



1. DEFINIÇÃO

O revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é um revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso.

Sobre a camada subjacente, a mistura será espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

2. MATERIAIS

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DNER. Os materiais constituintes do CBUQ são ligantes betuminosos, agregado graúdo, agregado miúdo e material de enchimento (filler).

2.1 LIGANTE BETUMINOSO

Podem ser empregados os seguintes materiais betuminosos:

- a) Cimento asfáltico, de penetração: CAP 50/60
- b) Cimento asfáltico, de viscosidade: CAP/20 ou CAP/40

2.2 AGREGADO GRAÚDO

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escória britada, seixo rolado britado ou não, ou outro material indicado em especificações complementares e previamente aprovado pela Fiscalização. O agregado graúdo deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas, apresentando as seguintes características:

- a) Abrasão “Los Angeles”, método (DNER-ME 035/94) $\leq 50\%$
- b) Índice de Forma, método (DNER-ME 086/94) $> 0,5$
- c) Durabilidade, método (DNER-ME 089/94), perda $< 12\%$
- d) Boa adesividade, método (DNER-ME 078/94 e 079/94). Não havendo, poderá ser empregado melhorador de adesividade.
- e) Opcionalmente, poderá ser determinada a porcentagem de grão de forma defeituosa, que se enquadrem na expressão:

$$I = g > 6e$$

Onde:

I = maior dimensão de grão;

g = diâmetro mínimo do anel, através do qual o grão pode passar;

e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão.



Não se dispondo de anéis ou peneiras com crivos de abertura circular, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se peneiras de malha quadrada, adotando-se a fórmula:

$$I + 1,25g > 6e$$

Sendo:

g = medida das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

A porcentagem de grão de forma defeituosa não pode ultrapassar 20% (vinte por cento).

- f) No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1.100 (um mil e cem) kg/m³.

2.3 AGREGADO MIÚDO

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deverá apresentar um Equivalente de Areia igual ou superior a 55% (cinquenta e cinco por cento).

2.4 MATERIAL DE ENCHIMENTO (FILLER)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcários e cinza volante, que atendam à seguinte granulometria, método (DNER-ME 083/94):

PENEIRA	% MÍNIMA, PASSANDO
nº 40	100
nº 80	95
nº 200	65

Quando da aplicação, deverá estar seco e isento de grumos.

2.5 COMPOSIÇÃO DA MISTURA

A composição do concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte, com as respectivas tolerâncias, no que diz respeito a granulometria e aos percentuais do ligante betuminoso. A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 (dois terços) da espessura da camada de revestimento.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA****PAVIMENTO FLEXÍVEL – REVESTIMENTO****PMC-ES 031/99****Especificação de Serviço**

Página 3 de 9

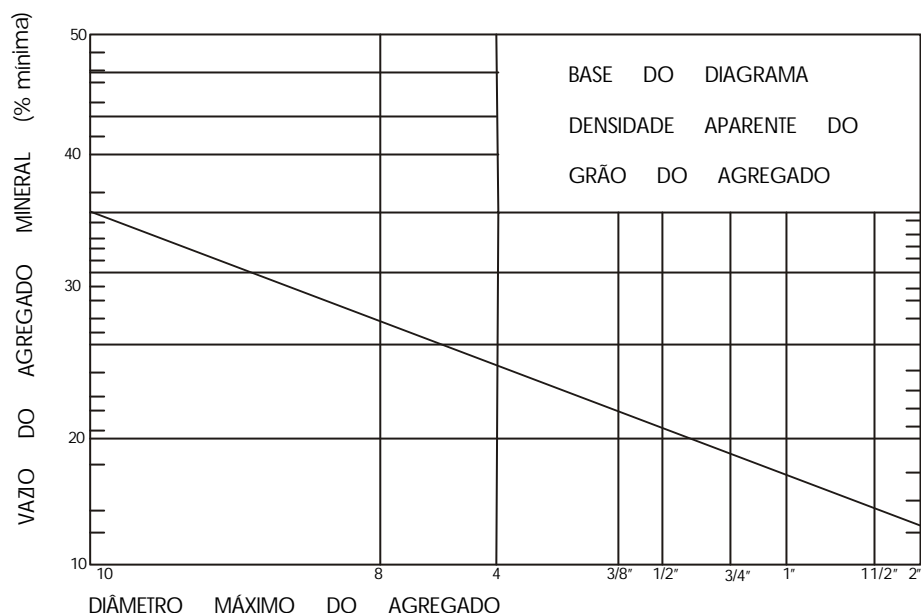
PENEIRA mm	PORCENTAGEM PASSANDO EM PESO			TOLERÂNCIAS FIXAS DE PROJETO
	A	B	C	
2" 50,8	100	—	—	—
1 1/2" 38,1	95 – 100	100	—	± 7%
1" 25,4	75 – 100	95 – 100	—	± 7%
3/4" 19,1	60 – 90	80 – 100	100	± 7%
1/2" 12,7	—	—	85 – 100	± 7%
3/8" 9,5	35 – 65	45 – 80	75 – 100	± 7%
nº 4 4,8	25 – 50	28 – 60	50 – 85	± 5%
nº 10 2,0	20 – 40	20 – 45	30 – 75	± 5%
nº 40 0,42	10 – 30	10 – 32	15 – 40	± 5%
nº 80 0,18	5 – 20	8 – 20	8 – 30	± 2%
nº 200 0,074 Betume solúvel no CS ₂ (+) %	1 – 8 4,0 – 7,0 Camada de Ligação (binder)	3 – 8 4,5 – 7,5 Camada de Ligação e Rolamento	5 – 10 4,5 – 9,0 Camada de Rolamento	± 2% ± 0,3%

As porcentagens de betume se referem à mistura de agregados, considerada como 100% (cem por cento). Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% (quatro por cento) do total.

Deverá ser adotado o método "Marshall" para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, segundo os valores seguintes:

	CAMADA DE ROLAMENTO	CAMADA DE LIGAÇÃO (binder)
Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	75-82	65-72
Estabilidade, mínima	350 kg (75 golpes) 250 kg (50 golpes)	350 kg (75 golpes) 250 kg (50 golpes)
Fluência, mm	2,0 – 4,5	2,0 – 4,5

As misturas devem atender às especificações da relação betume / vazios, ou aos valores mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela linha inclinada do seguinte ábaco:



3. EQUIPAMENTOS

- Vibro acabadoras capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;
- Rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem;
- Caminhões basculantes;
- Os rolos pneumáticos autopropulsores devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 a 8,4 kgf/cm² (35 a 120 PSI);
- O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de operacionalidade.

4. EXECUÇÃO E NORMAS

- Sendo decorridos mais de 7 (sete) dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó de pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação;
- Os agregados devem ser aquecidos à temperatura de 10°C a 15°C, acima da temperatura do ligante betuminoso;



- c) Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável;
- d) As misturas de concreto betuminoso devem ser distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso. Na eminência de ocorrência de chuvas, o material não deverá ser aplicado;
- e) Quando houver irregularidades na superfície da camada subjacente, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto betuminoso;
- f) A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente continuando em direção ao eixo da pista;
Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto;
Cada passada do rolo deve ser coberta na seguinte, de pelo menos, a metade da largura rolada;
Durante a rolagem não serão admitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado;
- g) Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento;
- h) As rodas dos rolos deverão ser umedecidas adequadamente de modo a evitar a aderência da mistura;
- i) Caso seja empregado rolos de pneus com pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada a medida que a mistura vai sendo compactada, e consequentemente suportando pressões mais elevadas;
- j) A temperatura recomendável para compressão da mistura é aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade "Saybolt Furol", método (DNER-ME 004/94), de 140 ± 15 segundos para o CAP;
- k) A distribuição do CBUQ na pista deve ser feita por máquinas vibro-acabadoras;
- l) O espalhamento e compactação da camada de CBUQ devem ser executadas de tal forma a se obter a seção transversal e espessura definidas em projeto, não se admitindo variações fora das tolerâncias de norma.

5. CONTROLE E ACEITAÇÃO

5.1 CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

- a) A espessura da camada de CBUQ será avaliada nos corpos de prova extraídos com sonda rotativa, ou pelo nivelamento da seção transversal antes e depois do espalhamento e compressão da mistura, sendo nivelados, pelo menos 5 pontos para cada camada;
- b) Será determinada a largura da plataforma a cada 20,00m, pelo menos;



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

5.2 CONTROLE TECNOLÓGICO

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNER e satisfazerem as especificações em vigor.

Antes do início da execução dos trabalhos, a Contratada deverá enviar à fiscalização relatório completo com todos os ensaios, bem como o traço definido para a mistura a ser utilizada na obra.

a) **Ligante Betuminoso**

a.1) **Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP)**

Para cada 20,00m³ de material que chegar a obra:

- Um ensaio de espuma
- Um ensaio de viscosidade “Saybolt Furol”, método (DNER-ME 004/94)
- Um ensaio de ponto de fulgor, método (DNER-ME 148/94)
- Um ensaio de viscosidade absoluta a 60°C, ABNT (NBR-5847 MB-827), quando o asfalto for classificado por viscosidade
- Um ensaio de penetração a 25°C, método (DNER-ME 003/94) quando o asfalto for especificado por penetração;

b) **Agregados**

- Periodicamente será feita inspeção a usina e aos depósitos visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais.
- Quando constatada alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, ou no depósito de materiais, deverão ser executados:
 - Três ensaios de Abrasão “Los Angeles” (DNER-ME 035/94)
 - Três ensaios de Durabilidade (DNER-ME 089/94)
 - Três ensaios de Adesividade (DNER-ME 078/94)
 - Três determinações de Índice de Forma

c) **Controle de temperatura na pista**

- O controle de temperatura, envolverá a leitura de temperatura em cada caminhão que chegar na pista e na massa asfáltica distribuída, no momento do espalhamento e no início da compressão;

d) **Controle da Mistura**

- A cada camada, para cada dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída, com a qual se farão os seguintes ensaios:
 - Um ensaio de extração de betume, método (DNER-ME 053/94)
 - Uma análise granulométrica da mistura de agregado, método (DNER-ME 083/94)



- Moldagem de três corpos de prova para ensaio Marshall, método (DNER-ME 043/94), para verificação das condições de vazão, estabilidade e fluência da mistura betuminosa;
- Para cada camada, a cada 100,00m de pista, será obtida uma amostra indeformada, extraída com sonda rotativa de 4", em local correspondente à trilha de roda externa. Com esta amostra deverão ser calculados o Grau de Compactação (G.C.) e Espessura da camada.

5.3 ACEITAÇÃO

a) Parâmetros Geométricos

- Os serviços executados serão aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:
 - Quanto a largura da plataforma: não serão admitidos valores inferiores aos definidos em projeto;
 - Quanto a espessura da camada: admiti-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras definidas em projeto;

b) Acabamento da Superfície

- As juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências
- A superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações decorrentes de variações na carga da vibro acabadora;

c) Parâmetros Tecnológicos

c.1) Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

- O CAP será aceito desde que obedecidos os seguintes requisitos:
 - Os valores da viscosidade e ponto de fulgor estejam de acordo com os valores especificados pelo DNER e ABNT;
 - O material não produza espuma quando aquecido a 175°C;

c.2) Agregados e "Filler"

- O agregado graúdo e miúdo, atendam os requisitos desta especificação, no que tange à "Abrasão Los Angeles", Durabilidade, percentagem de grãos defeituosos e Equivalente de Areia.
- O "Filler" apresente-se seco, sem grumos e enquadrado na granulometria especificada.
- As variações ocorridas nas granulometrias estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

c.3) Para a Mistura

c.3.1) Temperatura

- A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para a mistura na usina menos 15°C, e nunca inferior a 120°C;
- A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão, tendo em vista o equipamento utilizado e o grau de compactação objetivado;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

PAVIMENTO FLEXÍVEL – REVESTIMENTO

PMC-ES 031/99

Especificação de Serviço

Página 8 de 9

c.3.2) Quantidade de Ligante

- A quantidade de CAP obtida pelo ensaio de extração por refluxo, em amostras individuais, não deverá variar em relação ao teor de projeto de $\pm 0,3\%$;

c.3.3) Características Marshall da Mistura

- Os valores de percentual de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume/vazios, estabilidade e fluência Marshall, deverão atender o prescrito na tabela abaixo:

	CAMADA DE ROLAMENTO	CAMADA DE LIGAÇÃO (binder)
Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	75-82	65-72
Estabilidade, mínima	350 kg (75 golpes) 250 kg (50 golpes)	350 kg (75 golpes) 250 kg (50 golpes)
Fluência, mm	2,0 – 4,5	2,0 – 4,5

- As falhas ocorrentes deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço.

c.3.4) Grau de Compactação (G.C.)

- O G.C. mínimo a ser atingido é de 97%.
- O número de determinações do G.C. é definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada, conforme tabela abaixo:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
r	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras					k = coeficiente multiplicador					r = risco do Executante				

Se:

- $\bar{X} - K_s$ menor que valor mínimo admitido \rightarrow rejeita-se o serviço
- $\bar{X} - K_s$ maior ou igual o valor mínimo admitido \rightarrow aceita-se o serviço

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$



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

Onde:

X_i = valores individuais

\bar{X} = valor médio das amostras

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações

- d) Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos sem ônus para a Contratante.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços efetivamente realizados e aceitos serão medidos em metros cúbicos, utilizando-se para isto o método da média das áreas, sendo considerado a menor área dentre a seção de projeto e o efetivamente realizado.

7. PAGAMENTO

Os serviços medidos serão pagos com base nos preços unitários contratuais.