



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

Avenida Iguaçu, 420,  
Curitiba, Paraná,  
CEP 80230-902  
Fone (41) 3304-8000  
Fax (41) 3304-8130  
[www.der.pr.gov.br](http://www.der.pr.gov.br)

**DER/PR ES-PA 03/23**

**PAVIMENTAÇÃO:  
MACADAME SECO**

Especificações de Serviços Rodoviários  
Aprovada pelo Conselho Diretor, em 11/04/2023  
Deliberação n.º 111/2023  
Esta especificação substitui a DER/PR ES-PA 03/05  
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: reforço do subleito; sub-base;  
macadame seco

14 páginas

**RESUMO**

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento com emprego de macadame seco. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade 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 ES-IG 01/23.

**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 os procedimentos empregados 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 03/05.

## 1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de reforço do subleito, sub-base ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR. Poderá ser empregado também em camadas de base de pavimento cujo tráfego previsto no período de projeto seja inferior  $5 \times 10^6 (N_{8,2tf} USACE)$ .

## 2 REFERÊNCIAS

As normas aqui relacionadas contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem-se em material de consulta, obrigatória, para o entendimento desta especificação particular.

As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão ou substituição, recomenda-se àqueles que utilizarem esta especificação particular, que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir:

CONTRAN 2017	- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME VII – Sinalização Temporária
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
DER/PR	- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias
DNER-ME 024/94	- Pavimentação - Determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98	- Agregados – Determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 054/97	- Equivalente de areia
DNER-ME 083/98	- Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089/94	- Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNIT IPR 700/97	- Glossário de Termos Técnicos Rodoviários
DNIT IPR 719/2006	- Manual de Pavimentação – DNIT
DNIT IPR 742/10	- Manual de Implantação Básica de Rodovia
DNIT-ME 424/2020	- Agregados – Determinação do índice de forma com crivos A
DNIT-ME 425/2020	- Agregados – Determinação do índice de forma com paquímetro
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200	- Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho

### **3 DEFINIÇÕES**

- 3.1 Macadame Seco é a camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilidade é obtida pela ação mecânica enérgica de compactação.
- 3.2 Camada de bloqueio ou isolamento é a porção inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,03 m a 0,05 m levemente rolada com rolo liso estático, aplicada nos casos que o macadame seco é assentado diretamente sobre solos com mais de 35% passando na peneira nº 200 ou que apresente IP a partir de 5%. Tem como objetivo evitar o agulhamento do agregado graúdo no subleito e aumentar a sua condição de confinamento na face inferior da camada.
- 3.3 Camada de enchimento, ou travamento, é porção superior da camada de macadame seco destinada a preencher os vazios intergranulares da camada de agregado graúdo. Tem como objetivo reduzir a porcentagem de volume de vazios propiciando o travamento do agregado graúdo aumentando a estabilidade e reduzindo a deformabilidade da estrutura granular formada pelo conjunto bloqueio/agregado graúdo/enchimento.

### **4 CONDIÇÕES GERAIS**

- 4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:
- sem o preparo prévio e aceitação da superfície de camada subjacente;
  - sem a implantação prévia da sinalização do serviço, conforme Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Previdência, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume VII – Sinalização Temporária e o que eventualmente esteja especificado no projeto de engenharia e/ou nos Termos de Referência do Edital;
  - sem a prévia orientação dos funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NR);
  - sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
  - sem a seleção prévia do diâmetro máximo do agregado graúdo, conforme indicação em projeto ou pelo DER/PR;
  - em dias de chuva.
- 4.2 Na seleção do diâmetro máximo, da espessura individual por camada e na execução da camada, não é permitido:
- diâmetro máximo do agregado graúdo superior a 127 mm (5");
  - diâmetro máximo do agregado da camada de bloqueio superior a 25,4 mm (1");
  - diâmetro máximo do agregado do material de enchimento superior a 25,4 mm (1");
  - espessura da camada individual acabada deverá ser compreendida entre 0,15 m e 0,21 m, de acordo com o diâmetro máximo do agregado graúdo, adotado;

- e) utilização de finos sobre o agregado graúdo visando complementação de espessura para obtenção da espessura de projeto da camada de macadame seco acabada.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

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

### 5.1.1 Agregado graúdo

- o agregado graúdo, constituído por pedra britada resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã ou, em casos especiais, oriundos de materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteiras ou por simples detonações (basaltos vítreos), deve apresentar 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;
- quando submetidos à avaliação de durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94) deve apresentar perda igual ou inferior a 12%;
- a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 45%;
- deve ser dada preferência para utilização de agregado graúdo de um só tamanho, admitindo-se no máximo o emprego de agregado graúdo separado na peneira classificadora vibratória de 2" (material passante na peneira de f máximo e retido na peneira de 50,8 mm (2"));
- o diâmetro máximo do agregado graúdo deve estar compreendido entre  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{2}{3}$  da espessura final de cada camada executada, não devendo ser superior a 5" (127 mm) e nem inferior a 3" (88,9 mm);
- para tráfego igual ou superior a  $1 \times 10^7$  (N8,2<sub>tr</sub> USACE), o agregado graúdo deverá apresentar menos de 10% de partículas alongadas e lamelares;
- no caso de emprego de seixo britado, os agregados deverão atender as condições quanto às faces britadas mostradas no Quadro 1:

Quadro 1 – Aplicação de seixo – condição quanto à percentagem de faces britas

<b>Aplicação de seixo – Condição quanto à percentagem de faces britadas</b>	
<b>Tráfego (N8,2<sub>tr</sub> USACE)</b>	<b>Porcentagem de grão/porcentagem de faces britadas</b>
$\leq 1 \times 10^7$	75/...
$1 \times 10^7 < N < 1 \times 10^8$	85/75*
$\geq 1 \times 10^8$	95/90

\* 85/75 – 85 por cento dos grãos tem 1 face britada e 75% tem pelo menos 2 faces britadas.

**Nota 01:** Para o emprego em camada de base, 100% dos grãos deverão apresentar, pelo menos, uma face britada e 90% deles, duas faces britadas.

### 5.1.2 Agregado para enchimento

- a) o agregado para enchimento deve ser constituído por finos de britagem com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas), devendo atender a uma das seguintes faixas granulométricas;

Quadro 2 – Faixas granulométricas para o macadame seco

Faixas granulométricas para o macadame seco						
Peneiras		Percentagem passando, em peso				
ASTM	Abertura (mm)	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Faixa V
1"	25,4	100	-	-	-	-
3/4"	19,1	-	100	100	-	-
3/8"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100	100
n.º 4	4,8	-	-	55 – 100	70 – 100	60 – 80
n.º 10	2,0	25 – 50	40 – 70	-	-	-
n.º 40	0,42	-	-	20 – 50	30 – 60	15 – 25
n.º 200	0,074	5 – 15	5 – 20	6 – 20	8 – 25	0 - 12

- b) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:

- b.1) agregado graúdo 12%;  
b.2) agregado miúdo 15%;

- c) o equivalente de areia (método DNER-ME 54/97) para o agregado miúdo deve ser igual ou superior a 55%;  
d) no caso de emprego de seixo britado, os agregados deverão atender as condições mostradas no Quadro 1 quanto às faces britadas.

### 5.1.3 Agregado para camada de bloqueio ou isolamento

- a) havendo necessidade de utilização de camada de bloqueio ou isolamento, conforme definido em 3.2, o agregado a ser utilizado deve ser constituído por finos de britagem atendendo aos seguintes requisitos de qualidade:

- a.1) características físicas (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas) equivalentes às especificações para o agregado graúdo;  
a.2) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:

- agregado graúdo 12%;  
– agregado miúdo 15%;

- b) composição granulométrica idêntica à do material de enchimento especificado em 5.1.2. Em casos especiais, quando a espessura mínima da camada de macadame seco acabada for de 0,15 m e a espessura máxima da camada de

bloqueio for de 0,03 m, admite-se a utilização de agregado de um só tamanho (3/4" ou 19,1 mm).

## 5.2 Equipamentos

5.2.1 É de responsabilidade da contratada assegurar que todo equipamento alocado para a execução da obra esteja em perfeitas condições de uso, no que tange à sua manutenção, regulagem e aspectos de segurança de operação, de maneira a garantir a qualidade do serviço. A qualquer momento a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a substituição do equipamento que não apresente desempenho satisfatório na execução do serviço indicado.

5.2.2 O equipamento básico para execução do macadame seco compreende:

- a) trator de lâmina;
- b) instalação de britagem compatível com as bitolas e as produções desejadas;
- c) pá-carregadeira;
- d) caminhão-tanque irrigador;
- e) caminhões basculantes;
- f) distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;
- g) compactador pesado tipo vibratório corrugado ou similar, para a acomodação e travamento da camada de agregado graúdo. Também deve ser usado em conjunto com o rolo liso para a compactação da camada de enchimento, quebrando o efeito arco que pode se estabelecer nos vazios intergranulares;
- h) rolo vibratório liso autopropelido CA-35, CC-43 ou similar para compactação das camadas de bloqueio e de enchimento;
- i) rolo de grelha;
- j) equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassouras mecânicas entre outras.

5.2.3 A utilização de outros equipamentos além dos mencionados, ou em sua substituição, deverá ser analisada e aprovada pela fiscalização, porém não serão objeto de pagamento suplementar.

## 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, 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. A execução do(s) segmento(s) experimental(is) seguirão as diretrizes:

- a) deverão ser executados tantos segmentos experimentais quanto forem as jazidas indicadas para fornecimento de material;
- b) na falta de ensaios triaxiais de carga repetida e de procedimento mais apropriado aprovado pelo DER/PR, admite-se que o nível deflectométrico admissível possa ser estabelecido com o seguinte procedimento:

- a) utilizando-se um software de análise de sistema de camadas elástico linear;
  - b) intervalo de módulos resilientes médios definidos em estudos de retroanálise de estruturas de pavimentos que contenham camadas de macadame seco;
  - c) valores de módulos apresentados em trabalhos de dissertações e teses; d) o modelo de correlação entre deflexão de número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de  $8,2f_r$  (USACE) contido no procedimento TECNAPAV/94;
- c) medida da deflexão para definição do nível deflectométrico a ser controlado durante a execução da obra.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, 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, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

**Nota 02:** a execução do segmento experimental tem caráter orientativo e de treinamento da equipe com equipamentos disponibilizados pela construtora e com os materiais empregados. No caso de rejeição dos serviços após a empresa ter cumprido na íntegra o item 5.3 até aqui, em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar espessuras de camadas por conta de não ser atingido o nível deflectométrico especificado em projeto. Caberá à equipe de Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada, devendo a contratante ser renumerada por conta da realização de serviços extras não previstos no contrato para atender o nível deflectométrico especificado.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) a superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- b) a superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se sem leiras ou quaisquer obstáculos que possam provocar o confinamento lateral da camada de macadame seco.

5.3.6 Camada de isolamento ou bloqueio

- a) quando indicada, atendidas as condições descritas em 3.1, esta camada é executada na largura da plataforma de projeto, com espessura máxima de 0,03 m, após compressão;
- b) após a operação de carregamento, o transporte do material britado da fonte produtora (central de britagem) até o canteiro da obra é feito por caminhões basculantes com capacidade mínima de 9 m<sup>3</sup>. No caso de transporte por vias públicas, os caminhões devem ser devidamente cobertos e enlonados e atenderem à legislação vigente do CONTRAN quanto carga máxima transportada (em termos de PBT e carga por eixo);
- c) o espalhamento do material de bloqueio é executado com motoniveladora;
- d) a acomodação da camada por compressão é feita com utilização de rolo estático liso, em uma ou no máximo duas passadas.



### 5.3.7 Camada de agregado graúdo

- a) a execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos;
- b) o agregado graúdo deve ser espalhado com trator de lâmina em uma camada de espessura constante, uniformemente solta, e disposta de modo que seja obtida a espessura comprimida especificada, atendendo aos alinhamentos e perfis projetados;
- c) após o espalhamento do agregado graúdo, podem ser necessárias as seguintes correções:
  - c.1) remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;
  - c.2) correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos e outros instrumentos. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.
- d) a seguir, executa-se a primeira operação de compressão com equipamento pesado, observando-se a não degradação do agregado graúdo, e prosseguir com a operação até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo e a conformação transversal necessária.

### 5.3.8 Operações de enchimento e travamento

- a) o material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, é espalhado com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo;
- b) a aplicação do material de enchimento deve ser feita em uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente essas aplicações se processam em ocasiões diferentes;
- c) a compactação enérgica da camada é realizada com rolo liso vibratório juntamente com rolo vibratório corrugado;
- d) nos trechos em tangente, a compactação deve sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo;
- e) em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida;
- f) logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deve ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:
  - f.1) deficiência de finos – processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, podendo ser empregado apenas agregado miúdo (pedrisco + pó) para possibilitar melhor e mais compatível travamento;



- f.2) excesso de finos – processa-se a sua necessária remoção através de meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).
- g) a compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco e quando desaparecerem as ondulações na frente do rolo e a camada se apresentar completamente firme e travada. Para o acabamento, podem ser dadas algumas passadas de rolo vibratório liso até que a superfície esteja desempenada, sem depressões;
- h) após a compactação e as correções necessárias, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e dos usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa se estende por um período suficiente de forma a garantir a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Se necessário, as operações corretivas descritas anteriormente são novamente aplicadas;
- i) após a limpeza da pista, caso se trate de camada de base, é feito o umedecimento e nova rolagem de acabamento com rolo liso, sem vibração, preparando-se a base para sua impermeabilização através dos serviços de imprimação.

## **6 MANEJO AMBIENTAL**

6.1 Nas operações destinadas à execução dos serviços objeto desta especificação com o objetivo de preservação ambiental, devem ser observadas e adotadas as soluções e procedimentos relacionados ao tema ambiental, definidos nos documentos técnico-normativos pertinentes vigentes no DER/PR, na legislação ambiental, nas recomendações e exigências dos órgãos ambientais, e na documentação técnica vinculada à execução da obra (Projeto de Engenharia, Programas Ambientais etc.) em especial quanto a:

- a) comprovar a regularidade da origem dos materiais de construção empregados, zelando para que licenças ambientais válidas sejam apresentadas previamente ao DER e observando o cumprimento dos condicionantes;
- b) zelar pela competência hídrica e preservar a qualidade das águas, aplicando dispositivo de contenção de carreamento de finos e outras providências para evitar assoreamento;
- c) adotar controle de processos erosivos de forma a impedir que sua evolução comprometa a integridade do patrimônio ou cause retrabalho ou danos a terceiros;
- d) providenciar e efetivar controle de coleta, transporte, armazenamento e disposição final de resíduos da construção, inclusive providenciando a regularização de bota-foras.

6.2 Além destas recomendações, devem ser observadas integralmente aquelas indicadas no Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

## 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, 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, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.
- 7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 3 e 4, elencados a seguir.

Quadro 3 – Agregados

Agregados		
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Reforço subleito	→ a cada 600 m <sup>3</sup>	01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo; 01 ensaio de granulometria de cada produto de britagem; 01 ensaio de forma.
Sub-base	→ a cada 400 m <sup>3</sup>	
Base	→ a cada 400 m <sup>3</sup>	

**Nota 03:** sempre que visualmente se observar alterações mineralógicas na bancada da pedra deve ser feito 01 ensaio de abrasão Los Angeles e 01 ensaio de durabilidade com sulfato de sódio.

Quadro 4 – Controle de execução na pista

Controle de execução na pista		
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Reforço subleito	→ a cada 600 m <sup>3</sup>	03 determinações da espessura da camada de bloqueio ou isolamento; 03 verificações das condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento através de abertura de poços de inspeção em pontos aleatórios; 03 determinações da espessura da fração fina depositada sobre a superfície do agregado graúdo; 01 ensaio de granulometria da mistura de agregados utilizada como enchimento ou travamento
Sub-base	→ a cada 400 m <sup>3</sup>	
Base	→ a cada 400 m <sup>3</sup>	

**Nota 04:** sempre que visualmente se observar alterações mineralógicas na bancada da pedra deve ser feito 01 ensaio de abrasão Los Angeles e 01 ensaio de durabilidade com sulfato de sódio.

## 8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRANTE

- 8.1 Compete ao DER/PR, 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 O controle externo de qualidade é executado, através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstos no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde, pelo menos, a 10% dos ensaios e determinações, realizados pela executante no mesmo período.
- 8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:
- espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20m, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal;
  - largura da camada acabada: a largura da plataforma acabada é obtida por medidas à trena, executadas a cada 20 m.
- 8.4 Acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais, não podendo existir leiras e outros confinamentos laterais, nem camada de macadame seco instável, seja por deficiência de travamento ou excesso de finos superficiais.

## 9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

- 9.1 Aceitação
- 9.1.1 O agregado graúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e índice de forma.
- 9.1.2 O agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange aos ensaios de equivalente de areias e durabilidade.
- 9.1.3 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 mostradas no Quadro 5.

Quadro 5 – Tolerâncias e limites da faixa granulométrica adotada

Tolerâncias e limites da faixa granulométrica adotada		
Peneira		% Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1"	9,5 a 25,4	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 80	0,18	± 3
nº 200	0,074	± 2

9.1.4 Os serviços executados são aceitos, quanto ao controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

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

Onde:

- u – espessura média;
- $\bar{X}$  – média da amostra;
- s – desvio padrão;
- n – número de determinações (tamanho da amostra).

- b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de  $\pm 5\%$ , em relação à espessura prevista em projeto;
- b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de  $\pm 10\%$ , em relação à espessura prevista em projeto.

9.1.5 As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

**Nota 05:** Na falta de procedimento mais apropriado aprovado pelo DER/PR, admite-se que o nível deflectométrico admissível para estas camadas possam ser estabelecidos a partir de medidas realizadas na execução do(s) segmento(s) experimental(is) e utilizando-se: a) um software de análise de sistema de camadas elástico linear, b) o intervalo de módulos resilientes médios de camadas de macadame seco definidos em estudos de retro análise de rodovias do estado do Paraná executadas com agregados de igual embasamento rochoso; c) valores apresentados em dissertações e teses; e d) o modelo de correlação entre deflexão de número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de 8,2<sub>tr</sub> (USACE) contido no procedimento TECNAPAV/94.

## 9.2 Condições de conformidade e não conformidade

9.2.1 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:

$\bar{X} - k_s < \text{valor mínimo especificado}$  ou  $\bar{X} + k_s > \text{valor máximo de projeto}$ : não conformidade;  
 $\bar{X} - k_s \geq \text{valor mínimo especificado}$  e  $\bar{X} + k_s \leq \text{valor máximo de projeto}$ : conformidade.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

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

Onde:

$x_i$  – valores individuais;

$\bar{X}$  – média da amostra;

$s$  – desvio padrão;

$k$  – coeficiente tabelado em função do número de determinações, definido de acordo com o Quadro 6;

$n$  – número de determinações.

Quadro 6 – Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)

Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
$\alpha$	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = N° de Amostras					k = Coeficiente Multiplicador					$\alpha$ = Risco da Contratada				

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

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

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

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

Se  $\bar{X} + k_s >$  valor máximo especificado: não conformidade;

Se  $\bar{X} + k_s \leq$  valor máximo especificado: conformidade.

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

9.2.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.2.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

## 10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

- 10.1 O serviço de macadame seco, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume de material compactado na pista, expresso em metros cúbicos, calculado segundo a seção transversal de projeto.
- 10.2 No cálculo de volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média  $\bar{X}$ , calculada como indicado anteriormente. Quando  $\bar{X}$  for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor de  $\bar{X}$ . No caso de  $\bar{X}$  ser maior do que a espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.
- 10.3 Considera-se o talude do macadame seco, para fins de cálculo da largura média, igual a 1:1.

## 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 Quando for necessário o emprego de camada de bloqueio, conforme descrito nesta especificação, esta não é considerada como objeto de remuneração em separado.
- 11.4 O preço unitário deve ser compatível com:
- a) a função pretendida para a camada de macadame seco (reforço, sub-base ou base);
  - b) com o tipo de material de enchimento utilizado (brita graduada, brita corrida ou outros materiais de enchimento);
  - c) com a necessidade ou não de britagem do agregado graúdo.