

CÓDIGO

GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

1 de 18

TÍTULO

PAVIMENTAÇÃO - RECICLAGEM PROFUNDA DE PAVIMENTOS

PALAVRAS-CHAVE

Pavimentação. Especificação de Serviços. Reciclagem Profunda de Pavimentos.

DIRETORIA INTERESSADA

Diretoria de Obras Rodoviárias

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Departamento de Infraestrutura do estado de Santa Catarina. **DEINFRA-SC. ES-P09/16**. Pavimentação: Reciclagem Profunda de Pavimentos.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 167/2013-ES**. Pavimentação: Reciclagem profunda de pavimentos "in situ" com adição de cimento Portland.

Agência Goiana de Transportes e Obras. **AGETOP-ES-P 04/01**. Pavimentação. Especificações de Serviço. Base Estabilizada Granulometricamente.

SERVIÇOS RELACIONADOS

Reciclagem de Base sem Mistura c/ Incorporação do Pavimento; Reciclagem de Base com Cimento; Reciclagem de Base com Brita; Reciclagem de Base com Brita e Cimento.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO 01 DATA REVISÃO
MAI/2023

2 de 18

SUMÁRIO

1 – DEFINIÇAO	3
2 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS	3
3 – MATERIAIS	5
3.1 – Cimento Portland	5
3.2 – Agregados	5
3.3 – Água	6
3.4 – Características Gerais da Mistura	6
3.5 – Orientações para a Dosagem da Mistura Reciclada	7
4 – EQUIPAMENTOS	9
4.1 – Equipamentos de Uso Geral	9
4.2 – Equipamento para adição e espalhamento de Agregados	10
4.3 – Equipamento para adição e espalhamento de Cimento Portland	11
5 – EXECUÇÃO	11
6 – CONTROLE	13
6.1 – Controle dos Insumos	13
6.2 – Controle da Execução	14
6.3 – Controle geométrico do produto	16
6.4 – Plano de Amostragem e Condições de Aceitação	17
7 – MANEJO AMBIENTAL	18
8 – MEDICÃO E PAGAMENTO	18



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos revisão data revisão MAI/2023

3 de 18

1 - DEFINIÇÃO

A reciclagem profunda de pavimento tem como finalidade a obtenção de uma camada de pavimento reciclada, a partir do aproveitamento dos materiais existentes, agregados virgens adicionais e materiais cimentantes, quando necessário, conforme estabelecido no projeto de dosagem da mistura.

É um processo de reconstrução parcial de uma estrutura do pavimento, com a utilização dos materiais existentes e equipamentos adequados. A operação compreende a desagregação do pavimento, a incorporação de novos materiais, se necessária, mistura e homogeneização simultâneas e "in- situ", compactação e acabamento, resultando numa nova camada na estrutura do pavimento.

A camada reciclada deverá ser estabilizada por meio do enquadramento granulométrico de faixa, de forma a garantir o devido travamento de seus grãos, entretanto, quando necessário, poderá haver a adição de novos materiais, visando adequar as propriedades técnicas da mistura às especificadas em normas:

- Adição de Cimento Portland: proporciona maior coesão e resistência da camada, bem como a redução da plasticidade;
- Adição de Material granular (brita, seixo britado, areia): proporcionam melhor enquadramento da granulometria da mistura e, por consequência, acréscimo de resistência. Pode, ainda, conferir a redução da plasticidade da camada, quando da adição da areia.

A adição desses materiais pode ocorrer de forma isolada ou em conjunto, conforme estabelecido no projeto de dosagem da mistura.

2 - REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Para aplicação desta Especificação de Serviço são indispensáveis os seguintes documentos:

- a) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 167/2013 ES**. Pavimentação Reciclagem Profunda de Pavimentos "in situ" com adição de Cimento Portland. Especificação de serviço. 11 páginas.
- b) Departamento Estadual de Infraestrutura. DEINFRA SC-ES-P-06/16. Reciclagem Profunda de Pavimentos. Especificação de Serviço. 20 páginas.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos nevisão data revisão MAI/2023

4 de 18

- c) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 036/1995**. Solos Determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do balão de borracha. Método de Ensaio. 05 páginas.
- d) Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 16697/2018.** Cimento Portland Requisitos. 12 páginas.
- e) Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 11579/2012.** Cimento Portland Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). 04 páginas.
- f) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 089/1994**. Agregados Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato. Método de Ensaio. 06 páginas.
- g) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 035/1998**. Agregados determinação da abrasão "Los Angeles". Método de Ensaio. 10 páginas.
- h) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 086/1997**. Agregados determinação do índice de forma. Método de Ensaio. 05 páginas.
- i) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 054/1997**. Equivalente de areia. Método de Ensaio. 10 páginas.
- j) Agência Goiana de Transportes e Obras. **Especificações Gerais para Obras Rodoviárias**. **Agetop ES-P 07/01.** Imprimação. Especificações de Serviços Rodoviários. 643 páginas.
- k) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 164/2013 ME**. Solos Compactação utilizando amostras não trabalhadas. Método de Ensaio. 07 páginas.
- I) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 092/1994**. Solos Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia. Método de Ensaio. 05 páginas.
- m) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-PRO 277/1997**. Metodologia para controle estatístico de obras e serviços. Procedimento. 07 páginas.
- n) Agência Goiana de Transportes e Obras. **AGETOP-ES-P 04/01**. Pavimentação Especificações de Serviço. Base Estabilizada Granulometricamente. 27 páginas.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos revisão data revisão MAI/2023

5 de 18

3 - MATERIAIS

3.1 Cimento Portland

Deverá obedecer às especificações da Norma DNER EM 036/95 e às da ABNT NBR 5732/91, NBR 11579/91.

Notas:

1) Todo carregamento de cimento que chegar à obra deverá vir acompanhado de certificado de fabricação, com informações sobre a data de fabricação, origem, além da sigla correspondente, a classe, a denominação normalizada, a massa líquida entregue;

3.2 Agregados

Caso a granulometria do substrato (revestimento + base), não se enquadre nas faixas granulométricas especificadas, deverão ser introduzidos agregados adicionais para promover os ajustes necessários. Também é permitida a adição de agregados para atender a outros requisitos tecnicamente ou operacionalmente justificáveis.

Os agregados adicionais, a serem utilizados, deverão ser constituídos de fragmentos de rocha sã ou seixos rolados britados, limpos e duráveis, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas, obedecidas as seguintes indicações:

3.2.1 Agregados Graúdos

- Valor de perda máxima de 12% quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (MÉTODO DNER-ME 89/94);
- Valor máximo de 55% no ensaio de desgaste ou Abrasão "Los Angeles" (MÉTODO DNER-ME 35/98);
- Valor superior a 0,5 no índice de forma (MÉTODO DNER-ME 86/94) ou valor máximo de 20% de grãos defeituosos no ensaio de lamelaridade;

3.2.2 Agregados Miúdos

- Valor para o equivalente de areia (MÉTODO DNER/ME 54/97), superior a 40%;
- Valor de perda máxima de 15% quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (MÉTODO DNER-ME 89/94);



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos nevisão data revisão MAI/2023

023 | FOLHA 6 de 18

3.3 Água

Deverá ser limpa e isenta de substâncias nocivas, tais como: sais, ácidos, óleos, álcalis, açucares, matéria orgânica ou outros elementos prejudiciais à reação do cimento.

3.4 Características Gerais da Mistura

A mistura reciclada deverá apresentar uma composição granulométrica, bem graduada, que se enquadre nas faixas estabelecidas nos quadros seguintes.

Tabela 3.4.1 – Curva granulométrica de misturas recicladas, estabilizadas granulometricamente.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso (%)			Tolerância
ASTM	Abertura	Faixas			da faixa de projeto (%)
7.61	(mm)	Α	В	C**	
2"	50,8	100	-	-	-
1"	25,4	75 - 100	100	-	± 7
3/8"	9,5	40 - 85	60 - 95	100	± 7
Nº 4	4,8	20 - 75	30 - 85	50 - 100	± 5
Nº 10	2,0	15 - 60	15 - 60	35 - 90	± 5
Nº 40	0,42	10 - 45	10 - 45	20 - 80	± 2
Nº 200*	0,074	5 - 30	5 - 30	8 - 40	± 2

^{*} A porcentagem do material que passa na Peneira n.º 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na Peneira n.º 40.

Deverão ser obedecidas, ainda, as seguintes condições:

^{**} Somente para $N \le 5 \times 10^6$ (número de repetições do eixo simples padrão calculado pelo Método DNER/1966, correspondente ao período de projeto).



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos DATA REVISÃO MAI/2023

REVISÃO

01

7 de 18

- a) A participação do revestimento asfáltico existente, deverá ser limitada em 50%, em peso, em relação à massa seca da mistura reciclada. Exceções a esse critério deverão ser devidamente justificadas;
- b) O teor de cimento máximo, será de 3%, em relação ao peso da mistura reciclado. Valores superiores poderão ser adotados desde que devidamente justificados;
- c) Recomenda-se que a quantidade de material passante na peneira 2", (50,8 mm), para a Faixa A e na peneira de 1"(25,4 mm) para a faixa B, deva ser de 100%;
- d) Recomenda-se que a quantidade de material passante na peneira nº 4 (4,8 mm) deva ser de, no mínimo, 50%, para a faixa B.
- e) No caso de reciclagem profunda onde uma camada for constituída de brita graduada, ou similar, recomenda-se que a porcentagem de material passante na peneira nº 200 (0,075 mm) deva estar situada entre 3% e 10%;
- f) Inexistência de patamares ou fortes descontinuidades na curva granulométrica;

Nota:

Poderá ser utilizada outra granulometria, não contemplada na tabela 3.4.1, desde que devidamente justificado.

3.5 Orientações para a Dosagem da Mistura Reciclada

a) Coleta de amostras

A coleta de amostras para elaboração do projeto de dosagem da mistura reciclada deverá ser efetuada com o auxílio da própria recicladora que será utilizada nos serviços de reciclagem. É fundamental que a coleta de amostras seja feita de forma a cobrir todas as possíveis variações da estrutura do pavimento existente.

A cada uma destas variações corresponde um segmento homogêneo, para o qual deve ser elaborado um projeto de dosagem específico. Na ausência da recicladora é permitida a utilização de fresadora de asfalto para o processo de coleta, desde que a mesma garanta a simulação das condições de fragmentação da camada granular.

b) Agregados adicionais



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

8 de 18

Se preciso, a quantidade de agregados adicionais a ser acrescentado à mistura, será aquela necessária a atender as condições estabelecidas em norma, devendo ainda:

- Ser aquela que compatibilize ao máximo os vários segmentos homogêneos, de forma a minimizar alterações de porcentagem de agregado ao longo do trecho;
- Levar em consideração a fragmentação do agregado adicional e da base existente, pela ação mecânica da recicladora e dos rolos compactadores.

c) Cimento Portland

Se preciso, a quantidade de Cimento Portland a ser acrescentado à mistura, será aquela necessária a atender as condições estabelecidas em norma. Deverá, ainda, ser aquela que compatibilize ao máximo os vários segmentos homogêneos, de forma a minimizar alterações de porcentagem de cimento ao longo do trecho.

d) Apresentação do projeto de dosagem

O relatório de dosagem deverá conter as seguintes informações:

- Granulometria do material "in natura" existente, a ser reciclado (capa + base);
- Granulometria dos agregados e sua procedência (quando utilizado);
- Granulometria do Cimento Portland e sua procedência (quando utilizado);
- Composição granulométrica da mistura reciclada e seu enquadramento na faixa definida no Projeto de Dosagem;
- Massa específica aparente seca máxima da mistura reciclada e respectiva umidade ótima;
- Energia de compactação especificada, conforme definido em projeto. Quando não especificado, deverá ser utilizada a Proctor Modificada;
- Teor de cimento (%), em peso da mistura;
- Porcentagem do(s) agregado(s) (%), em peso da mistura;



 CÓDIGO

 GOINFRA ES-PAV 003/2019

 REVISÃO 01
 DATA REVISÃO MAI/2023
 FOLHA 9 de 18

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos

- Quando houver mudança do tipo de cimento ou fonte/granulometria do agregado, durante a obra, deverá ser obrigatoriamente verificada a dosagem da mistura.
- Indicação em peso do consumo de cimento por metro quadrado (kg/m²);
- Indicação em volume do consumo de agregados por metro quadrado (m³/m²) ou do peso do agregado por metro quadrado (kg/m²), neste último, deve-se utilizar a norma (DNER-ME 152/95) para a determinação da massa unitária do agregado solto a ser considerado na conversão de (m³) para (kg).

4 - EQUIPAMENTOS

Qualquer equipamento pode ser rejeitado pela fiscalização a qualquer momento, caso não esteja em condições de operação.

4.1 Equipamentos de Uso Geral

- Caminhões tanque, com capacidade mínima de 6.000 litros;
- Caminhão basculante, com capacidade mínima para 22 toneladas ou 12 m³ de volume de carga, equipado com caçamba inclinável;
- Pá carregadeira articulada;
- Vassoura mecânica e compressor de ar comprimido para limpara a superfície da camada reciclada antes da aplicação da imprimação ou pintura de proteção;
- A motoniveladora deve ser suficientemente potente para destorroar, misturar e homogeneizar massas, cuja espessura após a compactação possa atingir o mínimo de 20,0 cm, e de conformar a superfície acabada dentro das exigências da Especificação;
- Rolo pé-de-carneiro autopropulsor vibratório, com controle de frequência de vibração;
- Rolo liso pneumático autopropulsor, com pressão variável (35 a 120 lib./pol², ou 2,5 a 8,4 kgf/cm²). Este equipamento também poderá ser utilizado na verificação do teste de carga descrito no item 6.2.3;
- Rolo pata curta vibratório auto propelido.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

10 de 18

Notas:

- 1) No início dos serviços de reciclagem, deverá ser definida experimentalmente, a composição do trem de equipamentos compactadores, com o objetivo de estabelecer a combinação ideal, otimizar o número de passadas e alcançar o grau de compactação desejado. Esse primeiro pano de reciclagem, será tratado nesta norma como "Pista de Controle".
- 2) Os equipamentos de compactação deverão assegurar uma compacidade adequada e homogênea em toda a espessura da camada sem produzir alterações de densidade e/ou esmagamento de partículas. Deverão também reunir características que permitam que o fundo da camada seja bem densificado para lhe assegurar uma boa resistência à fadiga. Deverão ser dotados de inversores de sentido e possuir deslocamento suave.
- Recicladora de pavimentos, autopropelida, com tração nas quatro rodas, potência mínima de 400 HP e capacidade de fresar profundidades de, pelo menos, 0,30 m numa única passada com, ainda, as seguintes características:
- ✓ Câmara de mistura dotada de dispositivo para permitir fragmentação da capa asfáltica e/ou agregados maiores, e assim restringir o dimensão máximo admissível;
- ✓ Sistema automático de profundidade e nivelamento para manter a espessura de corte nivelada e uniforme. A largura mínima efetiva, em uma única passada, deverá ser de 2,00 m;
- ✓ Solo misturador/fresador equipado com ferramentas de cortes especiais. Deverá ser capaz de operar, no mínimo, em três velocidades diferentes, conforme necessidade, para permitir melhor desagregação e homogeneização dos materiais;
- ✓ Dispositivo para ajustar com precisão a taxa de aplicação de água em função da velocidade de avanço.

4.2 Equipamento para adição e espalhamento de Agregado(s)

Distribuidor de agregados, para permitir distribuição homogênea e na quantidade especificada de material, como também permitir controle adequado das taxas de aplicação.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

11 de 18

4.3 Equipamento para adição e espalhamento de Cimento Portland

Equipamento distribuidor de cimento Portland, capaz de fazer a distribuição de maneira uniforme, respeitando a taxa especificada em projeto e que permita averiguar o controle adequado da aplicação.

5 – EXECUÇÃO

5.1 Procedimentos Construtivos do Processo de Reciclagem.

- A execução dos serviços de Reciclagem Profunda de Pavimentos não será permitida com tempo chuvoso ou iminência de chuva.
- A largura das faixas longitudinais deve ser fixada de modo a executar-se o menor número possível de juntas e se conseguir a maior continuidade de tratamento.
- A folga nos bordos, que corresponde a largura excedente afora do acostamento, deverá ser executada sempre que possível, pois contribui no confinamento da pista de rolamento e consequentemente na compactação da mesma. A reciclagem e compactação deste excedente deverá estar definida em projeto, com valor mínimo de 0,15 m para cada lado.
- Espalhamento do agregado adicional, quando previsto no projeto, na taxa estalecida no projeto de mistura reciclada, por meio de espalhador de agregados.
- Espalhamento do cimento Portland sobre a superfície existente, na taxa estabelecida no projeto, por meio do equipamento especificado, para permitir precisão e homogeneidade no espalhamento. O tempo decorrido entre o início da mistura e a conclusão da estabilização não poderá exceder 3 horas.
- A recicladora deve ser ajustada, tanto na velocidade de avanço, quanto na rotação do tambor fresador, para fragmentar e homogeneizar a (base + capa + adições), na granulometria e espessura previamente estudada no projeto de mistura. Eventuais placas resultantes desse processo devem ser, obrigatoriamente, removidas, manualmente.
- Devem-se minimizar as paralisações da recicladora para diminuir a formação de juntas transversais. Quando essas ocorrerem, as juntas deverão ser adequadamente tratadas (item 5.2). Portanto, a operação de reciclagem somente poderá ser interrompida quando do reabastecimento dos tanques da recicladora, ou por necessidade imperiosa.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

12 de 18

- Imediatamente após a passagem da recicladora, deverá ser realizada a pré-compactação para confinar a mistura reciclada e evitar perdas de umidade à medida que a recicladora avança. Os equipamentos de compactação devem imediatamente vir atrás da recicladora para dar consistência à mistura, antes que qualquer conformação geométrica seja feita pela motoniveladora.
- Após a pré-compactação, é realizada a conformação inicial dos perfis transversais e longitudinais da camada, com emprego de motoniveladora.
- Finalizada a pré-compactação, inicia-se efetivamente a compactação final (na seção tipo).
- A compactação será executada longitudinalmente de forma contínua e sistemática, até atingir o grau de compactação pretendido. Se a reciclagem se realizar por faixas paralelas, a passagem dos cilindros deverá se sobrepor na faixa adjacente em pelo menos 15 cm. Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.
- O início da compactação deverá ser pelo bordo mais baixo da faixa, prosseguindo até o bordo mais elevado, sobrepondo as passagens sucessivas.
- Durante as operações finais de compactação, poderá ser realizada, quando necessário, a umidificação da superfície por meio da adição de pequenas quantidades de água a fim de evitar secagem prematura do material reciclado.
- Após a conclusão da compactação será feito o acerto final da superfície, de acordo com a seção tipo. Nesta etapa, as saliências deverão ser eliminadas com o emprego de motoniveladora e a superfície da base deverá ser comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas. A motoniveladora deverá atuar exclusivamente em operação de corte. Portanto, não é permitida a correção de depressões pela adição de material.
- Concluídas as operações de compactação e acabamento da camada reciclada deverá ser executada a Imprimação de acordo com a Especificação, GOINFRA ES-PAV 007/2019.
- A camada reciclada e imprimada, quando efetuadas as medidas protetivas da imprimação descritas no item 5 da especificação GOINFRA ES-PAV 007/2019, pode ser submetida à ação do tráfego por um período máximo de 5 dias, de forma que eventuais deficiências se exteriorizem e possam ser sanadas, anteriormente à aplicação da capa.
- Este período pode ser reduzido, em função das condições de desgaste da camada protetiva e imprimação. Devendo neste caso, proceder de imediato a execução do revestimento asfáltico.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

13 de 18

5.2 Procedimentos Construtivos Complementares para Reciclagem com Cimento Portland.

- ✓ Reciclagem na seção e espessura de corte indicada em projeto. Nesta operação, as adições: cimento Portland e agregados (caso necessários) e água para compactação são simultaneamente homogeneizados com o pavimento existente na câmara de mistura da recicladora.
- ✓ Para a reciclagem com cimento ou brita, a espessura da camada compactada deverá ser especificada em projeto. Espessuras superior a 20 cm somente serão admitidas depois que sua execução seja adequadamente avaliada na "Pista de Controle". Não será admitida reciclagem com espessura inferior a 10 cm.
- ✓ Para execução de juntas longitudinais entre cortes adjacentes, recomenda-se uma sobreposição mínima de 0,15 m entre passadas da recicladora. Deve-se atentar para não aplicar água para compactação na largura de sobreposição, pois ela já foi tratada no corte anterior.
- ✓ Em caso de qualquer paralisação, inferior a 2 (duas) horas, deverá ser feita uma marca no local exato onde a recicladora parou. Quando do reinício da operação, a recicladora voltará, no mínimo, 2,0 m e reiniciará a operação sem nova adição de cimento e/ou água. No momento em que chegar ao local marcado, deverá ser ativado o sistema de incorporação de água, para continuidade dos serviços. A compactação deverá compreender, também, esse segmento.
- ✓ O reinício da operação, depois de paralisações superiores a 2 (duas) horas ou de fim de jornada, se dará de maneira semelhante ao referido anteriormente. No entanto, neste caso deve-se realizar a adição de cimento e água nos teores estabelecidos no projeto da mistura.

6 - CONTROLE

6.1 Controle dos insumos

Todos os materiais utilizados (insumos) devem ser examinados em laboratórios obedecendo à metodologia indicada pela GOINFRA e satisfazer às normas em vigor e as prescrições a seguir:

6.1.1 Agregados Adicionais

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



 CÓDIGO

 GOINFRA ES-PAV 003/2019

 REVISÃO 01
 DATA REVISÃO MAI/2023
 FOLHA 14 de 18

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos

- Abrasão Los Angeles, conforme DNER-ME 035/98: Um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- Índice de forma e porcentagem de partículas lamelares, conforme DNER-ME 086/94: Um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- Durabilidade, conforme DNER-ME 089/94: Um ensaio no 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, conforme DNER-ME 054/97: Um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.
- c) Para cada agregado utilizado no serviço: Determinação da massa unitária em estado solto, conforme DNER-ME 152/95. Um ensaio por semana trabalhada do serviço. Os valores obtidos serão utilizados no cálculo do transporte de agregados e nas conversões necessárias de peso / volume.

6.1.2 Água

Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre sua qualidade.

6.2 Controle da execução

Os controles de produção da mistura devem ser realizados no campo e no laboratório.

6.2.1 Controle da mistura no campo

A coleta para a realização dos ensaios de campo deve ser realizada a cada 400 metros de extensão de pista como a seguir:

- a) Coleta de material reciclado, imediatamente após passagem da recicladora, em locais aleatórios ou determinados pela fiscalização, para se determinar a granulometria do material reciclado (conforme DNER- ME 080/94);
- b) Verificação da umidade do material reciclado (DNER-ME 052/94). Deve atender a umidade ótima do projeto de mistura, com tolerância de ± 2 (%);



CÓDIGO **GOINFRA ES-PAV 003/2019**

REVISÃO

01

DATA REVISÃO MAI/2023

15 de 18

Pavimentação - Reciclagem Profunda de **Pavimentos**

- Verificação da taxa de aplicação de cimento (caso utilizado). Utilizar bandejas com área e peso c) pré-determinados. Por simples pesagem, antes e após a passagem do distribuidor de cimento, ter-se-á a quantidade de cimento realmente espalhado. Deve-se alternar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo, objetivando a verificação da homogeneidade e da taxa de aplicação. Deve atender a taxa indicada no projeto de mistura, com tolerância de ± 5 (%). Deverá ser determinadas, no mínimo, 1 taxa por pano de 300 m;
- d) Verificação da taxa de aplicação de agregados (caso utilizado). Utilizar bandejas com área e peso pré-determinados. Por simples pesagem, antes e após a passagem do distribuidor de agregado, ter-se-á a quantidade de agregado realmente espalhado. Deve-se alternar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo, objetivando a verificação da homogeneidade e da taxa de aplicação. Deve atender a taxa indicada no projeto de mistura, com tolerância de ± 5 (%). Também se admite o controle da aplicação pelo volume de caminhão e área aplicada, sendo que neste último não será admitida tolerância à menor. Deverá ser determinadas, no mínimo, 1 taxa por pano de 300 m, quando utilizado a bandeja;
- Coleta de material para efetuar a determinação do Índice Suporte Califórnia ISC, conforme a e) norma DNIT 172/2016-ME, recolhido em locais aleatórios ou determinados pela fiscalização;
- f) Coleta de material para efetuar a determinação da densidade máxima aparente seca de referência a ser utilizada na aferição do Grau de Compactação, conforme norma DNIT 164/2013 – ME, recolhido em locais aleatórios ou determinados pela fiscalização;

6.2.2 Controle da mistura no laboratório

O controle em laboratório consiste nos ensaios e procedimentos descritos a seguir:

- a) Análise granulométrica por peneiramento (material coletado na pista), conforme DNER-ME 080/94. Devendo atender a faixa indicada no projeto de mistura, com as tolerâncias descritas na tabela 3.4.1;
- b) Verificação do ISC de projeto e expansão, em conformidade com a norma DNIT 172/2016-ME;
- c) Moldagem de corpo de prova em molde CBR na energia Proctor Modificada ou a indicada em projeto (após adição de materiais), para determinação da densidade máxima aparente seca de referência a ser utilizada na aferição do Grau de Compactação (DNIT 164/2013 – ME).



Pavimentação - Reciclagem Profunda de

Pavimentos

GOINFRA ES-PAV 003/2019

REVISÃO 01 DATA REVISÃO MAI/2023

16 de 18

6.2.3 Controle da compactação

- a) Verificação do Grau de Compactação G.C., conforme a norma DNER-ME 092/94. A verificação em campo se dará a cada 40 m, com furos alternados entre bordo direito, eixo e bordo esquerdo. O valor do G.C. aceitável para o serviço será de 100%. As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de ±2% em torno da umidade ótima.
- b) Para cada pano reciclado, anteriormente à verificação do Grau de Compactação, deverá ser avaliada a integridade visual da camada compactada através do "Teste de Carga". O processo consiste na seguinte sistemática:
 - Um rolo de pneus, com o peso mínimo de 20 t e pressão de inflação de 5,6 kgf/cm2 (80 lb/pol2), deslocar-se-á longitudinalmente a uma velocidade situada no entorno de 3 km/h, ao longo da posição correspondente à futura trilha de roda externa, em cada uma das faixas de tráfego; O deslocamento do equipamento será acompanhado pela Fiscalização, anotando-se as eventuais extensões que apresentem sinais de deficiência, exteriorizados na forma de rupturas, deformações excessivas e/ou ascensão de água à superfície sob a ação do rolo. Poderá ainda, na impossibilidade da utilização do rolo de pneus, que o ensaio seja realizado com um caminhão tipo "toco", ou similar, calibrado para simular as mesmas condições do equipamento inicial.

Nota:

Em caráter complementar, quando previsto em projeto, pode ser realizado o controle deflectométrico, para garantia da qualidade na execução do serviço. Procede-se à determinação de deflexões sobre a superfície acabada e 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. Os valores das deflexões, calculados estatisticamente para cada segmento homogêneo, devem atender aos limites estabelecidos no projeto e satisfazer as diretrizes do item 6.4.

6.3 Controle geométrico do produto

Devem ser procedidos à relocação e ao nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as tolerâncias a seguir:

- a) Até 10 cm em excesso quanto à largura da plataforma, não sendo permitida largura da base reciclada inferior à indicada no projeto geométrico;
- 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;



CÓDIGO GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação - Reciclagem Profunda de **Pavimentos**

DATA REVISÃO REVISÃO 01 MAI/2023

17 de 18

± 10% quanto à espessura de projeto. c)

6.4 Plano de Amostragem e Condições de Aceitação

O número e a freguência 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.

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado, devem cumprir às Especificações 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 - ks ≥ valor mínimo especificado;

 \bar{x} + ks \leq valor máximo especificado.

b) Condições de não conformidade:

 \overline{x} - ks < valor mínimo especificado;

 \bar{x} + ks > valor máximo especificado.

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

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

Onde:

xi => 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. 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.



GOINFRA ES-PAV 003/2019

Pavimentação – Reciclagem Profunda de Pavimentos REVISÃO DATA REVISÃO MAI/2023

18 de 18

7 - MANEJO AMBIENTAL

Cumprir as exigências tecnológicas complementais da licença técnica ambiental.

8 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de Reciclagem Profunda de Pavimentos serão medidos e pagos de acordo com a norma GOINFRA MED-PAV 001/2019 "CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO – SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO ".