento Portland

- a) podem ser utilizados os seguintes tipos de cimento Portland especificados pela ABNT:

Cimento Portland comum .....	NBR 5732
Cimento Portland pozolânico .....	NBR 5736
Cimento Portland de alto-forno .....	NBR 5735
Cimento Portland composto .....	NBR 11578

- b) com relação às condições de armazenamento do cimento, observar ao disposto a respeito no Manual de Execução;
- c) ao cimento deve ser incorporado um aditivo retardador de pega para conferir à mistura final a maneabilidade durante um período de 6 horas.

### 5.1.2 Água

- a) a água utilizada deve ser isenta de materiais estranhos prejudiciais ao comportamento da mistura;

### 5.1.3 Agregados

- a) os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 089, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

agregados graúdos .....	12 %
agregados miúdos .....	15 %

- c) para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no Manual de Execução.
- d) A fração passante na peneira nº 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54, superior a 50 %.
- e) A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não deve ser superior a 20%.

#### 5.1.4 Brita graduada tratada com cimento

- a) a composição granulométrica da brita graduada tratada com cimento deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 ½"	38,1	90-100	100	-
1"	25,4	-	-	100
¾"	19,1	50-85	60-95	88-100
⅜"	9,5	35-65	40-75	55-75
n.º 4	4,8	25-45	25-60	41-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	30-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	15-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	2-7

NOTA. Outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

- b) a percentagem de material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.
- c) a mistura de brita graduada tratada com cimento, quando dosada, deve apresentar resistência à compressão simples, aos sete dias, mínima de 3,5 MPa e máxima de 8,0 MPa.

## 5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado e estar de acordo com esta Especificação.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada tratada com cimento:

- a) instalação de britagem: adequadamente projetada de forma a produzir bitolas que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita graduada tratada com cimento, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- b) pá-carregadeira;
- c) central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos para agregados, silo individual para cimento, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";
- d) caminhões basculantes;
- e) caminhão-tanque irrigador;
- f) motoniveladora pesada;
- g) vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- h) rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- i) rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- j) compactadores portáteis vibratórios;
- k) ferramentas manuais diversas.

### 5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral" procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

#### 5.3.5 Preparo da superfície

- a) a superfície a receber a camada de base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento deve estar perfeitamente limpa e desempenada;
- b) eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição da brita graduada tratada com cimento;
- c) previamente à distribuição da camada de brita graduada tratada com cimento, a superfície a ser recoberta é umedecida e mantida úmida, sem estar excessivamente molhada.

#### 5.3.6 Produção da brita graduada tratada com cimento

- a) a rocha sã extraída da pedreira indicada, é previamente britada e classificada em bitolas, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura;
- b) as bitolas obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas com o cimento no misturador. É acrescentada no misturador a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes;
- c) a usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- d) deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

#### 5.3.7 Transporte da brita graduada tratada com cimento

- a) mistura produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista;
- b) os caminhões basculantes são cobertos por lonas, de forma a minimizar a perda de umidade da mistura;
- c) não é permitido o transporte da brita graduada tratada com cimento para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;
- d) não é permitida a estocagem do material usinado.

#### 5.3.8 Distribuição da mistura

- a) a definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida na segmento experimental;
- b) a distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, é realizada preferencialmente com vibroacabadora, ou

equipamento capaz de distribuir a brita graduada tratada com cimento em espessura uniforme, sem produzir segregação;

- c) é vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;
- d) o sistema de distribuição empregado deve proporcionar espalhamento adequado, de modo que o material fique em condições de ser compactado, sem conformação suplementar;
- e) no espalhamento da brita graduada tratada com cimento deve ser obedecido o limite mínimo de 15 cm para a espessura acabada. Em qualquer caso, observar as disposições contidas no Manual de Execução a respeito de espessuras mínimas para camadas cimentadas, tendo em vista aspectos relacionados à mecânica de pavimentos. A espessura máxima é tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada.

### 5.3.9 Compactação

- a) a definição dos tipos de equipamentos de compressão e a seqüência executiva mais apropriados, objetivando alcançar, da forma mais eficaz, o grau de compactação especificado, é obtida no segmento experimental;
- b) o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de  $\pm 1\%$ , em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação, executado com a energia intermediária;
- c) as operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da distribuição da mistura;
- d) a compactação da brita graduada tratada com cimento é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável;
- e) nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;
- f) durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador;
- g) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;
- h) a compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação, executado com a energia intermediária;

- i) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- j) o tempo decorrido entre a incorporação de cimento à mistura na central e o início da compressão, não pode exceder a três horas;
- k) o tempo decorrido entre o início da compactação e o final do acabamento da camada, não deve exceder a três horas.

#### 5.3.10 Juntas de construção

- a) ao término de cada jornada de trabalho, ou em caso de interrupção súbita dos serviços por problemas técnicos, deve ser executada uma junta de construção, mediante corte vertical da camada segundo seção transversal ao eixo. Nesta operação, podem ser utilizadas ferramentas manuais ou a lâmina de motoniveladora;
- b) as juntas longitudinais devem ser evitadas, pela execução simultânea das faixas previstas. Caso sejam necessárias, proceder ao corte vertical com ferramentas manuais ou motoniveladora;
- c) na ocasião do reinício dos serviços, umedecer a parede da junta executada.

#### 5.3.11 Cura

- a) a superfície da camada executada deve receber uma pintura de cura.
- b) antes da aplicação, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, a Fiscalização pode exigir o emprego de jatos de ar comprimido;
- c) previamente à aplicação da pintura de cura, a camada deve ser adequadamente umedecida;
- d) a pintura de cura deve ser aplicada imediatamente após a conclusão da compactação, devendo manter sua eficiência por um período de, no mínimo, sete dias;
- e) emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério da Fiscalização. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.3.12 Liberação ao tráfego: o tráfego de veículos sobre a camada executada poderá ser liberado após um período mínimo de sete dias, desde que a superfície da camada esteja suficientemente endurecida.

## 6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de bases ou sub-bases de brita graduada tratada com cimento são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, com manuseio de cimento, além da instalação de britagem.

6.2 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.2.1 Os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) tomar todas as precauções para que o manuseio e armazenamento do cimento sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários;
- f) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- g) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.2.2 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à operação
  - a.1) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
  - a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
  - a.3) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

## 7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1 a 3 a seguir.

Quadro 1 – Agregados	
Quantidade	Descrição
<b>No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira</b>	
01	Ensaio de abrasão Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade com sulfato de sódio
01	Ensaio de lameridade (ver Manual de Execução DER/PR)

Quadro 2 – Brita graduada tratada com cimento na usina	
Quantidade	Descrição
<b>Para cada 400 m<sup>3</sup> de mistura produzida</b>	
02	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
02	Ensaio de granulometria por via lavada
02	Ensaio de Equivalente de areia
01	Determinação do teor de cimento (método de titulação, descrito na Manual de Execução)

Quadro 3 – Brita graduada tratada com cimento na pista	
Quantidade	Descrição
<b>a) Para cada 150 m<sup>3</sup> de mistura aplicada</b>	
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira
<b>b) Para cada 250 m<sup>3</sup> de mistura aplicada:</b>	
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
<b>c) Para cada 300 m<sup>3</sup> de mistura aplicada na pista</b>	
01	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação.

**Nota :** para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 024) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.

## **8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE**

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

### **8.2 Verificação final da qualidade**

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura a cada 20m, por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.2.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

### **8.2.3 Proteção à cura e acabamento**

- a) cabe à Fiscalização a avaliação sistemática da eficiência do processo de proteção à cura, com base em inspeção visual, para averiguação das condições de umedecimento da superfície e manutenção da integridade da pintura de cura;
- b) as condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais, exigindo-se maior rigor em função da posição relativa da camada na estrutura (base ou sub-base). Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução

## **9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO**

### **9.1 Aceitação dos materiais**

9.1.1 O cimento utilizado é aceito desde que obedeça ao especificado na correspondente especificação da ABNT.

9.1.2 Agregados: os agregados utilizados são aceitos, desde que atendidos os requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade, lamerlidade e equivalente de areia;

### **9.2 Aceitação da execução**

#### **9.2.1 Graduação da mistura de agregados**

- a) A composição e demais requisitos granulométricos das amostras de brita graduada tratada com cimento ensaiadas atendam ao estabelecido nas alíneas “a” e “b” do item 5.1.4 desta especificação;

- b) Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
2"	50,8	± 5
nº 4 a 1 ½"	4,8 a 38,1	± 8
nº 40 a nº 10	0,42 a 2,0	± 3
nº 200	0,074	± 3

9.2.2 Os tempos máximos especificados para cada etapa executiva não devem ser ultrapassados.

9.2.3 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.4.1, devem ser iguais ou superiores a 100%.

9.2.4 O teor de cimento da mistura aplicada deve situar-se, para cada segmento executado, na faixa de ± 0,5% em relação ao valor de projeto. A média aritmética obtida não deve, no entanto, ser inferior ao teor de projeto.

9.2.5 A resistência à compressão simples, aos sete dias de idade, deve ser no mínimo igual à adotada no projeto de mistura, para valores determinados estatisticamente.

9.2.6 A eficiência do processo de proteção à cura, avaliada visualmente pela Fiscalização, deve ser considerada satisfatória.

### 9.3 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.3.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

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

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do

- que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo  $\pm 0,02$  m em relação à espessura de projeto;
  - em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada tratada com cimento com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
  - em caso de aceitação de camada de brita graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
  - as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

#### 9.4 Condições de conformidade e não conformidade

9.4.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$  ou  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$ :  
não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$  e  $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$ :  
conformidade;

Sendo:

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

Onde:

$x_i$  – valores individuais;

$\bar{X}$  – média da amostra;

$s$  – desvio padrão;

$k$  – adotado o valor 1,25;

$n$  – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se  $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ : não conformidade;

Se  $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ : conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

- Se  $\bar{X} + ks >$  valor máximo especificado: não conformidade;  
Se  $\bar{X} + ks \leq$  valor máximo especificado: conformidade.

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

9.4.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.4.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário será rejeitado.

## 10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de brita graduada tratada com cimento, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista, fazendo-se distinção em relação aos teores aplicados. Considera-se o talude da brita graduada tratada com cimento equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

10.3 Volumes superiores aos limites referidos nos parágrafos anteriores, para cada trecho, só são medidos e encaminhados para pagamento se previamente justificados pelo DER/PR e aprovados pelo diretor do DER/PR responsável pela obra.

## 11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.