



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-001
Tel/fax: (21) 3545-4600

Setembro/2013

NORMA DNIT 166/2013-ES

Pavimentação – Reciclagem de pavimento a frio “in situ” com adição de espuma de asfalto – Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.003481/2012-04

Origem: Revisão da norma DNER-ES 405/2000

Aprovação da Diretoria Colegiada do DNIT na Reunião de 26/09/2013

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras chave:

Pavimentação, reciclagem, espuma de asfalto.

Total de páginas

9

Resumo

Este documento normativo define a sistemática a ser adotada na execução de reciclagem a frio "in situ" do pavimento, com a utilização de espuma de asfalto, agregado mineral, cimento Portland, água e incorporação de espuma de asfalto. São também encontrados os requisitos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle da qualidade, condicionantes ambientais, condições de conformidade e não conformidade e critérios de medição dos serviços.

Abstract

This technical standard defines the methods and procedures to be used in the "in situ" manufacturing of a pavement by cold recycling, with the use of mineral aggregate, Portland cement, water and foamed bitumen as an incorporated item. It also presents requirements concerning materials, equipment, execution, quality control, environmental management, conformity and non conformity conditions and the criteria for services measurement.

Sumário

Prefácio

1	Objetivo	1
2	Referências normativas.....	2

3	Definições.....	2
4	Condições gerais.....	3
5	Condições específicas.....	3
6	Condicionantes ambientais.....	5
7	Inspeções.....	6
8	Crítérios de medição.....	8
	Índice geral.....	9

Prefácio

Esta Norma estabelece a sistemática empregada na execução e no controle da qualidade do serviço de reciclagem de pavimento a frio com espuma de asfalto. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO e cancela e substitui a Norma DNER-ES 405/2000.

1 Objetivo

Esta Norma fixa as condições a serem adotadas para execução e controle de reciclagem a frio "in situ" de pavimento, de forma a se obter uma camada de "base reciclada", utilizando-se material removido do pavimento (proveniente da fresagem de revestimento asfáltico e base), produtos de britagem e cimento Portland, de acordo com o projeto estabelecido, com a incorporação de espuma de asfalto. A execução compreende a fresagem do pavimento existente, incorporação de materiais novos a serem espalhados sobre a pista, mistura e ho-

mogeneização na pista e compactação, de conformidade com os alinhamentos e cotas definidos no projeto de restauração e com o traço da mistura reciclada.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas aplicam-se somente às edições citadas. Para referências não datadas aplicam-se as edições mais recentes do referido documento.

- a) DNER-EM 036: Cimento Portland - Recebimento e aceitação - Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- b) DNER-ME 035: Agregados - determinação da "Abração Los Angeles" - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- c) DNER-ME 054: Equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- d) DNER-ME 086: Agregado – Determinação do índice de forma – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- e) DNER-ME 089: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- f) DNER-ME 092: Solo - Determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do frasco de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- g) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- h) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- i) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- j) DNIT 095-EM: Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNIT 135-ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação do módulo de resiliência - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- l) DNIT 136-ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- m) DNIT 145-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.

n) DNIT 155-ME: Material asfáltico – Determinação da penetração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

o) NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200) – Método de ensaio.

p) NBR 14756 – Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade cinemática.

q) NBR 14950 – Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade Saybolt Furol.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma aplicam-se as definições seguintes:

3.1 Base reciclada "in situ"

É a mistura realizada no local com o emprego de equipamentos próprios para esta finalidade, utilizando-se agregados removidos do pavimento existente, agregados adicionais, cimento asfáltico de petróleo, cimento Portland e água, em proporções previamente determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório, misturada, espalhada e compactada, de forma a compor a camada de base do pavimento.

3.2 Espuma de asfalto

É a mistura de cimento asfáltico de petróleo e água realizada em condições específicas de temperatura e pressão, obtida em uma câmara de expansão.

3.3 Taxa de expansão

Relação entre o volume máximo do cimento asfáltico no estado de "espuma" e o volume do CAP original.

3.4 Meia vida

É a medida de estabilidade da espuma e fornece a indicação do índice de colapso da espuma. É o tempo, em segundos, necessário para a espuma assentar até a metade do volume máximo alcançado.

3.5 Relação de tensão

Relação entre a resistência à tração indireta úmida e a resistência à tração indireta seca, obtidas através do ensaio de compressão diametral dos corpos de prova Marshall, a 25°C.

4 Condições gerais

- a) Antes da execução dos serviços deve ser implantada a adequada sinalização de obra, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.
- b) Não é permitida a execução dos serviços nos dias de chuva.
- c) Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo e quantidade do conteúdo e distância de transporte entre o distribuidor e o canteiro de serviço.

5 Condições específicas

5.1 Insumos

5.1.1 Cimento asfáltico de petróleo - CAP

Os cimentos asfálticos de petróleo utilizados na produção de espuma devem ser do tipo CAP 50/70, CAP 85/100 ou CAP 150/200, de acordo com a Norma DNIT 095/2006-EM.

5.1.2 Espuma de asfalto

A espuma de asfalto deve apresentar as seguintes características:

- a) Expansão ≥ 10 (em relação ao volume original)
- b) Meia vida ≥ 8 segundos

5.1.3 Cimento Portland

- a) Deve atender aos requisitos da Norma DNER-EM 036/95.
- b) Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de fabricação com as informações sobre a data de fabricação, origem, classe, denominação normalizada, massa líquida entregue etc.

- c) Deve ser realizado um ensaio de finura de acordo com a Norma NBR 11.579/91 a cada 250 m de extensão de faixa de tráfego ou quando houver dúvida sobre sua sanidade.

5.1.4 Água

Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

5.1.5 Agregados adicionais

Caso necessário, a correção granulométrica do material fresado para enquadramento na faixa definida no projeto, os agregados adicionais devem atender aos requisitos a seguir:

- a) Agregado graúdo – consiste em agregado pétreo ou seixo rolado, britados, e devem se constituir em fragmentos são, duráveis, sem torrões de argila ou substâncias nocivas e apresentar as características seguintes:

- desgaste Los Angeles igual ou inferior a 55% (DNER-ME 035/98), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de desempenho satisfatório comprovado, ou quando submetidos a ensaios tecnológicos específicos;

- índice de forma superior ou igual a 0,5 (DNER-ME 086/94);

- durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089/94).

- b) Agregado miúdo – constituído de pó de pedra com partículas individuais resistentes, sem torrões de argila e outras substâncias nocivas, devendo seu equivalente de areia (DNER-ME 054/97) ser igual ou superior a 40%.

5.2 Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado e estar de acordo com esta Norma. Os equipamentos requeridos são discriminados nas subseções 5.2.1 a 5.2.4.

5.2.1 Equipamento para espalhamento

Para o espalhamento dos materiais adicionais, como cimento e agregados de correção, podem ser utilizados equipamentos específicos dotados de controle eletrônico ou do tipo "spreader", para melhor controle das taxas de aplicação e garantia de distribuição homogênea. No caso

do cimento, este pode ser espalhado manualmente, desde que se garanta a taxa prevista em projeto.

5.2.2 Equipamento para reciclagem

O equipamento para reciclagem deve ter as seguintes características e dispositivos:

- a) Autopropulsão com tração nas quatro rodas e potência motor mínima de 600 HP, para empurrar carreta de CAP e rebocar caminhão pipa de água simultaneamente, além de fresar profundidades de até 300 mm em uma única passada.
- b) Sistema automático de profundidade e nivelamento, para manter a espessura de corte nivelada e uniforme.
- c) O equipamento deve ter dispositivo de regulagem de espessura da camada do pavimento que será removida por fresagem e de regulagem da inclinação transversal.
- d) Largura mínima efetiva de 2,5 m, em uma única passada.
- e) Tambor misturador/fresador equipado com ferramentas de cortes especiais e que permita operação em quatro velocidades.
- f) Dispositivo eletrônico para ajustar com precisão a taxa de aplicação de CAP, independentemente da velocidade de avanço.
- g) Sistema de injeção de asfalto, água e ar, para formação de espuma, controlado por microprocessador, para assegurar a precisão e a uniformidade nas taxas de aplicação.
- h) Bico de teste, para obter amostras de espuma de asfalto.
- i) Acessório específico para injeção e dosagem para a água utilizada para a compactação, em sistema separado do sistema de formação de espuma.

5.2.3 Equipamento para acabamento

Motoniveladora para acabamento e nivelamento do material reciclado, autopropelida, com largura mínima de lâmina de 3,6 m e potência de motor suficiente para espalhar, aplicar e nivelar o material reciclado.

Precauções devem ser tomadas a fim de serem evitados processos de segregação da mistura reciclada.

5.2.4 Equipamentos para compressão

Rolo pneumático, rolo metálico liso, rolo tipo tandem vibratório e rolo tipo pé de carneiro (pata curta), para compactação da camada reciclada. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa (35 a 120 psi). O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

5.3 Execução

5.3.1 Mistura reciclada

São necessárias as seguintes providências:

- a) Deve ser feito um poço de sondagem a cada 500 metros de extensão de pista, para verificação de:
 - espessura das camadas existentes;
 - granulometria e teor de umidade do conjunto revestimento + base;
 - teor de betume do revestimento.
- b) O projeto da mistura deve ser definido e submetido à aprovação da Fiscalização do DNIT antes do início da execução dos serviços.
- c) A composição final da mistura reciclada deve satisfazer aos requisitos do projeto e ao estabelecido a seguir:
 - apresentar o valor mínimo de 0,25 MPa para a resistência à tração indireta seca e de 0,15 MPa para a resistência à tração indireta saturada, a 25 °C;
 - possuir composição granulométrica satisfazendo à faixa da Tabela 1.

Tabela 1 – Composição granulométrica

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em massa (%)	Tolerância da faixa de projeto (%)
ABNT	Abertura (mm)		
2"	50,8	100	- 7
1 ½"	38,1	88 - 100	± 7
1"	25,4	75 - 100	± 7
¾"	19,1	66 - 99	± 7
½"	12,7	55 - 87	± 7
3/8"	9,5	49 - 74	± 7
¼"	6,3	40 - 62	± 7
Nº 4	4,75	35 - 56	± 5
Nº 8	2,36	25 - 42	± 5
Nº 16	1,18	18 - 33	± 5
Nº 30	0,600	14 - 28	± 5
Nº 40	0,425	12 - 26	± 5
Nº 50	0,300	10 - 24	± 5
Nº 100	0,150	7 - 17	± 2
Nº 200	0,075	5 - 20	± 2

5.3.2 Mistura

5.3.2.1 A reciclagem "in situ" do pavimento deve ser executada nas seguintes condições e sequência:

- a) Espalhamento do agregado adicional, quando indicado no projeto da mistura reciclada, sobre a pista de rolamento, na espessura determinada;
- b) Espalhamento do cimento Portland sobre o pavimento existente, se indicado no projeto da mistura reciclada;
- c) Reciclagem na seção, espessura de corte e inclinação indicadas em projeto. Nesta operação o cimento Portland, agregados adicionais (caso necessário), espuma de asfalto e água para compactação são simultaneamente incorporados e homogeneizados com parte do pavimento existente na câmara de mistura da recicladora. O processo é realizado por meio de um trem de reciclagem composto pelo tanque de asfalto, recicladora e um caminhão tanque de água, nesta ordem.

5.3.2.2 Na incorporação de água é tolerada na mistura a umidade compreendida entre 0,9 e 1,1 vezes a determinada para o trecho no ensaio de compactação.

5.3.2.3 Para execução de juntas longitudinais entre cortes adjacentes deve ser efetuada uma superposição mínima de 15 cm entre passadas da recicladora. Não deve ser aplicada espuma de asfalto ou água para compactação nessa largura de superposição, pois ela já foi tratada anteriormente.

5.3.3 Compactação, proteção e cura

Aplicar os procedimentos seguintes:

- a) o equipamento de compactação deve ter dimensões, forma e massa adequadas, de modo a se obter a massa específica aparente máxima prevista para a mistura. O andamento das operações deve ser estabelecido de modo que a faixa em execução seja uniformemente compactada em toda a largura da faixa reciclada;
- b) a compactação deve ser iniciada com o emprego de rolo pé de carneiro (pata curta);
- c) a compactação deve ser finalizada com o emprego de rolos pneumáticos ou lisos, que assegurem a obtenção da massa específica aparente indicada no projeto da mistura reciclada, em toda a espessura da camada compactada;

d) a operação de compactação deve ser conduzida de modo que a espessura a ser compactada na fase final seja a maior possível e nunca inferior a 10 cm, após compactação;

e) durante as operações finais de compactação devem ser tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na umidade ótima, ou ligeiramente acima, recorrendo-se a pequenas adições de água, se preciso for, e procedendo-se à nova homogeneização com equipamento adequado;

f) antes da fase final de compactação, caracterizada pela existência de certa quantidade de material solto superficialmente, deve ser feita a conformação do trecho ao greide e à declividade desejados com o emprego de equipamento adequado;

g) após a conclusão da compactação deve ser feito o acerto final da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da moto-niveladora. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da base deve ser comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas;

h) a energia de compactação deve ser no mínimo a do ensaio de Proctor Modificado correspondente à massa específica aparente seca máxima;

i) todo trecho, logo após a sua execução deve ser submetido a um processo de cura, devendo para este fim ser protegido contra a perda rápida de umidade pela aplicação da pintura de ligação, em conformidade com a Norma DNIT 145/2012-ES;

j) a pintura de proteção só pode ser considerada como pintura de ligação (*tack-coat*) no caso de, por ocasião da aplicação do revestimento asfáltico, se encontrar em condições de cumprir os requisitos necessários e estar livre de pó ou material estranho; caso contrário deve ser executada nova aplicação de pintura de ligação;

k) os trechos reciclados só podem ser abertos ao tráfego após a conclusão da pintura de proteção, em conformidade com a subseção 5.3 da Norma DNIT 145/2012-ES.

6. Condicionantes ambientais

6.1 Condicionantes ambientais gerais

Devem ser devidamente observados à legislação ambiental vigente e os procedimentos prescritos no instru-

mental técnico normativo pertinente do DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006 – PRO, e cumprido o estabelecido na documentação vinculada à execução do empreendimento, constituída pelo projeto de engenharia, estudos ambientais e o licenciamento ambiental.

6.2 Condicionantes ambientais específicos

Devem ser obedecidos os procedimentos a seguir:

- a) A executante deve encaminhar à Fiscalização do DNIT cópia da licença para a operação da pedreira estabelecida no projeto e planejar sua exploração, visando à minimização dos impactos ambientais. Terminada a operação da pedreira, deve ser realizada a reabilitação da área, de modo a não gerar nenhum passivo ambiental.
- b) Evitar o tráfego de equipamentos fora do corpo estradal.
- c) Controlar a emissão de poeira, ruído e vibração, principalmente em área urbana.
- d) As operações na instalação de britagem e de manuseio e transporte de materiais devem ser efetuadas em condições adequadas e de forma a não intervir com o processo natural de escoamento de águas superficiais e com os dispositivos instalados de drenagem.

7 Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Todos os materiais a serem aplicados na obra devem ser examinados em laboratório obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer às normas e o prescrito a seguir:

7.1.1 Cimento Portland

Deve ser realizado um ensaio de finura (NBR 11579:1991) a cada 250 m de faixa ou quando houver dúvida sobre sua sanidade.

7.1.2 Agregados adicionais

- a) Para os agregados graúdos devem ser realizados os seguintes ensaios:

- um ensaio de “Abrasão Los Angeles” (DNER-ME 035/98) antes do início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- um ensaio de índice de forma (DNER-ME 086/94) antes do início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material; e
- um ensaio de durabilidade (DNER-ME 089/94) antes do início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.

- b) Para o agregado miúdo deve ser realizado o seguinte ensaio:

- uma determinação do equivalente de areia (DNER-ME 054/97) em cada dia de trabalho.

7.1.3 Cimento asfáltico de petróleo - CAP

Para todo carregamento que chegar à obra devem ser realizados os ensaios a seguir:

- Um ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155/2010-ME);
- Um ensaio de viscosidade Saybolt Furol (NBR 14950:2003) ou Brookfield a 135 °C (NBR 14756:2001).

7.1.4 Água

Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre sua qualidade.

7.2 Controle da execução

7.2.1 Controle da mistura reciclada

Os controles de confecção da mistura devem ser realizados a cada 250 metros de extensão de faixa de tráfego, como a seguir:

- a) verificação da quantidade do cimento incorporado por massa ou volume;
- b) ensaio de compactação, para determinação da massa específica aparente seca máxima, com a energia do ensaio Proctor Modificado;
- c) determinação do teor de umidade, depois da adição de água e homogeneização da mistura;
- d) ensaios de granulometria e teor de betume, para verificação das características do material reciclado;
- e) moldagem de dois corpos de prova Marshall (75 golpes/face), para determinação da resistência à tração indireta por compressão diametral seca e saturada

(DNIT- 136/2010-ME), após 72 horas de cura em estufa a 60 °C, com material coletado na pista;

f) moldagem de dois corpos de prova Marshall (75 golpes/face), para determinação da massa específica aparente após 72 horas de cura em estufa a 60 °C, com material coletado na pista;

g) determinação da densidade "in situ", após a compactação final da mistura.

h) duas determinações do módulo de resiliência, em conformidade com a Norma DNIT 135/2010-ME para cada traço de mistura executado.

7.2.2 Controle da espuma de asfalto

A cada 500 metros de faixa reciclada ou por jornada de 8 horas de trabalho devem ser realizados ensaios de taxa de expansão e meia vida do CAP espumado.

7.2.3 Compactação

a) Os ensaios de densidade "in situ" para verificação do grau de compactação pelo método DNER-ME 092/94 (determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia) devem ser realizados a cada 250 metros de extensão de faixa de tráfego, ou por jornada de 8 horas de trabalho.

b) O grau de compactação deve ser de, no mínimo, 100% em relação à maior massa específica aparente seca obtida, decorrente dos procedimentos de compactação pelo padrão Proctor Modificado e compactação Marshall (75 golpes/face).

7.3 Controle geométrico do produto

Após a execução da base reciclada, proceder à relocação e ao nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as tolerâncias seguintes:

- a) até 10 cm em excesso quanto à largura da plataforma;
- b) até 20% em excesso para a flecha de abaulamento, ou até 0,5% em excesso para a declividade transversal de caimento simples, não se tolerando falta nos dois casos;
- c) $\pm 10\%$ quanto à espessura de projeto.

NOTA: Em caráter complementar, pode ser realizado o controle deflectométrico, para garantia da

qualidade na execução do serviço. Proceder-se à determinação de deflexões sobre a superfície acabada segundo o método DNER-ME 024/94, com o auxílio de viga Benkelman, ou FWD (*Falling Weight Deflectometer*) segundo a Norma DNER-PRO 273/96. Executa-se pelo menos uma medida da deflexão máxima a cada 20 metros, alternando-se, aleatoriamente, entre as bordas (direita e esquerda) e o centro da pista.

A deflexão obtida sobre cada camada deve ser inferior ao valor considerado no dimensionamento do pavimento constante do projeto. Os segmentos que apresentarem valores superiores aos considerados no projeto devem ser pesquisados individualmente, para se tentar definir a causa do aumento nos valores da deformabilidade elástica. Caso o aumento tenha sido causado por falha executiva, ou uso de material inadequado, ou presença de material com excesso de umidade, o serviço deve ser refeito e corrigido o problema, antes da execução da camada seguinte.

7.4 Controle da qualidade

7.4.1 Plano de amostragem

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

7.4.2 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado na subseção 7.4.1 devem cumprir as Condições Gerais e Específicas estabelecidas, respectivamente, nas seções 4 e 5 desta Norma e observados os critérios e disposições seguintes:

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

- Condições de conformidade:

$$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado};$$

$$\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}.$$

- Condições de não conformidade:

$$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado};$$

$$\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}.$$

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, de acordo com a Tabela 1 – Amostragem Variável, da Norma DNER-PRO 277/97.

n - número de determinações (tamanho da amostra).

b) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos, na frequência previamente definida, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual prescreve que o executante da obra deve

estabelecer e manter procedimentos documentados para implementar as ações corretivas e preventivas na execução da obra, com o objetivo de detectar e eliminar as causas das não conformidades.

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

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções efetuadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário deve ser rejeitado.

8 Critérios de medição

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no edital de licitação, ou na falta desses critérios em conformidade com as disposições a seguir:

a) O serviço deve ser medido em metros cúbicos de pavimento reciclado, considerando o volume efetivamente executado, de acordo com a espessura média e obedecidos os alinhamentos e cotas de projeto, admitidas as tolerâncias estabelecidas nesta Norma.

b) Não devem ser motivo de medição em separado o fornecimento e aplicação de materiais, transporte, mão de obra, encargos sociais incidentes, custos com a utilização de equipamentos, despesas fiscais e eventuais necessárias à execução e ao controle da qualidade da obra, devendo os mesmos estar incluídos na composição do preço unitário do serviço.

c) Volumes superiores aos indicados no projeto para os segmentos só devem ser medidos se previamente justificados pela Fiscalização do DNIT e após a competente aprovação e autorização.

Índice Geral

Abstract		1	Equipamentos	5.2	3
Agregados adicionais	5.1.5, 7.1.2	3, 6	Equipamento para espalhamento	5.2.1	3
Água	5.1.4, 7.1.4	3, 6	Equipamento para reciclagem	5.2.2	4
Base reciclada "in situ"	3.1	2	Equipamento para acabamento	5.2.3	4
Cimento asfáltico de petróleo – CAP	5.1.1, 7.1.3	3, 6	Equipamentos para compressão	5.2.4	4
Cimento Portland	5.1.3, 7.1.1	3, 6	Espuma de asfalto	3.2, 5.1.2	2, 3
Compactação	7.2.3	7	Execução	5.3	4
Compactação, proteção e cura	5.3.3	5	Índice geral		9
Condicionantes ambientais	6	5	Inspeções	7	6
Condicionantes ambientais específicos	6.2	6	Insumos	5.1	3
Condicionantes ambientais gerais	6.1	5	Meia vida	3.4	2
Condições de conformidade e não conformidade	7.4.2	7	Mistura	5.3.2	5
Condições específicas	5	3	Mistura reciclada	5.3.1	4
Condições gerais	4	3	Plano de amostragem	7.4.1	7
Controle da espuma de asfalto	7.2.2	7	Prefácio		1
Controle da execução	7.2	6	Objetivo	1	1
Controle da mistura reciclada	7.2.1	6	Referências normativas	2	2
Controle da qualidade	7.4	7	Relação de tensão	3.5	2
Controle dos insumos	7.1	6	Resumo		1
Controle geométrico do produto	7.3	7	Sumário		1
Critérios de medição	8	8	Tabela 1 – Composição granulométrica		4
Definições	3	2	Taxa de expansão	3.3	2
