



**Departamento de Infraestrutura do estado
de Santa Catarina**

DEINFRA-SC - Departamento Estadual
de Infraestrutura de Santa Catarina
Rua Tenente Silveira, 162 - Edifício
das Diretorias - Centro
Florianópolis - SC - 88010-300
Tel: +55 48 3251-3000

www.deinfra.sc.gov.br

DEINFRA-SC ES-P 05/16

PAVIMENTAÇÃO: CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Administrativo em: 23/02/2016
Resolução n.o 0036/2016. Esta especificação substitui as
especificações ES – P – 05/92 e ES – P – 05/05 B.

Autor: DEINFRA-SC (DPLA)

Palavras-chaves: concretos asfálticos usinados
a quente, revestimentos asfálticos, camadas
intermediárias e de ligação, faixas
granulométricas, cimentos asfálticos de petróleo
– CAP, Misturas asfálticas, usinas asfálticas.

16
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de **Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente – CAUQ**. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, às **Instruções e Recomendações Gerais do DEINFRA**.

SUMÁRIO

1. Descrição
2. Materiais
3. Equipamentos
4. Execução
5. Controle
6. Medição e Pagamento

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 1/16

1. DESCRIÇÃO

As Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente são produtos resultantes do processamento a quente, em usinas apropriadas de misturas homogêneas e convenientemente dosadas de agregados minerais graduados e material asfáltico, espalhadas e comprimidas a quente.

São objeto desta especificação o Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ, Concreto Asfáltico Usinado a Quente com Polímeros – CAUQp e Concreto Asfáltico Usinado a Quente com Borracha - CAUQb, e usualmente empregados como:

- a) Revestimento asfáltico em uma só camada ("capa"). A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança adequada ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas. São indicadas as faixas granulométricas da **Tabela 2.5.1, faixas I,II e III**.
- b) Revestimento asfáltico em duas camadas, sendo a superior denominada camada de rolamento ("capa") e a inferior, camada de ligação (ou "Binder"). São indicadas as faixas granulométricas da **Tabela 2.5.2, faixas: IV, V e VI**, para a camada de ligação.
- c) Camada de nivelamento ou de reperfilagem, em que é utilizada uma mistura de agregados de graduação fina, executada com a função de corrigir deformações de superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fendas existentes. São indicadas as faixas granulométricas da **Tabela 2.5.3, faixas VII, VIII e IX**.
- d) **CIAT (SAMI) – (Stress Absorbing Membrane Interlayer)**. Camadas delgadas do pavimento executadas com o objetivo de absorver/aliviar as tensões superficiais em pavimentos existentes. São misturas asfálticas com elevado teor de asfalto. São indicadas as faixas granulométricas da **Tabela 2.5.3, faixas VII, VIII e IX**.

2. MATERIAIS

2.1 Materiais Asfálticos

Podem ser utilizados nas misturas asfálticas usinadas a quente, os seguintes ligantes asfálticos:

- a) Cimentos Asfálticos de Petróleo, estabelecidos na resolução n. 19 de 11 de julho de 2005 da ANP – regulamento **Técnico ANP n° 03/2005**:
 - CAP 30/45:
 - CAP 50/70; e
 - CAP 85/100.
- b) Cimentos Asfálticos de Petróleo Modificados por Polímero Elastomero, estabelecidos na resolução n°32 de 21 de setembro de 2010 da ANP – Regulamento Técnico **ANP n° 04/2010**.
 - CAP 55/75 – E;

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 2/16

- CAP 60/85 – E; e
- CAP 65/90 – E.

c) Cimentos Asfálticos de Petróleo Modificados por Borracha Moída de Pneu Industrializado, Tipo Terminal Blend, estabelecidos na resolução nº39 de 24 de dezembro de 2008. **Regulamento Técnico ANP nº 05/2008** de 26 de dezembro de 2008.

- CAP AB 8; e
- CAP AB 22.

Nota: O CAP modificado com borracha deverá atender, ainda, ao seguinte:

- ✓ A borracha deverá ser incorporada ao ligante por via úmida;
- ✓ Não será permitida, em nenhuma hipótese, a industrialização na obra ou durante o trajeto: distribuidora – obra, no caminhão;
- ✓ A Viscosidade, Brookfield (175° C, 20 rpm, spindle 3), deverá se situar entre 1400 e 1600 cP.
- ✓ As condições e o tempo máximo de armazenamento serão definidos pelo fabricante; e
- ✓ Cada carregamento deve vir acompanhado de “Certificado de Qualidade” atestado pelo fabricante.

Para recebimento e aceitação, os Cimentos Asfálticos de Petróleo deverão atender a **IG 21.1** itens "a" e "b" e **IG 21.3**.

2.2 Agregados

Todos os agregados, britados, deverão ser produzidos de acordo com a IG 011, das Instruções e Recomendações Gerais das Especificações do DEINFRA.

2.2.1 Agregados Graúdos

O agregado graúdo é aquele que fica retido na peneira de 2,0 mm (nº 10) e deverá ser constituído por pedra ou seixos britados ou não, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, isentas de pó, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

- valor de perda máxima de 12%, quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (**MÉTODO DNER-ME 89/94**);
- valor máximo de 50% no ensaio de desgaste "Los Angeles" (método DNER-ME 35/98);
- valor superior a 0,6 no índice de forma (método DNER-ME 86/94) ou valor máximo de 10% de grãos defeituosos, no ensaio de lamelaridade;
- valor satisfatório no ensaio de adesividade (método DNER-ME 78/94), utilizando-se, se necessário, melhorador de adesividade.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 3/16

2.2.2 Agregados Miúdos

O agregado miúdo é aquele que passa na peneira de 2,0 mm (nº 10) e deverá ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

- valor de perda máxima de 12%, quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (**MÉTODO DNER-ME 89/94**);
- valor para o equivalente de areia (**MÉTODO DNER/ME 54/97**), superior a 55%.

2.2.3 Material de Enchimento (Filer)

O material de enchimento, de uso obrigatório, constituído, necessariamente por cal hidratada calcítica tipo CH-1, deverá ser constituído por materiais minerais finamente divididos, e deverá ser usado seco, sem grumos e atender à seguinte granulometria, determinada no ensaio: **DNER-ME 083/98**:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
Nº 40	0,42	100
Nº 80	0,18	95 - 100
Nº 200	0,074	65 - 100

2.3 Melhorador de adesividade

No caso de utilização de melhorador de adesividade ("Dope"), este deverá ser adquirido separadamente e incorporado ao Cimento Asfáltico de Petróleo - CAP no canteiro de serviço. Em hipótese alguma será admitida a aquisição de Cimento Asfáltico de Petróleo - CAP já adicionado do melhorador de adesividade. A eficiência da utilização do "Dope" deverá ser comprovada através do ensaio: **Danos por Umidade Induzida (AASHTO 283/89)**.

2.4 Aditivos

Quando previsto no projeto poderão ser utilizados aditivos que facilitem a mistura ou melhorem suas características e qualidades.

2.5 Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser selecionada em função da utilização prevista para o mistura asfáltico. Caso a mistura asfáltica seja utilizada como camada de rolamento, deve-se conferir especial atenção à seleção da granulometria de projeto, tendo em vista a obtenção de rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

As misturas tipo Open Graded ou GAP Graded, pelas suas características, deverão ser utilizadas, como camada de rolamento em vias urbanas, rodovias em áreas urbanas, faixas com trânsito

**ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA**

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 4/16

preferencial de ônibus e vias e rodovias onde o tráfego de veículos pesados for significativo, $N \geq 1 \times 10^7$.

O diâmetro máximo do agregado deverá ser igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada, devendo atender as faixas granulométricas dos quadros seguintes:

2.5.1 Faixa Granulométrica para camadas de rolamento

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso		
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III
1"	25,4	100	-	-
3/4"	19,1	95 – 100	100	100
1/2"	12,7	83 – 87	90 – 100	90 – 100
3/8"	9,5	65 – 70	83 – 87	78 – 92
Nº 4	4,8	28 – 42	28 – 42	28 – 42
Nº 10	2,0	14 – 22	14 – 22	14 – 24
Nº 40	0,42	-	-	8 – 17
Nº 80	0,18	-	-	5 – 11
Nº 200	0,075	0 – 6	0 – 6	2 – 7

2.5.2 Para camadas de rolamento ou ligação

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso		
Série ASTM	Abertura (mm)	IV	V	VI
2"	25,4	100	-	-
1 1/2"	38,1	95 – 100	100	-
1"	25,4	75 – 100	95 – 100	-
3/4"	19,1	60 – 90	80 – 100	100
1/2"	12,7	-	60 – 90	90 – 100
3/8"	9,5	35 – 65	45 – 80	76 – 93
Nº 4	4,8	25 – 50	28 – 60	44 – 74
Nº 10	2,0	20 – 40	20 – 45	25 – 55
Nº 40	0,42	10 – 30	10 – 32	9 – 27
Nº 80	0,18	5 – 20	8 – 20	4 – 17
Nº 200	0,074	1 - 8	3 – 8	2 – 10

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 5/16

2.5.3 Para camadas de reperfilagem, nivelamento e ciat (SAMI)

Peneira		Percentagem Passando, em Peso		
Série ASTM	Abertura (mm)	VII	VIII	IX
3/8"	9,5	100	100	100
Nº 4	4,8	80 – 100	75 – 100	44 – 72
Nº 10	2,0	60 – 95	50 – 90	22 – 50
Nº 40	0,42	26 – 53	20 – 50	8 – 26
Nº 80	0,18	4 – 24	7 - 28	4 – 16
Nº 200	0,075	2 – 10	3 – 10	2–10

Deverão ser obedecidas, ainda, as seguintes condições:

- a) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total.
- b) As granulometrias dos agregados graúdos e miúdos, **Método DNER ME 83/98**, deverão ser obtidas por "via lavada".
- c) A quantidade, máxima, de areia, permitida na composição da mistura será de 8%.
- d) A quantidade de filler, fixada em 2%, será avaliada no ensaio de **DUI (AASHTO T 283)**.

OBSERVAÇÃO: Quando devidamente justificadas, outras faixas granulométricas poderão ser adotadas desde que a mistura apresente boa trabalhabilidade, qualidade e atenda às características especificadas

2.6 Características Gerais de Mistura

Deverá ser empregado o método Marshall (**MÉTODO DNER-ME 43/95**) para determinação da estabilidade, fluência e vazios das misturas asfálticas usinadas a quente cujos limites estabelecidos são os seguintes:

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 6/16

- Requisitos para o Projeto Mistura Asfáltica

Características	Método de Ensaio	
Estabilidade kN (75 golpes no ensaio Marshall)	NBR 12891	8 a 12
Fluência (mm) Fluência (0,01")	NBR 12891	2,0 a 4,0
% de Vazios Totais		3,5 a 4,5 e 4,0 – 6,0 ¹
Relação Betume Vazios – RBV (%)		70 a 82
Concentração crítica de filler ²	ES P00/26	< 90% Cs
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a	NBR 15087	>=0,60
Resistência a danos por umidade induzida, mínimo, %	AASHTO T 283	>75

1- Para misturas tipo gap Graded.

2- A concentração crítica de filler: valor da concentração máxima, em volume de filler, admitida no sistema filler-asfalto.

Notas:

- 1) Valores de estabilidade fora dos limites estabelecidos poderão ser admitidos desde que devidamente justificada a sua adoção.
- 2) No caso de utilização de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, em camada de nivelamento, de reperfilagem, CIAT, delgadas, as características da mistura serão aquelas estabelecidas para a camada de rolamento, permitindo-se o volume de vazios (Vv) da ordem de 6% a 8% em números absolutos.
- 3) Quando utilizadas como camada de rolamento ("capa"), as Misturas Asfálticas Usinadas a Quente deverão atender as especificações da relação betume/vazios e aos valores mínimos de vazios de agregado mineral dados pela tabela seguinte seguinte. Esta condição tem por finalidade garantir um volume mínimo no agregado mineral, possibilitando assim a adoção de um teor mínimo adequado de asfalto.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 7/16

-Requisitos para Vazios do Agregado Mineral – VAM

Onde:

Tamanho Nominal Máximo do Agregado*		VAM Vazios do Agregado Mineral Mínimo (%)
ASTM	Mm	
1 1/2"	37,5	11
1"	25,0	12
3/4"	19,0	13
1/2"	12,5	14
3/8"	9,5	16

* tamanho nominal máximo do agregado é definido como o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela que retém mais que 10% dos agregados.

- 4) O projeto da mistura pela dosagem Marshall deve ser refeito, no mínimo, a cada 6 meses, e todas as vezes que ocorrer alteração de algum dos materiais constituintes da mistura.

3. EQUIPAMENTOS

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e compreenderá, basicamente, as seguintes unidades:

- Depósitos para o cimento asfáltico. Com capacidade mínima para 3 dias de operação, capazes de aquecer o ligante nas temperaturas especificadas, e de evitar superaquecimento localizado. Todas as tubulações e acessórios, deverão ter diâmetro mínimo de 75 mm e devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor. A bomba de recalque deverá ter potência mínima de 15 HP. Devem possuir agitadores e sistema de recirculação mecânicos, de forma a garantir a circulação e homogeneidade, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador durante todo o período de operação;
- Depósitos para agregados (Silos). De múltiplos silos, um para cada agregado, com no mínimo 4 silos, em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira que não haja mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos.
- Usina para misturas asfálticas a quente, providas de filtros de manga para controle da poluição e recuperação de finos. Deve possuir pelo menos 4 silos de agregados múltiplos,

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 8/16

independentes, de forma a não permitir a mistura de agregados, de granulometria diferentes, quando do carregamento dos mesmos. **Preferencialmente, serão empregadas usinas gravimétricas.**

Caso utilizadas, as usinas **volumétricas** e/ou tipo “**drum-mixer**”, deverão ainda atender as seguintes exigências:

- ✓ A secagem dos agregados deverá ser no sistema de contrafluxo, evitando-se a ação das chamas do queimador sobre o asfalto;
 - ✓ Cada silo deverá possuir balança para dosagem individual dos agregados de modo a permitir a imediata e automática correção da dosagem dos materiais a partir da variação de qualquer deles, inclusive o cimento asfáltico. Deverá haver dispositivo que interrompa a produção caso haja variação brusca na dosagem de qualquer material;
 - ✓ A recuperação dos finos deverá ser por via seca, através de filtro de manga;
 - ✓ Deverá ocorrer, obrigatoriamente, na usina “drum-mixer”, quando em operação, a limpeza diária do tambor misturador.
 - ✓ A usina não poderá ser de capacidade inferior à estipulada nos casos de uma gravimétrica.
- Caminhões basculantes. Devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas e devem ser providos de lona para proteção da mistura.
 - Acabadora auto-propelida. Equipamento de espalhamento capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto. Devem ser equipadas obrigatoriamente com sensor eletrônico de irregularidade, aquecimento eletrônico da mesa e com sistema de vibração que permita pré-compactação na mistura espalhada. No início da jornada de trabalho, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, à temperatura definida para descarga da mistura asfáltica.
 - Rolos compactadores, auto-propelidos, reversíveis e com controle de calibração, frequência e amplitude da vibração, de acordo com a mistura a compactar; e
 - Ferramentas manuais e equipamentos acessórios.

Nota: Todos os dispositivos estabelecidos deverão passar por rigorosa inspeção da Fiscalização, para verificação do atendimento ao especificado anteriormente, e estar em pleno e perfeito funcionamento, sem o que não será permitido o início dos serviços.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 9/16

4. EXECUÇÃO

- a) As misturas asfálticas deverão ser processadas em usinas apropriadas, conforme especificadas anteriormente, que tenham condições de produzir misturas asfálticas uniformes.
- b) O uso de “filler” calcário do tipo cal hidratada calcítica, tipo CH-1, é obrigatório em todas as composições de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente e deverão ser incorporados a mistura anteriormente ao ligante.
- c) A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura, deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade.
 - Para o cimento asfáltico convencional, não modificado, a temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade *Saybolt-Furol* entre 75 SSF e 150 SSF, determinada conforme NBR 14950. Recomenda-se que a viscosidade se situa no intervalo de 75 SSF a 95 SSF.
 - Para o cimento asfáltico, modificado por polímero, deverá ser determinada, para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade *Brookfield*, definida pelo fabricante e determinada conforme **NBR 15184**.
 - Para cimento asfáltico, modificado com borracha de pneus, deverá ser determinada, para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade *Brookfield*, conforme **NBR 15529**, salvo orientação contrária e justificada pelo fabricante.
- d) O início da produção na usina só deve ocorrer quando todo o equipamento de pista estiver em condições de uso, para evitar a demora na descarga na acabadora, evitando-se a diminuição da temperatura da mistura, com prejuízo da compactação.
- e) O tempo de mistura deverá ser o mínimo que propicie mistura homogênea, com os agregados, mais filler, recobertos uniformemente pelo ligante.
- f) Os equipamentos envolvidos no transporte, espalhamento e compactação deverão apresentar boas condições de uso e limpeza. Equipamentos que apresentem vazamento de combustíveis, graxas ou outros materiais danosos às misturas asfálticas não serão permitidos. Caso isso ocorra os mesmos deverão ser imediatamente retirados das frentes de serviço.
- g) O transporte das Misturas Asfálticas Usinadas a Quente deverá ser feito com caminhões basculantes que apresentem caçambas metálicas lisas e limpas. Para evitar a aderência da mistura à caçamba, será feita a sua limpeza com água ensaboada, solução de cal ou produtos vegetais específicos. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado antes do carregamento da mistura. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante, como os derivados de petróleo, não serão permitidos na limpeza das caçambas. A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 10/16

caçamba, 1° na frente, 2° atrás e 3° na meio. As duas primeiras cargas, na frente e atrás, deverão ser feitas de forma que a massa usinada tangencie, ao máximo, as chapas da carroceria. Em nenhuma hipótese será permitido o abatimento da carga na caçamba.

- h) Todos os carregamentos de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente deverão ser cobertos com lona impermeável de forma a reduzir a perda de calor, evitar a formação de crostas, na parte superior e proteger da contaminação por poeira e outro agentes.
- i) A superfície que irá receber a Camada de Mistura Asfáltica Usinada a Quente deverá apresentar-se limpa, seca e isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura. Caso tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou ainda, ter sido recoberta com areia, etc., ou ainda, tenha perdido o seu poder ligante, deverá ser feita uma Pintura Asfáltica de Ligação.
- j) As Misturas Asfálticas Usinadas a Quente poderão ser estocadas em silos apropriados, não se permitindo o seu empilhamento. O silo de estocagem deverá ser equipado para prevenir segregação na mistura.
- k) A distribuição de uma Mistura Asfáltica Usinada a Quente não será permitida com tempo chuvoso ou com iminência de chuva. A temperatura ambiente, determinada à sombra e longe de aquecimento artificial, deverá ser de, no mínimo, 10° C, e estar em ascensão.
- l) A fixação da temperatura de espalhamento e compactação está condicionada a natureza da mistura e às características do equipamento utilizado.
- m) As Misturas Asfálticas Usinadas a Quente serão distribuídas com acabadoras autopropelidas com a mesa aquecida na temperatura adequada, obedecidas as seguintes indicações:
- Nos segmentos em rampa o espalhamento se dará, obrigatoriamente, no sentido ascendente.
 - Não é permitido que o caminhão basculante encoste no equipamento de espalhamento. A acabadora, sempre irá de encontro ao caminhão basculante, que deverá estar com a caixa de câmbio em posição livre, e permanecerá acoplada, ao mesmo, até a completa descarga da massa.
 - Não será permitido o espalhamento, de mistura usinada, na frente da acabadora, por meio manuais.
 - A utilização de ferramentas manuais, pás, rodos, ancinhos, etc, se limitará ao mínimo necessário.
 - O espaçamento entre o sem-fim e a lateral da caixa de distribuição da acabadora deverá ser de, no máximo, 0,20 m.

ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 11/16

- A acabadora só poderá iniciar o espalhamento depois que a caixa da mesma esteja com mais da metade de mistura, devendo trabalhar, sempre que possível, “cheia”.
 - Não será permitido o abatimento das abas basculantes da acabadora e a utilização da mistura asfáltica acumulada, nos região, em qualquer etapa da construção. O material ali existente, deverá obrigatoriamente ser recolhido e colocado fora, em local adequado, no final da operação.
 - Em qualquer paralisação, no processo de espalhamento, a acabadora deverá ser esvaziada e o serviço reiniciado com uma nova junta.
- n) Somente será permitido o uso de motoniveladoras no caso de camadas de nivelamento, reperfilagem e na execução em áreas onde o uso de acabadoras não é praticável. Esses equipamentos deverão permitir a obtenção dos resultados especificados.
- o) No caso de ocorrerem irregularidades, ou segregação, na superfície da camada espalhada, estas deverão ser corrigidas através da adição manual da mistura, sendo este espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos, antes de qualquer operação de rolagem.
- p) A compressão, com a utilização de rolo (s) compactador (es), iniciará imediatamente depois da sua distribuição e perdurará até o momento em que seja obtida a densificação especificada, observando as seguintes indicações:
- A (s) unidades (s) compactadora (s) deverá (ão) seguir, o mais próximo possível, o equipamento de espalhamento. Será sempre iniciada com o rolo duplo tandem vibratório;
 - No caso de utilização de mistura enquadradas nas faixas granulométricas da **Tabela 2.5.1**, não será permitido o uso de rolos de pneus.
 - Como orientação, a temperatura de compactação é a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso;
 - As juntas serão compactadas primeiro, assegurando adequadas condições de acabamento;
 - A compressão será executada em faixas longitudinais e será sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal e deverá progredir no sentido do ponto mais alto, devendo em cada passada ser recoberta a metade da largura compactada na passada anterior;
 - Não serão permitidas: mudanças de direção, aceleração, desaceleração e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento de compactação sobre mistura asfáltica recém rolada. No caso de utilização de equipamentos vibratórios de

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 12/16

compactação, deverá desligar-se a vibração antes da reversão;

- As mudanças de faixa de compactação só deverão ser feitas onde a mistura asfáltica se apresentar resfriada;
 - Para evitar aderências os cilindros metálicos deverão ser mantidos adequada e suficientemente úmidos, e as rodas dos rolos pneumáticos deverão, no início da compactação, serem levemente untadas com produtos específicos, não serão admitidos produtos derivados de petróleo.
- q) Em locais onde a Mistura Asfáltica Usinada a Quente for colocada em áreas inacessíveis aos equipamentos de compactação, deverão ser empregados soquetes pneumáticos ou outros equipamentos que permitam a obtenção do grau de compactação especificado.
- r) No caso de camadas sobrepostas, as juntas transversais e longitudinais não deverão ser coincidentes. No caso de juntas longitudinais de eixo, deverá haver um afastamento lateral de, pelo menos, 0,15 m e a junta da camada final deverá coincidir com o eixo de projeto.
- s) Uma camada de Mistura Asfáltica Usinada a Quente somente será liberada ao tráfego após o seu resfriamento. Não será admitida, em nenhuma hipótese a asperção de água, sobre uma mistura asfáltica, espalhada e compactada, para acelerar a sua liberação ao tráfego.

5. CONTROLE

5.1 Controle Tecnológico

5.1.1 Materiais

5.1.1.1 Cimentos Asfálticos de Petróleo

Para recebimento e aceitação, os Cimentos Asfálticos de Petróleo deverão atender as **IG 21.1 item "a", IG 21.2 e IG 21.3.**

5.1.1.2 Agregados

- a) Diariamente será feita uma inspeção à britagem e aos depósitos, de maneira a verificar se os agregados estão sendo produzidos de acordo com a IG 011, secos, limpos e isentos de outras contaminações prejudiciais.
- b) Anteriormente ao início da primeira execução, na obra, dos serviços de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedra em exploração, ou de ocorrer mudança de fonte de agregado, deverão ser executados os seguintes ensaios:
- Abrasão "Los Angeles" (**MÉTODO DNER-ME 35/98**);
 - Durabilidade (**método DNER-ME 89/94**);
 - Adesividade (**método DNER-ME 78/94**);
 - Determinação da absorção e massa específica real e aparente do agregado graúdo

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 13/16

(MÉTODO DNER – ME 081/98)

- Índice de Forma (**Método DNER-ME 86/94**), ou determinação da percentagem de partículas defeituosas; e
 - Equivalente de Areia (**MÉTODO DNER-ME 54/97**) do agregado miúdo.
- c) Dois ensaios de granulometria (**MÉTODO DNER-ME 83/98**), por via lavada, para cada tipo de agregado, para constatação da regularidade da britagem, com amostras coletas nas correias transportadoras, por dia de trabalho.
- d) Um ensaio de granulometria (**MÉTODO DNER-ME 83/98**) do material de enchimento (Filer) de cada carga, que chegar à obra, com amostragem a critério da Fiscalização, devendo ser rejeitado se não atender a granulometria especificada.

Notas:

- No caso de não atendimento ao item “a” e/ou “b”, os trabalhos serão suspensos e, uma nova fonte de agregados deverá ser adotada, desde que atenda ao especificado em 2.2.1.
- No caso de não atendimento ao estabelecido em “c”, os trabalhos serão suspensos e, o projeto da mistura deverá ser refeito, através do método Marshall (**Método DNER-ME 43/95**), para atendimento ao especificado em 2.5.

5.1.2 Execução

Recomenda-se o controle da execução com o auxílio de densímetros que farão a determinação dos seguintes parâmetros, da mistura, na pista:

- Posição (km, lado, etc.)
- Temperatura;
- Grau de compactação.

O controle da temperatura e do grau de compactação estabelecidos a seguir, deverão, também, ser realizados.

5.1.2.1 Temperatura

Este controle será com, no mínimo, oito medidas de temperatura por dia de serviço, envolvendo:

- agregados nos silos quentes;
- cimento asfáltico, na entrada do misturador;
- mistura em todos os caminhões, no caso de usinas tambor-secador-misturador.

As temperaturas devem satisfazer os limites especificados, sem o que a usina deverá ser paralisada e a mistura ser rejeitada.

5.1.2.2 Características Gerais da Mistura

ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 14/16

- a) Um ensaio para obtenção do teor de Cimento Asfáltico de Petróleo - CAP, para cada 100 t de mistura asfáltica ou, pelo menos, uma determinação por dia de trabalho, com amostra coletada após a passagem do equipamento de distribuição. Preferencialmente, deve-se empregar o *ensaio de extração por refluxo* ("Soxhlet"), em lugar do ensaio por centrifugação (**MÉTODO DO DNER-ME 53/94**). O valor obtido através das *fórmulas (3) e (4)* do **Anexo I**, para controle bilateral, poderá variar, em relação ao teor de projeto, na faixa de $\pm 0,3\%$, para Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ.
- b) Um ensaio de granulometria (**MÉTODO DNER-ME 83/94**) da mistura dos agregados com os materiais resultantes das extrações de asfalto referidas no item 5.1.2.2.a. A curva granulométrica deverá manter-se contínua enquadrando-se na faixa de projeto. Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através das *fórmulas (3) e (4)* do **Anexo I**, para controle bilateral, estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1½"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 40 a Nº 4	0,42 a 4,0	± 5
Nº 80	0,18	± 3
Nº 200	0,074	± 2

- c) Um ensaio de danos por Umidade Induzida – DUI (AASHTO 283/89) da mistura asfáltica, para cada 300 t ou, pelo menos, uma determinação por dia de trabalho, com amostra coletada depois da passagem do equipamento de distribuição.
- d) Uma amostra indeformada, extraída com a sonda rotativa (D = 10,4 cm), para cada 400 t de mistura asfáltica compactada, ou, pelo menos, uma determinação por dia de trabalho, em local correspondente à trilha de roda externa. Preferencialmente um destes pontos deverá coincidir com o ponto de coleta de amostras efetuada para o item "5.1.2.2.a". De cada amostra extraída, será determinada a massa específica aparente, **MÉTODO DNER-ME 117/81**, e a espessura individual (média de, pelo menos, três determinações com paquímetro). Este corpo de prova será submetido ao ensaio de resistência à tração na compressão diametral (RTCD). O valor da RTCD deverá ser o obtido no projeto da mistura, permitindo-se uma variação de $\pm 20\%$, em relação a esse valor, respeitando-se os limites, máximo e mínimo, especificados. O grau de compactação da mistura deverá ser obtido pela relação entre a massa específica aparente do corpo-de-prova retirado da pista com o uso da sonda rotativa e a massa específica aparente da mistura, de projeto. Os valores individuais do grau de compactação, deverão ficar compreendidos entre 96% e 100%. Os valores calculados estatisticamente pela *fórmula (4)* do **Anexo I**, para controle unilateral,

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 15/16

servirão somente para controle da regularidade da compactação.

- e) Após a execução de uma camada de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente, proceder-se-à a determinação das deflexões recuperáveis com viga Benkelmann, a cada 20 metros, nas posições correspondentes às trilhas das rodas externa e interna, em cada uma das faixas de tráfego. Os valores das deflexões, calculados estatisticamente, pela *fórmula (4)* do **Anexo I**, para controle unilateral, deverão ser menores que a deflexão característica estabelecida para a camada.

Notas:

- 1) Caso ocorrerem valores iguais ou superiores a 100%, para o grau de compactação, os serviços deverão ser paralisados e refeito o projeto da mistura pela dosagem Marshall, conforme estabelecido em **2.5.2**.
- 2) Em caso de não atendimento aos ítems "a" e/ou "b" e/ou "d", a solução a adotar é a remoção da camada e reexecução da mesma e, se for caso, a restauração da camada subjacente, com ônus exclusivo da construtora.
- 3) No caso de camadas de nivelamento finas de Mistura Asfálticas Usinadas a Quente o controle por ensaio de compactação poderá ser dispensado, efetuando-se apenas o controle de operação, visual, referente ao número de passagens de equipamento de compactação.
- 4) Em caso de não atendimento ao item "e", deverá ser executada uma nova camada de mistura asfáltica, de reforço, sobre essa camada, para atendimento a deflexão estabelecida, às expensas da Construtora.

5.2 Controle Geométrico

5.2.1 Espessura

A espessura da camada asfáltica será avaliada nos corpos de prova extraídos com sonda rotativa, podendo-se fazer uma verificação pelo nivelamento da seção transversal, antes do espalhamento e depois da compactação, no eixo e nos bordos, admitindo-se as seguintes tolerâncias, para aceitação dos serviços.

- a) Valores individuais da espessura, em relação à espessura prevista em projeto, não poderão exceder a variação de $\pm 10\%$. Caso se constate o não atendimento, as correspondentes áreas serão objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa.
- b) A variação da espessura mínima da camada, determinada pela *fórmula (4)* do **Anexo I**, para controle unilateral, deverá situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação a espessura prevista no projeto.

Notas:

- 1) As áreas com espessuras deficientes, devidamente delimitadas, serão reforçadas, às expensas do Construtora.
- 2) As áreas com espessuras em excesso, desde que apresentem ondulações acentuadas, devido

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-05/16

CAMADAS DE MISTURAS ASFÁLTICAS USINADAS A QUENTE

PÁG. 16/16

à variação das espessuras, a critério da Fiscalização deverão ser removidas com restauração da camada subjacente e a execução de uma nova camada, às expensas da Construtora.

5.2.2 Largura

Não serão admitidos valores inferiores aos previstos em projeto. Em caso de não atendimento, a solução a adotar será a remoção da camada, numa largura tal que permita a reexecução da mesma, com equipamento apropriado, com ônus exclusivo da Construtora.

5.2.3 Acabamento

- a) O acabamento da superfície será apreciado visualmente, a critério da Fiscalização, pela observação das condições de desempenamento da camada, da inexistência de marcas decorrentes da má distribuição e/ou compressão inadequada e da qualidade das juntas executadas, que deverá ser julgado satisfatório.
- b) Deverá ser medido o IRI – Índice de Irregularidade Internacional, imediatamente após o resfriamento da camada, através do equipamento tipo “Merlin”, com determinações na posição correspondente as futuras trilhas de roda. O serviço será aceito caso o Valor do IRI seja inferior a 2,5 em obras de pavimentação e de 2,7 em obras de restauração.

Nota: Em caso de não atendimento aos itens “a” e/ou “b” os serviços deverão ser refeitos, com ônus exclusivo da Construtora.

5.2.4 Condições de Segurança

As condições de segurança serão determinadas pela macro textura do revestimento, através do ensaio de mancha de areia, **ASTM E 1845**, a cada 100m, em cada faixa de rolamento, na posição correspondente as futuras trilhas de roda. A altura de mancha de areia deve estar compreendida no intervalo entre 0,6 mm e 1,2 mm. Caso se situe fora desse intervalo, o serviço deverá ser feito com ônus exclusivo da Construtora.

6. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de **Misturas Asfálticas Usinadas a Quente** serão medidos e pagos de acordo com os **"PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E PAGAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS"**.