



# IE – 09/2017

## CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### 1. OBJETIVO

O objetivo deste documento é a definição dos critérios que orientam a dosagem, usinagem e execução de camadas constituídas de misturas asfálticas do tipo concreto asfáltico usinado morno com uso de surfactantes em obras de pavimentação sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São Paulo.

### 2. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga, usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de Concreto Asfáltico Usinado Morno (CAUM) com aditivos surfactantes.

Aditivos surfactantes são compostos químicos que proporcionam redução na tensão superficial na interface ligante asfáltico/agregado, promovendo boa compactação do material mesmo a temperaturas mais baixas.

O concreto asfáltico usinado morno é uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais, fíler e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e compactada a temperaturas 30<sup>o</sup> C mais baixas que as temperaturas usuais para o CAUQ convencional mediante a incorporação de aditivos surfactantes no ligante asfáltico.

Esta norma incorpora as atividades necessárias para execução de camadas de concreto asfáltico morno com ligante convencional, ligante com com polímeros e com borracha de pneu.

A TABELA 1 apresenta os limites mínimos de temperaturas a serem observados na produção e aplicação do CAUM:

Temperatura Mínimas (°C)	CAP Convencional	CAP Modificado
Produção	120	130
Aplicação	100	110

TABELA 1

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico morno deverá atender características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- Camada de rolamento: camada destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade superficiais que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.



## IE – 09/2017

# CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

- Camada intermediária de ligação ou "binder": camada posicionada logo abaixo da camada de rolamento. Geralmente apresenta uma maior percentagem de vazios e menor consumo de ligante, em relação à camada de rolamento.
- Camada de nivelamento ou "reperfilagem": camada executada com massa asfáltica de graduação fina, com função de corrigir irregularidades que ocorram na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes, preferencialmente após a execução de fresagem.

### 3. MATERIAIS

#### 3.1 MATERIAIS ASFÁLTICOS

O ligante asfáltico deverá ser fornecido já aditivado com o agente surfactante, de acordo com as especificações e quantidades definidas pelo fabricante. Alternativamente, o agente surfactante poderá ser aditivado ao ligante na usina caso se disponha de sistema de alimentação que assegure sua correta dosagem, desde que seja aprovado pela fiscalização e com acompanhamento técnico por parte do fornecedor.

A seleção do tipo de ligante dependerá do projeto estrutural, das deflexões admissíveis e do volume de tráfego.

Todo carregamento de ligante que chegar à usina deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação de acordo com o ligante asfáltico utilizado, correspondente à data de fabricação ou de carregamento para transporte com destino a usina de asfalto. Deve também trazer indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a fábrica e a usina de asfalto.

3.1.1 Os ligantes asfálticos de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-50/70 ou CAP-30/45, deverão atender às exigências contidas na norma da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis em vigor, conforme Regulamento Técnico nº 03/2005 (TABELA 2):



**IE – 09/2017**  
**CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO**  
**USINADO MORNO**

Característica	Unidade	Limites		Métodos
		CAP 30-45	CAP 50-70	
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1mm	30 - 45	50 - 70	NBR 6576
Ponto de Amolecimento, mín.	°C	52	46	NBR 6560
VISCOSIDADE SAYBOLT - FUROL				
a 135°C, mín.	s	192	141	NBR 14950
a 150°C, mín.		90	50	
a 177°C, mín.		40 - 150	30 - 150	
VISCOSIDADE BROOKFIELD				
a 135°C, SP 21, 20rpm, mín.	cP	374	274	NBR 15184
a 150°C, SP 21, mín.		203	112	
a 177°C, SP 21, mín.		76 - 285	57 - 285	
Índice Suscetibilidade Térmica		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	-
Ponto de fulgor, mín.	°C	235	235	NBR 11341
Solubilidade em tricloroetileno, mín.	% massa	99,5	99,5	NBR 14855
Ductilidade a 25°C, mín.	cm	60	60	NBR 6293
EFEITO DO CALOR E DO AR (RTFOT) A 163°C, 85 min				D 2872
Varição em massa, máx.	% massa	0,5	0,5	
Ductilidade a 25°C, mín.	cm	10	20	NBR 6293
Aumento do ponto de amolecimento, máx.	°C	8	8	NBR 6560
Penetração retida, mín. (*)	%	60	55	NBR 6576

TABELA 2: Regulamento Técnico ANP nº 03/2005 (modificado)



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

3.1.2 Os cimentos asfálticos de petróleo modificados por adição de borracha moída de pneus devem possuir as seguintes características:

- a) O teor mínimo de borracha deve ser de 15% em massa, incorporada no ligante asfáltico, sendo expressamente proibida a industrialização na própria obra;
- b) O ligante asfalto-borracha deve atender às exigências da Norma DNIT 111/2009-EM (TABELA 3);
- c) O tempo máximo e as condições de armazenamento e estocagem do asfalto borracha, para diferentes situações, devem ser definidos pelo fabricante.

Característica	Unidade	Asfalto-borracha		ME
		Tipo AB 8	Tipo AB 22	
Penetração, 100g, 5s, 25°C	0,1mm	30-70	30-70	DNER ME 003/99
Pto Amolecimento, mín, °C	°C	55	57	DNER ME 247/94
Viscosidade Brookfield, 175°C, 20rpm Spindle-3	cP	800-2000	2200-4000	NBR 15529
Ponto de Fulgor, mín	°C	235	235	DNER ME 148/94
Recuperação Elástica Ductilômetro, 25°C, 10cm, mín	%	50	55	NBR 15086
Estabilidade à estocagem, máx	°C	9	9	DNER ME 384/99
EFEITO DO CALOR E DO AR (RTFOT) a 163°C (*)				
Variação em massa, máx	%	1	1	NBR 15235
Variação ponto de amolecimento, máx	°C	10	10	DNER ME 247/94
Porcentagem penetração original, mín	%	55	55	DNER ME 003/99
Porcentagem recuperação elástica original, 25°C 10cm, mín	%	100	100	NBR 15086

(\*) Ensaios no resíduo do material resultante do ensaio NBR 15235

**TABELA 3: Ensaios para cimento asfáltico modificado por borracha de pneus  
DNIT 111/2009 - EM (modificado)**



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

3.1.3 Os cimentos asfálticos de petróleo modificados por adição de polímeros elastoméricos devem possuir as seguintes características:

- a) O ligante asfáltico de petróleo modificado pela adição de polímeros elastoméricos deve atender às exigências da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis em vigor, conforme Regulamento Técnico ANP nº 04/2010 (TABELA 4);
- b) O tempo máximo e as condições de armazenamento e estocagem do asfalto modificado com polímeros devem ser definidos pelo fabricante;
- c) A garantia do produto asfáltico por carga deve ser atestada pelo fabricante através de certificado com as características do produto.

Característica	Unidade	Limite			Método ABNT
		Tipo			
		55/75-E	60/85-E	65/90-E	
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	45-70	40-70		NBR 6576
Ponto de amolecimento, mín	°C	55	60	65	NBR 6560
VISCOSIDADE BROOKSFIELD					NBR 15184
a 135°C, spindle 21, 20 rpm, máx	cP	3000			
a 150°C, spindle 21, 50 rpm, máx		2000			
a 177°C, spindle 21, 100 rpm, máx		1000			
Ponto de fulgor, mín	°C	235			NBR 11341
Ensaio de separação de fase, máx	°C	5			NBR 15166
Recuperação elástica a 25°C, 20 cm, mín	%	75	85	90	NBR 15086
EFEITO DO CALOR E DO AR (RTFOT) A 163 °C, 85 minutos					
Variação em massa, máx	% massa	1,0			NBR 15235
Variação do ponto de amolecimento, máx	°C	-5 a +7			NBR 6560
Porcentagem de penetração original, mín	%	60			NBR 6576
Porcentagem de recuperação elástica original a 25°C, min.	%	80			NBR 15086

TABELA 4: Regulamento Técnico ANP nº 04/2010 (modificado)



# IE – 09/2017

## CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### 3.2 AGREGADOS

#### 3.2.1 Agregado Graúdo

O agregado graúdo, assim considerado o material retido na peneira de 4,8 mm (n<sup>o</sup> 4), será constituído por produtos de britagem provenientes de rochas sãs (granitos, gnaisses, basalto, etc), apresentando partículas limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (DNER-ME 89/94), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (n<sup>o</sup> 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (PMSP ME-23/92) não deverá ser superior a 40%;
- c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico (PMSP ME-24/92). Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;
- d) Deve apresentar índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94) e porcentagem de partículas lamelares não superior a 10% (NBR 6954).

#### 3.2.2 Agregado Miúdo

O agregado miúdo, assim considerado o material que passa na peneira de 4,8 mm (n<sup>o</sup> 4), será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) O equivalente de areia (DNER-ME 054/97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
- b) É vetado o emprego de areia proveniente de cavas e/ou barrancas de rio, sem o devido beneficiamento. Sua utilização só será possível após análises e liberações pela Fiscalização no caso de pavimentação de vias de tráfego leve e médio. No caso de vias de tráfego meio pesado, pesado e muito pesado somente serão aceitas frações de agregado miúdo decorrentes de britagem de rocha.

#### 3.2.3 Material de Enchimento (Fíler)

O material de enchimento deverá ser constituído pela parte fina do pó-de-pedra, cimento Portland, cal extinta ou pó-calcário. Quando da aplicação, o fíler deverá estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deverá obedecer os limites indicados no Quadro 3.1.



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

**Quadro 3.1**  
**Limites para granulometria do filer**

<b>PENEIRA</b>	<b>%EM PESO QUE PASSA</b>
0,420mm (n <sup>o</sup> 40)	100
0,175 mm(n <sup>o</sup> 80)	95-100
0,075 mm(n <sup>o</sup> 200)	65-100

### **3.2.4 Melhoradores de adesividade**

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (PMSP ME-24/92; NBR 15617; NBR 15618). Os aditivos poderão ser os produtos químicos melhoradores de adesividade ou cal hidratada.

### **3.3 COMPOSIÇÃO DA MISTURA**

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico. A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do Quadro 3.2. Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) A faixa granulométrica a ser usada deve ser aquela que corresponde ao projeto estrutural e cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura acabada (compactada) da camada;
- b) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;
- c) As granulometrias das frações passantes na peneira 2,0mm deverão ser obtidas por "via lavada";
- d) As condições obtidas no ensaio Marshall (PMSP ME-42/92), para a estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos limites apresentados no Quadro 3.3.

Nos casos da utilização de misturas asfálticas para camada de rolamento e de reperfilagem (Faixas II, III, e IV), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão atender aos valores do Quadro 3.4, definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado.



**IE – 09/2017**  
**CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO**  
**USINADO MORNO**

**Quadro 3.2**  
**Requisitos para composição da mistura**

PENEIRAS (mm)		I	II	III	IV	V	GAP Graded (*)	
							GAP I	GAP II
50	2"	100	-	-	-	-	-	-
38	1 1/2"	95-100	100	-	-	-	-	-
25	1"	75-100	95-100	-	-	-	-	-
19	3/4"	60-90	80-100	100	100	-	100	-
12,5	1/2"	-	-	80-100	88-100	-	90-100	100
9,52	3/8"	35-65	45-80	70-90	78-94	100	78-92	80-100
4,8	4	25-50	28-60	44-72	60-80	75-100	28-42	25-40
2,38	8	-	-	-	44-60	-	-	19-32
2,0	10	20-40	20-45	22-50	-	50-90	14-24	-
1,2	16	-	-	-	-	-	-	16-22
0,6	30	-	-	-	-	-	-	10-18
0,42	40	10-30	10-32	8-26	20-35	20-50	8-17	-
0,3	50	-	-	-	-	-	-	8-13
0,175	80	5-20	8-20	4-16	12-24	7-28	5-11	-
0,15	100	-	-	-	-	-	-	6-10
0,075	200	1-8	3-8	2-10	6-12	3-10	2-7	4-7
UTILIZAÇÃO		LIGAÇÃO	ROLAMENTO LIGAÇÃO	ROLAMENTO		REPERFIL	ROLAMENTO	
TIPO DE TRÁFEGO (IP-02)		MÉDIO A MUITO PESADO		MÉDIO A MTO. PESADO	MÉDIO/ LEVE	QUALQUER	MÉDIO A MTO. PESADO	
ESPESSURA MÁXIMA COMPACTADA (cm)		6,0	6,0	6,0	5,0	2,5	5,0	

(\*) GAP Graded – Faixa de Granulometria Semidescontínua





**IE – 09/2017**  
**CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO**  
**USINADO MORNO**

**Quadro 3.3 Ensaio Marshall (Valores Recomendados)**

ITEM	TRÁFEGO – IP-02	
	LEVE	MEDIO A MTO PESADO
PMSP SP ME42/92		
Nº GOLPES/FACE	50	75
ESTABILIDADE MÍNIMA kN	5	8
FLUÊNCIA (mm) (0,01")	2,0 a 4,0 8-18	2,0 a 4,0 8-16
% DE VAZIOS TOTAIS		
REPERFILAGEM	3 a 5	
LIGAÇÃO	4 a 7	
ROLAMENTO	3 a 5	
GAP	4 a 6	
RELAÇÃO BETUME/VAZIOS(%)		
REPERFILAGEM	70 a 80	
LIGAÇÃO	65 a 75	
ROLAMENTO	70 a 80	
GAP	65 a 78	
RT(MPa) – Resistência à tração por compressão diametral (NBR 15087)		
LIGAÇÃO/REPERFILAGEM	0,65	
ROLAMENTO	0,80	
GAP	0,50	



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

**Quadro 3.4**  
**Limites Recomendados para % de Vazios do Agregado Mineral (VAM)**

DÍAMETRO MÁXIMO	% VAM MÍNIMO(4% VAZIOS)
38 mm	11
25 mm	12
19 mm	13
16 mm	14
12,5mm	14
9,5mm	15

### **4. EQUIPAMENTOS**

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

#### **4.1 DEPÓSITOS PARA CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO**

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o ligante conforme as exigências técnicas estabelecidas por esta Instrução, através de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito. O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação livre e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor.

Para o caso de ligante com borracha ou polímeros é necessário que sejam instalados agitadores mecânicos nos tanques e um sistema de circulação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação contínua do depósito ao misturador durante todo o período de operação. Todas as tubulações devem apresentar diâmetro maior que 2½"; devem ser evitadas muitas curvas nas tubulações para ligante modificado por borracha de pneu.

A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### 4.2 DEPÓSITOS PARA AGREGADOS (SILOS DOSADORES)

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira que não ocorra mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos. A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga passíveis de regulação e o sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação.

O material de enchimento (fíler) será armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem.

Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

Especial atenção deverá ser dada à proteção dos agregados da umidade durante sua estocagem, através de silos cobertos.

### 4.3 USINAS PARA MISTURAS ASFÁLTICAS

A usina utilizada deverá apresentar condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção. Deverá ser preferencialmente equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, a qual distribuirá o material para os silos quentes.

O sistema de coleta do pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo, em parte, ou não retornado ao misturador.

O misturador deverá ser do tipo "pug-mill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.

A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:

- I. Um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados;



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

- II. Um termômetro com proteção metálica e graduação de 90<sup>o</sup> a 120<sup>o</sup>C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador;
- III. No caso de sistema de filtragem por filtros de manga, deverá ser instalado um termômetro para proteção das mangas com desligamento automático do maçarico, no caso de excesso de temperatura.

Caso necessário, para ligantes asfálticos modificados por polímeros ou borracha de pneu, e a critério do fornecedor do ligante asfáltico, o motor da usina deverá apresentar potência  $\geq 15$  CV, bomba superior a 2½” e tubulações com diâmetro maior que 2½”; deverá ser retirado filtro do asfalto e bicos da usina, bem como deverão ser evitadas muitas curvas em todo o sistema de tubulação. Especialmente para o ligante de maior viscosidade, deverão adicionalmente ser verificados outros fatores como a distância do tanque à bomba e ao ponto de descarga no misturador.

Especial atenção deverá ser conferida à segurança dos operadores da usina, particularmente em relação à eficácia dos corrimãos das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e à de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura, devendo ser seguida a legislação de segurança do trabalho pertinente.

### **4.4 CAMINHÕES PARA TRANSPORTE DA MISTURA**

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas limpas e lubrificadas com óleo mineral ou similar caso seja necessário, providas de lona para proteção da mistura. A utilização de produtos que possam dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina) não é permitida.

### **4.5 EQUIPAMENTOS PARA DISTRIBUIÇÃO**

A distribuição da mistura asfáltica será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção.

A acabadora deverá possuir, ainda:

- I. sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- II. sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- III. alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não ocorra irregularidade na distribuição da massa;
- IV. dispositivo eletrônico de nivelamento;



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

V. sistema de vibração que permita pré-compactação na mistura espalhada.

### **4.6 EQUIPAMENTO PARA COMPACTAÇÃO**

A compactação da mistura betuminosa será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 a 120 lb/pol<sup>2</sup> (250 kPa à 850 kPa). É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

O rolo compactador de rodas metálicas lisas, tipo tandem, deverá ter peso compatível com a espessura da camada.

O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude vibratória possam ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares, não incorra em fissuração da camada e não ocorram danos nos imóveis lindeiros.

Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que se refere à obtenção do grau de compactação de projeto preconizado para a camada no período em que a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

Para misturas semidescontínuas do tipo “Gap Graded” utilizam-se exclusivamente rolos do tipo tandem metálico.

### **4.7 FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS**

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas: soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais; pás, enxadas, garfos, rodos, vassourões, carrinhos de mão e ancinhos, para operações complementares

## **5. EXECUÇÃO**

### **5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a 5 cm) em pavimento cuja base é granular (Brita Graduada, Macadame Hidráulico, etc.), deverá ser executado um tratamento superficial simples de acordo com a ESP-08/92 sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento.

Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda.

A distribuição do concreto asfáltico morno somente será permitida quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10<sup>0</sup>C, e com tempo não chuvoso.

### 5.2 PREPARO DA SUPERFÍCIE

A superfície que irá receber a camada de concreto asfáltico deverá se apresentar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto asfáltico. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.

O tráfego de caminhões, para início do lançamento do concreto asfáltico morno sobre a pintura de ligação somente será permitido após o rompimento e cura do ligante aplicado.

### 5.3 PRODUÇÃO DO CONCRETO ASFÁLTICO

O concreto asfáltico deverá ser produzido em usina apropriada, que atenda aos requisitos apresentados no item 4.3 desta especificação. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade para cada tipo de ligante.

Para o cimento asfáltico convencional, não modificado, a temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos.

Para o cimento asfáltico modificado com borracha de pneus, a temperatura deverá ser determinada, para cada tipo de ligante, em função relação temperatura-viscosidade *Brookfield*, conforme NBR 15529.

Para o cimento asfáltico modificado por polímeros, a temperatura deverá ser determinada, para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade *Brookfield*, conforme NBR 15184.

Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177<sup>0</sup> C.

A temperatura do agregado deverá ser reduzida conforme orientação do fornecedor do aditivo surfactante para que as condições de temperatura de usinagem recomendadas sejam atendidas.

A temperaturas mínimas deverão atender aos limites indicados na TABELA 1.



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

A produção de concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

O tempo de mistura deverá ser o mínimo que propicie mistura homogênea com os agregados e fíler, recobertos uniformemente pelo ligante.

### **5.4 TRANSPORTE DO CONCRETO ASFÁLTICO**

O concreto asfáltico será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas previamente limpas.

A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão ou lubrificantes minerais. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.

As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas, eventual contaminação por poeira, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

O carregamento dos caminhões deve ser realizado de forma a minimizar a segregação da mistura na caçamba, inicialmente na frente, em seguida na parte de trás e por último no meio.

### **5.5 DISTRIBUIÇÃO DA MISTURA**

A distribuição do concreto asfáltico morno somente será permitida quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso.

A temperatura da mistura, no momento da distribuição deverá atender aos limites indicados na TABELA 1.

Para o caso de emprego de concreto asfáltico morno como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa asfáltica, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser minimizada, uma vez que o excesso de reparo manual é prejudicial à qualidade do serviço.



## IE – 09/2017

# CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, poderá, opcionalmente, ser empregada motoniveladora, observando a temperatura mínima para distribuição indicada na TABELA 1.

### 5.6 COMPACTAÇÃO

A compactação da mistura asfáltica terá início imediatamente após a distribuição da mesma.

A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compactação à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura que deverá ser fixada experimentalmente para cada caso.

A prática mais frequente de compactação de misturas asfálticas densas usinadas contempla o emprego combinado de rolo de pneumático de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas. Para misturas semidescontínuas do tipo "Gap Graded" utilizam-se exclusivamente rolos do tipo tandem metálico.

As coberturas dos equipamentos de compactação utilizados deverão seguir as seguintes orientações gerais:

- A compactação será executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;
- O número de coberturas (passadas) de cada equipamento será definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade previstas, enquanto a mistura apresentar trabalhabilidade adequada;
- A compactação final e acabamento da camada será realizada com o rolo metálico tandem de rodas lisas no modo estático, quando a superfície da mistura deverá estar bem desempenada.

A compactação através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando admitida pela Fiscalização, deverá ser verificada experimentalmente, na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação (número de coberturas, frequência e amplitude da vibração). As regras clássicas de compactação de misturas asfálticas, anteriormente estabelecidas, permanecem inalteradas.





## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

As espessuras máximas de cada camada individual, após compactação, deverão ser definidas na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compactação, porém deverão atender aos limites do item 3.3 e Quadro 3.2.

### 5.7 JUNTAS

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deverá assegurar adequadas condições de acabamento.

### 5.8 ABERTURA AO TRÁFEGO

A camada de concreto asfáltico recém acabada somente será liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

## 6. MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque e operação da usina.

Devem ser observadas as determinações estabelecidas no Decreto nº 48.184/2007 para procedimentos de controle ambiental quanto à aquisição de agregados.

As usinas para produção da mistura asfáltica deverão estar devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente.

## 7. CONTROLES

### 7.1 CONTROLE TECNOLÓGICO DE MATERIAIS

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais exigidos no projeto estão sendo atendidas.

#### 7.1.1 Cimento asfáltico convencional

a) Para todo carregamento que chegar à usina, serão realizados os seguintes ensaios:

- um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (NBR 14950)
- um ensaio de ponto de fulgor (NBR 11341)
- um ensaio determinação de formação de espuma, quando aquecido;

b) Para os três primeiros carregamentos, e posteriormente a cada dez carregamentos, serão executados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, a várias temperaturas (no mínimo três valores), que permitam o traçado da curva "viscosidade-temperatura" (sugerem-se três valores: 120°C, 145°C e 177°C);



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

c) Para cada conjunto de cinco carregamentos ou ainda a cada lote de serviço quando o volume necessário não atingir este valor, será coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios previstos no quadro da TABELA 2.

### 7.1.2 Cimento asfáltico modificado (borracha/polímeros)

Para todo carregamento que chegar à usina, serão realizados os seguintes ensaios:

- um ensaio de viscosidade *Brookfield*, conforme NBR 15184/15529;
- um ensaio de penetração a 25 °C, conforme NBR 6576/DNER ME 003/99;
- um ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560/DNER ME 247/94;
- um ensaio de recuperação elástica, conforme NBR 15086;
- um ensaio de determinação de formação de espuma, quando aquecido;
- um ensaio de ponto de fulgor, conforme NBR 11341/DNER ME 148/94.

Para todo carregamento de cimento asfáltico modificado por polímero/borracha de pneus que chegar à usina deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada pelo contratado e rastreável quanto à origem e local de aplicação para eventuais ensaios posteriores.

Para cada conjunto de cinco carregamentos ou ainda a cada lote de serviço quando o volume necessário não atingir este valor, será coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios previstos nas respectivas Tabelas.

### 7.1.3 Agregados e Fíler

Periodicamente, a critério da fiscalização, será feita inspeção na usina e aos estoques de agregados e fíler, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais, bem como as condições de armazenamento e estocagem, com ênfase na proteção dos agregados em locais apropriados, devendo estar protegidos da chuva, do vento e garantindo a separação por granulometria.

Quando se constatar alteração mineralógica (visual) no agregado estocado, e no mínimo uma vez por mês, deverão ser executados:

- Três ensaios de abrasão "Los Angeles" (PMSP ME-23/92);
- Três ensaios de durabilidade (DNER ME 089/94);
- Três ensaios de adesividade (PMSP ME-24/92);
- Três ensaios de índice de forma (DNER ME 086/94).



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

Diariamente, na usina, deverão ser realizados dois ensaios de granulometria (PMSP ME-20/92) de cada agregado empregado, e dois ensaios de equivalente de areia (DNER ME 054/97), para o agregado miúdo.

O controle do fíler envolverá a realização de ensaio de granulometria a cada três dias de trabalho.

Serão realizados, ainda, para amostras de agregados coletadas nos silos quentes, dois ensaios de granulometria por "via lavada" (PMSP ME-20/92) por dia de trabalho.

### **7.1.4 Melhorador de Adesividade**

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (PMSP ME-24/92, NBR 15617, NBR 15618), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

## **7.2 CONTROLE DA EXECUÇÃO**

### **7.2.1 Controle de Temperatura**

O controle de temperatura, durante a produção de massa, compreenderá as leituras de temperaturas, envolvendo:

- Agregado nos silos quentes;
- Cimento asfáltico, antes da entrada do misturador;
- Massa asfáltica, nos caminhões carregados na usina.

O controle de temperatura, na pista, envolverá a leitura de temperatura:

- Em cada caminhão que chega à pista;
- Na massa asfáltica distribuída, no momento do espalhamento e no início da compactação.

### **7.2.2 Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação da Mistura de Agregados**

Para cada 200 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída. Cada amostra será submetida aos seguintes ensaios:

- Extração de betume (DNER ME 053-94) ou, preferencialmente, ensaio de extração por refluxo - "Soxhlet" de 1000 ml;
- Análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (PMSP ME-20/92), e com amostras representativas de no mínimo 1000 g.



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### **7.2.3 Controle das Características de Estabilidade e Fluência da Mistura**

Para cada 400 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída, com a qual serão moldados três corpos de prova Marshall, com a energia de compactação especificada.

Cada corpo de prova será submetido a rompimento na prensa Marshall, determinando a estabilidade e a fluência.

Ensaio de tração por compressão diametral a 25<sup>o</sup>C (NBR 15087).

### **7.2.4 Controle da Compactação da Mistura**

A cada 100 t de massa compactada, será obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa ( $\varnothing=101,6$  mm), em local correspondente, aproximadamente, à trilha de roda externa. Um destes pontos deverá, necessariamente, coincidir com o ponto de coleta de amostras para extração de betume e moldagem de corpos de prova Marshall, descrito em 7.2.2 e 7.2.3.

De cada amostra extraída com sonda rotativa, será determinada a respectiva massa específica aparente (PMSP ME-45/92) e a estabilidade e fluência Marshall (PMSP ME-42/92).

Comparando os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídos com rotativa e a massa específica aparente da dosagem, serão determinados os correspondentes graus de compactação.

Deverá ser assegurada a imediata recomposição dos furos abertos pela extração de corpos de prova, com a mesma energia de compactação.

### **7.2.5 Controle Geométrico e de Acabamento**

#### **7.2.5.1 Controle de Espessura**

A espessura da camada de concreto asfáltico será avaliada por meio dos corpos de prova extraídos com sonda rotativa, ou pelo nivelamento da seção transversal, antes e depois do espalhamento da mistura. Neste caso serão nivelados cinco pontos para as camadas de rolamento ou "binder" (eixo, bordos e dois pontos intermediários) e sete pontos para as camadas de reperfilagem (eixo, bordos e trilhas de roda).

#### **7.2.5.2 Controle de Acabamento da Superfície**

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Em particular, serão avaliadas as condições de desempenho da camada, a quantidade das juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes de má qualidade da distribuição e/ou de compactação inadequada.



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

Durante a execução deverá ser feito diariamente um controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,0 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das régua.

### 7.3 CONTROLE DE RECEBIMENTO

#### 7.3.1 Recebimento com Base no Controle Tecnológico dos Materiais

##### 7.3.1.1 Cimento Asfáltico

O cimento asfáltico recebido no canteiro será aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- Os valores de viscosidade, penetração, ponto de amolecimento e ponto de fulgor estejam de acordo com os valores especificados;
- No caso de ligantes modificados, os valores de recuperação elástica também atendam ao especificado;
- O material não produza espuma, quando aquecido à temperatura preconizada para cada ligante;
- Os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP sejam julgados satisfatórios.

##### 7.3.1.2 Agregados e Filer

O agregado graúdo, o agregado miúdo e o filer utilizados serão aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- O agregado graúdo atenda aos requisitos do item 3.2.1 desta Instrução de Execução no que se refere à abrasão "Los Angeles", durabilidade e lamelalidade;
- O agregado miúdo atenda aos requisitos do item 3.2.2 desta Instrução de Execução no que se refere aos ensaios de equivalente de areia;
- O filer apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada;
- As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

##### 7.3.1.3 Aditivos

A quantidade, a forma de incorporação dos aditivos ao cimento asfáltico e o tempo de circulação do asfalto deverão estar de acordo com os critérios estabelecidos pelo fornecedor.

O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir "adesividade satisfatória" no ensaio (PMSP ME-24/92/NBR 15617/NBR 15618).



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

Os aditivos melhoradores de adesividade, quando utilizados, devem ser aceitos desde que os resultados individuais da razão da resistência à tração por compressão diametral estática após e antes da imersão seja superior a 0,70.

### 7.3.2 Recebimento com Base no Controle de Execução

#### 7.3.2.1 Temperaturas

a) A produção da mistura betuminosa será aceita quanto ao controle de temperaturas, se:

- As faixas de temperatura (máxima e mínima) para usinagem e compactação estejam de acordo com as estabelecidas pelo fornecedor do ligante asfáltico;
- Temperaturas do cimento asfáltico ou de agregados superiores a 177°C implicam na rejeição da massa produzida;
- A temperatura de aquecimento do agregado medida nos silos quentes deve ser até 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere 177°C;
- As temperaturas medidas na saída dos caminhões da usina deve situar-se em uma faixa suficientemente elevada para suportar eventuais perdas de calor.

b) A massa asfáltica chegada à pista será aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:

- Atender as temperaturas mínimas da TABELA 1;
- A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compactação tendo em vista o equipamento utilizado e o grau de compactação objetivado.

#### 7.3.2.2 Quantidade de Ligante e Graduação da Mistura de Agregados

a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração por refluxo "Soxhlet", em amostras individuais, não deverá variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos. A média aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deverá, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;

b) Durante a produção, a granulometria da mistura poderá sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as tolerâncias indicadas no quadro 7.1 e os limites da faixa granulométrica adotada.

#### Quadro 7.1

##### Granulometria da Mistura – tolerâncias admitidas

Peneira de Malhas Quadradas	% Passando em Peso
9,5 a 38mm (3/8" a 1 1/2")	+/- 7
0,42 a 4,8 mm n0 40 a n0 4	+/-5
0,175 mm n0 80	+/-3
0,075mm n0200	+/-2



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### 7.3.2.3 Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

- a) Os valores de estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao disposto no Quadro 3.3;
- b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

### 7.3.2.4 Compactação

a) No que se refere ao Grau de Compactação haverá aceitação se:

- Não for obtido nenhum valor inferior a 97%;
- For satisfeita a seguinte relação:

$$\bar{X} - K.S \geq 95\%$$

Onde:

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

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

X – Grau de Compactação

N – nº de determinações efetuadas

K - coeficiente indicado na tabela valor coeficiente “K” para controle estatístico grau de compactação

X<sub>i</sub> - valores individuais da amostra.

### Valor do coeficiente “K” para controle estatístico do grau de compactação

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	---	---
8	0,80	20	0,69	---	---
9	0,78	25	0,67	---	---



## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### 7.3.3 Recebimento com Base no Controle Geométrico

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

a) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média determinada estatisticamente deverá situar-se no intervalo de  $\pm 5\%$ , em relação à espessura prevista em projeto;
- A determinação estatística da espessura média da camada é efetuada pela expressão seguinte:

$$e = \bar{X} - \frac{k - S}{N}$$

Onde:

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

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

e – Espessura média

N – nº de determinações efetuadas;

K - coeficiente indicado na tabela valor do coeficiente “K” para controle estatístico da espessura da camada;

S - desvio padrão;

X<sub>i</sub> – valores individuais das amostras

Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de  $\pm 10\%$ , em relação à espessura prevista em projeto;

b) Eventuais regiões onde se constate deficiência de espessura serão objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, deverão ser reforçadas, às expensas da executante.

#### Valor do coeficiente “k” para controle estatístico da espessura da camada

N	K	N	K	N	K
3	1,88	10	1,38	30	1,31
4	1,63	12	1,36	40	1,30
5	1,53	14	1,35	50	1,29
6	1,47	16	1,34	100	1,28
7	1,44	18	1,33	---	---
8	1,41	20	1,33	---	---
9	1,40	25	1,32	---	---





## IE – 09/2017 CAMADAS DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO MORNO

### **7.3.4 Aceitação do Acabamento**

O serviço será aceito quanto ao acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) As juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências;
- b) A superfície apresente-se desempenada, sem marcas indesejáveis do equipamento de compactação ou ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora.

## **8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTOS**

### **8.1 MEDIÇÃO**

A medição do serviço de execução de camada de Concreto Asfáltico Usinado Morno (CAUM), executado e recebido na forma descrita, será medido e pago por volume de mistura aplicada e compactada, expressa em metro cúbico (m<sup>3</sup>), para cada uma das camadas, ou seja, camada de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento.

### **8.2 PAGAMENTO**

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos e encargos necessários à completa execução dos serviços.