

## **MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

- Obra: Pavimentações PMF (Concreto Asfáltico Pré Misturado a Frio)
- Local: Diversos (22.700m<sup>2</sup>)
- Regime de Contratação: Preço Global
- Cronograma de Execução: A definir
- Metodologia de Execução: Conforme Normas Técnicas da ABNT que Regulamentam a Matéria.

### **OBJETIVO:**

Execução de obra de Pavimentação Pré-misturado a frio, PMF, com o objetivo facilitar o acesso dos munícipes de Barra Longa as comunidades com morros íngremes, possibilitando uma camada niveladora e regularizada das vias públicas.

### **JUSTIFICATIVA:**

O Pré-misturado a frio, PMF, é uma mistura executada à temperatura ambiente em usina apropriada, composta de agregado mineral e ligante asfáltico, espalhada e compactada a frio. O que facilita e viabiliza a execução no município e é fundamental, principalmente em épocas de chuvas intensas onde os morros ficam sem acesso ou podem vir a ocasionar acidentes devido ao excesso de lama, buracos, falta de drenagem e meio fio.

**A obra deverá atender a cerca de 4.000 mil munícipes** e possuir todas as instalações necessárias ao seu funcionamento dimensionadas de acordo com seu porte e necessidades, de acordo com locais indicados abaixo:

### **LOCALIZAÇÕES:**

Bonfim da Barra, Barra Longa-- MG, 35447-000 - MORRO COVANCA - (-20.233680 / -43.017559)  
MED. 800X4 = 3.200M<sup>2</sup>

Estr. p/ Barra Longa, Barra Longa - MG, 35447-000 - MORRO PIMENTA - (-20.210724 / -43.077303)  
MED. 690X5 = 3.450M<sup>2</sup>

Barra Longa - MG, 35447-000 - MORRO CUNHA - (-20.329247 / -42.997958)  
MED. 500X4 = 2.000M<sup>2</sup>

Segundo Subdistrito - Barra Longa, MG, 35447-000 - FELIPE SANTOS - (-20.350796 / -43.070958)  
MED. 920X5 = 4.600M<sup>2</sup>

MG-326 - Barra Longa, MG, 35447-000 - RUA GETULIO ETRUSCO - (-20.289694 / -43.037355)  
MED. 1200X6 = 6.000M<sup>2</sup>

Segundo Subdistrito - Barra Longa, MG, 35447-000 - MORRO FRAGOSO - (-20.359985 / -43.054692)  
MED. 690X5 = 3.450M<sup>2</sup>

## TOTAL DE 22.700 M<sup>2</sup> DE ÁREA A SER ATENDIDA COM O PMF

### META-FÍSICA

#### **Ligante Asfáltico**

Deve ser empregada emulsão asfáltica catiônica de ruptura média tipos RM-1C e RM-2C ou emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, tipo RL-1C. As emulsões devem atender ao especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Podem ser utilizados ligante asfálticos emulsionados quando indicados no projeto. Podem, também ser empregados, por motivos técnico-econômicos, emulsões asfálticas tipo: LA, LA-C e LA-E. Todo o carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante ou distribuidor, o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias. Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

#### **Agregados**

##### **I\_ Agregado Graúdo**

Deve constituir-se por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- a) desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM51(1), inferior a 50%;
- b) índice de forma superior a 0,5 e partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954(2);
- c) a perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER-ME 089(3), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 12%;
- d) a cobertura dos agregados no ensaio de adesividade, conforme NBR 6300(4), deve ser superior a 90%.

##### **II\_ Agregado Miúdo**

Pode constituir-se por areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Deve apresentar partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. O equivalente de areia, obtido conforme NBR 12052(5), deve ser igual ou superior a 55%.

## Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser selecionada em função da utilização prevista para o pré-misturado a frio. A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela:

Peneira de Malha Quadrada		Designação							Tolerâncias
ASTM	mm	% em Massa, Passando							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	
1½"	37,5	100	-	-	100	-	-		
1"	25,0	75 - 100	100	-	95 - 100	100	-		± 7%
¾"	19,0	50 - 80	75 - 100	100	70 - 90	95 - 100	100	100	± 7%
½"	12,5	-	-	75 - 100	-	-	95 - 100	85 - 100	± 7%
3/8"	9,5	25 - 50	30 - 60	35 - 70	35 - 60	35 - 70	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,75	5 - 20	10 - 35	20 - 40	18 - 35	25 - 40	25 - 45	30 - 60	± 5%
Nº 10	2,0	0 - 10	5 - 20	10 - 20	10 - 20	10 - 20	15 - 20	20 - 45	± 5%
Nº 200	0,075	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 5	0 - 5	0 - 5	2 - 6	± 2%
Tipo de PMF		PMF Aberto		PMF Semi-denso			PMF Denso		

O projeto da dosagem da mistura deve atender aos seguintes requisitos:

- o tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada compactada;
- a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer a tolerância indicada para cada peneira da Tabela acima, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;
- a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total;
- deve ser utilizado o método Marshall modificado para misturas a frio, conforme DNER-ME 107(6), para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência, que deve atender aos requisitos da Tabela abaixo, sendo a energia de compactação do ensaio fixada no projeto;

## Requisitos para o Projeto da Mistura de Pré-Misturado a Frio

Características	Parâmetros		
	PMF Aberto	PMF Semi-denso	PMF Denso
Estabilidade mínima, kN	2,5 (75 golpes) 1,5 (50 golpes)	3,5 (75 golpes) 2,0 (50 golpes)	3,5 (75 golpes) 2,0 (50 golpes)
Fluência (mm)	2,0 - 4,5		
Fluência (0,01")	8 - 18		
% de Vazios Totais	> 20	10 a 20	< 10
Teor de emulsão asfáltica solúvel no CS <sub>2</sub>	3,5 - 5,5	5,0 - 7,0	7,0 - 10,0
Teor de água para umedecimento	0 - 1,0	0,5 - 1,5	1,0 - 2,5

- o teor ótimo de ligante do projeto de mistura do pré-misturado a frio, expresso em massa total da mistura, deve corresponder àquele que atende simultaneamente a todos os requisitos da Tabela acima.



## **Equipamentos**

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP. O equipamento básico para a execução do pré-misturado a frio compreende as seguintes unidades:

### **I\_ Depósito para Emulsão Asfáltica**

Os depósitos para a emulsão asfáltica devem ser completamente vedados de modo a evitar o contato deste material com água, poeira etc. Os tanques devem estar equipados com dispositivos que permitam a circulação do ligante de modo a manter a homogeneização da emulsão. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

### **II\_ Depósito para Agregados**

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, 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. A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

### **III\_ Silos para Agregados**

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga.

### **IV\_ Depósito para Água**

A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matérias orgânicas e outras substâncias prejudiciais.

O depósito deve ter capacidade compatível com o teor de água de umedecimento da mistura de agregados e produção prevista de massa.

Deve ser instalada, na saída do depósito de água, uma válvula ou registro adequado que permita o controle do teor de água a ser acrescentado à mistura de agregados.

O depósito é posicionado de forma que o umedecimento da mistura dos agregados se processe sobre a correia transportadora.

### **V\_ Usina para Pré-Misturado a Frio**

A usina deve estar equipada com um misturador do tipo *pug-mill*, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo capaz de produzir uma mistura uniforme.

Deve possuir um sistema de válvula ou registro adequado que permita o perfeito controle de vazão da emulsão.

Deve o misturador possuir, ainda, dispositivo de descarga, de fundo ajustável, para controlar o ciclo completo da mistura.

## **VI\_ Caminhão para Transporte da Mistura**

Os caminhões tipo basculante para o transporte do pré-misturado a frio devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis à dissolução do ligante asfáltico, como óleo diesel, gasolina etc. A tampa traseira da caçamba deve ser perfeitamente vedada, de forma a evitar o derramamento de emulsão sobre a pista.

## **VII\_ Equipamento para Distribuição**

O equipamento de espalhamento e acabamento deve constituir-se de vibro-acabadoras, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto.

As vibro-acabadoras devem ser equipadas com mecanismos que garantam o nivelamento adequado para colocar a mistura exatamente nas faixas, e devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás.

Para camadas de nivelamento ou regularização, o equipamento de espalhamento recomendado é a motoniveladora. O espalhamento manual deve ficar restrito ao serviço de tapa buracos ou de pequenos segmentos descontínuos.

## **VIII\_ Equipamento para Compactação e Acabamento**

O equipamento para a compactação deve constituir-se por rolos pneumáticos com regulagem de pressão e rolo metálico liso tipo tandem.

Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa. É obrigatória a utilização de pneus com pressões uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura compactada.

O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.

## **Execução**

### **I\_ Condições Gerais**

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva. O pré-misturado a frio somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C.

O pré-misturado a frio só pode ser executado quando a camada subjacente estiver liberada, conforme a especificação pertinente.

### **II\_ Preparo da Superfície**

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Os defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura. A imprimação ou pintura de ligação deve ser executada, obrigatoriamente, com a barra espargidora do caminhão. Somente para correções localizadas ou locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta

ou regador. Deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência quando da execução do pré-misturado a frio.

Quando a imprimação ou a pintura de ligação não tiver condições satisfatórias de aderência, deve ser aplicada uma nova pintura de ligação, antes da distribuição da mistura.

### **III\_ Produção do Pré-Misturado a Frio**

O pré-misturado a frio deve ser produzido em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado. A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura quanto à granulometria e requisitos da segunda Tabela.

Os agregados utilizados devem estar isentos de pó ou contaminação com substâncias nocivas, e estar levemente umedecidos, para facilitar a mistura com a emulsão.

### **IV\_ Transporte do Pré-Misturado a Frio**

A mistura produzida deve ser transportada da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado em Caminhão para Transporte da Mistura.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte de forma a proteger a massa asfáltica da ação de chuvas ocasionais e da eventual contaminação por poeira.

### **V\_ Distribuição da Mistura**

A distribuição da mistura deverá ser feita por equipamentos que atendam ao especificado no item equipamento para distribuição.

É recomendado o espalhamento em painéis contíguos, isto é, pista inteira ou com pequena defasagem entre cada uma das faixas espalhadas, para obter-se juntas longitudinais perfeitas e bem acabadas.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser corrigidas através da adição manual da mistura, este espalhamento deve ser efetuado por meio de rodos metálicos antes da compactação.

### **VI\_ Compactação da Mistura**

Tendo em vista a obtenção de maior eficiência na operação de compactação, recomenda-se a execução prévia de panos experimentais, com a finalidade de definir os tipos de equipamentos e técnica de compactação mais adequadas, bem como o número de coberturas necessárias à obtenção das condições de compactação desejadas.

A compactação somente pode ser iniciada após o completo rompimento da emulsão, que pode ser observado pela mudança da coloração, de marrom para preta, e que a mistura tenha perdido entre 30 a 50% da água da emulsão, mais a água de umedecimento acrescentada na mistura. Esta é a faixa de perda de água inicial, em que se obtém a maior compactação da mistura asfáltica.

Para evitar a aderência de agregados nas rodas dos rolos, é recomendável a limpeza das superfícies destas com óleo vegetal ou gotejamento de água. Nos casos em que a mistura seja rica em



asfalto, deve-se executar um salgamento na pista com areia ou pedrisco, para facilitar as operações dos rolos compactadores.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 3 cm, no mínimo, a 7 cm, no máximo. Para camada de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada.

A compactação deve começar das bordas para o eixo, nos segmentos em tangente, e da borda interna para a borda externa, isto é, do lado mais baixo para o mais alto, nos segmentos em curva. Os rolos compactadores devem cobrir uniformemente, em cada passada, pelo menos a metade da largura da passagem anterior.

Nas passagens iniciais, os rolos compactadores devem operar sem que as juntas transversais ou longitudinais, na largura de 15 cm, sejam compactadas. Depois de espalhada a camada adjacente, a compactação da junta é feita abrangendo, no mínimo, a largura de 15 cm da camada anteriormente executada.

A operação de rolagem deve perdurar até o momento em que seja atingida a compactação de 95% da densidade aparente da mistura, após cura.

Durante a rolagem, não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento dos equipamentos sobre o revestimento recém rolado.

Quando houver tráfego na rodovia deve-se ser executado o salgamento da superfície com pó de pedra. O salgamento deve ser executado manualmente imediatamente após o término da compactação da camada.

## **VII\_ Abertura ao Tráfego**

A camada recém acabada pode ser aberta ao tráfego após o término do serviço de compactação, desde que não se note deformação ou desagregação sob a ação do tráfego.

Quando for utilizada emulsão de ruptura média, a camada deve ficar aberta ao tráfego por um período mínimo de 20 dias anteriormente à colocação da camada sobrejacente. Quando for utilizada emulsão de ruptura lenta, esse período é reduzido para 10 dias.

## **Controle**

### **I\_ Controle dos Materiais**

#### **I.1 Emulsão Asfáltica**

Para todo carregamento de emulsão que chegar à obra, devem ser realizados:

- a) um ensaio de viscosidade Saybolt Furol, conforme NBR 14491(7);
- b) um ensaio de resíduo asfáltico da emulsão, conforme NBR 6568(8);
- c) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393(9);
- d) um ensaio de carga da partícula, conforme NBR 6567(10).

Para cada 100 t:

- a) um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570(11);
- b) um ensaio de desemulsibilidade, conforme NBR 6569(12)

c) um ensaio de destilação, conforme NBR 6568(8).

Para todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

### I.II Agregados

Diariamente deve-se inspecionar a britagem e os depósitos com o intuito de garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e de outras contaminações prejudiciais.

Devem ser executados os seguintes ensaios no agregado graúdo:

- a) abrasão Los Angeles, conforme NBR NM51(1): 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- b) índice de forma, e percentagem de partículas lamelares, conforme NBR 6954(2): 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- c) durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER-ME 089(3): 1 ensaio no início dos trabalhos e sempre que houver variação da natureza do material;
- d) adesividade conforme NBR 6300(4): 1 ensaio a cada carregamento de ligante asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação na natureza dos materiais.

Para agregado miúdo, determinar:

- a) equivalente de areia, conforme NBR 12052(5): 1 ensaio por jornada de 8 horas de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

## II\_ Controle da Produção do Pré-Misturado a Frio

O controle da produção do pré-misturado a frio deve ser acompanhado por laboratório, que deve realizar o acompanhamento e os ensaios pertinentes devendo obedecer à metodologia indicada pelo DER/SP e atender aos parâmetros recomendados.

### Granulometria dos Agregados

Durante a produção da mistura, deve ser feito ensaio de granulometria de cada agregado empregado, com 2 determinações de cada agregado coletado nos silos por jornada de 8 horas de trabalho, conforme NBR NM 248(13).

Quantidade de Ligante, Granulometria da Mistura, Volume de Vazios, Estabilidade e Fluência Marshall.

O controle das características da mistura na usina deve abranger:

- a) extração de ligante conforme DNER ME 053(14), ou, preferencialmente, ensaio de extração por refluxo, Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172(15), em amostras coletadas na saída do misturador, quantas vezes forem necessárias para calibração da usina e sempre que houver indícios da falta ou excesso de ligante, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 horas de trabalho;
- b) granulometria da mistura asfáltica com material resultante das extrações da alínea a; quantas vezes forem necessárias para a calibração da usina, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 horas de trabalho, conforme NBR NM 248(13);



c) ensaio Marshall modificado, conforme DNER-ME 107(6), com moldagem de três corpos-de-prova para determinação do volume de vazios, estabilidade e fluência: um ensaio por jornada de 8 horas de trabalho.

### **III\_ Controle da Aplicação e Destinação do Pré-Misturado a Frio**

O controle da aplicação do pré-misturado a frio deve ser efetuado através dos procedimentos descritos em seguida.

Envolvimento da Mistura pela Emulsão, Teor de Ligante e Granulometria da Mistura Após espalhamento e antes da compactação, são coletadas amostras na pista e verificadas as seguintes características da mistura:

- a) verificação visual das condições de envolvimento da mistura: quatro amostras por jornada de 8 horas de trabalho, amostras coletas com intervalo de 2 horas;
- b) extração de ligante, teor residual de CAP, conforme DNER ME 053(14), ou ensaio de extração por refluxo Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172(15): dois ensaios por jornada de 8 horas de trabalho, amostras coletas com intervalo de 4 horas;
- c) granulometria da mistura dos agregados, conforme NBR NM 248(13), do material resultante das extrações: dois ensaios por jornada de 8 horas de trabalho, amostras coletas com intervalo de 4 horas.

#### **Compactação Após Cura**

Decorrido o período de cura, deve ser extraído via sonda rotativa um corpo-de-prova a cada 500 m de pré-misturado a frio executado. O grau de compactação é calculado pela relação entre densidade do corpo-de-prova extraído e a densidade aparente da mistura após a cura determinada em laboratório, conforme DNER ME 117(16).

#### **Destinação**

Os locais de aplicação da mistura devem estar sempre associados às datas de produção e com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

### **IV\_ Controle Geométrico e de Acabamento**

#### **Controle de Espessura e Cotas**

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m, conforme nota de serviço.

Opcionalmente a espessura da camada pode ser avaliada em corpos-de-prova extraídos com sonda rotativa, a cada 100 m de superfície executada.

#### **Controle da Largura e Alinhamento**

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

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

Durante a execução deve ser feito, em cada estaca da locação, o controle de acabamento da

superfície com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista.

Deve ser conferida atenção especial à verificação da presença de segregação superficial.

## V\_ Deflexões

As deflexões recuperáveis máximas (D0) devem ser verificadas a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga Benkelman, conforme DNER-ME 24(17), ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, conforme DNER – PRO 273(18).

## Aceitação

Os serviços serão aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir.

## I\_ Materiais

### Emulsão Asfáltica

A emulsão asfáltica será aceita se os resultados individuais dos ensaios estabelecidos no item Controle de Materiais, atendam o especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

### Agregados

Os agregados são aceitos desde que:

- os resultados individuais de abrasão Los Angeles, índice de forma, lamelaridade, durabilidade e adesividade do agregado graúdo atendam ao estabelecidos no item 3.2.1;
- os resultados individuais e equivalente areia sejam superiores a 55%;
- os resultados da granulometria de cada agregado coletado nos silos, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, de acordo com o anexo B, apresentem valores mínimos e máximos dentro dos limites da respectiva faixa de trabalho.

## II\_ Produção

### Mistura Asfáltica

As misturas são aceitas se:

- apresentarem superfície de envolvimento satisfatória;
- os resultados individuais do teor de ligante residual apresentarem variação de no máximo  $\pm 0,3\%$ , do fixado em projeto;
- a granulometria da mistura analisada estatisticamente, conforme anexo B, apresentar valores mínimos e máximos dentro dos limites da faixa de trabalho da mistura;
- a porcentagem de vazios, estabilidade e fluência no ensaio Marshall, quando analisados estatisticamente conforme anexo B, apresentarem valores mínimos e máximos dentro dos estabelecidos na segunda Tabela.

O conjunto de resultados para análise estatística deverá ser composto por no mínimo 4 e no máximo 10 resultados.

### III\_ Execução

#### Compactação

O grau de compactação de cada segmento avaliado é obtido através da média dos graus de compactação de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras. O grau de compactação individual é determinado através da seguinte expressão:

$$GC = \frac{100 \times d_{pista}}{d_{projeto}}$$

Sendo:

$d_{pista}$  = densidade aparente do corpo-de-prova extraído da pista;

$d_{projeto}$  = densidade aparente da mistura após cura.

Os valores obtidos devem ser iguais ou superiores a 95%.

#### Geometria e Acabamento

Os serviços executados são aceitos quanto à geometria desde que:

- a) na inspeção visual não se verifique segregação ou falta de envolvimento pelo ligante dos materiais;
- b) a largura da plataforma, não apresente valores inferiores aos previstos para a camada; e os desvios verificados no alinhamento não excedam a + 5 cm;
- c) a espessura determinada estatisticamente conforme equações 3 e 4 do anexo B, em controle bilateral, situe-se no intervalo de  $\pm 5\%$  em relação à espessura prevista em projeto;
- d) os valores individuais de espessura, não apresentem variações fora do intervalo de  $\pm 410\%$  em relação à espessura prevista em projeto;
- e) os valores individuais de cota fora estejam compreendidos no intervalo de +2 a -1cm em relação à cota prevista em projeto.

O serviço é aceito quanto ao acabamento desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) a variação máxima entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada, seja inferior a 0,5 cm;
- b) as juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências;
- c) a superfície apresente-se desempenada, e ocorram marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações.

#### Deflexões

A deflexão característica de cada sub-trecho determinada de acordo equação 4 do anexo B, para no mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.



## Controle Ambiental

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação limdeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução do do prémisturado a frio.

### I\_ Exploração de Ocorrência de Materiais - Agregados

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

- a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;
- b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;
- f) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e arvores;
- g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;
- h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

#### Emulsões Asfálticas

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

Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 m, medidos a partir da base da chaminé, em relação a residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação,

escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

Definir áreas para as instalações industriais de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente, priorizando áreas sem restrições ambientais.

A empresa executante é responsável pela obtenção da licença ambiental de instalação e operação, assim como em manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas Normas.

#### Operação das Usinas e Agentes e Fontes Poluidoras

As operações em usinas asfálticas a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de fíler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Os agentes e fontes poluidoras da operação das usinas de asfalto estão apresentados na Tabela a seguir:

Agente Poluidor	Fontes Poluidoras
I - Emissão de Partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II - Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III - Emissões Fugitivas <sup>1</sup>	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, áreas de peneiramento, pesagem e mistura.

<sup>1</sup> Emissões Fugitivas são quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

Para a instalação das usinas asfálticas deve-se licenciá-las junto aos órgãos ambientais competentes.

Para a preservação do meio ambiente na operação da usinas, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou por equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislações vigentes;
- b) apresentar, com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- c) dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura para evitar a dispersão das emissões durante a operação de carregamento;
- d) enclausurar a correia transportadora de agregados frios;
- e) adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;

- f) manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação para evitar emissões de partículas na entrada e saída do secador;
- g) submeter o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera;
- h) fechar os silos de estocagem de massa asfáltica;
- i) manter limpas as vias de acesso internos, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% da capacidade;
- j) dotar os silos de estocagem de filtro de sistema próprio de filtragem a seco;
- k) adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas margens;
- l) acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo;
- m) manter as chaminés de instalações adequadas para realização de medições;
- n) substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora, como gás ou eletricidade, e estabelecer barreiras vegetais no local sempre que possível.

#### Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carregados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
- f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na camada de concreto asfáltico junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;
- g) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários;

#### **Critérios de Medição e Pagamento**

O serviço deve ser medido em metros cúbicos de camada acabada. Para a camada intermediária ou de base, o volume é calculado multiplicando as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.



O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme preço unitário contratual respectivo, nos qual se está incluso: o fornecimento de materiais posto usina, inclusive filer, armazenamento, aquecimento, perdas, usinagem, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, compactação e acabamento; abrangendo inclusive a mão-de obra com encargos sociais e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

## **SERVIÇOS**

### **INSTALAÇÃO DA OBRA**

Deverá ser instalada a placa de identificação da obra nas dimensões e especificações conforme descrição da planilha, e placa de responsabilidade técnica de execução acompanhada da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

E deverá ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços.

### **BASE E SUB-BASE:**

Base ou sub-base estabilizada granulometricamente com mistura na pista de solo bica corrida (30% - 70%), com material de jazida e bica corrida comercial – compactado na energia modificada (execução, incluindo escavação e carga do material de jazida, fornecimento e carga da bica corrida, exclui transporte). Será feito gradeamento da pista usando trator com posterior mistura da bica corrida, com controle de umidade utilizando caminhão pipa e posterior a compactação com rolo compactador.

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de substâncias prejudiciais. Os defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura. A imprimação ou pintura de ligação deve ser executada, obrigatoriamente, com a barra espargidora do caminhão. Somente para correções localizadas ou locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta ou regador. Deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência quando da execução do pré-misturado a frio. Quando a imprimação ou a pintura de ligação não tiver condições satisfatórias de aderência, deve ser aplicada uma nova pintura de ligação, antes da distribuição da mistura.

### **TRANSPORTE:**

Transporte dos agregados em caminhão até a pista de rolamento onde será executado o reforço da base, distância maior que 10km e menor ou igual a 20km, dentro do perímetro urbano, até a pista, exclusive carga, inclusive descarga. Os caminhões tipo basculante para o transporte do pré-misturado a frio deve ter caçamba metálica robusta, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A tampa traseira da caçamba deve ser perfeitamente vedada, de forma a evitar o derramamento de emulsão sobre a pista.

**MEIO FIO E SARJETA:**

Guia de meio-fio (10x15x22)cm assentado na forma convencional devendo a sua altura livre não ultrapassar a parte superior do pavimento. As guias de concreto deverão obedecer às normas emitidas pela Associação Brasileira de Cimento Portland (A.B.C.P.). Serão abertas valas conforme dimensões das guias. O fundo da vala, depois de aberta, deverá ser regularizado com uma camada de material solto, retirada da cava e compactada por intermédio de maço em camada de 10 cm. de concreto magro. Após assentamento, as guias deverão ser rejuntadas com argamassa de cimento e areia, com dosagem em volume de 1 de cimento para 3 de areia.

Sarjeta (30x10)cm com inclinação de 10%, em concreto com FCK 15MPA, moldada in-loco, forma em madeira, inclusive escavação, apiloamento e transporte com retirada do material escavado (em caçamba). Observar declividade correta do escoamento pluvial, a fim de evitar empoçamentos. Inserir juntas secas para dilatação das peças, com espaçamento de 3 metros, antes do endurecimento do concreto, utilizando ferramenta cortante como indução do processo, sem sectionar totalmente a estrutura. Após a execução das sarjetas, deve-se prever a limpeza do local, retirada de sobras e entulhos que possam ter sobrado quando da execução da mesma.

**TUBO CONCRETO: (DRENAGEM)**

As drenagens serão executadas em pontos estratégicos, com estudo onde há maior acúmulo de água sobre a pista, para a execução será utilizado tubo de concreto armado, classe PA1, diâmetro 400mm, inclusive fornecimento, escavação, assentamento, rejuntamento e reaterro. Respeitados os devidos caimentos, os tubos encaixados deverão ser rejuntados com argamassa de cimento, cal e areia média, até atingir toda a circunferência da tubulação, a fim de garantir a sua estanqueidade.

**BOCA DE LOBO: (DRENAGEM)**

As Bocas de lobo, serão instaladas em pontos estratégicos visando o melhor ponto para captar as águas pluviais que escoam superficialmente, executadas sendo modelo simples (tipo B - concreto), quadro, grelha e cantoneira, inclusive escavação, reaterro e bota fora. A escavação manual ou mecânica com remoção do material do corpo da obra, nivelamento e apiloamento do fundo da vala, reaterro do espaço externo da caixa entre a parede e o corte de terra, fôrma, desfôrma, armadura e concretos, alvenaria de 20 cm e revestimento com argamassa 1:3, pequenos reaterros; viga intermediária para apoio do quadro e grelha (boca de lobo dupla) e demais serviços e materiais necessários.

**PAVIMENTAÇÃO:**

O pré-misturado a frio deve ser produzido em usina apropriada, os agregados utilizados devem estar isentos de pó ou contaminação com substâncias nocivas, e estar levemente umedecidos, para facilitar a mistura com a emulsão. A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 3 cm, no mínimo.

A compactação deve começar das bordas para o eixo, nos segmentos em tangente, e da borda interna para a borda externa, isto é, do lado mais baixo para o mais alto, nos segmentos em curva. Os

rolos compactadores devem cobrir uniformemente, em cada passada, pelo menos a metade da largura da passagem anterior. Nas passagens iniciais, os rolos compactadores devem operar sem que as juntas transversais ou longitudinais, na largura de 15 cm, sejam compactadas. Depois de espalhada a camada adjacente, a compactação da junta é feita abrangendo, no mínimo, a largura de 15 cm da camada anteriormente executada. A operação de rolagem deve perdurar até o momento em que seja atingida a compactação de 95% da densidade aparente da mistura, após cura.

A espessura da camada de rolamento, após compactação, poderá variar em  $\pm 5\%$  da espessura prevista no Projeto. Esses desvios na espessura, só serão tolerados até a proporção de 10% (dez por cento) do número de verificações para os trechos sujeitos a análise, através da extração de corpos de prova na pista, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois da compressão da mistura.

Barra Longa/MG, 27 de Agosto de 2024.



  
Luciano Mendes Pereira  
Engº Civil CREA MG 58802/D