

Emulsão Asfáltica

e

Asfalto Diluído de Petróleo (ADP)

1º.sem. 2024 - prof. Edson de Moura

1

Emulsão Asfáltica – Produção

Processo de emulsificação

No processo de emulsificação, é necessário que se promova a quebra do cimento asfáltico em partículas micrométricas e que o mesmo fique disperso no meio aquoso.

Para promover este cisalhamento é aplicada energia térmica e mecânica ao ligante asfáltico, através do moinho coloidal, obtendo-se uma emulsão de asfalto em água, bem homogênea.

Assim, normalmente, o ligante asfáltico é aquecido a uma temperatura que varia entre 140 °C a 145 °C e a fase água, a uma temperatura que varia entre 50 °C e 60 °C, na qual já se encontra previamente dissolvidos os agentes emulsificantes, cujo principal propósito é evitar que as partículas de asfalto se aglomerem, mantendo as duas fases em equilíbrio durante um período de tempo que pode variar de algumas semanas e alguns meses.

4

Emulsão Asfáltica - produção

Conforme definição do Manual Básico de Emulsões Asfálticas, editado pela Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos - ABEDA define, emulsão como uma dispersão de pequenas partículas de um líquido num outro líquido. Assim, a emulsão pode ser formada por dois líquidos não miscíveis onde geralmente a fase contínua é a água.

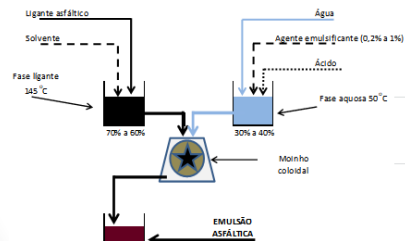
As emulsões asfálticas são misturas de cimento asfáltico de petróleo dispersos na fase água produzidas, normalmente, através de um processo mecânico em equipamentos de alta capacidade de cisalhamento, denominados moinhos coloidais.



2

Emulsão Asfáltica - Processo de emulsificação

Esquema elucidativo

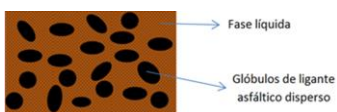


5

Emulsão Asfáltica - produção

Utilizam-se da ordem de 30% a 40% de água com cimento asfáltico de petróleo, juntamente com agentes emulsificantes para que a mistura possa ter estabilidade ao bombeamento, transporte e armazenamento em temperatura ambiente.

O tamanho dos glóbulos de asfalto dispersos na água varia entre 1 mm a 0,010 mm de diâmetro. A aparência varia de um líquido de baixa consistência (ex. leite) até a consistência cremosa (ex. mel), sendo que a coloração da emulsão é marrom



3

Emulsão Asfáltica - ruptura

A separação da fase água da fase asfalto é conhecida como **ruptura** da emulsão. O tempo necessário para que ocorra essa separação confere às emulsões características intrínsecas à aplicação no campo, servindo, também como base para a sua classificação quanto à velocidade de ruptura.

O processo de ruptura ocorre quando a emulsão entra em contato com a superfície do agregado. A velocidade em que esta separação depende:

- tipo de emulsão,
- reatividade/superfície específica dos agregados,
- teor de umidade dos mesmos e
- temperatura dos materiais e ambiente.
- umidade relativa do ar

6



7

Emulsão Asfáltica - Classificação

Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos

Características	Métodos		Tipo de Ruptura			
	ABNT	ASTM	Rápida	Média	Controlada	Lenta
			RR1C-E	RR2C-E	RM1C-E	RL1C-E

Emulsões asfálticas para lama asfáltica

Características	Métodos		Tipo			
	ABNT	ASTM	Aniônica		Catiônica	Especial
			LA-1	LA-2	LA-1C	LA-2C

10

Emulsão Asfáltica - Denominação das emulsões



RR – Ruptura rápida
RM – Ruptura média e,
RL – Ruptura Lenta

C – Catiônica
A – Aniônica

% de resíduo (quantidade de asfalto após ruptura)
1 - 62%
2 - 66%

8



11

Emulsão Asfáltica - Classificação

Emulsões asfálticas catiônicas - Resolução nº 7 de 6 de julho de 1988
ANP – Regulamento Técnico ANP nº 03/2007

Características	Métodos		Tipo de Ruptura			
	ABNT	ASTM	Rápida	Média		Lenta
			RR 1C	RR 2C	RM 1C	RM 2C
Emulsão Sólida e Emulsão						
Viscosidade (Levy) [cP]	14931		20-50	100-400	200-2500	100-4000
Peso residual, % em peso (máx.)	6370		5	5	5	5
Resistência, % em peso (máx.)	14393	D 244	93,1	93,1	93,1	93,1
Resistência a água, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a óleo, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a álcool, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a éter, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a acetona, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a tolueno, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a xilol, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a glicerina, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a água salgada, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de cloreto de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de cloreto de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de sulfato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de sulfato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de sulfato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de nitrato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de nitrato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de nitrato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de fosfato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de fosfato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de fosfato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de acetato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de acetato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de acetato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de citrato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de citrato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de citrato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de succinato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de succinato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de succinato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de malato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de malato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de malato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de tartrato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de tartrato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de tartrato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de crotonato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de crotonato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de crotonato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de metacrilato de cálcio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de metacrilato de sódio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80
Resistência a solução aquosa de metacrilato de amônio, % em peso (máx.)	14393	D 244	80	80	80	80

9

Emulsão Asfáltica – aplicação (exemplo)

A especificação recomenda com os índices 1 e 2 a quantidade de ligante asfáltico residual que a emulsão asfáltica deve apresentar após a ruptura, entretanto, é comum a adição de cerca de 20% a 30% de água.

Com essa prática a quantidade de asfalto residual altera-se. Dessa forma deve-se atentar para a taxa de aplicação a se obter a quantidade de asfalto residual de projeto.

Por exemplo:

Deseja-se aplicar uma pintura de ligação, com emprego de emulsão asfáltica RR-1C, entre o substrato (pavimento asfáltico existente) e uma nova capa asfáltica, a uma taxa de asfalto residual de 0,7 l/m².

Resolução RR-1C tem 62% de asfalto residual em sua constituição

1 l de emulsão/m² → 0,62 l de CAP/m²

x l de emulsão/m² ← 0,7 l de CAP/m²

portanto: $x = 1,12 \text{ l/m}^2$ de emulsão RR 1C

12

Emulsão Asfáltica – aplicação (exemplo)

Por exemplo:

Deseja-se aplicar uma pintura de ligação, com emprego de emulsão asfáltica RR-1C com adição de 30% de água conforme recomendação do distribuidor, entre o substrato (pavimento asfáltico existente) e uma nova capa asfáltica, a uma taxa de asfalto residual de 0,71/m².

Resolução RR-1C com adição do 30% de água a emulsão passa a ter: 62% / 1,3 = 47,7%

1 l de emulsão/m² → 0,477 l de CAP/m²

x l de emulsão/m² ← 0,71 de CAP/m²

portanto: $x = 1,47 \text{ l/m}^2$ de emulsão RR-1C

13

Emulsão Asfáltica - aplicação

Quais desvantagens?

O CAP quando passa pelo processo de incorporação de água na produção de emulsões asfálticas, sofre alterações irreversíveis em suas propriedades reológicas. Tornando-se um material menos resistente às intempéries e também à solicitações do tráfego.

A necessidade das emulsões asfálticas é extremamente relevante na pavimentação, propiciando o emprego de ligante asfáltico em temperatura ambiente.

16

Emulsão Asfáltica - aplicação

A necessidade de se aquecer a emulsão a temperatura de 50°C para diminuição da viscosidade e melhor aderência ao substrato deve-se, principalmente, às condições do equipamento de aplicação, conhecido como "burro preto"

Existem algumas emulsões que, conforme recomendação do fabricante, não é necessário o aquecimento, entretanto, devido a má prática de obra esse tipo de observação não é considerada.

14

Emulsão Asfáltica – aplicação – pintura de ligação

Pintura de ligação, normalmente, é executada para promover a aderência entre camadas, de materiais que contenham na sua composição ligante asfáltico.

Para os serviços de pintura de ligação, todas as emulsões asfálticas podem ser empregadas, normalmente diluídas com água (verificação prévia de compatibilidade) na proporção 50% emulsão / 50% água, e taxas de aplicação da ordem de 1,0 kg/m² a 1,2 kg/m² de forma a resultar uma película asfáltica adesiva sobre a superfície aplicada de ordem de 0,3kg/m² a 0,4/m².

Existem algumas especificações que limitam somente as emulsões: RR-1C, RR-2C, RM-1C e RM-2C para serem utilizados em pinturas de ligação.

A publicação Asfalto em Revista, editada pelo Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustível – IBP recomenda as emulsões: RR-1C e RR-1C-E para esse fim.

17

Emulsão Asfáltica - aplicação

Reconhecidas mundialmente pelo seu melhor desempenho no que se refere a sua compatibilidade com a maioria dos agregados minerais, as emulsões asfálticas para pavimentação, empregadas no Brasil, são, predominantemente, do tipo catiônica.

Principais vantagens das emulsões catiônicas

- representam uma alternativa para economia de energia, uma vez que, na maioria dos casos, pode ser empregada sem necessidade de aquecimento;
- Apresentam excelente afinidade com todos os tipos de agregados eliminando o uso de aditivos "dopes", normalmente empregados para melhorar a adesividade do cimento asfáltico em misturas a quente com agregados;
- Possibilitam a utilização de agregados úmidos evitando a necessidade de combustível para secagem dos mesmos;
- Permitem estocagem a temperatura ambiente em instalações simples que não requerem fonte de aquecimento, combustíveis derivados de petróleo e isolamento térmico;
- Eliminam os riscos de incêndio e explosões, uma vez que não são utilizados solventes de petróleo em seu emprego;
- Evitam os riscos de acidentes por queimaduras;
- Não geram vapores tóxicos e poluentes preservando o meio ambiente (produto ecologicamente correto);
- Possibilitam a produção de grandes volumes de misturas em equipamentos de baixo custo e de fácil operação / distribuição.

15

Emulsão Asfáltica - aplicação

Imprimação tem-se recomendado emulsões asfálticas convencionais de ruptura lenta – emulsão asfáltica de imprimação (EAI) e também os asfaltos diluídos CM-30 e CM-70.

Tratamentos superficiais: simples, duplos e triplos e macadames betuminosos as emulsões mais recomendadas são: RR-2C e RR2C-E.

PMF aberto são recomendadas as emulsões: RM-1C, RM-2C e RM1C-E. Já para o tipo de mistura asfáltica denominada de **PMF tipo denso**, utiliza-se as emulsões: RL-1C e RL1C-E.

Areia asfalto a frio e PMF semideno - RM-1C, RM-2C, RL-1C, RM1C-E e RL1C-E.

Microrrevestimento é realizado com a emulsão elastomérica de ruptura controlada denominada de RM2C-E.

Camada antirreflexão de trinças: **SAM** e **SAMI** recomendam-se as emulsões: RR2C-E e RL1C-E.

18

Asfalto Diluído de Petróleo (ADP)

19

Asfalto Diluído de Petróleo (ADP)

Falhas ocorridas nesse processo, no meio rodoviário são conhecidas como "falha de bico". Nas Figuras 3 e 4, registram-se os canais longitudinais demonstrando a ausência de mistura devido falta de ligante asfáltico utilizado na pintura de imprimação. Esse tipo de defeito ocorre quando os bicos estão próximos a superfície de forma que o leque de aspersão da barra não abre suficiente de forma a cobrir toda a superfície e só parte da área recebe o filme de ligante asfáltico.

Figura 3 – Disposição longitudinal da falha na pintura de imprimação



Foto: fonte própria

Figura 4 – Detalhe da ausência de mistura asfáltica nos locais onde ocorreu a falha na pintura



Foto: fonte própria

A ausência de ligante na superfície do substrato propicia a não aderência entre a mistura asfáltica ao substrato (base).

22

Asfalto Diluído (ADP)

Diluição de CAP em derivados de petróleo para permitir a utilização a temperatura ambiente.

Denominação dada segundo a velocidade de evaporação do solvente:

- ✓ Cura rápida (CR) – solvente é a gasolina ou a nafta.
- ✓ Cura média (CM) – solvente é o querosene.

Avaliado em relação à viscosidade cinemática.

Ex: CM 30, CR 250.

20

Asfalto Diluído de Petróleo (ADP)

Figura 5 – Solo arenoso imprimeado com CM-30



Foto: Petrobrás – Asfalto na Universidade

23

Asfalto Diluído de Petróleo (ADP)

PINTURA DE IMPRIMAÇÃO

Na aplicação de uma camada de mistura asfáltica sobre uma camada de um material que não possui ligante asfáltico em sua composição executa-se uma pintura de imprimação de ligante. Essa pintura propicia a penetração do ligante asfáltico no substrato permitindo a perfeita aderência entre as camadas. Normalmente, tem-se utilizado ADP (asfalto diluído de petróleo) para esse fim, embora muitos distribuidores de ligantes asfálticos ofereçam outros produtos. A aplicação pode ser: (i) manual - uma haste munida de um único aspersor na extremidade denominado de caneta (Figura 1) e (ii) mecanizado - uma barra com diversos aspersores acoplada na traseira de um caminhão (Figura 2).

Figura 1 – Pintura manual de pista teste



Foto: fonte própria

Figura 2 – Pintura mecanizada com barra espoladora



21

Asfalto Diluído de Petróleo (ADP)

Um erro grave e relativamente comum é o aquecimento de ADP em obras antes da aplicação.

24

Serviço de imprimação



25

Imprimação



Brasquímica imprimação para tratamento superficial

28

Serviço de imprimação



26

Camada em processo de cura após aplicação de pintura de imprimação



29

Serviço de imprimação



NTA imprimação - www.nta-asfaltos.com.br

27

Tratamento superficial - penetração invertida



Macropavi - Tratamento superficial (You Tube) - www.macropavi.com.br

30

Tratamento superficial - penetração direta



31

KbÔ!
Legal né?

34

Tratamento superficial - penetração direta
com aplicação de emulsão asfáltica manual



32

Microrrevestimento



Microrrevestimento a frio – Empresa Garcia Monteiro
www.garciamonteiro.com.br

33