



P R E F E I T U R A D E
S O R R I S O
CAPITAL NACIONAL DO AGRONEGÓCIO

1/46

**PROJETO EXECUTIVO DE CONSERVAÇÃO DAS VIAS URBANAS DO
MUNICÍPIO DE SORRISO – MEMORIAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**



**PROJETO EXECUTIVO DE CONSERVAÇÃO DAS VIAS URBANAS DO
MUNICÍPIO DE SORRISO – MEMORIAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

OBRA: RECAPEAMENTO ASFÁLTICO

LOCAL: MUNICÍPIO DE SORRISO

OBJETO: PROJETO CONSERVAÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DAS VIAS URBANAS

DIREÇÃO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SORRISO/ SECRETARIA DA CIDADE

ELABORAÇÃO: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA SECRETARIA DA
CIDADE

CASSIANE PELLIZZARO CLAUS
ENGENHEIRA CIVIL
CREA 1211015173



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO DO PROJETO	4
1.1	SETORES ATENDIDOS	4
1.1	DEFEITOS NAS VIAS	5
1.2	MEMORIAL DE CÁLCULO	6
2	MEMORIAL DESCRITIVO – TAPA BURACO	7
2.1	MEMORIAL DE CÁLCULO	7
2.2	EXECUÇÃO DO SERVIÇO – NORMA	9
3	MEMORIAL DESCRITIVO – REMENDO PROFUNDO	9
3.1	MEMORIAL DE CÁLCULO	9
3.2	EXECUÇÃO DO SERVIÇO – NORMA	10
4	MEMORIAL DESCRITIVO – PINTURA DE LIGAÇÃO	10
4.1	EXECUÇÃO DO SERVIÇO - NORMA	10
5	MEMORIAL DESCRITIVO – CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE	20
5.1	EXECUÇÃO DO SERVIÇO – NORMA	21
	REFERÊNCIAS	46



GESTÃO 2017 / 2020

1 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Este relatório de projeto designa as diretrizes para a Manutenção das Vias Urbanas da Cidade de Sorriso, Estado de Mato Grosso.

Através de levantamentos de campo, com intuito de localizar, demarcar, anotar, caracterizar e definir os defeitos na malha urbana de Sorriso, determinando suas prováveis causas, bem como as soluções que melhor se aplicam no tratamento das falhas identificadas.

No levantamento de campo foram caracterizados os defeitos no revestimento e nas camadas de base.

1.1 SETORES ATENDIDOS

As vias que irão participar dos processos de conservação estão designados abaixo:

- **Av. Porto Alegre Trecho 01:** trecho entre a Av. Mário Raiter e a Rua Porto Seguro, com extensão de 503,50 metros e área de 4.329,85m².
- **Av. Porto Alegre Trecho 02:** trecho entre a Av. Mário Raiter e a Rua Porto Seguro, com extensão de 503,50 metros e área de 4.329,85m².

Assim, totaliza-se na Av. Porto Alegre área de 8.659,70m².

- **Av. Blumenau Trecho 01:** Trecho entre a Rua das Siriemas e a Av. João Baptista Frâncio, com extensão de 112,00 metros e área de 1.411,96m².
- **Av. Blumenau Trecho 02:** Trecho entre a Rua das Siriemas e a Av. João Baptista Frâncio, com extensão de 129,50 metros e área de 1.648,80m².

Assim, totaliza-se na Av. Blumenau área de 3.060,76m².

- **Rua das Siriemas:** trecho entre a Rua das Araras e a Av. dos Imigrantes, com extensão de 875 metros e área de 7.967,13m².



- **Perimetral Noroeste:** trecho entre a Rua Celeste e a Av. Brasil, com extensão de 972,00 metros, e área de 11.932,55m².
- **Perimetral Sudoeste:** trecho entre a Av. dos Imigrantes e a Rua Bandeirantes, com extensão de 316,00 metros, e área de 2.790,47m².

1.1 DEFEITOS NAS VIAS

Abaixo estão relatados os defeitos encontrados nas vias urbanas de Sorriso, Estado de Mato Grosso.

1.1.1 Defeitos no revestimento

- **Escorregamento:** é um defeito comum nos revestimentos de misturas. Ocorre geralmente nos dias de calor e sob a ação do tráfego. Causas Prováveis – Causado pela falta de aderência entre a camada superficial e inferior. Essa falta de aderência pode ser ocasionada devido à poeira, sujeira, óleo, deficiência, ausência ou excesso de imprimação ou pintura de ligação.
- **Ondulações:** fenômeno caracterizado pela sucessão mais ou menos regular de depressões e saliências transversais. É o tipo de defeito mais comum em revestimentos de misturas betuminosas, podendo, entretanto, ser encontrado nos revestimentos por penetração. Causas Prováveis – Excesso de ligante betuminoso, que provoca baixa estabilidade; viscosidade muito alta do ligante; falta de ligação com a base ou pavimento antigo; excesso de pintura de ligação ou imprimação; cura não concluída do ligante betuminoso utilizado na imprimação; falta de compressão do revestimento.
- **Buracos:** denominação dada à ruptura da estrutura do revestimento, geralmente acompanhada pela camada de base, com perda dos materiais



que a constituem. Causas Prováveis – Deficiência de suporte ou más condições de drenagem.

1.1.2 Defeitos nas camadas de base

- Borrachudo: formação que acarreta a existência de um ponto fraco no pavimento e possibilita o surgimento de panelas e/ou trincas “couro de crocodilo” no revestimento betuminoso. Causas Prováveis - Retenção de água nas camadas inferiores do pavimento.
- Trincas “couro de crocodilo”: formação características de deficiência de suporte da estrutura do pavimento ao trafego, que é transmitida para o revestimento sob a forma de trincas “couro de crocodilo”. Causas Prováveis – Geralmente associadas à falhas da base ou sub-base, com pouco suporte. Quase sempre são acompanhadas por deformações ou mesmo rupturas do pavimento.

1.1.3 Soluções adotadas

As soluções adotadas para os defeitos relatados nos tópicos acima são:

- Tapa-buracos;
- Remendo profundo;
- Recapeamento com Mistura Betuminosa Usinada a Quente – CBUQ.

As soluções estão melhor caracterizadas nos seus respectivos memoriais.

1.2 MEMORIAL DE CÁLCULO

O memorial de cálculo apresenta as diretrizes utilizadas na elaboração das quantidades de serviço a serem realizadas na conservação da pavimentação



GESTÃO 2017 / 2020

urbana. Para auxílio no dimensionamento e quantificação foram consultadas as normas e publicações do DNIT, Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes e do IPR, Instituto de Pesquisas Rodoviárias.

- Manual de Conservação Rodoviária – DNIT. Publicação IPR – 710. 2005.
- Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos – DNIT. Publicação IPR – 720. 2006.

2 MEMORIAL DESCRITIVO – TAPA BURACO

A definição de tapa buraco consiste em reparar os buracos ou depressões secundárias no revestimento, de modo a evitar maiores danos ao pavimento e se obter uma superfície de rolamento segura e confortável. Os serviços de tapa buracos serão executados seguindo as normas técnicas especificadas pelo DNIT.

2.1 MEMORIAL DE CÁLCULO

As tarefas de conservação são divididas em três categorias de prioridade. Os tapa-buracos estão inclusos na Prioridade 1, que incluem as tarefas relacionadas à segurança dos usuários.

A quantidade de material asfáltico a ser empregada em determinada via, deve ser quantificada através de dados históricos confiáveis. O nível de esforço de uma tarefa pode ser compreendido como a quantidade de trabalho que se pretende aplicar, durante o ano a cada unidade de inventário correspondente a esta tarefa. O tapa buraco é quantificado através de um nível de esforço Tipo 2, que é baseado na experiência de conservação de um trecho e expresso sob a forma de uma taxa de consumo de materiais. O exemplo, no tapa buraco, o nível de esforço representa o consumo previsto de massa asfáltica (em m³) por Km de faixa de tráfego em um ano.

Os níveis de esforço Tipo 2 devem ser determinados cuidadosamente, com base em dados históricos confiáveis. No caso dos revestimentos betuminosos, deve-



se observar sistematicamente o progresso de deterioração através da apropriação do consumo de material para tapa-buraco, remendo profundo e selagem de trincas. A extrapolação dos dados coletados ao longo do tempo deve servir de base para a determinação dos níveis de esforço atuais.

Quando não existem dados históricos suficientes, ou senão houver a possibilidade de se adotar os níveis de esforço de trechos de condição análoga, pode-se recorrer aos seguintes valores para o nível de esforço de tapa buracos:

- a) Estado “Muito Bom”: $NE \leq 1 \text{ m}^3/\text{Km.ano}$
- b) Estado “Bom”: $1 \leq NE \leq 2 \text{ m}^3/\text{Km.ano}$
- c) Estado “Regular”: $2 \leq NE \leq 4 \text{ m}^3/\text{Km.ano}$
- d) Estado “Mau”: $4 \leq NE \leq 7 \text{ m}^3/\text{Km.ano}$
- e) Estado “Péssimo”: $NE > 7 \text{ m}^3/\text{Km.ano}$

Os estados citados podem ser definidos da seguinte forma:

- a) Muito Bom: Pavimento novo, necessitando apenas de tapa-buraco ocasional.
- b) Bom: O tapa-buraco se torna operação de rotina.
- c) Regular: Surge a necessidade de remendos profundos ocasionais.
- d) Mau: Começa a acontecer a desagregação do pavimento.
- e) Péssimo: O pavimento está próximo do final de sua vida útil, ou já ultrapassou.

A observação das vias constatou que serão necessários alguns remendos profundos, portanto as vias estão em estado “Bom”, referenciando assim um Nível de Esforço entre $1 \leq NE \leq 2 \text{ m}^3/\text{Km.ano}$. Admite-se assim um nível de esforço médio para esta conservação, adotando, portanto um $NE = 1,00 \text{ m}^3/\text{Km}$.



2.2 EXECUÇÃO DO SERVIÇO – NORMA

O Tapa Buraco deve ser executado de acordo com o Anexo C.16 do Manual de Conservação de Pavimentos do DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estruturas de Transportes.

3 MEMORIAL DESCRITIVO – REMENDO PROFUNDO

Consiste na recuperação dos buracos ou depressões aonde o defeito comprometeu as camadas estruturais de base e sub-base do pavimento, sendo necessária a sua substituição por outra de mesma características ou superior. A recuperação das camadas do pavimento será feita com a utilização de solo melhorado com cimento para a base e de mistura betuminosa usinada a quente para o revestimento asfáltico. Os serviços de remendo profundo serão executados seguindo as normas técnicas especificadas pelo DNIT, as quais são disponíveis em seu site na internet.

3.1 MEMORIAL DE CÁLCULO

O remendo profundo com demolição manual tem determinação de nível de esforço semelhante ao tapa buraco. A Tabela 33 – Listagem de Serviços de conservação Rotineira com Respetivos Parâmetros de Interesse do Manual de Conservação Rodoviária do DNIT estabelece parâmetros de nível de esforço para este serviço.

Como a malha urbana está regular, necessitando ocasionalmente de remendo profundo, foi estabelecido o Nível de Serviço médio para esta tarefa. O $NE=0,20$ m^3/Km .



3.2 EXECUÇÃO DO SERVIÇO – NORMA

O Remendo Profundo com Demolição Manual deve ser executado de acordo com o Anexo C.18 do Manual de Conservação de Pavimentos do DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estruturas de Transportes.

4 MEMORIAL DESCRITIVO – PINTURA DE LIGAÇÃO

A pintura de ligação será realizada no recapeamento de todos os trechos atendidos por este projeto.

4.1 EXECUÇÃO DO SERVIÇO - NORMA

Este tópico define a sistemática empregada na execução de pinturas asfálticas sobre a superfície da camada de pavimento com a função de promover coesão, impermeabilização, ligação entre camadas ou proteção à cura em serviços de construção, restauração e conservação dos pavimentos. Aqui serão 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.

4.1.1 Apresentação

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe.



4.1.2 Objetivo

Estabelecer a sistemática a ser empregada na aplicação uniforme de ligante asfáltico destinado a promover a aderência entre a base e o revestimento asfáltico, ou entre camadas asfálticas.

4.1.3 Referências

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta norma. Para referências datadas aplicam-se apenas as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

DNER-EM 369: Emulsões asfálticas catiônicas – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.

DNER-EM 382: Materiais betuminosos – Determinação da recuperação elástica. Rio de Janeiro: IPR.

DNER-ME 004: Material Betuminoso – Determinação de viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

DNER-ME 005: Emulsão asfáltica – Determinação da peneiração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

DMER-ME 006: Emulsões Asfálticas – Determinação de sedimentação – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

DNER-ME 012: Asfalto diluído – Destilação – Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

DNER-ME 148: Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e combustão (Vaso aberto Cleveland). Rio de Janeiro: IPR.

DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.



DNIT 145/2012 – ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.

DNIT 011-PRO: Gestão da Qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

DNIT 156-ME: Emulsão asfáltica – Determinação da carga da partícula – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

NBR 14376 – Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo asfáltico por evaporação – Método expedito.

Manual de Pavimentação - DNIT. Rio de Janeiro: IPR.

Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DNIT. Rio de Janeiro: IPR.

Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DNIT. Rio de Janeiro: IPR.

Normas de Segurança para Trabalho em Rodovias – DNIT. Rio de Janeiro: IPR.

4.1.4 Definição

Para os efeitos desta norma, aplica-se a seguinte definição:

Pintura de ligação é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e rejuvenescimento superficial com lama asfáltica, micro revestimento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente.



4.1.5 Condições Gerais

- a) O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície a ser pintada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.
- b) Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar a obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise de ensaios de caracterização exigidos nesta norma, correspondente a data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre dois eventos ultrapassar 10 dias. Deve trazer também a indicação clara de sua procedência, do tipo, quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre o fornecedor e o canteiro de obra.
- c) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

4.1.6 Condições Específicas

- **Material**

- a) O ligante asfáltico empregado na pintura de ligação deve ser do tipo RR-2C, em conformidade com a norma DNER-EM 369.
- b) A taxa recomendada de ligantes asfáltico residual é de 0,3 l/m² a 0,4 l/m². Antes da aplicação a emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0,8l/m² a 1,0 l/m².



c) A água deve ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis, ou matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

- **Equipamentos**

a) Para a varredura da superfície a ser pintada usam-se vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido pode também ser usado.

b) A distribuição do ligante deve ser feita por carros com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante asfáltico em quantidade uniforme.

c) Os carros distribuidores do ligante asfáltico, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de velocímetro, calibradores e termômetros com precisão de 1°C, instalados em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamento vertical e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.

d) O depósito de ligante asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante asfáltico a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

- **Execução**

a) Antes da execução dos serviços deve ser implantada e adequada sinalização, visando a segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.



- b) A superfície a ser pintada deve ser varrida, a fim de ser eliminado o pó e todo e qualquer material solto.
- c) Antes da aplicação do ligante asfáltico, no caso de bases solo-cimento ou de concreto magro, a superfície da base deve ser umedecida.
- d) Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico na temperatura compatível, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura da aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para o espalhamento da emulsão deve estar entre 20 e 100 segundos “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004).
- e) Após a aplicação do ligante deve-se aguardar o escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura.
- f) A tolerância admitida para a taxa de aplicação “T” da emulsão diluída é de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$.
- g) Deve ser executada a pintura de ligação na pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deve ser deixada, sempre que possível fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalhar em meia pista, executando a pintura de ligação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego.
- h) A fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico estejam sobre essas faixas, as quais devem ser, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

4.1.7 Condicionantes Ambientais

Objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema



ambiental definidos e/ou instituídos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006 PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais. Mas como procedimentos comuns, devem-se adotar os seguintes cuidados:

- a) Evitar a instalação de depósitos de ligante betuminoso próxima a cursos d'água.
- b) Impedir o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental.
- c) Na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do canteiro de obras, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.

4.1.8 Inspeção

- **Controle do Insumo**

O material utilizado na execução da pintura de ligação deve ser rotineiramente examinado, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- a) O ligante asfáltico deve ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer às especificações em vigor. Para todo carregamento que chegar à obra devem ser executados os seguintes ensaios na emulsão asfáltica:
 - a. Ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a 50°;
 - b. Ensaio de resíduo de evaporação (ABNT NBR 14376/2007);
 - c. Ensaio de peneiramento (DNER-ME 005/95);
 - d. Determinação da carga da partícula (DNIT 156/2011 – ME).



- b) Para cada 100 toneladas devem ser executados os seguintes ensaios:
- Ensaio de sedimentação para emulsões (DNER-ME 006/00);
 - Ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a várias temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura.

• **Controle da Execução**

- a) Temperatura: a temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela viscosidade x temperatura.
- b) Taxa de aplicação (T)
- a. O controle de quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas de massa (P_1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feita a aplicação. O ligante asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor. Com a pesagem da bandeja depois da ruptura total (até a massa constante) do ligante asfáltico coletado (P_2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo (TR) da seguinte forma:

$$TR = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) da emulsão de RR-1C, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

- b. Para trechos de pintura de ligação de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4.000 m², devem ser feitas cinco determinações de T, no mínimo, para controle.
- c. Nos demais casos, para segmentos com área superior a 4.000 m² e inferior a 20.000 m², o controle da execução da pintura de ligação deve



ser exercido por meio de coleta de amostras para determinação da taxa de aplicação, feita de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

- **Verificação do produto**

Devem ser verificadas a homogeneidade da aplicação e a ruptura do ligante.

- **Plano de amostragem – Controle Tecnológico**

O número e a frequência de determinações da taxa de aplicação (T) do ligante devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem previamente 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.

- **Condições de conformidade e não conformidade**

As condições de conformidade e não-conformidade da taxa de aplicação (T) devem ser analisadas de acordo com os seguintes critérios:

a)

$$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado, ou}$$
$$\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \rightarrow \text{Não - conformidade}$$

b)

$$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$$
$$\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \rightarrow \text{Conformidade}$$

Sendo:

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



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

Onde:

X_i = valores individuais

\bar{X} = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

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

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta norma. Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

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

4.1.9 Critérios de medição

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

- a) A pintura de ligação deve ser medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto emulsão asfáltica), transporte da emulsão dos tanques de estocagem até a



- pista, armazenamento e encargos, devendo os mesmos serem incluídos na composição de preço unitário;
- b) A quantidade de emulsão asfáltica aplicada é obtida pela média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas;
 - c) Não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
 - d) O transporte da emulsão asfáltica efetivamente aplicada deve ser medido com base na distância entre o fornecedor e o canteiro de serviço;
 - e) Deve ser descontada a água adicionada à emulsão asfáltica na medida do material;
 - f) Nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle de qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

5 MEMORIAL DESCRITIVO – CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

Consiste na aplicação de uma camada de revestimento asfáltico de 3,00 cm sobre o pavimento existente, servindo como um reforço estrutural às camadas do pavimento. O revestimento asfáltico será executado com mistura betuminosa usinada a quente que será aplicada com vibroacabadora de asfalto, rolo de pneus e rolo de chapa vibratório para a devida distribuição e compactação da camada de revestimento. Os serviços de recapeamento da pista serão executados seguindo as normas técnicas especificadas pelo DNIT, as quais são disponíveis em seu site na internet.



5.1 EXECUÇÃO DO SERVIÇO – NORMA

Este tópico define a sistemática a ser empregada na execução de camada do pavimento flexível das estradas de rodagem, pela confecção de mistura asfáltica a quente em usina apropriada utilizando ligante asfáltico, agregados e material de enchimento (fíler). Estabelece os requisitos concernentes aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade dos materiais empregados, além das condições de conformidade e não conformidade e de medição dos serviços.

5.1.1 Apresentação

A presente norma foi preparada para servir como documento base na sistemática a ser empregada na execução de camada de pavimento flexível de estradas de rodagem pela utilização de mistura asfáltica a quente em usina apropriada, empregando, além, do ligante asfáltico, agregados e material de enchimento (fíler).

5.1.2 Objetivo

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção demisturas asfálticas para construção de camadas do pavimento de estradas de rodagem, de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal do projeto.

5.1.3 Referências

Os documentos relacionados abaixo serviram como base para elaboração desta norma e contêm disposições que, ao serem citados no texto, se tronam parte integrante desta norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na



data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

- a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. T 283-89: resistance of compacted bituminous mixture to moisture induced damage. In Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing. Washington, D.C., 1986. V.2.
- b) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1754: effect of heat and air on asphaltic materials (Thin-Film Oven Test): test. In: 10978 annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978.
- c) ASTM D 2872: effect of heat and air on a moving film of asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test): test. In: 1978 annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978.
- d) ASTM E 303: pavement surface frictional properties using the British Portable Tester – Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester: Test for measuring. In: 1978 annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978.
- e) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5847: materiais asfálticos – determinação da viscosidade absoluta. Rio de Janeiro, 2001.
- f) NBR 6560: materiais asfálticos – determinação de ponto de amolecimento – método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2000.
- g) ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. AFNOR NF P-98-216-7: determination of macrotexture – partie 7: determination de hauteur audible. Paris, 1999.
- h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ISA 07: impactos da fase de obras rodoviárias – causas/mitigação/eliminação. In: *Corpo normativo ambiental para empreendimentos rodoviários*. Rio de Janeiro, 1996.



- i) ___.DNER-EM 204/95:cimentos asfálticos de petróleo: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- j) ___.DNER-ME 367/97: material de enchimento para misturas asfálticas: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- k) ___.DNER-ME 003/99: material asfáltico – determinação da penetração: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- l) ___.DNER-ME 004/94: material asfáltico – determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- m) ___.DNER-ME 035/98: agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- n) ___.DNER-ME 043/95: misturas asfálticas a quente – ensaio Marshall: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- o) ___.DNER-ME 053/94: misturas asfálticas – percentagem de betume: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- p) ___. DNER-ME 054/97: equivalente de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- q) ___. DNER-ME 078/94: agregado graúdo – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- r) ___. DNER-ME 079/94: agregado – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- s) ___. DNER-ME 083/98: agregados – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- t) ___. DNER-ME 086/94: agregados – determinação do índice de forma: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- u) ___. DNER-ME 089/94: agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego desoluções de sulfato de sódio ou de magnésio: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.



GESTÃO 2017 / 2020

- v) ___. *DNER-ME 138/94*: misturas asfálticas – determinação da resistência à tração por compressão diametral: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- w) _ *DNER-ME 148/94*: material asfáltico – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto Cleveland): método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- x) ___. *DNER-ME 401/99*: agregados – determinação de índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante ID_{ml} e sem ligante ID_m : método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- y) ___. *DNER-PRO 164/94*: Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter);
- z) ___. *DNER182/94*: medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter: procedimento: Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- aa) ___. *DNER-PRO 277/97*: metodologia para controle estatístico de obras e serviços: procedimento: Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- bb) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 011/2004-PRO*: gestão da qualidade em obras rodoviárias: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

5.1.4 Definição

Concreto Asfáltico – Mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (fíler) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente.



5.1.5 Condições gerais

- a) O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação (binder), base, regularização ou reforço do pavimento.
- b) Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.
- c) O concreto asfáltico somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C.
- d) Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar a obra deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor certificado de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, 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 de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

5.1.6 Condições Específicas

- **Materiais**

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (fíler) e ligante asfáltico, os quais devem satisfazer as normas pertinentes, e às especificações aprovadas pelo DNIT.

- a. Cimento Asfáltico

Podem ser empregados os seguintes tipos de cimento asfáltico de petróleo:

- CAP – 30/45
- CAP – 50/70
- CAP – 85/100

- b. Agregados



- Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado:

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER-ME 035); admitindo-se excepcionalmente agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior. NOTA: Caso o agregado graúdo a ser usado apresente um índice de desgaste Los Angeles superior a 50%, poderá ser usado o Método DNER-ME 401 – Agregdos – determinação de degradação de rochas após a compactação Marshall, com ligante ID_{ml} , e sem ligante ID_m , cujos valores tentativas de degradação para julgamento da qualidade de rocha destinadas ao uso do Concreto Asfáltico Usinado a Quente são: $ID_{ml} \leq 5\%$ e $ID_m \leq 8\%$.
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086).
- Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089).

- Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

- Material de enchimento (fíler)

Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; de acordo com a norma DNER-EM 367.

- Melhorador de Adesividade



Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos ou miúdos (DNER-ME 078 e DNER-ME 079), pode ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto.

A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade é definida pelos seguintes ensaios:

- Métodos DNER-ME 078 e DNER 079, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope ao ensaio RTFOT (ASTM – D 2872) ou ao ensaio ECA (ASTM D-1754);
 - Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas à degradação produzida pela umidade (AASHTO 283). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática antes e após a imersão deve ser superior a 0,7 (DNER-ME 138).
- **Composição da mistura**
 - a. A composição do concreto asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria (DNER-ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura.



Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

- b. A faixa utilizada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada.
- c. No projeto da curva granulométrica, para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário.
- b. As porcentagens de ligante se referem à mistura de agregados, considerado como 100%. Para todos os tipos de fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.
- Devem ser observados os valores limites para as características especificadas no quadro a seguir:



Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

- As especificações complementares podem fixar outra energia de compactação;
- As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela seguinte tabela:

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	
1½"	38,1	13
1"	25,4	14
¾"	19,1	15
½"	12,7	16
3/8"	9,5	18

- **Equipamentos**

- a. Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as especificações para os serviços.
- b. Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:
 - Depósito para ligante asfáltico:
Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta



norma. Estes dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado. Deve ser instalado um sistema de recirculação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, de depósito ao misturador, durante todo o período de operação. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

▪ Silos para agregados:

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser dividido em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para o fíler, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

▪ Usina para misturas asfálticas:

- A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210° (precisão $\pm 1^{\circ}\text{C}$), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo a descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disto, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.
- Pode também, ser utilizada uma usina do tipo tambor/secador/misturador, de duas zonas (convecção e



radiação), provida de coletor de pó, alimentador de Filer, sistema de descarga da mistura asfáltica, por intermédio de transportador de correia com comporta do tipo “clam-shell” ou alternativamente, em silos de estocagem.

- A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica e deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.
- A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com os cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semi automática com leitura instantânea e acumuladora, por meio de registros digitais em display de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.
- Caminhões basculantes para transporte de mistura:
Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico usinado a quente, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina, etc) não é permitida.
- Equipamento para espalhamento e acabamento:
O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto. As acabadoras devem ser equipadas com



parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

- Equipamento de compactação:
 - O equipamento para compactação deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos e permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm².
 - O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura na densidade de projeto, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade. NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que, não será autorizada a sua utilização.

- **Execução**

- a. Pintura de Ligação

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou ainda ter sido a imprimação coberta de areia ou pó, pó-de-pedra, etc., deve ser feita uma pintura de ligação.

- b. Temperatura do ligante

A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual



o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 SSF, “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 75 a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.

c. Aquecimento dos agregados

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10°C a 15°C acima da temperatura do ligante asfáltico, sem ultrapassar 177°C.

d. Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

e. Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos especificados quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada. Cada carregamento deve ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

f. Distribuição e compactação da mistura

- A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados.
- Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser sanadas pela adição manual de concreto asfáltico, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.
- Após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso.
- Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual deve ser



aumentada à medida que a mistura seja compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

- A compactação deve ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta na seguinte de, pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.
- Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas da marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo devem ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

g. Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego, até seu completo resfriamento.

5.1.7 Manejo Ambiental

Para execução do concreto asfáltico são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados observados para fins de preservação ambiental envolvem produção, estocagem e a aplicação de agregados, assim como a operação da usina.

NOTA: devem ser observadas as prescrições estabelecidas nos Programas Ambientais que integram o Projeto Básico Ambiental – PBA.



a) Agregados

No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras e areias devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- Caso utilizadas instalações comerciais, a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da Obra;
- Não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- Planejar adequadamente a exploração da pedreira e do areal, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e a possibilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;
- Impedir as queimadas;
- Seguir as recomendações constantes na norma DNER-ES 279 para os caminhos de serviço;
- Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso;
- Além destas, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER ISA-07 – Instrução de serviço ambiental: impactos da fase de obras rodoviárias – causas/mitigação/eliminação.

b) Cimento asfáltico

- Instalar os depósitos em locais afastados dos cursos d'água.
- Vedar o descarte do refugo de materiais usados na faixa de domínio e em áreas onde possam causar prejuízos ambientais.



- Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, imediatamente após a remoção da usina e dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.
- As operações em usinas asfálticas a quente englobam:
 - a. Estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
 - b. Transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
 - c. Transporte e estocagem de filer;
 - d. Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e do cimento asfáltico.
- Os agentes poluidores compreendem:

AGENTE POLUIDOR	FONTES POLUIDORAS
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, áreas de peneiramento, pesagem e mistura.

NOTA: Emissões fugitivas – São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

c) Instalação

- Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 metros (duzentos metros), medidos a partir da base da



chaminé, de residências, de hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

- Definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente.
- O executante será responsável pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como pela manutenção e condições de funcionamento da usina dentro do prescrito nesta norma.

d) Operação

- Instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclones e filtro de mangas ou por equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação.
- Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.
- Dotar os silos de estocagem de agregado frio de proteções lateral e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- Enclausurar a correia transportadora de agregado frio.
- Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera. Manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e na saída.
- Dotar o misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias do sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.
- Fechar os silos de estocagem de mistura asfáltica.



- Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.
- Dotar os silos de estocagem de filer de sistema próprio de filtragem a seco.
- Adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas.
- Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.
- Manter em boas condições todos os equipamentos de processo e de controle.
- Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e estabelecer barreiras vegetais no local, sempre que possível.

5.1.8 Inspeção

a) Controle de insumos

Todos os materiais utilizados na fabricação do concreto asfáltico (insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer as especificações em vigor.

- **Cimento Asfáltico**

O controle da qualidade do cimento asfáltico consta do seguinte:

- 01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de ponto de fulgor, para todo carregamento que chegar à obra (DNER-ME 148);



- 01 índice de susceptibilidade térmica para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER-ME e NBR 6560;
- 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, para cada 100t.

- **Agregados**

O controle de qualidade dos agregados consta do seguinte:

a. Ensaio eventuais

Somente quando houver dúvidas ou variações quanto à origem e natureza dos materiais.

- Ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME 035);
- Ensaio de adesividade (DNER-ME 078 e DNER-ME 079). Se o concreto asfáltico contiver dope também devem ser executados os ensaios de RTFOT (ASTM D-2872) ou ECA (ASTM-D-1754) e de degradação produzida pela umidade (AASHTO-283/89 e DNER-ME 138);
- Ensaio de índice de forma do agregado graúdo (DNER-ME 086);

b. Ensaio de rotina

- 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
- 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);



- 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (fíler), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

b) Controle da produção

O controle da produção (execução) da mistura deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória de acordo com o Plano de Amostragem Aleatória.

- **Controle da usinagem do concreto asfáltico**

- a. Controles da quantidade de ligante na mistura

- Devem ser efetuadas extrações do asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053).
- A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância de $\pm 0,3$.
- Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 700m² de pista.

- b. Controle da graduação da mistura de agregados

Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea "A". A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

- c. Controle da temperatura

- São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:
 - Do agregado, no silo quente da usina;



- Do ligante, na usina;
 - Da mistura, no momento de saída do misturador.
 - As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.
- d. Controle de características da mistura
- Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos de prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138), em material coletado após a passagem da acabadora. Os corpos-de-prova devem ser moldados in loco, imediatamente antes do início da compactação da massa.
 - Os valores de estabilidade, e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.
- **Espalhamento e compactação na pista**
- a. Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compactação. Estas temperaturas devem ser as indicadas, com uma tolerância de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
 - b. O controle do grau de compactação – GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura.
 - c. Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.



c) Verificação do produto

A verificação final da qualidade do revestimento deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Aleatório:

a. Espessura da camada

Deve ser medida por ocasião da extração dos corpo-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras de projeto.

b. Alinhamentos

A verificação do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Os desvios verificados não devem exceder $\pm 5\text{cm}$.

c. Acabamento da superfície

- Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.
- O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade – QI deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km ($IRI \leq 2,7$).



d. Condições de segurança

O revestimento de concreto asfáltico deve apresentar Valores de Resistência à Derrapagem - $VDR \geq 45$ quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303) e Altura de Areia - $1,20\text{mm} \geq HS \geq 0,60\text{mm}$ (NF P-98-216-7). Os ensaios de controle são realizados em segmentos escolhidos de maneira aleatória, na forma definida pelo Plano da Qualidade.

d) Plano de Amostragem – Controle Tecnológico

O número e a frequência das determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela fiscalização, de acordo com a seguinte tabela de controle estatístico de resultados (DNER-PRO 277):

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL

n	5	6	7	8	9	10	11	12
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16
∇	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL
(continuação)

n	13	14	15	16	17	19	21
K	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
∇	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = n° de amostras,
k = coeficiente multiplicador,
 ∇ = risco do Executante



e) Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à produção e ao produto, realizados de acordo com o plano de amostragem deverão cumprir as Condições Gerais e Específicas desta norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

- 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*

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: *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 da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações (tamanho da amostra).

- Quando especificado um valor mínimo a ser atendido devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: *Não conformidade*



$\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado: *Conformidade*

- Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para o tratamento das “não-conformidades”.
- Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta norma. Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.
- Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta norma; caso contrário deve ser rejeitado.

5.1.9 Critérios de Medição

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

- O concreto asfáltico será medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não devem ser motivo de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto cimento asfáltico), transporte da mistura da usina de estocagem até a pista e encargos quando estiverem incluídos na composição do preço unitário;
- A quantidade de cimento asfáltico aplicada é obtida pela média aritmética de valores medidos na pista, em toneladas;
- O transporte do cimento asfáltico efetivamente aplicado será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço;
- Nenhuma medição deve ser processada se ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios



e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

REFERÊNCIAS

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. *Manual de Conservação Rodoviária*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. (IPR. Publ., 710).

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. *Manual de Pavimentação*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR. Publ., 719).

Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. *Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. (IPR. Publ., 720).

DNIT 031/2006-ES: Pavimentos flexíveis – concreto asfáltico- especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2006.

DNIT 145/2012-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico - especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2012.

DNIT 150/2010-ES: Pavimentação Asfáltica – Lama asfáltica - especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

SENÇO, W. *Manual de Técnicas de Pavimentação: Volume I e II*. 2ª Ed.– Editora Pini, 2007.