

MICRO CONCRETO BETUMINOSO A FRIO -MRF

Especificação Particular

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Julho de 2021



DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 022 Rev.09

Especificação Particular para Execução de

Micro Concreto Betuminoso a Frio

Designação ARTERIS ES 022- Rev. 09 (julho/2021)



Descrição resumida das revisões desta edição:

- i* Previsão da aceitação de materiais com parâmetros distintos desta especificação, desde que previsto no termo de referência;
- ii* Inclusão dos desvios passíveis de aceitação pelo controle tecnológico;
- iii* Alteração do valor mínimo aceitável de atrito da camada recém executada, medido através do grip-tester.

1. RESUMO

Esta Especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na fabricação e aplicação do microrrevestimento asfáltico a frio para selagem, impermeabilização, rejuvenescimento e conservação dos pavimentos. Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade, além dos critérios para a aceitação, rejeição e medição dos serviços.

2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

Para o entendimento desta Norma devem ser consultados os documentos seguintes:

- ABNT NBR 14746 - Determinação de perda por abrasão úmida (WTAT) - ISSA-TB N° 100;
- ABNT NBR 14757 - Determinação da adesividade de misturas - ISSA-TB N° 114;
- ABNT NBR 14841 - Determinação de excesso de asfalto e adesão de areia pela máquina LWT - ISSA-TB N° 109;
- ABNT NBR-12052 - Equivalente de areia;
- ABNT NBR-14393 - Emulsão asfáltica - determinação da peneiração;
- ABNT NBR-6300 - Emulsão asfáltica - determinação da resistência à água (adesividade);
- ABNT NBR-6465 - Agregados - determinação da abrasão Los Angeles;
- ABNT NBR-6567 - Emulsão asfáltica - carga da partícula;
- ABNT NBR-6570 - Emulsão asfáltica - determinação da sedimentação;
- ABNT NBR-7809 - Agregados – determinação do índice de forma;
- ABNT-NBR-14950 - Emulsão asfáltica - determinação da Viscosidade Saybolt-Furol;
- ABNT-NBR-6560 - Materiais asfálticos – determinação de ponto de amolecimento;
- ANBT NBR-6576 - Material asfáltico - determinação da penetração;

- ARTERIS EM 200 - Fornecimento de ligantes asfálticos para serviços de pavimentação.
- ARTERIS T-104 - Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de Sulfato de Sódio e Magnésio - AASHTO T-104;
- ARTERIS T-27 - Agregados – Análise Granulométrica de Agregados Finos e Graúdos - AASHTO T-27;
- ARTERIS T-30 - Granulometria com amostras utilizadas no ensaio Determinação da porcentagem de ligante - AASHTO T-30;
- ARTERIS T-329 - Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos modificados por polímero, pelo método de torção - NLT 329;
- ARTERIS T-330 - Detecção qualitativa de argilas prejudiciais do grupo esmectita em agregados utilizando azul de metileno - AASHTO T-330;
- ASTM – 965 - Determinação da Rugosidade Superficial pela Altura de Areia;
- ASTM D-244 - Seção 21 - Emulsão Asfáltica - ensaio de resíduo por evaporação;
- ASTM E-303 - Método padrão para medir as propriedades de atrito usando o aparelho pêndulo britânico;
- DNIT-ME 079/94 - Agregados - adesividade ao ligante asfáltico;
- DNIT-ME 384 - Estabilidade ao armazenamento de asfalto polímero;
- DNIT-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- ISSA-A 105 - Lama asfáltica (Slurry Seal);
- MANUAL ARTERIS MA-002 - Qualidade Assegurada e Diretrizes para uso do Micro Concreto a Frio - Manual ISSA;

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, quando da consulta desta norma.

3. DEFINIÇÃO

Para o efeito desta Norma é adotada a definição seguinte:

3.1. Micro concreto a frio (microrrevestimento asfáltico):

Consiste na associação de agregado mineral, material de enchimento (fíler), emulsão asfáltica contendo polímero, água e aditivos, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada. A massa deve ser capaz de ser espalhada em espessuras variáveis da seção transversal (cunhas, trilhas de roda, camadas desgastadas ou irregulares) a

qual, após a cura e inicial consolidação pelo tráfego, resiste a deformações em toda a superfície independente do teor de asfalto ou espessura.

4. CONDIÇÕES GERAIS

- 4.2. O micro concreto a frio pode ser empregado como camada de selagem, impermeabilização e rejuvenescimento ou como camada antiderrapante de pavimentos.
- 4.3. Só é permitido o espalhamento de micro concreto a frio quando a temperatura estiver acima de 10°C, e subindo.
- 4.4. Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.
- 4.5. Os parâmetros de qualidade estabelecidos nesta especificação são considerados como base para todo serviço executado nas rodovias administradas pela Arteris. De qualquer forma, devido às particularidades de cada rodovia, alterações em alguns dos parâmetros aqui descritos podem constar no termo de referência específico para cada contratação.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os constituintes do micro concreto a frio são: agregado pétreo britado, material de enchimento (cimento ou cal hidratada CH-1 e/ou fibra), emulsão asfáltica com polímero, aditivos e água. Todos os constituintes devem atender aos limites definidos nesta especificação.

5.1. MATERIAL

5.1.1. Ligante Betuminoso

O ligante betuminoso será emulsão asfáltica modificada com polímero, com ruptura controlada com aditivos. O fabricante da emulsão asfáltica deve certificar que ela contém um mínimo de 3% de polímero, baseado na massa de asfalto (residual). A emulsão, depois de ficar em repouso por um período de 24 horas deve apresentar cor marrom homogênea. A emulsão deve atender a especificação DNIT-EM 396 e a tabela abaixo.

ESPECIFICAÇÃO PARA A EMULSÃO

Ensaio	Método	Parâmetro
Viscosidade SSF @ 25° C	ABNT-NBR-14950	15 – 90 segundos
Peneiração	ABNT NBR-14393	Máximo de 0,30%
Sedimentação, 5 dias	ABNT NBR-6570	Máximo de 5%
Estabilidade à estocagem	DNIT-ME 384	Máximo de 1%
Resíduo na destilação	ASTM D-244-Seção 21	Mínimo 62%

ESPECIFICAÇÃO PARA O CAP RESIDUAL

Ensaio	Método	Parâmetro
Penetração @ 25° C, 100 g, 5 seg	ANBT NBR-6576	35 a 90
Ponto de amolecimento	ABNT-NBR-6560	Mínimo 60° C
Retorno elástico por torção	ARTERIS T-329	Mínimo 45%

Durante a execução dos ensaios de Penetração e retorno elástico o resíduo não deve expelir nenhum material, remanescente do emulsificante (cor marrom).

No caso de utilização de agregados miúdos com Valor de Azul de Metileno entre 4mg/g e 6mg/g, visando mitigar o impacto negativo da existência de partículas argilosas ativas nos agregados, devem ser utilizadas emulsões asfálticas especiais, formuladas com alterações em sua composição química (quantidade de emulsificante, água, aditivos), de forma a reduzir possíveis problemas de adesividade.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar certificado de análise, além de trazer indicação clara da procedência, tipo e quantidade do conteúdo e distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço. A especificação particular “ARTERIS EM 200 - Fornecimento de ligantes asfálticos para serviços de pavimentação” apresenta as diretrizes para recebimento e controle de qualidade de ligantes asfálticos.

5.1.2. Aditivos

Podem ser empregados aditivos para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na execução do micro concreto a frio.

5.1.3. Água

Deverá ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais que possam romper a emulsão asfáltica antes do seu espalhamento. Será empregada na quantidade necessária a promover consistência adequada.

5.1.4. Agregados

Serão constituídos de rochas britadas.

Os agregados a serem usados devem ter seu uso comprovado com sucesso em obras de micro concreto.

Suas partículas individuais devem ser resistentes e angulosas, sem partículas acima do diâmetro máximo e livre de torrões de argila, substâncias nocivas e apresentar as características seguintes:

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (ABNT NBR-6465) no agregado antes da sua britagem.

- Durabilidade, perda inferior a 12% no sulfato de sódio (ARTERIS T-104);
- Equivalente de areia igual ou superior a 65% (ABMT NBR-12052).
- Valor de adsorção de azul de metileno em fíler e finos de agregados inferiores a 4 mg/g (ARTERIS T-330). Poderão ser aceitos valores de até 6mg/g, desde que seja utilizada emulsão asfáltica especial, formulada com alterações em sua composição química (quantidade de emulsificante, água, aditivos), de forma a mitigar o impacto negativo da existência de partículas argilosas ativas nos agregados. A contratada deverá apresentar um projeto de dosagem que considere a utilização desta emulsão asfáltica especial, e a aprovação ficará a cargo do CDT.

5.1.5. Material de Enchimento

Deve ser constituído por cimento Portland ou cal hidratada tipo CH-1 e devem ser isentos de grumos. A quantidade, a ser determinada no projeto de mistura, deve ser, no mínimo, 1%.

Caso indicado no projeto da obra, será obrigatória a adição de fibras à mistura num teor variando entre 0,2% e 0,3%.

5.2. COMPOSIÇÃO DA MISTURA

5.2.1. No mínimo, trinta dias antes do início dos serviços de micro concreto, a empresa contratada deve apresentar o projeto de mistura a ser utilizada na obra com todos os ensaios devidos, para aprovação. Os materiais entregues para verificação do projeto devem ser representativos dos que serão efetivamente utilizados na obra.

5.2.2. A dosagem do micro concreto betuminoso a frio deverá ser realizada em um laboratório capaz de executar todos os ensaios previstos nesta especificação, o qual deve ser aprovado. Os procedimentos são os recomendados pela ISSA - International Slurry Surfacing Association e os requisitos a serem obedecidos são os seguintes:

Parâmetro	Unidade	Limites	
		Mínimo	Máximo
ABNT NBR 14746 – Perda por abrasão úmida 1 hora de imersão	g/m ²	-	500
ABNT NBR 14746 – Perda por abrasão úmida 6 dias de imersão	g/m ²	-	810
ABNT NBR 14841 – Adesão de areia	g/m ²	-	540
ABNT NBR 14757 - Adesividade	%	90	-
ISSA-TB 139 – “Wet Cohesion” após 30 minutos	Kg/cm	12	-
ISSA-TB 139 – “Wet Cohesion” após 60 minutos	Kg-cm	20	-

5.2.3. O teor ótimo de emulsão e resíduo deve ser calculado em porcentagem sobre a mistura seca, isto é, considerando somente agregados.

5.2.4. Um ajuste de dosagem dos componentes do micro concreto a frio deverá ser feito nas condições de campo, antes do início do serviço (teste da panelinha).

5.2.5. A composição granulométrica da mistura de agregados deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte, com as respectivas tolerâncias quando ensaiadas pelo Método ARTERIS T 27.

As faixas são baseadas nas recomendadas pela ISSA e DNIT e estão detalhadas a seguir.

Peneira	mm	Faixa I DNIT		Faixa II DNIT		Faixa III DNIT		Faixa de trabalho
		Faixa II		Faixa III		Faixa IV		
% Passante		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1/2"	12,7	100	100	100	100	100	100	± 5
3/8"	9,5	100	100	100	100	85	100	± 5
Nº4	4,8	94	100	70	90	60	87	± 5
Nº8	2,4	65	90	45	70	40	60	± 5
Nº16	1,2	45	70	28	50	28	45	± 5
Nº30	0,6	30	50	19	34	19	34	± 5
Nº50	0,3	18	30	12	25	14	25	± 4
Nº100	0,15	10	21	7	18	8	17	± 3
Nº200	0,074	5	15	5	15	4	8	± 2

Para aplicação em pista expressa, como camada de rolamento, deve ser utilizada a faixa III. Deve ser aplicada em duas camadas.

Como camada intermediária ou em acessos de baixa densidade de tráfego admite-se o uso da faixa II.

A faixa IV deve ser usada, como primeira camada, para preenchimento de depressões ou trilhas de rodas, recoberta por outra camada da faixa II ou III.

Não se admite que a curva granulométrica varie do lado superior para inferior da faixa entre 2 peneiras consecutivas.

5.3. EQUIPAMENTO

5.3.1. Equipamento de Limpeza

Para limpeza da superfície utilizam-se vassouras mecânicas, jatos de ar comprimido, jatos de

água etc. A superfície da área onde se vai executar o serviço deve estar totalmente limpa, sem óleo, sem pó ou placas de matérias estranhas ao pavimento.

Onde constatada a existência de produtos químicos na superfície do pavimento, como resíduos de bagaço de cana, onde vai ser aplicada a camada de Micro concreto a frio, a mesma deve ser lavada com detergente apropriado. A execução do micro só deve ser iniciada após a secagem total da superfície do pavimento.

5.3.2. Equipamento de Mistura e de Espalhamento

Devem ser mobilizados, no mínimo, 2 conjuntos de 10 m³. O micro concreto a frio deve ser executado em equipamento apropriado que apresente as características mínimas seguintes:

- Silos para agregados com capacidade de, no mínimo, 10 m³.
- Depósitos separados para água, emulsão asfáltica e aditivos.
- Depósito para cimento/cal/fibras com alimentador automático.
- Sistema de circulação e alimentação do ligante betuminoso, interligado, por acoplagem direta ou não, com o sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo a assegurar perfeito controle de traço; O equipamento deverá ter um sistema de controle do fluxo para parar automaticamente a alimentação caso falte qualquer um dos materiais previstos.
- Sistema misturador capaz de processar uma mistura uniforme e de despejar a massa diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem segregação. O sistema de mistura não poderá reter a massa além de 3 segundos. Não se admitirá nenhum sistema de retenção da mistura dentro do misturador. Caso tenha, deverá ser removido antes do início dos serviços. Todos os indicadores requeridos para controle da mistura devem estar em ordem e funcionando antes do início dos serviços.
- O equipamento deve ser equipado para dosar emulsão, água, agregado e aditivos por volume. Todas as partes móveis do equipamento devem estar protegidas com protetores de metal.
- O serviço não deve iniciar se não estiverem funcionando todos os sistemas de controle de fluxo e contadores de rotações e com os protetores de metal colocados. Todos os indicadores requeridos devem estar visíveis para uma pessoa que caminhe ao lado do equipamento.
- Os alimentadores de agregado devem estar conectados diretamente à bomba de emulsão. A correia alimentadora deve ser equipada com um contador de rotações com aproximação de um décimo de uma revolução.

- Caixa distribuidora - esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento e é atrelada ao chassi. Deverá ser capaz de espalhar uma largura de faixa de tráfego, e deve ter tiras de borracha de cada lado da caixa para evitar perda lateral de material. Todas as caixas com largura acima de 2,40 m deve ter as roscas sem fim equipadas com motores reversíveis, chapas defletoras para assegurar uma aplicação uniforme em toda a largura, mesmo em superelevações e acostamentos. Chapas devem ser montadas de maneira a garantir um deslizamento da caixa sem causar exsudação da mistura acabada. Deve possuir 2 lâminas na traseira da caixa. A primeira deve ser de aço ou uma borracha dura. A segunda, conectada à primeira, deve ser de material flexível. Estas lâminas devem ser montadas de maneira a permitir o seu contato com o pavimento e de poderem ser ajustadas às diferentes seções transversais para aplicar uma camada uniforme de micro concreto. Uma lâmina secundária colocada atrás deste conjunto duplo deve ser ajustável. Ela deve ser projetada e ajustada de maneira a garantir uma textura uniforme da superfície acabada.
- Lona ou outro tipo de tecido pode ser usada, atrás da caixa de espalhadora, com o objetivo de uniformizar a textura espalhada. Estas lâminas devem estar limpas ou trocadas diariamente para evitar problemas na distribuição da massa.
- Em casos especiais, a mistura pode ser executada na pista, manualmente. Neste processo a mistura é realizada em betoneiras, derramada diretamente sobre a pista e espalhada uniformemente por operários munidos de rodos e vassourões apropriados. O processo manual é, entretanto, falho e moroso, podendo ser adotado, apenas em áreas pequenas onde o acesso da usina não é possível.

5.3.3. Rolo

Deve ser utilizado o rolo de pneu na superfície pavimentada antes da liberação ao tráfego, de modo a acomodar a massa e evitar arrancamento de agregados e expulsar a água.

5.4. EXECUÇÃO

5.4.1. Preparação da superfície a ser pavimentada

Toda a superfície, antes da aplicação do micro concreto a frio, deve estar limpa, removido todo o material solto, de qualquer natureza. Pode se usar qualquer processo de limpeza. A superfície deve ser lavada com utilização de detergente adequado, esperar até que seque completamente antes da aplicação do micro concreto a frio. O fiscal de pista deverá aprovar a limpeza antes do início de execução do micro concreto a frio.

5.4.2. Aplicação do Micro concreto a frio

O micro concreto a frio deve possuir estabilidade suficiente para evitar que ocorra o rompimento da emulsão dentro da caixa de espalhamento.

A mistura deve ser homogênea durante e após o espalhamento, não se aceitando manchas de segregação (separação do fino e emulsão do agregado graúdo) em toda a largura espalhada.

Deve estar livre do excesso de água e emulsão para evitar o seu escorrimento.

Não é permitido a adição de água diretamente na caixa de espalhamento, quando espalhando a mistura na pista.

Não se deve executar o espalhamento se estiver chovendo ou existência de nuvens indicando possibilidade de chuva.

Antes de iniciar o espalhamento deve ser verificada a quantidade de água e aditivo necessária, usando os materiais já colocados na usina, para a consistência ótima da massa.

A mistura deve atender aos seguintes requisitos práticos na pista:

- Não escorrer emulsão fora da caixa de espalhamento.
- Não apresentar exsudação de finos na área pavimentada.
- Apresentar uma espessura final de, no mínimo, aquela definida no projeto da obra.
- A camada de rolamento deve ser executada em duas camadas. A camada intermediária pode ser executada em 1 camada, desde que previamente aprovada pela fiscalização.
- Apresentar coesão suficiente até 2 horas após o espalhamento para permitir a liberação ao tráfego sem desprendimento de agregado.
- A superposição máxima permitida, nas juntas longitudinais é de 7,5 cm. O espalhamento deve ser planejado de maneira a evitá-la.
- Nas juntas transversais deve ser colocado um plástico ou papel de maneira a evitar superposição de camadas. A mesa deve parar na área protegida, sendo o produto aí depositado retirado e removido da pista. Na partida, a caixa deve ser colocada na área protegida com papel ou plástico, sobre o micro concreto a frio já executado de maneira a evitar a superposição de camadas.
- Costelas ou depressões, riscos com mais de 1 cm de largura e 10 cm de comprimento são considerados defeitos e não serão aceitos. Devem também ser corrigidos.
- É obrigatória a rolagem da camada de micro concreto a frio por rolos de pneus antes da abertura dela ao tráfego da rodovia.
- Após a rolagem e antes da liberação ao tráfego o excesso de agregados soltos deve ser

varrido.

- Após 24h da liberação ao tráfego será medido o desprendimento de agregado. O limite máximo aceitável é de 100 g/m².
- Todo o sistema de controle e medição de defeitos está detalhado no manual da ISSA, constante desta especificação, Qualidade assegurada e diretrizes para uso do micro concreto a frio a frio.

5.4.3. Correção de Falhas

As possíveis falhas de execução, tais como, escassez ou excesso de massa, irregularidade na emenda de faixas etc., deverão ser corrigidas, imediatamente, após a execução. A escassez é corrigida com adição de massa e os excessos com a retirada por meio de rodos de madeira ou de borracha. Estas correções são consideradas exceções, em pontos localizados. Se sua ocorrência for constante, o serviço deve ser paralisado até a correção do problema no equipamento.

5.4.4. Desprendimento de agregados

Será de responsabilidade do aplicador, o desprendimento de agregados, com conseqüente quebra de para-brisas ou danificação de veículos que trafeguem no trecho executado, devendo a contratada indenizar os usuários da rodovia.

6. MANEJO AMBIENTAL

- 6.1. A preservação do meio ambiente nos serviços de micro concreto a frio envolve a obtenção e aplicação de agregado pétreo miúdo, areia, estoque e aplicação de material betuminoso. Deve-se adotar os cuidados seguintes:
- 6.2. Vedada à instalação de depósitos de material betuminoso próximo a curso d'água.
- 6.3. Vedado também o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro causador de prejuízo ambiental.
- 6.4. Na desmobilização desta atividade, removidos os depósitos de ligante e efetuados a limpeza do canteiro de obras, recompõe-se a área afetada pelas atividades da construção.

7. INSPEÇÃO

7.1. CONTROLE DE MATERIAIS

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pela ABNT ou onde expressamente mencionado nesta especificação particular.

7.1.1. Emulsão Asfáltica Modificada Por Polímero

No certificado de todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve constar os

seguintes ensaios:

7.1.1.1 Emulsões Asfálticas Modificadas Por Polímeros

Para todo o carregamento que chegar à obra:

- 01 ensaio de Viscosidade Saybolt-Furol (ABNT-NBR-14950);
- 01 ensaio de resíduo (ASTM D-244 – seção 21);
- 01 ensaio de peneiramento (ABNT NBR-14393);
- 01 ensaio de sedimentação (ABNT NBR-6570);

7.1.1.2 Cimento Asfáltico Residual Modificado Por Polímero.

Para todo carregamento que chegar à obra:

- 01 ensaio de penetração a 25°C (ANBT NBR-6576);
- 01 ensaio de ponto de amolecimento (ABNT NBR- 6560);
- 01 ensaio de recuperação elástica a 25°C (ARTERIS 329);
- 01 ensaio de estabilidade ao armazenamento (DNIT-ME 384).

A CONTRATANTE se reserva o direito de só permitir a aplicação da emulsão após sua liberação pelo Laboratório da CONTRATANTE, com base nos resultados dos ensaios.

7.1.2. Agregados

- 01 ensaio de azul de metileno por pilha de agregado (ARTERIS T-330);
- 01 equivalente de areia por pilha de agregado (ABNT NBR-12052);
- 01 ensaio de granulometria do agregado para jornada de 8 horas de trabalho (ARTERIS T-27) com amostras coletadas de uma maneira aleatória (liberação da pilha);
- 01 ensaio de adesividade, no início dos serviços (projeto) e sempre que houver variação da natureza do material (DNIT-ME 078);
- 01 ensaio de desgaste Los Angeles no início dos serviços (projeto) ou quando houver variação da natureza do material (ABNT NBR-6465);

7.2. CONTROLE DE EXECUÇÃO

7.2.1. Verificação do Equipamento

Cada equipamento empregado na aplicação do micro concreto a frio deve ser calibrado, no início do serviço. Deve ser executado um segmento experimental com extensão mínima de 200 m. Caso este segmento não atenda às diretrizes contidas nesta especificação, devem ser realizados novos segmentos até que esteja conforme com as especificações.

As verificações a serem efetuadas são as seguintes:

- consistência da mistura espalhada;

- atendimento do projeto da mistura conforme os itens seguintes, 7.2.2 e 7.2.3;
- quantidade e velocidades de aplicação para proporcionar o acabamento desejado.
- Desprendimento de agregado dentro dos limites especificados.

Se ao final destas três verificações em segmentos experimentais os resultados esperados não forem alcançados, deve ser revisto todo o processo de calibração do equipamento. Todo o procedimento de calibração deve ser acompanhado por um REPRESENTANTE DA CONTRATANTE, e aprovado antes do início dos serviços.

7.2.2. Controle de Quantidade do Ligante Betuminoso

A quantidade de ligante betuminoso deverá ser determinada através da retirada de amostras aleatórias em cada segmento de aplicação, fazendo-se a extração de betume com o forno mufla. A quantidade de ligante betuminoso aferida pela mufla deverá ser corrigida, aplicando-se o fator de correção determinado na mistura de projeto. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, $\pm 0,3\%$ da fixada no projeto.

Nota: Devido à maior dificuldade em se realizar uma coleta de amostra que represente fielmente o material aplicado em campo, poderão ser aceitas variações de até $\pm 0,5\%$ no teor de CAP Residual, em relação ao teor ótimo de projeto. A aceitação dos serviços que se enquadrarem neste caso estará condicionada à realização de uma inspeção visual no segmento e também ao ensaio para avaliação da macrotextura. A realização da inspeção visual e do ensaio para determinação da macrotextura deverá aguardar a passagem da estação mais quente do ano, ou seja, a passagem da primeira estação de verão (dezembro a março) após a realização dos serviços. Isto porque as temperaturas elevadas podem favorecer o surgimento de algumas patologias, o que garantirá que serão aprovados apenas segmentos com condição de suportar o tráfego de veículos ao longo de toda sua vida útil de projeto.

7.2.3. Controle da Granulometria da Mistura de Agregados

O controle de granulometria da mistura de agregados deve ser feito através da análise granulométrica da mistura de agregados provenientes do ensaio de extração ARTERIS T-30. As tolerâncias são as definidas no projeto. *A granulometria deve ser feita por via úmida, isto é, lavada.*

7.2.4. Frequência das determinações

O número de determinações utilizadas para controle nos ensaios de quantidade do ligante betuminoso e granulometria do micro concreto a frio deve ser, no mínimo, 1 conjunto de ensaios a cada 4 horas. Caso haja dúvidas quanto à qualidade da massa este número deve ser aumentado.

7.2.5. Controle da espessura final acabada

A espessura final acabada será calculada pelo seguinte processo: escolhidos aleatoriamente 30 pontos na superfície executada, com extensão mínima de 500 m e máxima de 1000, se procederá à cravação de um prego 17x21, sem ponta, de comprimento determinado, nas trilhas de roda após a liberação ao tráfego por, no mínimo, 2 dias. Determinado por diferença a espessura do micro em cada ponto, se calculará a espessura média do segmento analisado. A média encontrada deverá ser igual ou maior que a espessura especificada no projeto. Caso a média seja inferior à de projeto uma nova camada deverá ser espalhada no segmento.

6.1.1 Controle do desprendimento de agregado

Após 24h da liberação ao tráfego será medido o desprendimento de agregado. O limite máximo aceitável é de 100 g/m².

7.3 VERIFICAÇÃO FINAL DA QUALIDADE

7.3.1 Acabamento da Superfície

A superfície acabada é verificada visualmente deve se apresentar uniforme (sem segregações grossas ou finas) e desempenada (sem “costelas”). A avaliação deve ser feita de acordo com o previsto no MANUAL ARTERIS MA-002 (ISSA) - Qualidade assegurada e diretrizes para uso do micro concreto a frio, que faz parte desta especificação.

7.3.2 Alinhamentos

A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação é feita a trena. Os desvios verificados não deverão exceder ± 5 cm.

7.3.3 Condições de Segurança

Para verificação da macrotextura do revestimento deve ser feito o ensaio de mancha de areia. A espessura de areia no ensaio de mancha de areia deve estar entre 0,6 e 1,2 mm de altura.

No ensaio de atrito com o grip-tester o valor da resistência medida deve ser sempre superior a 0,42. Os segmentos com valores abaixo do limite fixado nesta especificação devem ser corrigidos imediatamente.

Outros equipamentos de medição de atrito podem ser usados, desde que previamente aceitos pela CONTRATANTE, e seus parâmetros de controle definidos previamente.

7.3.4 Condições de Conforto

Na medição de irregularidade (QI) deve ser usado o sistema a laser, não sendo aceitos equipamentos do tipo resposta. Os valores encontrados após a execução de microfresagem com aplicação do microrrevestimento asfáltico nunca poderão ser superiores aos medidos antes de sua aplicação nem superiores a 22 ($IRI \leq 1,7$). Caso os valores medidos ultrapassem os limites recomendados ($QI > 22$ ou $IRI > 1,7$) a camada executada deve ser corrigida.

7.3 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.3.1 Os ensaios de materiais indicados em 7.1 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

7.3.2 Para o controle da quantidade de ligante betuminoso e granulometria da mistura do micro concreto em que são especificadas faixas de valores máximos e mínimos, deverá ser verificada a condição seguinte:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto ou } \bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto e } \bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

Sendo:

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

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

7.3.3 Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

7.3.4 Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios mensais de acompanhamento da obra, feitos pelo contratado.

8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios seguintes:

8.1. O micro concreto a frio será medido na pista através da área executada, em metros quadrados, incluindo todas as operações e encargos para a execução destes serviços, inclusive o fornecimento, armazenamento e transporte do ligante betuminoso bem como a produção e o transporte de agregados.

8.2. Caso a espessura especificada não seja atendida, a empresa contratada deve espalhar uma nova camada de maneira a consegui-lo.

9. APÊNDICE - TABELA DE FREQUENCIA DE ENSAIOS

ENSAIO		FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/ MÉTODO DE ENSAIO
AGREGADOS	ESTUDO DA DOSAGEM DO MICRO A FRIO	30 dias antes início trabalhos ou material mudar	Conforme Especificação ARTERIS ES-022	ISSA-A 105
	ABRASÃO LOS ANGELES	Na dosagem ou material mudar	< 40%	ABNT NBR-6465
	DURABILIDADE	Na dosagem ou material mudar	<12%	ARTERIS T-104
	ADESIVIDADE LIGANTE / AGREGADOS	Na dosagem ou material mudar	Satisfatório	DNIT-ME 078
	EQUIVALENTE DE AREIA DA MISTURA SÊCA	1 ensaio por pilha do depósito	≥ 65%	ABNT NBR-12052
	AZUL DE METILENO	1 ensaio por pilha do depósito	< 4 mg/g	ARTERIS T-330
	GRANULOMETRIA AGREGADOS	1 ensaio por dia (8 horas)	Dentro dos limites estabelecidos	ARTERIS T-27
EMULSAO COM ASFALTO MODIFICADO	ENSAIOS NA EMULSÃO (EM TODO CARREGAMENTO)	Viscosidade Saybolt-Furol	15 a 90 segundos	ABNT-NBR-14950
		Resíduo	> 62%	ASTM D-244 - seção 21
		Peneiramento	< 0,30%	ABNT NBR-14393
		Sedimentação	< 5%	ABNT NBR-6570
		Estabilidade ao armazenamento	< 1%	DNIT-ME 384
	ENSAIOS NO CAP RESIDUAL (EM TODO CARREGAMENTO)	Ponto de amolecimento	> 60 °C	ABNT NBR-6560
		Penetração a 25°C	35 a 90	ANBT NBR-6576
		Recuperação elástica	> 45 %	ARTERIS 329
Não deve expelir nenhum material remanescente do emulsificante (cor marrom).				
USINA	VERIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO	Consistência da mistura espalhada;		
		Atendimento do projeto da mistura		
		Quantidade e velocidades de aplicação para proporcionar o acabamento desejado		
		Desprendimento de agregado dentro dos limites especificados		
PISTA	PORCENTAGEM DE CAP	2 ensaios por dia	Teor ótimo de Projeto ± 0,3 %	ARTERIS T-308-10
	GRANULOMETRIA DA MASSA	2 ensaios por dia	Faixa de trabalho do Projeto	ARTERIS T-30
	ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE	Em todo segmento executado	Atender	MANUAL ARTERIS MA-002 (ISSA)

ENSAIO		FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/ MÉTODO DE ENSAIO
	DESPRENDIMENTO DE AGREGADOS	Em todo segmento executado (APÓS 24 h DE TRÁFEGO)	< 100g/m ²	VARRER E PESAR 1 METRO LINEAR DE PISTA E DIVIDIR PELA LARGURA DA FAIXA
	MACRO TEXTURA	Em todo segmento executado	HS de 0,6 a 1,2 cm	ASTM – 965
	GRIP TESTER	Em todo segmento executado	> 0,42	
	IRREGULARIDADE (QI)	Em todo segmento executado	QI < 22	Laser
TOPOGRAFIA	ALINHAMENTO DO EIXO e BORDOS	Em todo segmento executado	± 5cm	MANUAL ARTERIS MA-002 (ISSA)
	ESPESSURA	CRAVAÇÃO DE PREGO 17x21 APÓS 2 DIAS DE TRÁFEGO	± 5 % da espessura de Projeto em segmentos de 500 a 1000 m por faixa. Em pontos isolados ± 10%	SEM PONTA e COMPRIMENTO CONHECIDO