



**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, filler e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e compactada a temperaturas 30° 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.
- 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 gradação 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):

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

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

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

- O teor mínimo de borracha deve ser de 15% em massa, incorporada no ligante asfáltico, sendo expressamente proibida a industrialização na própria obra;
- O ligante asfalto-borracha deve atender às exigências da Norma DNIT 111/2009-EM (TABELA 3);
- 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, min, °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, min	°C	235	235	DNER ME 148/94
Recuperação Elástica Ductilômetro, 25°C, 10cm, min	%	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 (*)				
Varição em massa, máx	%	1	1	NBR 15235
Varição ponto de amolecimento, máx	°C	10	10	DNER ME 247/94
Porcentagem penetração original, min	%	55	55	DNER ME 003/99
Porcentagem recuperação elástica original, 25°C 10cm, min	%	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)

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

- 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);
- O tempo máximo e as condições de armazenamento e estocagem do asfalto modificado com polímeros devem ser definidos pelo fabricante;
- 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, min	°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, min	°C	235			NBR 11341
Ensaio de separação de fase, máx	°C	5			NBR 15166
Recuperação elástica a 25°C, 20 cm, min	%	75	85	90	NBR 15086
EFEITO DO CALOR E DO AR (RTFOT) A 163°C, 85 minutos					
Varição em massa, máx	% massa	1,0			NBR 15235
Varição do ponto de amolecimento, máx	°C	-5 a +7			NBR 6560
Porcentagem de penetração original, min	%	60			NBR 6576
Porcentagem de recuperação elástica original a 25°C, min.	%	80			NBR 15086

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

### 3.2 AGREGADOS

#### 3.2.1 Agregado Graúdo

O agregado graúdo, assim considerado o material retido na peneira de 4,8 mm (nº 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:

- 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%;
- Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (nº 10), a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (PMSP ME-23/92) não deverá ser superior a 40%;
- Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico (PMSP ME-24/92). Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;
- Deve apresentar índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94) e percentagem 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 (nº 4), será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes,