TÍTULO

IMPRIMAÇÃO ASFÁLTICA LIGANTE

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Imprimação. Ligante. Pintura de Ligação.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. **ET-P00/032**. Imprimação. São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 144/2014 - ES**. Pavimentação - Imprimação com ligante asfáltico - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2014.

MINUTA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 DEFINIÇÃO 3
3 MATERIAL 3
3.1 Emulsão Asfáltica 3
3.2 Taxa de Aplicação 3
4 EQUIPAMENTO 4
5 EXECUÇÃO 5
5.1 Abertura ao Tráfego 5
6 CONTROLE 6
6.1 Controle do Material 6
6.2 Controle da Execução 6
7 ACEITAÇÃO 7
7.1 Materiais 7
7.2 Execução 7
8 CONTROLE AMBIENTAL 8
8.1 Emulsão Asfáltica - Estocagem 8
8.2 Execução 8
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 9
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 9
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 11
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 14
ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS 16
ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS 18

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição da imprimação asfáltica ligante, auxiliar de ligação ou pintura de cura, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Imprimação asfáltica ligante consiste na aplicação de película de material asfáltico sobre uma camada do pavimento, base coesiva ou camada asfáltica, visando promover a aderência desta superfície com outra camada de revestimento asfáltico subsequente.

Pintura de cura é a imprimação aplicada sobre camadas tratadas com cimento Portland ou cal hidratada recém executadas, com função de evitar a perda acelerada de umidade e, consequentemente promover condições adequadas para o desenvolvimento do processo de cura. É aplicável em bases de solo-cimento, solo-cal, solo-cal-cimento, cascalho-cal, cascalho-cal-cimento, solo-brita-cimento e brita graduada tratada com cimento.

3 MATERIAL

3.1 Emulsão Asfáltica

Na imprimação asfáltica ligante podem ser aplicados os seguintes materiais asfálticos:

- emulsão catiônica de ruptura rápida RR-1C e RR-2C;
- emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímero, RR 1C-E ou RR 2C-E quando indicadas em projeto.

As emulsões asfálticas de ruptura rápida modificadas ou não por polímero devem atender o especificado no anexo C, D, respectivamente ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de emulsão asfáltica 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.

3.2 Taxa de Aplicação

A definição do teor asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando a taxa de aplicação em função da superfície que irá receber a imprimação ligante. A emulsão deve ser diluída de forma que a taxa de ligante residual atenda o especificado na Tabela 1:

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela 1 – Consumo de Material e Resíduo Asfáltico

Tipo de imprimação	Resíduo Asfáltico l/m²
Imprimação de ligação	0,20 a 0,40
Imprimação Auxiliar de Ligação	0,15 a 0,30
Pintura de Cura	0,20 a 0,40

A taxa de aplicação da emulsão, definida em projeto, deve ser ajustada experimentalmente em campo e aprovada pela fiscalização.

A água empregada na diluição deve ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

O uso da imprimação auxiliar de ligação deve ser restrito a obras de implantação de pavimentos novos, entre camadas asfálticas ou entre as camadas de base e a de ligação ou revestimento asfáltico.

Além da taxa de aplicação definida no trecho experimental, deve ser informada a taxa de diluição utilizada, para determinação do teor de resíduo asfáltico aplicado na superfície a ser imprimada. É recomendado que a taxa de aplicação da emulsão diluída seja na ordem de 1,0 l/m².

4 EQUIPAMENTO

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

Os equipamentos necessários para execução da imprimação ligante ou auxiliar de ligação compreendem as seguintes unidades:

a) depósitos de material asfáltico, com sistema completo, com bomba de circulação, e que permitam, quando necessário, aquecimento adequado e uniforme; devem ter capacidade compatível com o consumo da obra no mínimo para um dia de trabalho;

b) vassouras rotativas mecânica, trator de pneus e vassouras manuais;

c) jato de ar comprimido ou sopradores de ar;

d) caminhão distribuidor de emulsão asfáltica, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra; o equipamento espargidor deve possuir certificado de aferição atualizado que deverá ser aprovado pelo DER/SP; a aferição deve ser renovada a cada quatro meses, como regra geral, ou a qualquer momento, caso a fiscalização julgue necessário; durante o decorrer da obra deve-se manter controle constante de todos os dispositivos do equipamento espargidor;

e) caminhão tanque irrigador de água.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

5 EXECUÇÃO

Antes da aplicação da imprimação asfáltica ligante deve-se proceder à limpeza da superfície, que deve ser executada com emprego de vassouras mecânicas rotativas ou manuais, jato de ar comprimido, sopradores de ar ou, se necessário, lavagem. Devem ser removidos todos os materiais soltos e nocivos encontrados sobre a superfície da camada. A superfície deverá estar isenta de umidade.

O material asfáltico não deve ser distribuído com temperatura ambiente abaixo de 10° C, em dias de chuva ou sob o risco de chuva.

A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade; deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 100 segundos, *Saybolt Furol.*

No caso de aplicação da pintura de cura em bases ou sub-bases cimentadas, solo cimento, concreto magro etc., a superfície da base deve ser ligeiramente umedecida.

A distribuição do material asfáltico não pode ser iniciada enquanto a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição não for atingida e estabilizada. Para emulsões modificadas por polímero a temperatura não deve ultrapassar 60ºC.

Aplica-se, em seguida, o material asfáltico, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade especificada no projeto e ajustada experimentalmente no campo e de maneira uniforme. O ligante deve ser aplicado de uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou falta de ligante.

Deve-se imprimar a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, deve-se trabalhar em meia pista, executando a imprimação da adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego, evitando-se a sobreposição entre as aplicações.

Após a aplicação, o ligante asfáltico deve permanecer em repouso até que se verifiquem as condições ideais de cura ou ruptura, de acordo com a natureza e tipo do material asfáltico empregado.

Cabe à contratada a responsabilidade de manter dispositivo eficiente de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre a área imprimada antes de completada a cura ou ruptura.

5.1 Abertura ao Tráfego

A imprimação ligante não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto a fiscalização poderá, a seu critério e excepcionalmente, autorizar o trânsito sobre as imprimações ligante, após verificadas as condições de cura e ruptura.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6 CONTROLE

6.1 Controle do Material

6.1.1 Emulsões Asfálticas

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

a) um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol*, conforme NBR 14491(1), a 50 °C para emulsões catiônicas RR;

b) um ensaio de resíduo por destilação conforme NBR 6568(2);

c) um ensaio de carga da partícula, conforme NBR 6567(3);

d) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393(4);

e) um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol* a diferentes temperaturas, para estabelecimento da curva viscosidade-temperatura, conforme NBR 14491(1).

Para cada 100 t, deve ser efetuado um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570(5).

6.1.2 Emulsões Asfálticas Modificadas por Polímero

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

a) um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol*, conforme NBR 14491(1);

b) um ensaio de resíduo asfáltico da emulsão, conforme NBR 6568(2);

c) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393(3);

d) um ensaio de recuperação elástica no resíduo da emulsão, conforme NBR 15086(6).

Para cada 100 t:

a) um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570(5);

b) sobre o resíduo da emulsão: 1 ensaio penetração, conforme NBR 6576(7); e 1 ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560(8).

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

6.2 Controle da Execução

6.2.1 Controle de Temperatura

A temperatura da emulsão asfáltica deve ser medida diretamente no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade-temperatura.

6.2.2 Controle da Taxa de Aplicação.

O controle da taxa de aplicação (t) da imprimação ligante aplicada deve ser feito

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

aleatoriamente, na borda esquerda, eixo ou borda direita, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecida, na pista onde está sendo feita a aplicação. Deve-se determinar uma taxa de aplicação para cada 200 metros de faixa imprimada, da barra do caminhão espargidor após sua passagem por intermédio de pesagens das bandejas.

6.2.3 Controle Geométrico

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma recoberta com a pintura de ligação deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m, não se admitindo largura inferior à indicada no projeto.

7 ACEITAÇÃO

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

7.1 Materiais

7.1.1 Emulsões Asfálticas

As emulsões asfálticas modificadas ou não por polímero são aceitas desde que os resultados individuais dos ensaios referidos no item 6.1.1 e 6.1.2 atendam ao especificado nos anexos C e D, respectivamente ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

7.2 Execução

7.2.1 Temperatura

As temperaturas individuais do material asfáltico, determinadas no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, devem satisfazer o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade x temperatura, de acordo com a especificação do material aplicado.

7.2.2 Taxa de aplicação

A taxa de aplicação é aceita quando atender à seguinte condição:

- os resultados da taxa de aplicação da emulsão diluída (t) analisados estatisticamente por controle bilateral, conforme anexo B, não devem divergir de ± 0,2 l/m² da taxa de aplicação fixada experimentalmente e aprovada pela fiscalização; cada subtrecho analisado deve ser composto por no mínimo 4 e no máximo 10 determinações.

- o resíduo da emulsão deve estar compreendido no intervalo da tabela 1.

7.2.3 Geometria

Os serviços executados são aceitos quanto à largura da plataforma conforme indicado no projeto, não se admitindo largura inferior à indicada no projeto.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

8 CONTROLE AMBIENTAL

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

8.1 Emulsão Asfáltica - Estocagem

A estocagem da emulsão asfáltica deve-se feita em local pré-estabelecido e controlado. Caso seja necessário a instalação de canteiro de obras, este deve ser cadastrado conforme a legislação vigente.

a) os locais de estocagem e estacionamento devem ser afastados de cursos d'água, de vegetação nativa ou de áreas ocupadas;

b) no local de estacionamento e manutenção dos caminhões tanques ou espargidores devem ser instalados dispositivos para retenção de pequenos vazamentos; quando for necessário o estacionamento dos espargidores fora da área destinada, os caminhões deverão possuir algum dispositivo de retenção de vazamento acoplado ao espargidor, ou mesmo móvel que possa ser disposto sob os bicos;

c) os tanques de emulsão deverão ser instalados dentro de tanques periféricos, para retenção do produto em casos de vazamentos;

d) a área de estocagem, estacionamento, manutenção dos equipamentos e dos veículos devem ser recuperadas ambientalmente, quando da desmobilização das atividades.

8.2 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) executar os serviços preferencialmente em dias secos, de modo a evitar o arraste da emulsão pelas águas das chuvas para os cursos d'água;

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) os resíduos dos produtos utilizados, devem ser acumulados em locais pré-definidos e livres de restrições ambientais, no encerramento das atividades do dia, devem ser removidos, em recipientes apropriados para canteiro de obras;

e) a utilização dos resíduos é permitida para impermeabilização das áreas de manutenção de veículos e equipamentos, acessos de terra com ligação com a rodovia. É proibido, sob qualquer hipótese, sua disposição ao longo do trecho;

f) ao final das atividades, o canteiro de obras deverá ser desativado, segundo os critérios da legislação vigente;

g) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metro quadrado de área imprimada; a área é calculada multiplicando-se a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os respectivos preços unitários contratuais, no qual estão inclusos: fornecimento, armazenamento, perdas, aquecimento, transporte e aplicação do material asfáltico; operações de limpeza prévia e proteção da área imprimada; incluem-se, também, a mão-de-obra com encargos sociais, BDI, equipamentos necessários aos serviços e os cuidados a serem adotados à proteção ao meio ambiente, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.05.02 – Imprimação asfáltica ligante	m²
23.05.02.02 – Pintura de cura	m²
23.05.03 – Imprimação asfáltica auxiliar de ligação	m²
23.05.04 – Imprimação asfáltica ligante com polímero	m²

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14491**. Emulsões asfálticas. Determinação da viscosidade Saybolt Furol. Rio de Janeiro, 2007.

2 ____. **NBR 6568**. Emulsões Asfálticas – Determinação do resíduo de destilação. Rio de Janeiro, 2005.

3 ____. **NBR 6567.** Ligantes asfálticos – Emulsões asfálticas – Determinação da carga da partícula. Rio de Janeiro, 2015.

4 ____. **NBR 14393.** Emulsões asfálticas – Determinação da peneiração. Rio de Janeiro, 2012.

5 ____.**NBR 6570.** Ligantes asfálticos – Determinação da sedimentação e estabilidade à estocagem de emulsões asfálticas. Rio de Janeiro, 2016.

6 ____. **NBR 15086**. Materiais betuminosos - Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro. Rio de Janeiro, 2006.

7 ____. **NBR 6576**. Materiais asfálticos – Determinação da penetração. Rio de Janeiro, 2007.

8 ____. **NBR 6560.** Ligantes asfálticos - Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2016.

9 ____. **NBR 6300**. Emulsões asfálticas catiônicas - Determinação da resistência à água

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

(adesividade) em agregados graúdos. Rio de Janeiro, 2009.

10 ____. **NBR 6297**. Emulsão asfáltica de ruptura lenta - Determinação da ruptura – Método da mistura com cimento. Rio de Janeiro, 2012.

11 ____. **NBR 6302**. Emulsões asfálticas – Determinação da ruptura – Método de mistura com fíler silícico. Rio de Janeiro, 2008.

12 ____. **NBR 6299**. Emulsões Asfálticas - Determinação do pH. Rio de Janeiro, 2012.

13 ____. **NBR 6569.** Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade. Rio de Janeiro, 2008.

14 ____. **NBR 14855**. Ligantes asfálticos - Determinação da solubilidade em tricloroetileno. Rio de Janeiro, 2015.

15 ____. **NBR 6293**. Ligantes asfálticos - Determinação da ductilidade. Rio de Janeiro, 2015.

16 ____. **NBR 14376**. Ligantes asfálticos - Determinação do teor do resíduo seco de emulsões asfálticas convencionais ou modificadas - Métodos expeditos. Rio de Janeiro, 2019.

17 ____. **NBR 15184**. Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. Rio de Janeiro, 2004.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1 CONTROLE DOS MATERIAIS				
1.1 Emulsão Asfáltica				
Viscosidade de Saybolt Furol	NBR 14491(1)	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Valores individuais	Atender o especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Determinação do Resíduo	NBR 6568(2)			
Carga da Partícula	NBR 6567(3)			
Peneiração	NBR 14393(4)			
Viscosidade Saybolt Furol a diferentes temperaturas para o estabelecer a curva viscosidade-temperatura	NBR 14491(1)			
Sedimentação	NBR 6570(5)	1 ensaio para cada 100 t	Valores individuais	
1.2 Emulsão Asfáltica Modificada por Polímero				
Viscosidade Saybolt Furol	NBR 14491(1)	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra h	Valores individuais	Atender o especificado no anexo D quando tratar de polímero SBS e ao anexo E quando tratar-se de polímero SBR ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Resíduo asfáltico da emulsão	NBR 6568(2)			
Peneiração	NBR 14393(4)			
Recuperação elástica	NBR 15086(6)			
Sedimentação	NBR 6570(5)			
Ensaios no resíduo da emulsão: - Penetração - Ponto de amolecimento	 NBR 6576(7) NBR 6560(8)	1 ensaio para cada 100 t	Valores individuais	

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/conclusão

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
2.1 MATERIAL ASFÁLTICO				
Temperatura de Aplicação	Termômetro bimetálico	Uma verificação antes da aplicação no caminhão espargidor distribuidor	Resultados individuais	Parâmetro determinado pelo gráfico temperatura-viscosidade
Taxa de Aplicação - t	Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de espargimento e no máximo para cada 200 m	Controle Bilateral $X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,2 l / m² da taxa de projeto recomendada e adequada, ajustada experimentalmente no campo. O resíduo da emulsão deve ser para: Imprimação ligante: 0,20 a 0,40 l/m² Imprimação aux. Ligação 0,15 a 0,30 l/m² Pintura de cura: 0,20 a 0,40 l/m²

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\overline{X}$)	$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	Onde: **X_i** = valor individual da amostra; **N** = nº de determinações efetuadas; **K =** coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras; **K_1 =** coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações; **LSE** = limite superior especificado; **LIE** = limite inferior especificado.
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – Controle pelo limite inferior 4- Controle pelo limite superior	$X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Ou $X = \overline{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – Controle pelo limite inferior e superior	$X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K_1	N	K	K_1	N	K	K_1
4	0,95	1,34	**10**	0,77	1,12	**25**	0,67	1,00
5	0,89	1,27	**12**	0,75	1,09	**30**	0,66	0,99
6	0,85	1,22	**14**	0,73	1,07	**40**	0,64	0,97
7	0,82	1,19	**16**	0,71	1,05	**50**	0,63	0,96
8	0,80	1,16	**18**	0,70	1,04	**100**	0,60	0,92
9	0,78	1,14	**20**	0,69	1,03	**∞**	0,52	0,84

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

EMULSÕES CATIÔNICAS (*)			
CARACTERÍSTICAS	**Métodos de Ensaio (ABNT)**	**Ruptura Rápida**	
Ensaios sobre a emulsão		**RR1C-S**	**RR2C-S**
Viscosidade Saybolt Furol, S, a 25°C, máx.	NBR 14491(1)	90	-
Viscosidade Saybolt Furol, S, a 50°C	NBR 14491(1)	-	100 - 400
Sedimentação, % peso, máx.	NBR 6570(5)	5	5
Peneiração 0,84 mm, % peso, máx.	NBR 14393(4)	0,10	0,10
Resistência à água, % mín. de cobertura, Agregado seco Agregado úmido	NBR 6300(9)	 80 80	 80 80
Mistura com cimento, % máx. ou fíler silícico	NBR 6297(10) NBR 6302(11)	- -	- -
Carga de partícula	NBR 6567(3)	positiva	positiva
pH, máx.	NBR 6299(12)	-	-
Destilação solvente destilado, % volume sobre resíduo da emulsão resíduo, % mínima em peso	NBR 6568(2)	-	-
Resíduo seco, % peso, mín.	NBR 14376(16)	62	67
Desemulsibilidade, % peso, Mínima	NBR 6569(13)	50	50
Ensaios sobre o resíduo da emulsão			
Penetração a 25°C, 100g, 5s,	NBR 6576(7)	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0
Teor de betume, % mínima em peso	NBR 14855(14)	97	97
Ductibilidade a 25ºC, 5cm/min, cm mínimo %, mín.	NBR 6293(15)	40	40

* Fonte DNIT 165/2013 - EM Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Característica	Un	Tipos (por Ruptura)	Método
		Controlada	ABNT
		RC1C-E	
Ensaio sobre emulsão			
Viscosidade Saybolt Furol, a 50ºC	S	70 máx.	NBR 14491(1)
Sedimentação, máx.	% massa	5	NBR 6570(5)
Peneiração, 0,84 mm, máx.	% massa	0,1	NBR 14393(4)
Resistência à água, mín. de cobertura			
agregado seco	%	80	NBR 6300(9)
agregado úmido	%	60	
Carga da partícula	-	positiva	NBR 6567(3)
pH, máx.	-	6,5	NBR 6299(12)
Destilação - solvente destilado a 360ºC	% volume	0	NBR 6568(2)
Resíduo seco, mín.	% massa	62	NBR 14376(16)
Desemulsibilidade			
mínimo	% massa	-	NBR 6569(13)
máximo	% massa	-	
Ensaios para o resíduo da emulsão obtido pela ABNT NBR 14896			
Penetração a 25ºC, 100g, 5s	0,1 mm	45 - 150	NBR 6576(7)
Ponto de amolecimento, mín.	ºC	55	NBR 6560(8)
Viscosidade Brookfield a 135ºC, SP21, 20RPM, mín.	cP	600	NBR 15184(17)
Recuperação elástica a 25ºC, 20 cm, mín.	%	70	NBR 15086(6)

* Fonte Resolução ANP nº 32, 14 de outubro de 2009 e regulamento técnico ANP nº 5/2009

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.