



# MATERIAIS BETUMINOSOS

### ESCOPO

- 1. Introdução**
- 2. Classificação**
- 3. Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)**
- 4. Asfaltos Diluídos**
- 5. Emulsões**

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## INTRODUÇÃO

“ASPHALTU” ou “SPHALLO” → ESPARRAMAR

→ AGLUTINANTE

- FIRME
- ESTÁVEL
- SEGURO

- Um dos mais antigos materiais de construção utilizados pelo homem.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## INTRODUÇÃO

### ORIGEM - PETRÓLEO

- Composto de natureza orgânica
- Resultante da ação de bactérias anaeróbicas sobre os organismos do plancton marinho e da ação combinada de pressão e temperatura
- Resultam hidrocarbonetos

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## INTRODUÇÃO

### REGISTROS HISTÓRICOS

- Impermeabilizante – Mesopotâmia, Grécia, Roma
- Citações Bíblicas – “Arca de Noé”
- Mumificação – Egito
- Bolas de fogo – Grécia
- Aglutinante – Mesopotâmia, Incas, Roma

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## INTRODUÇÃO

### BETUME - CONCEITO

- Elemento aglutinante ativo
- Mistura de hidrocarbonetos pesados
- Solúveis em bissulfato de carbono
- Capacidade de aglutina agregados

# Tipos de ligantes asfálticos



- cimentos asfálticos de petróleo - CAP;
- asfaltos diluídos de petróleo - ADP;
- emulsões asfálticas - EAP;
- asfaltos oxidados ou soprados;
- asfaltos modificados;
- agentes rejuvenescedores.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CLASSIFICAÇÃO

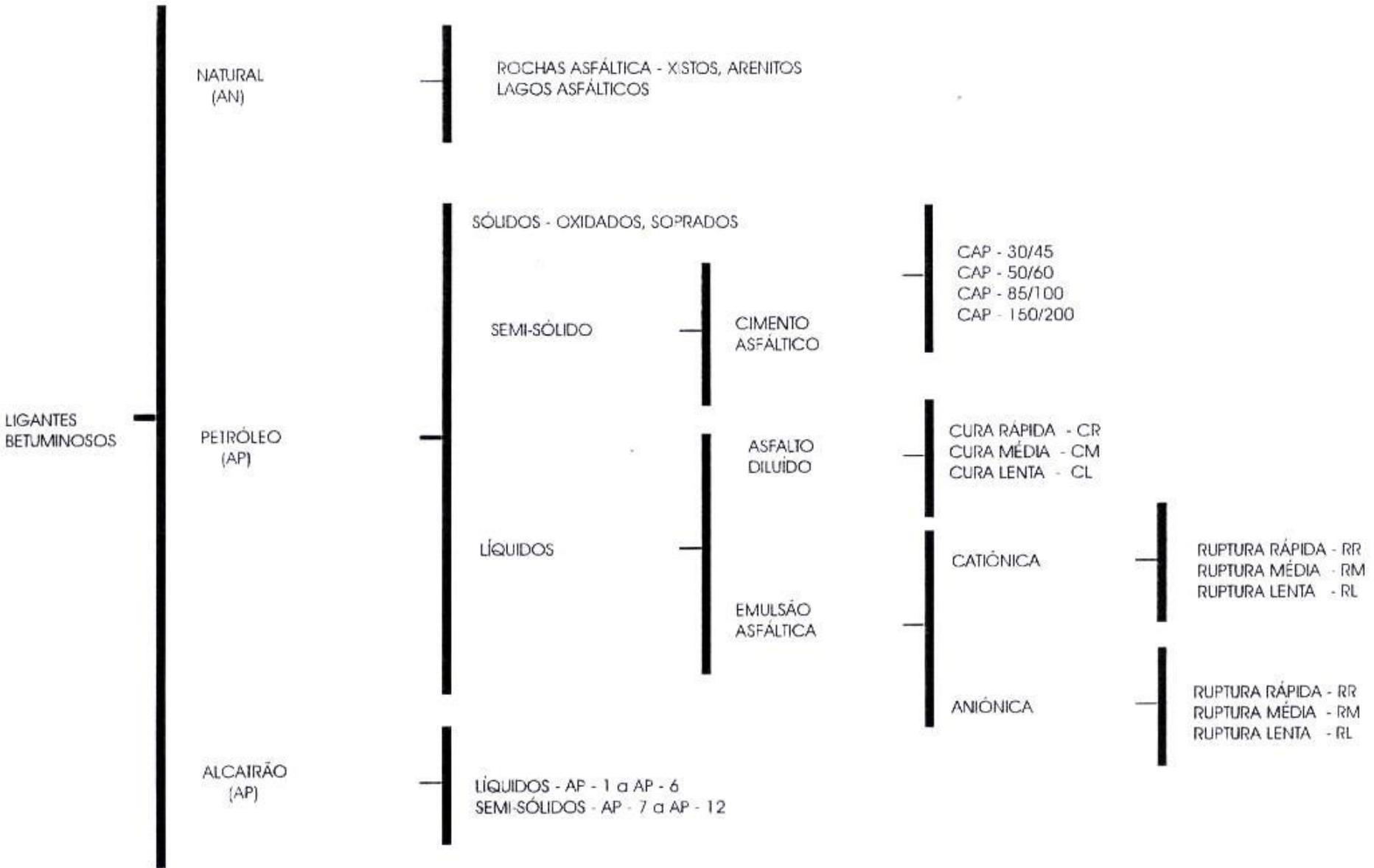
**ASFALTO**

→ NATURAL

→ PETRÓLEO

- CIMENTO ASFÁLTICO
- ASFALTO DILUÍDO
- EMULSÃO ASFÁLTICA
- ASFALTOS MODIFICADOS

**ALCATRÃO**



**Esquema dos Ligantes Betuminosos**

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ALCATRÕES

- Destilação do carvão
- Resultante da fabricação do gás e coque
- Diferenças com asfalto:
  - Maior adesividade
  - Menor susceptibilidade térmica
  - Menor estabilidade
  - Mais rápido o envelhecimento

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS

- Consistência variável
- Cor parda escura ou negra
- Proveniente de jazidas ou do refino do petróleo
- Principal constituinte - betume

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS

- Finalidades
  - Aglutinante
  - Impermeabilizante
  - Flexibilidade
  - Trabalhabilidade
  - Economia

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS NATURAIS

- Óleos de petróleo que afloram na superfície terrestre e que pela ação do sol e do vento são destilados naturalmente
- Lagos de asfalto (Trinidad, Bermudas)
- Rochas asfálticas (calcários betuminosos)
- Impurezas minerais (areias betuminosas)

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS DE PETRÓLEO

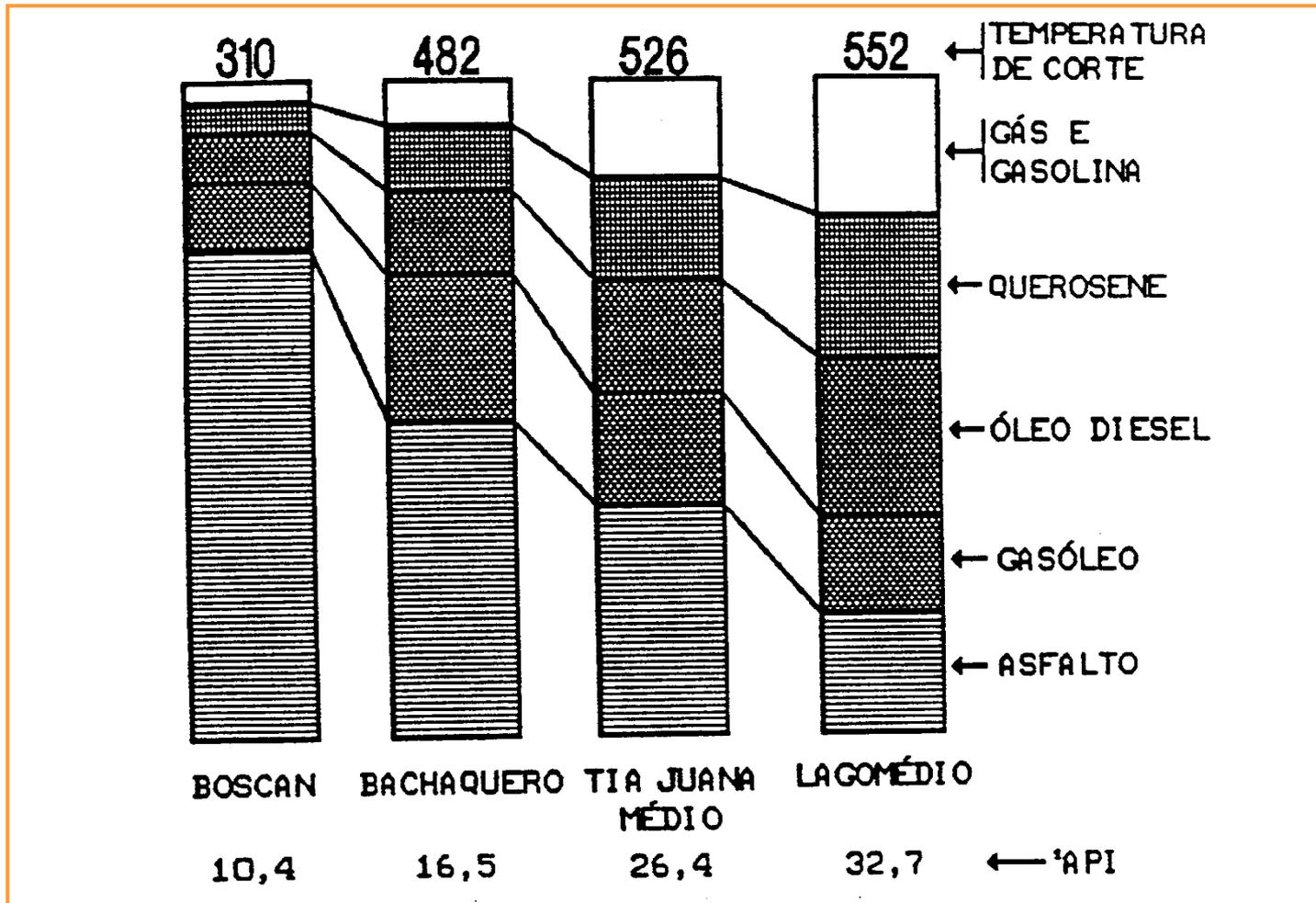
- Destilação fracionada do petróleo
- Isentos de matéria mineral
- Quantidade de asfalto no petróleo: 10 a 70%
- Processo de refinação depende:
  - Tipo de petróleo
  - Rendimento em asfalto

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS DE PETRÓLEO

<b>ORIGEM DO PETRÓLEO</b>	<b>DENSIDADE</b>	<b>RESÍDUO DE BETUME</b>
<b>BOSCAN</b>	<b>1,005</b>	<b>79%</b>
<b>BACHAQUERO</b>	<b>0,975</b>	<b>49%</b>
<b>ÁRABE (médio)</b>	<b>0,891</b>	<b>34%</b>
<b>ÁRABE (leve)</b>	<b>0,858</b>	<b>19%</b>

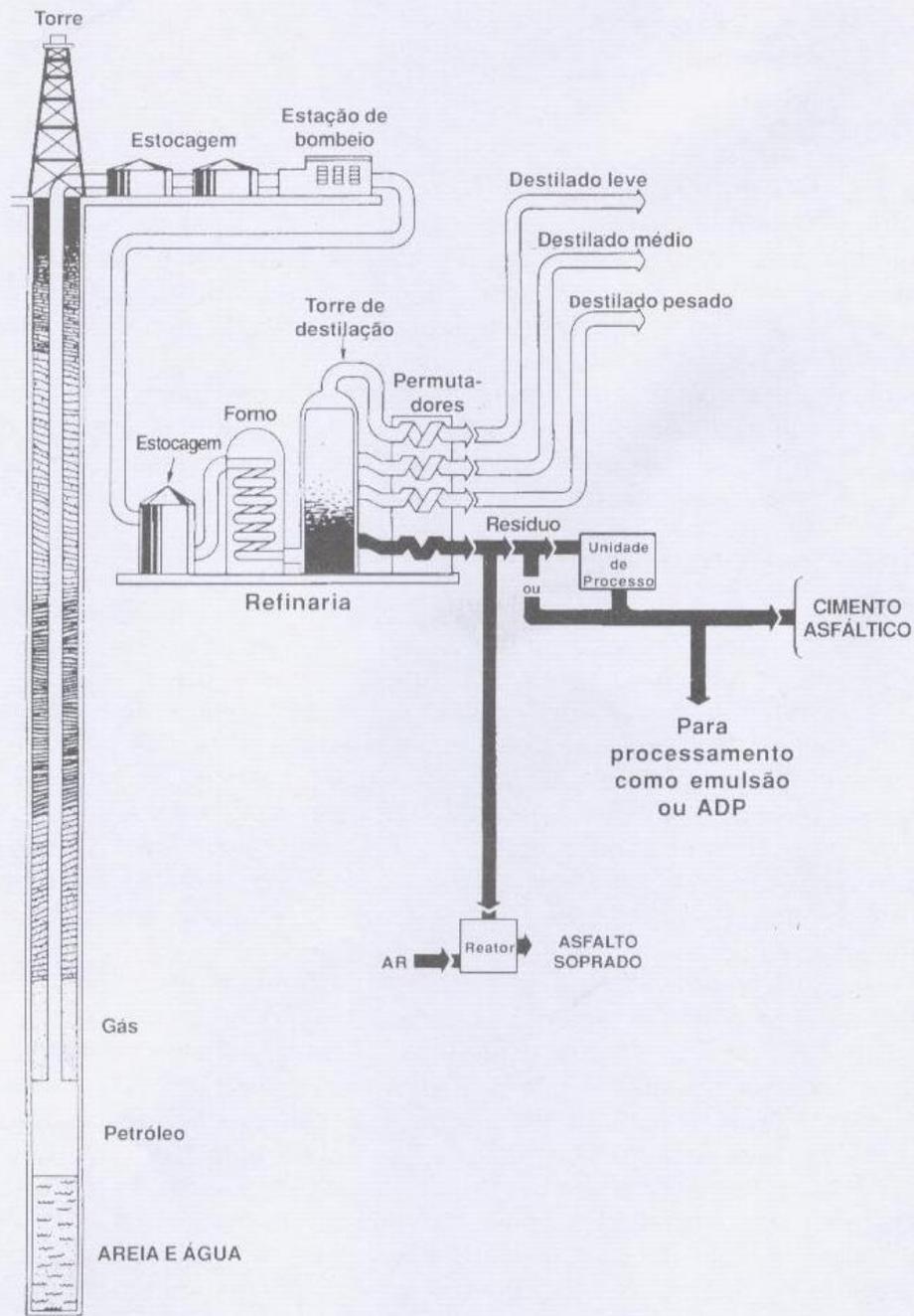
# Rendimento de CAP por petróleos (exemplos)



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS DE PETRÓLEO

- PROCESSO DE OBTENÇÃO
  - Vaporização
  - Condensação
  - Fracionamento
  - Destilação à Vácuo



Fluxograma da Produção de Cimento Asfáltico

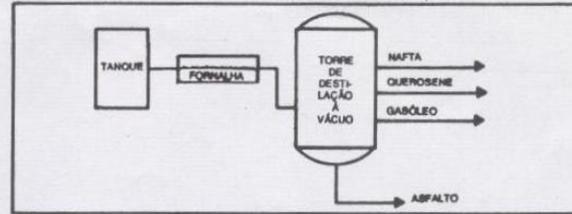
# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PROCESSO DE OBTENÇÃO

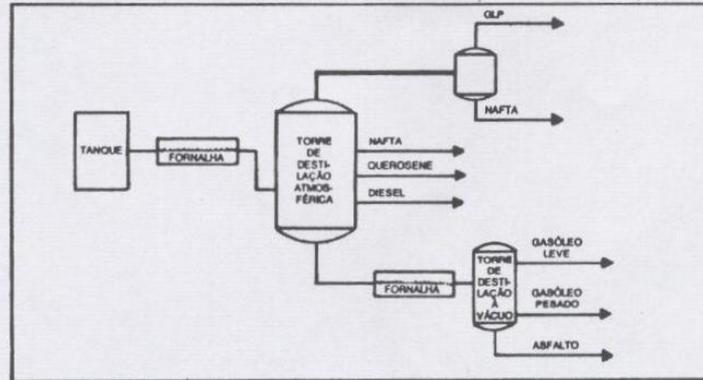
TIPO DE PETRÓLEO	TIPO DE DESTILAÇÃO
Pesado	A Vácuo
Médio	Pressão Atmosférica + A Vácuo
Leve	Pressão Atmosférica + Vácuo + Extração Final

Em linhas gerais, os esquemas de refino são os seguintes:

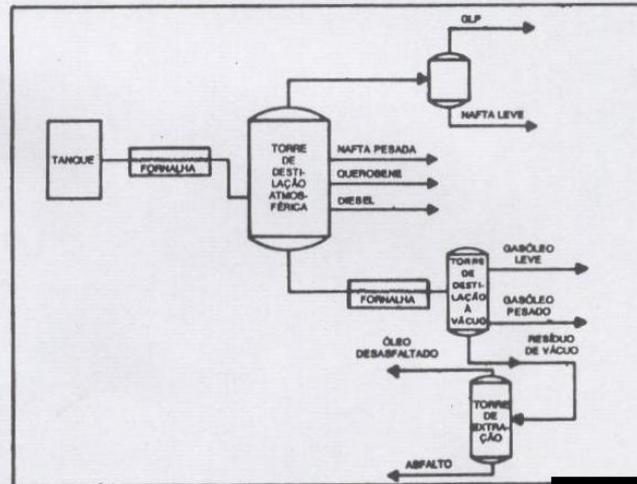
1) Processamento de Petróleos Pesados (Asfálticos)



2) Processamento de Petróleos Médios

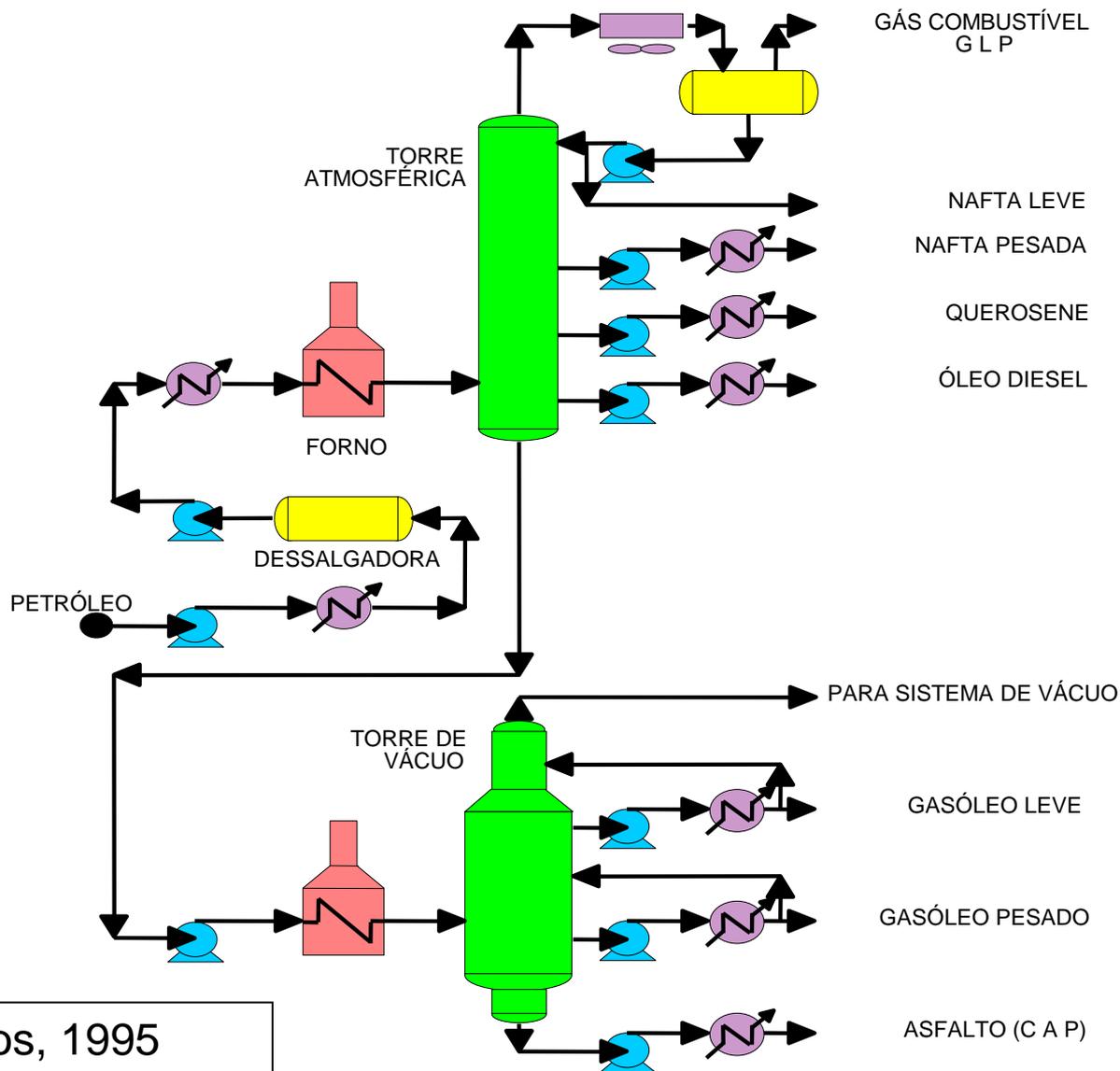


3) Processamento de Petróleos Leves



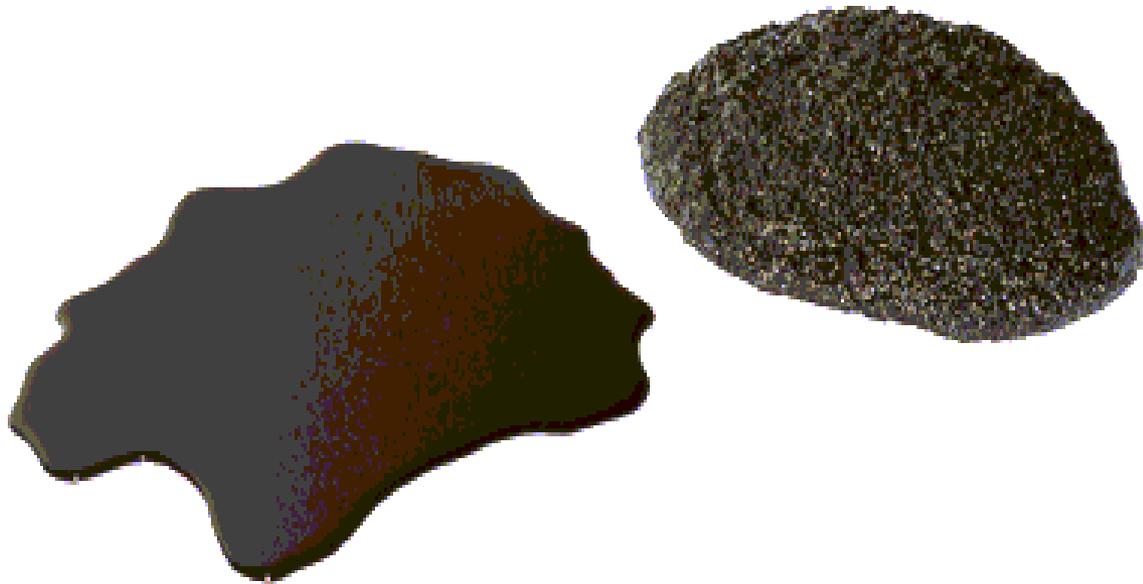
ESQUEMA TÍPICO PARA PRODUÇÃO DE ASFALTO

# Produção de asfalto - Dois estágios de destilação



# Cimento Asfáltico de Petróleo

O derivado de petróleo usado como ligante dos agregados minerais denomina-se, no Brasil, cimento asfáltico de petróleo (CAP). É um material semi-sólido, de cor marrom escura a preta, impermeável à água, viscoelástico, pouco reativo, com propriedades adesivas e termoplásticas.

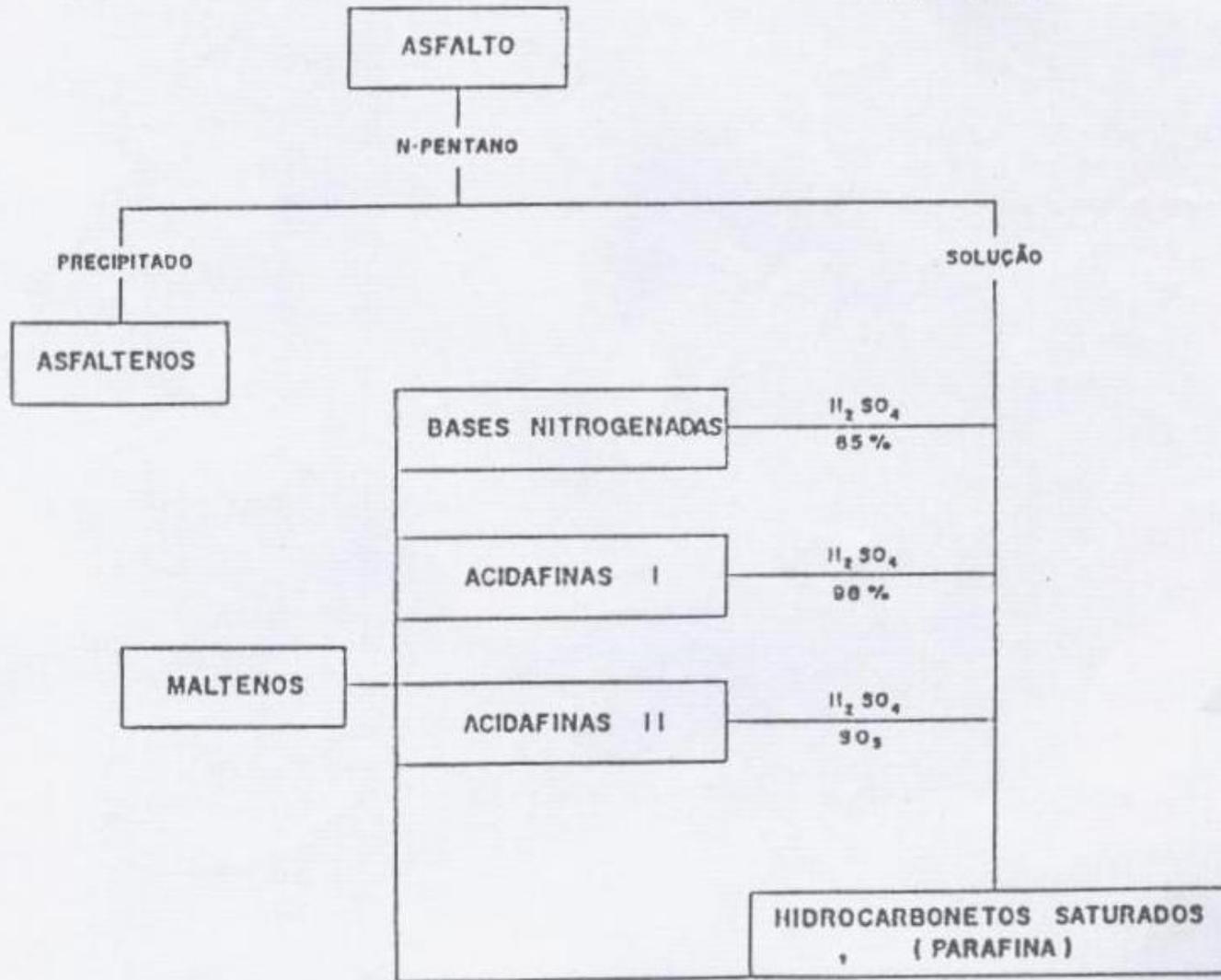


# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### CONSTITUIÇÃO FÍSICO – QUÍMICA

- Hidrocarbonetos → Naftênicos aromáticas  
→ Parafínicos
- Fracionamento (Éter ou Heptano) – Fases:
  - Dispersa (Insolúvel) → ASFALTENOS
  - Dispersante (Solúvel) → MALTENOS



FRACIONAMENTO QUÍMICO  
ASTM D 2006 · ROSTLER E STERNBERG

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### CONSTITUIÇÃO FÍSICO – QUÍMICA

- ASFALTENOS (5 a 30%)
  - Sólidos / Friáveis
  - Cor negra
  - Alto peso molecular (Fração A)
- MALTENOS (Superior a 70%)
  - Líquidos / Viscosos
  - Cor marrom escura
  - Composição complexa → Resinas – Fração N  
→ Óleos – Fração AI, All, e P

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### CAP = DISPERSÃO COLOIDAL

- Propriedades dependem da dispersão dos asfaltenos e das relações coloidais com o meio de dispersão
- Não há descontinuidade entre asfalto e malteno devido a formação da MICELA ASFÁLTICA.
  - Asfaltenos absorvem as resinas dos maltenos
  - Transição contínua entre o meio de dispersão e o núcleo do asfalto

FASE DISPERSA  
( MICELAS )

FASE CONTÍNUA  
( FASE INTERMICELAR )

BETUME  
( COLÓIDE ) =

ASFALTENOS  
+  
HIDROCARBONETOS  
DE ALTO PESO  
MOLECULAR DA  
FRAÇÃO MALTENOS

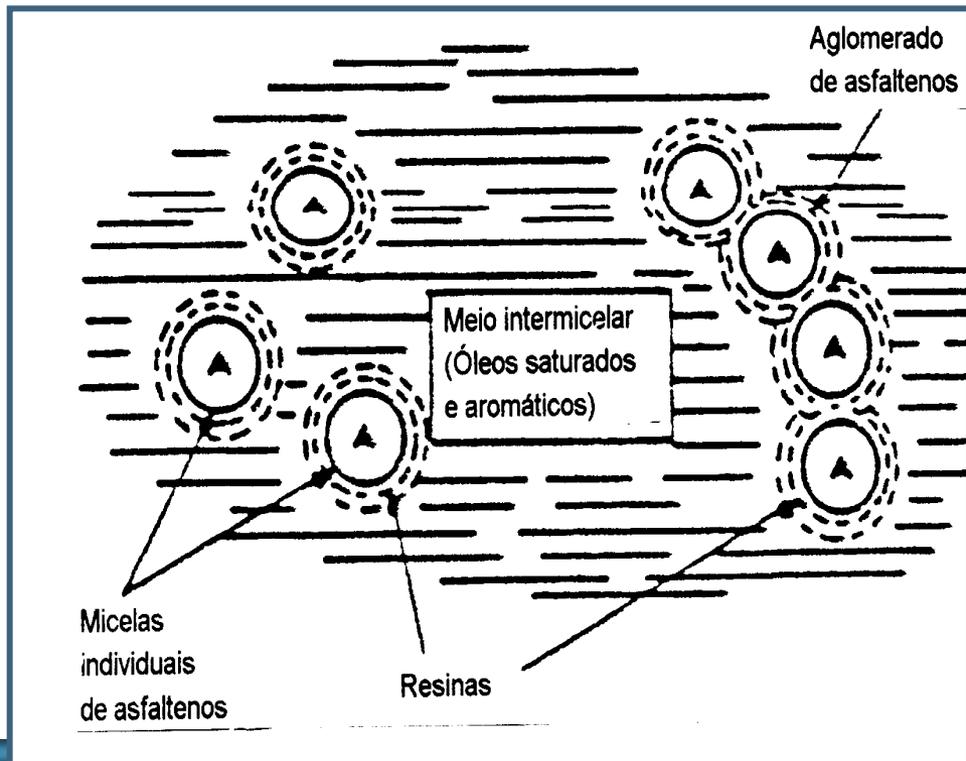
+

HIDROCARBONETOS  
DE PESO MOLECULAR  
MAIS BAIXO DA  
FRAÇÃO MALTENOS

COMPOSIÇÃO DO BETUME.

# Estrutura Proposta por Yen

- O CAP é um sistema coloidal, constituído pela suspensão de micelas de asfaltenos, peptizadas por resinas em meio oleoso (saturados e aromáticos), dando o equilíbrio entre moléculas  $\Leftrightarrow$  micelas  $\Leftrightarrow$  aglomerados.
- A vantagem deste esquema é introduzir a característica de interação dos asfaltenos, que conduz à formação de aglomerados responsáveis pelo caráter gel.



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### CAP = DISPERSÃO COLOIDAL

- Proporção asfalto / malteno dependem
  - Idade
  - Oxidação
  - Temperatura
  - Tipo de agregado
  - Teor de asfalto
- ENVELHECIMENTO → Evaporação + Oxidação
  - Resinas → Asfaltenos
  - Óleos → Resinas

# Propriedades do asfalto para pavimentação

- Adesivo termoplástico:
  - ✓ comportamento viscoelástico.
- Impermeável à água.
- Quimicamente pouco reativo.
- Comportamento viscoelástico relacionado à consistência e à suscetibilidade térmica:
  - ✓ tráfego rápido  $\Rightarrow$  comportamento elástico
  - ✓ tráfego lento  $\Rightarrow$  comportamento viscoso

# MATERIAIS BETUMINOSOS

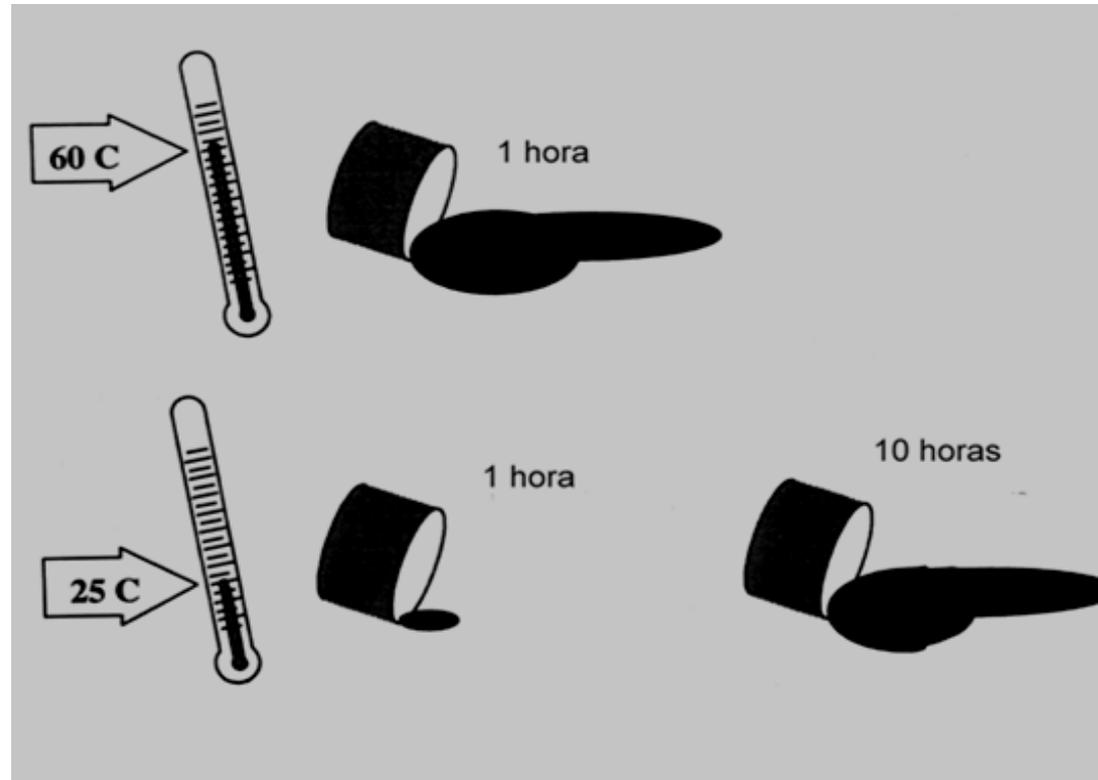
## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### COMPORTAMENTO REOLÓGICO

- REOLOGIA: estudo das relações tensão x deformação
- ASFALTO - comportamento viscoelástico
- Módulo de rigidez depende
  - Modo de aplicação da carga
  - da duração
  - Temperatura
  - Constituição físico-química

# Comportamento do Asfalto

- Comportamento Viscoelástico
- Correlação entre tempo/temperatura



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### COMPORTAMENTO REOLÓGICO

- COMPORTAMENTO ELÁSTICO – deformações são recuperáveis ao cessar a aplicação do esforço.
- COMPORTAMENTO VISCOSO – deformações aumentam continuamente com a ação de um esforço externo.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### A. PENETRAÇÃO

- Avalia a consistência do asfalto, que é a resistência a fluir dependente do temperatura (estado de fluidez)
- Ensaio: medida de penetração em mm de agulha padronizada (100g) em recipiente padronizado (300cm<sup>2</sup>) após 5 seg. a 25°C (Penetrômetro)

# Cimento Asfáltico de Petróleo

Quanto  $\uparrow$  Penetração  $\Rightarrow$   $\uparrow$  Mole

penetração  $< 20 \rightarrow$  asfalto

quebradiço

penetração  $> 50 \rightarrow$  climas mais

frios

- Classificado por penetração a 25°C (a partir de 2005):

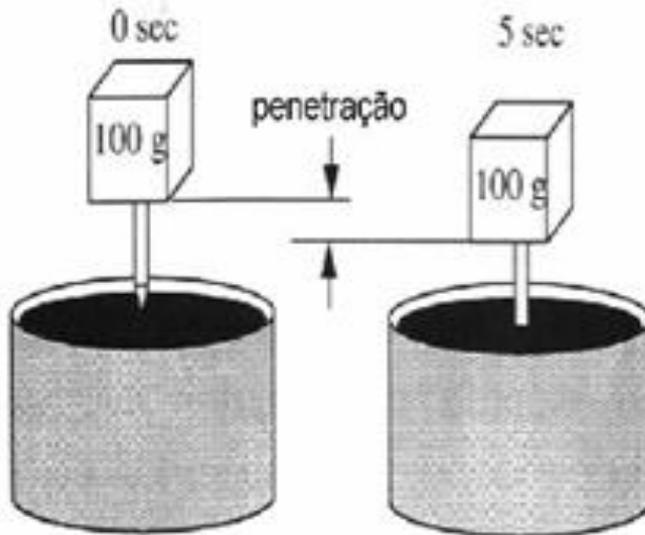
✓ 30/45

✓ 50/70

✓ 85/100

✓ 150/200

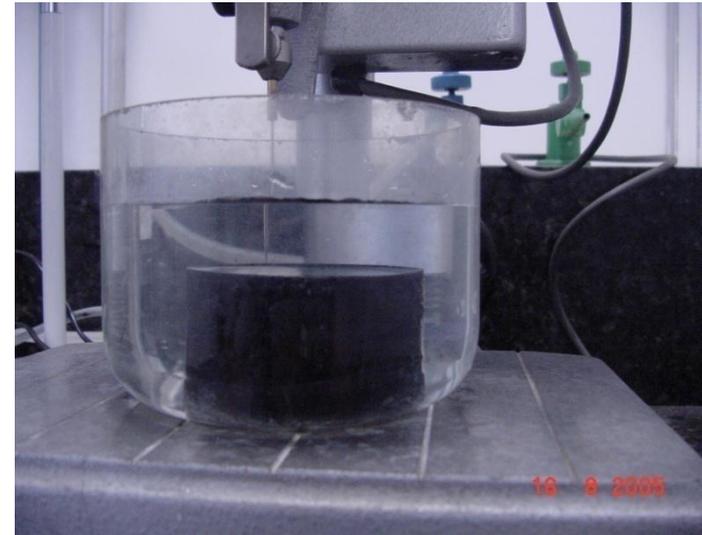
Penetração



# Penetração



Equipamento



Amostra a 25°C



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### B. VISCOSIDADE

- Avalia a consistência de maneira mais precisa (várias temperaturas).
- Quanto  $\uparrow$  Viscosidade  $\Rightarrow$   $\uparrow$  Duro (denso)
- Viscosidade baixa  $\rightarrow$  temperaturas de trabalho mais baixas e melhor para mistura com agregados
- Viscosidade alta  $\rightarrow$  exsudação e problemas com fadiga da mistura

# Viscosímetros para Fluidos Newtonianos

Necessário para:

- Especificação de CAP (garantir bombeamento).
- Determinação da temperatura de usinagem e compactação.
- Por capilar – viscosidade cinemática.
- Determinação do tempo de escoamento em tubos / orifícios calibrados:
  - Saybolt Furol ASTM D 88 e ASTM E 102.
  - Cannon Fenske e Zeithfuchs ASTM D 2170.



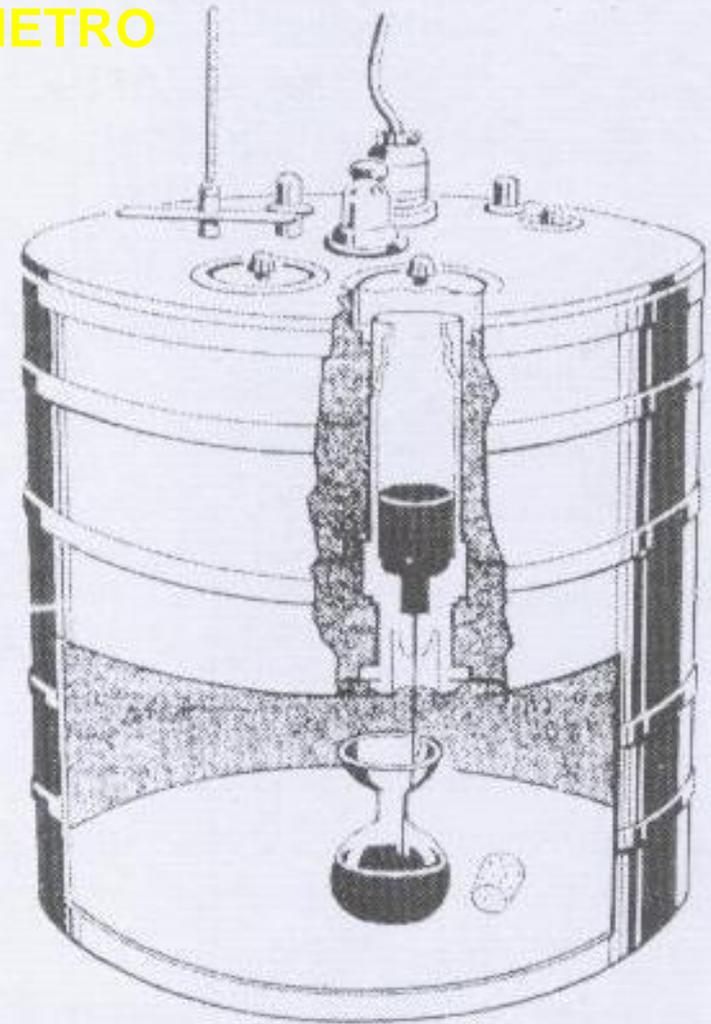
→ Brookfield (atual - mais moderno)

# VISCOSIDADE SAYBOLT – FUROL

## VISCOSIDADE SAYBOLT – FUROL

- Ensaio: medida em segundos para asfalto fluir em um determinado orifício (Furol) a uma determinada temperatura (177°C, 135°C, 60°C) e preencher um frasco de 60cm<sup>3</sup> (Viscosímetro)

### VISCOSÍMETRO



Ensaio de Viscosidade Saybolt Furol

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### B. VISCOSIDADE

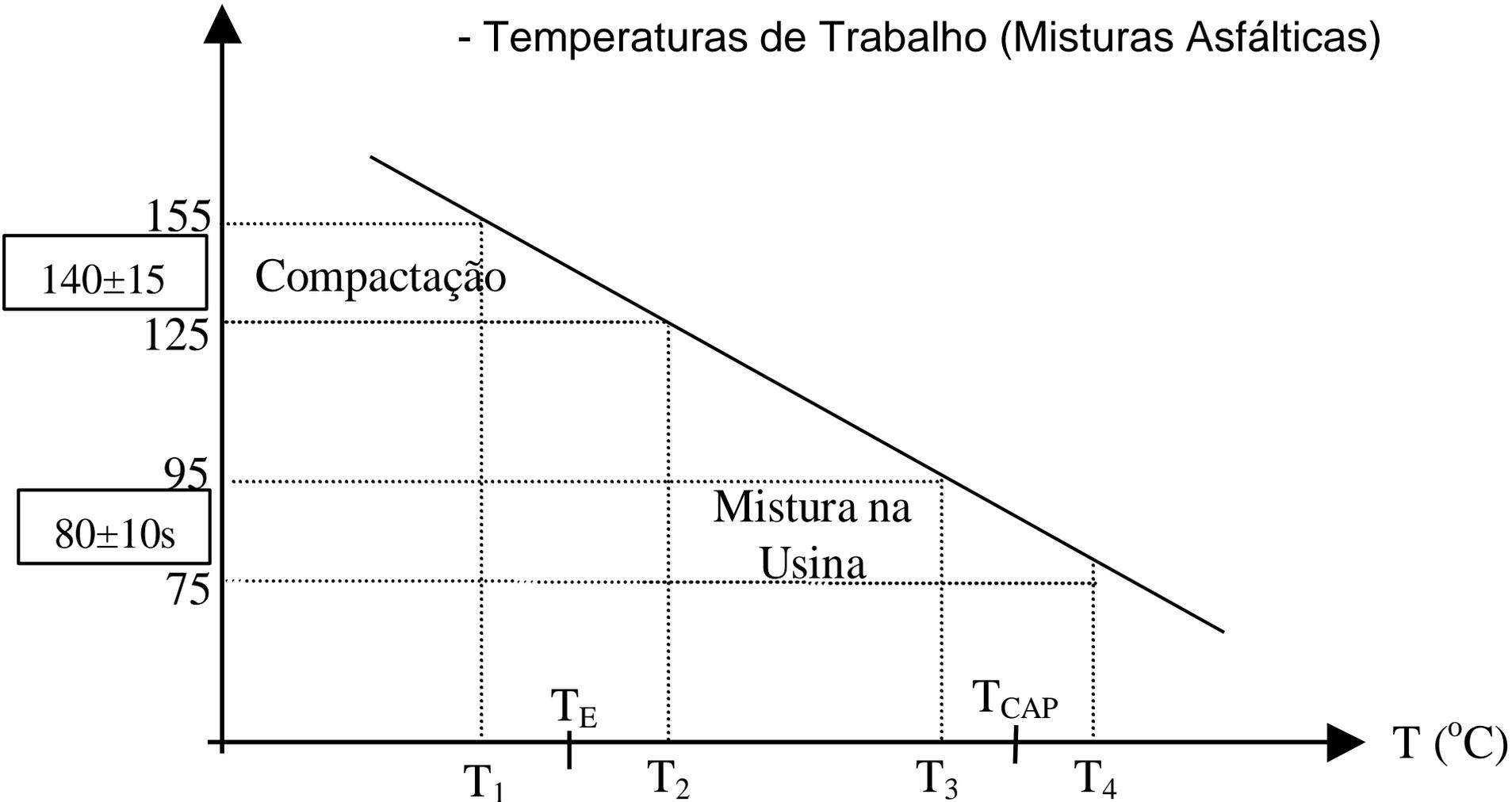
##### *VISCOSIDADE SAYBOLT – FUROL*

- Quanto  $\uparrow$  Viscosidade  $\Rightarrow$   $\uparrow$  Duro (denso)
- Viscosidade baixa  $\rightarrow$  temperaturas de trabalho mais baixas e melhor para mistura com agregados
- Viscosidade alta  $\rightarrow$  exsudação e problemas com fadiga da mistura

# CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP) ENSAIOS / PROPRIEDADES

- Temperaturas de Trabalho (Misturas Asfálticas)

$\log V_{SSF}$



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

- Temperatura aquecimento CAP

$$T_{CAP} = \frac{T_3 + T_4}{2}$$

- Temperatura aquecimento dos agregados

$$T_{AG} = T_{CAP} + 13$$

- Temperatura de espalhamento da mistura asfáltica

$$T_E = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

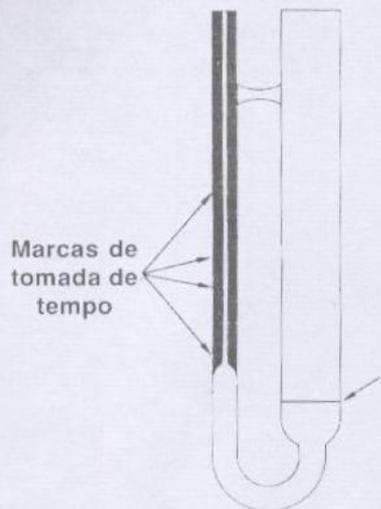
# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

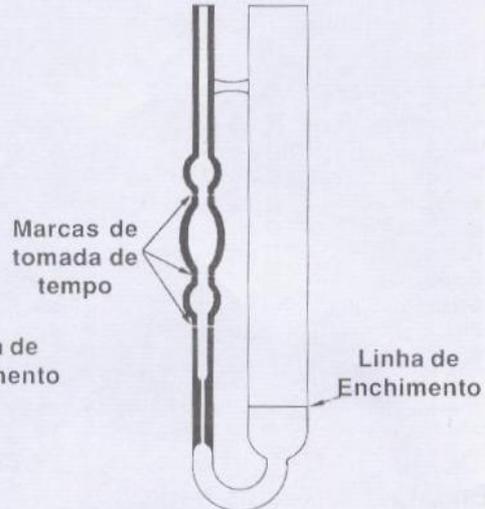
### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### *VISCOSIDADE ABSOLUTA*

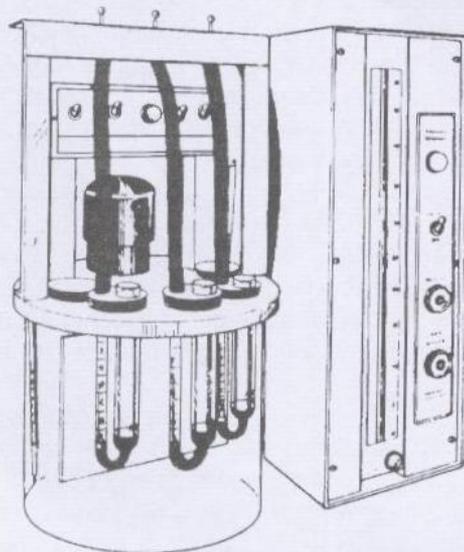
- Ensaio: Tempo para determinado volume de asfalto fluir numa certa altura em um tubo capilar pela ação de vácuo (60°C).
- Unidade - 1 poise = 1 g/cm.s
- Classificação CNP 21/86
  - CAP 7 (700 poises)
  - CAP 20 (2000 poises)
  - CAP 55 (5500 poises)



Viscosímetro a Vácuo do Asphalt Institute



Viscosímetro a Vácuo Cannon-Manning



Viscosímetro no Banho

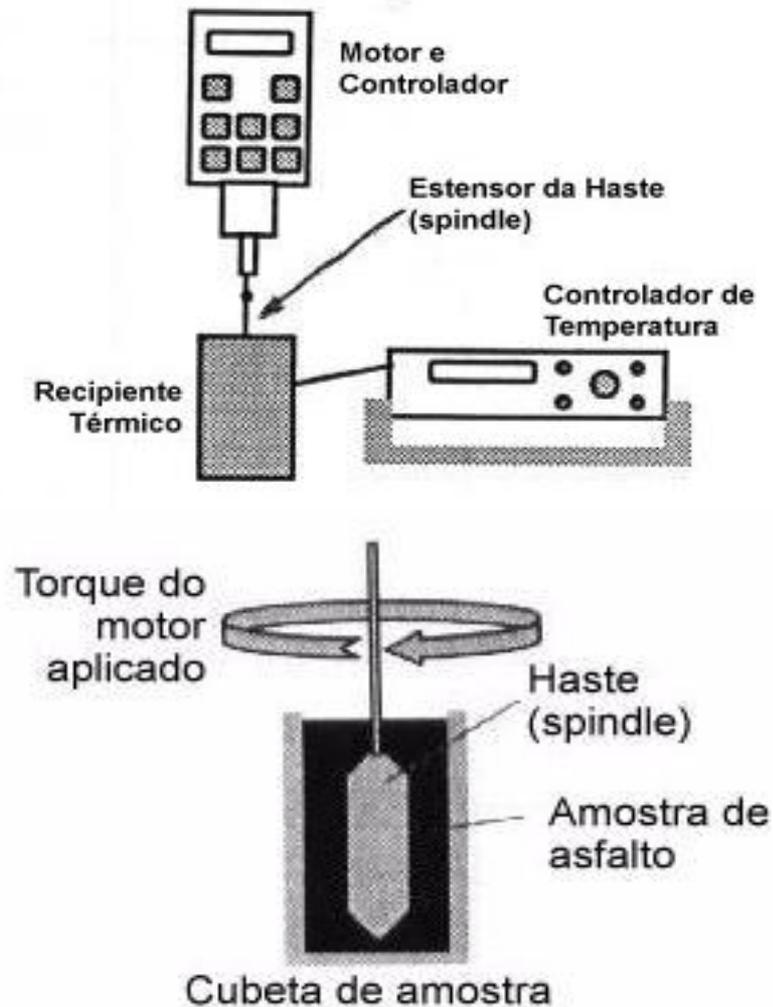
# Viscosidade Capilar a Vácuo a 60°C

- Ensaio da classificação brasileira de cimento asfáltico até 2005
- NBR 5847
- Presente em especificações ASTM e europeias.
- Medida de consistência.

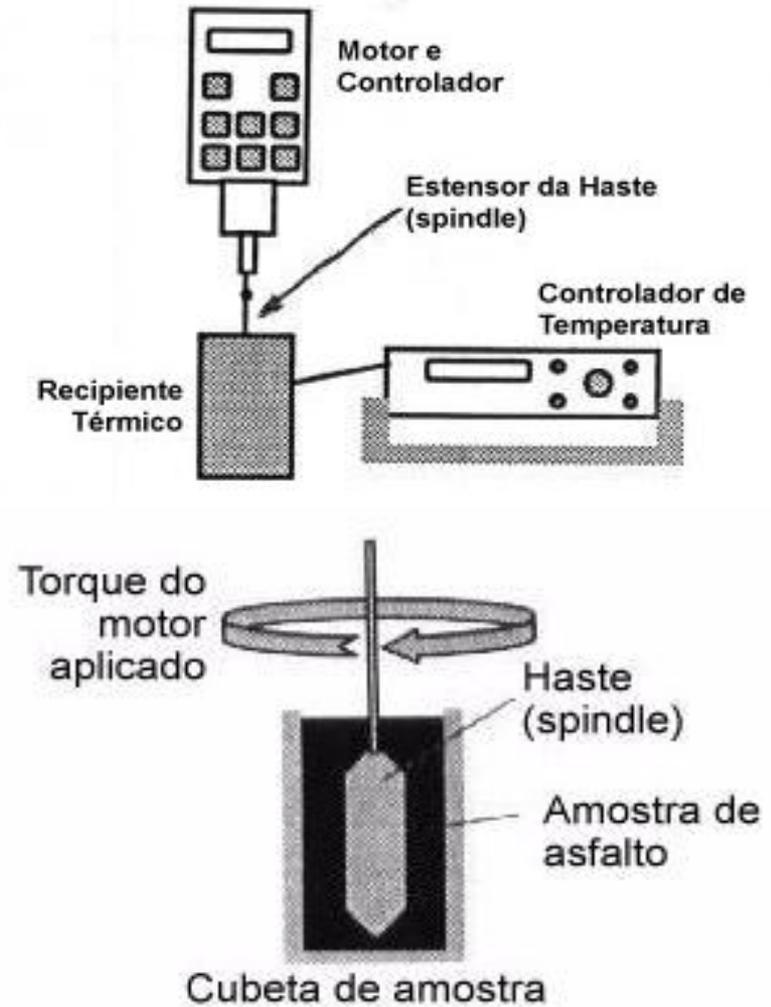


# Viscosímetro Rotacional (Brookfield)

- MEDIDAS: propriedades relacionadas ao bombeamento e estocagem.
- ABNT 15184 (2004)
- ASTM D 4402 (2002)
- RESULTADOS:
  - ✓ comportamento do fluido
  - viscosidade  $\times$  taxa de cisalhamento  $\times$  tensão de cisalhamento;
  - ✓ viscosidade dinâmica (cP);
  - ✓ gráfico temperatura-viscosidade para projeto de mistura.



# Viscosímetro Rotacional (Brookfield)



17 8 2005

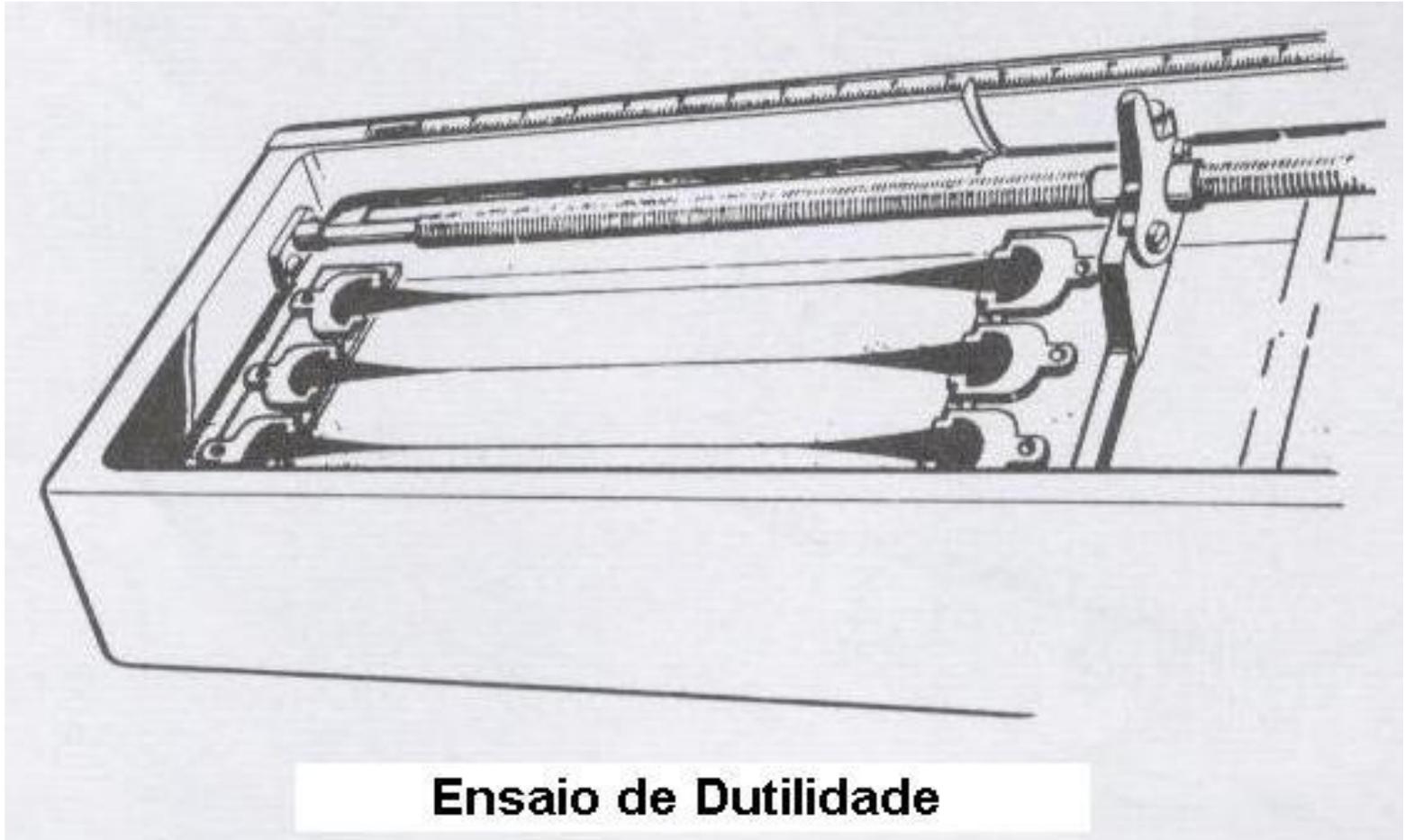
# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### C. DUTIBILIDADE

- Propriedade de alongar sem romper → poder cimentante
- Dutibilidade alta → suscetibilidade à temperatura
- Dutibilidade baixa → asfaltos deteriorados ou oxidados

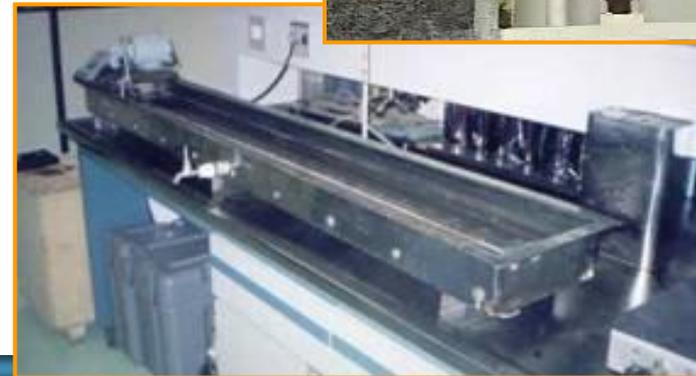


**Ensaio de Dutilidade**

# Ensaio de Consistência

## Dutilidade

- A dutilidade é dada pelo alongamento em centímetros obtido antes da ruptura de uma amostra de CAP com o menor diâmetro de  $1 \text{ cm}^2$ , em banho de água a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , submetida pelos dois extremos à tração de  $5 \text{ cm/minuto}$ .



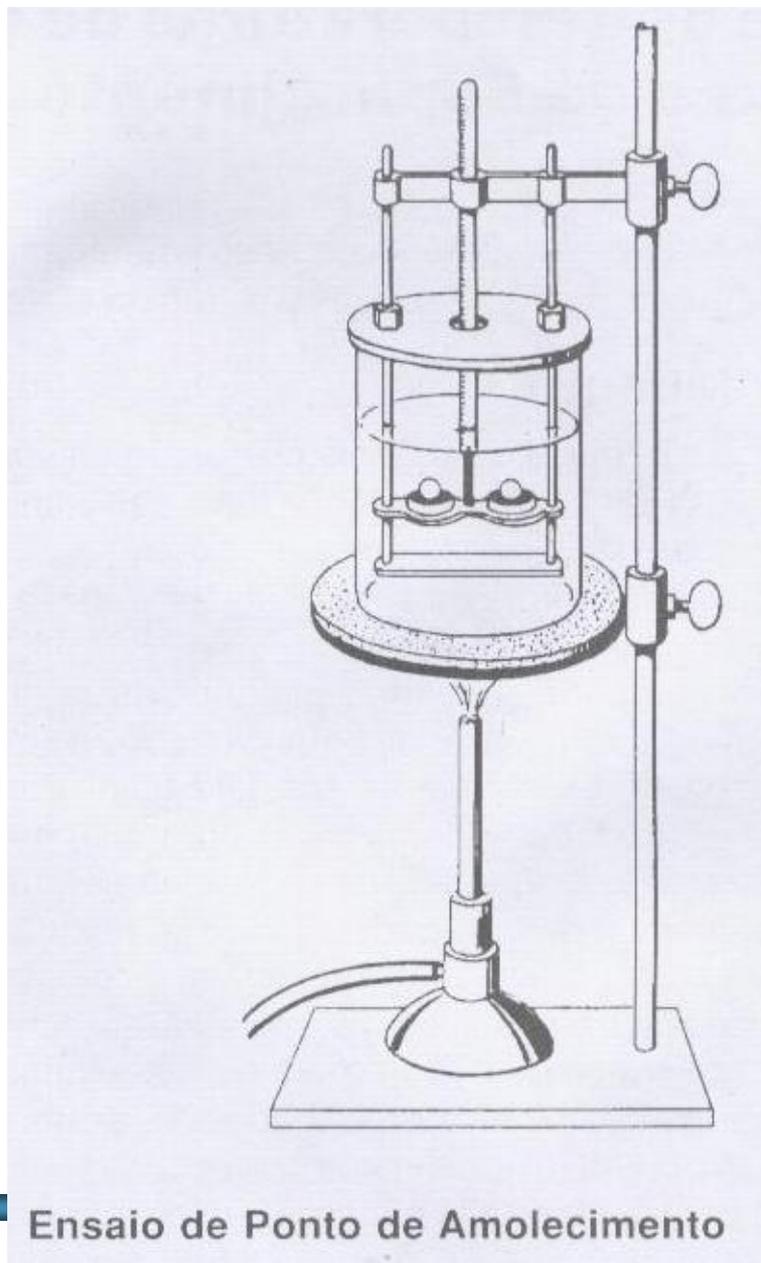
# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### D. PONTO DE AMOLECIMENTO

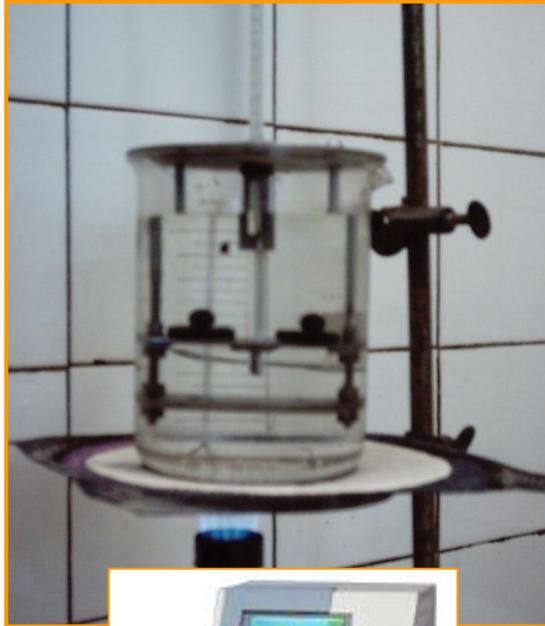
- Asfalto não tem ponto de fusão porém pode amolecer excessivamente.
- Temperatura de amolecimento para evitar aceitação de asfaltos muito moles.
- Conseqüência → Desagregação / Exsudação  
→ Deformações permanentes
- Método do Anel e Bola (Ensaio).



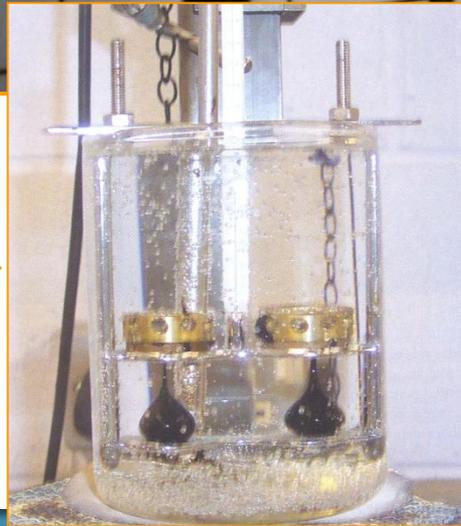
Ensaio de Ponto de Amolecimento

# Ponto de Amolecimento

Início do ensaio



Final do ensaio



# MATERIAIS BETUMINOSOS

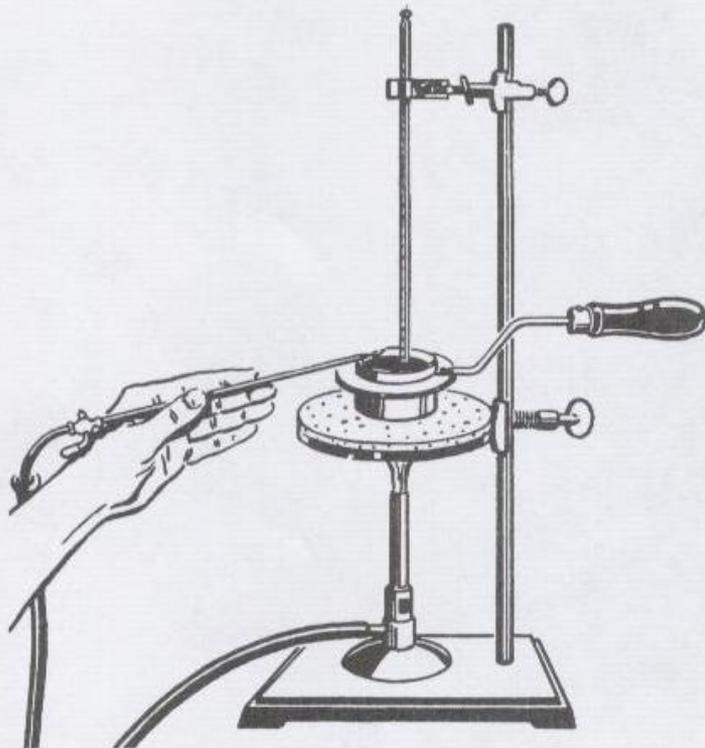
## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

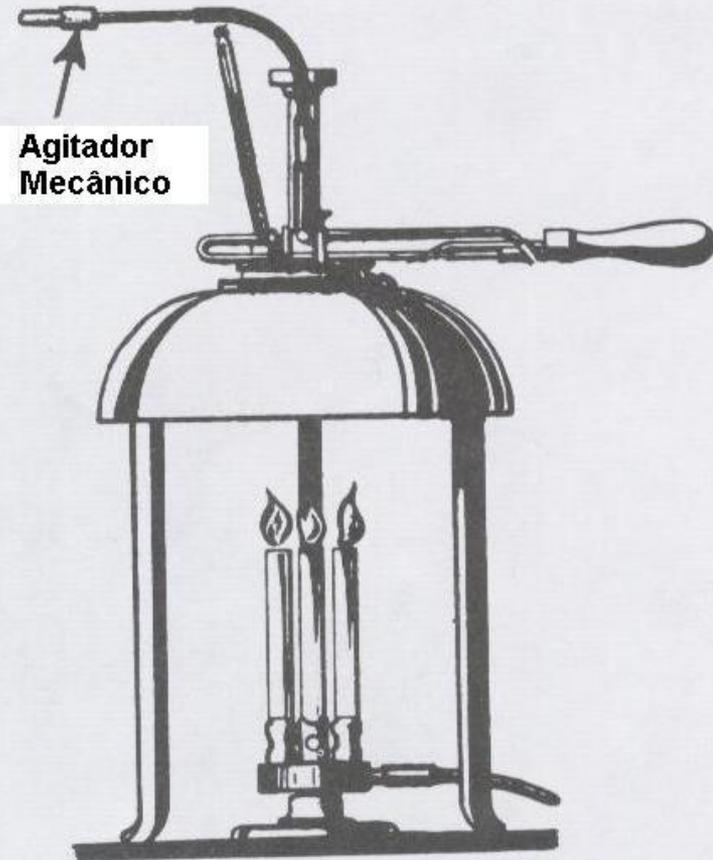
#### E. PONTO DE FULGOR

- Máxima temperatura de manejo sem perigo de fogo (segurança)
- Ensaio: Aquecimento e exposição à chama até quando vapores provocam o lampejo chama (temperatura de ponto de fulgor)

## ENSAIO DO PONTO DE FULGOR



Vaso Aberto de Cleveland



Pensky Martens

# Ponto de Fulgor (Segurança)



Termômetro

Cápsula cheia de amostra

Ponta ligada ao gás

# MATERIAIS BETUMINOSOS

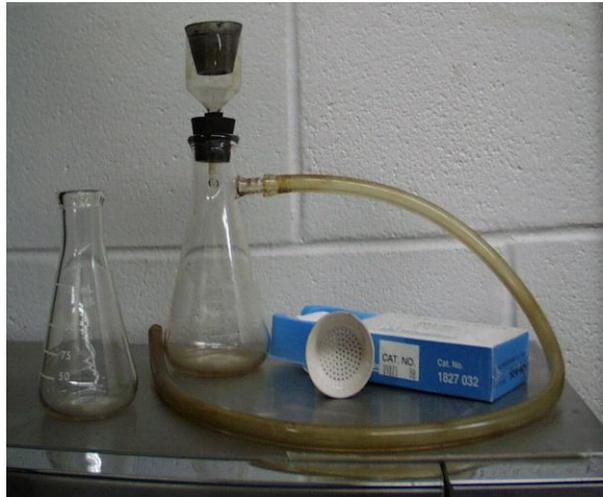
## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### F. SOLUBILIDADE

- Teor de betume no asfalto (% material insolúvel) → grau de pureza
- Grau de solubilidade em tricloroetileno

# Solubilidade (Pureza)



(1) Materiais e equipamentos



(2) Cadinho com papel filtro (esq)  
Amostra antes da filtragem (dir)



(3) Amostra dissolvida em tricloroetileno



Foto:PBS

(4) Filtragem com auxílio de vácuo

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### G. EFEITO DO CALOR E DO AR

- Perda das características asfálticas pela ação conjunta do calor e do ar
- Ensaio: Estufa a 163°C / 5 horas → Mudança das características
  - Perda de penetração
  - Acréscimo da viscosidade
  - Perda de dutibilidade

# Ensaio de Durabilidade: Efeito do Calor e do Ar

## Estufa de Efeito de Calor e Ar: Película Delgada (TFOT)

- Simula o envelhecimento da usinagem;
- Temperatura: 163°C;
- Tempo: 5h;
- Determina a perda ou ganho de peso;
- Especificação ASTM D 1754;
- Especificação ABNT 14736 .



# Estufa de Película Fina



Vista da estufa fechada



Prato com asfalto



Prato

Termômetro

Placa rotativa

# Ensaio de Durabilidade

Estufa de Filme Fino Rotativo (Rolling Thin Film Oven Test - RTFOT) - ABNT 15235 e ASTM 2872

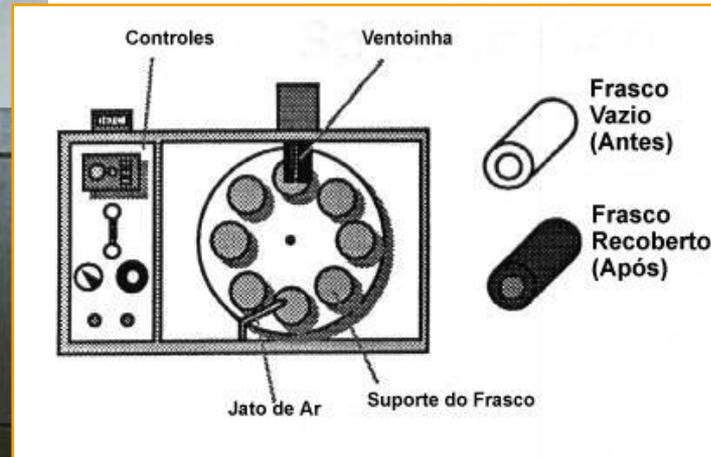
- Neste ensaio, uma fina película de asfalto é continuamente girada numa jarra de vidro a 163 °C por 85 minutos, com uma injeção de ar a cada 3 a 4 segundos.



Estufa de filme rotativo

# Métodos de Envelhecimento de Asfalto

## Estufa de Filme Fino Rotativo (RTFOT)



- Simula o envelhecimento que ocorre durante a usinagem.
- Determina a perda - evaporação e/ou ganho de peso - oxidação.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### ENSAIOS / PROPRIEDADES DO CAP

#### H. ÍNDICE DE SUSCETIBILIDADE TÉRMICA

- IP = Índice de Penetração ( Pfeiffer e Van Doornall)
- IP = f (penetração, temperatura de amolecimento)
- Influência da temperatura na consistência

$$\text{Índice Pfeiffer e Van Doornall} = \frac{(500) (\log \text{PEN}) + (20) (t^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) (\log \text{PEN}) + (t^{\circ}\text{C})}$$

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO (CAP)

### COMPORTAMENTO VISCOELÁSTICO

$$- 1,5 \leq IP < + 0,7$$

Abaixo de - 2

Acima de + 1

- Baixa suscetibilidade a temp. elevadas e quebradiços a temp. mais baixas
- Muito sensíveis a temperatura
- Asfaltos oxidados e duros
- Comportamento mais elástico
- Comportamento mais viscoso

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## CLASSIFICAÇÃO

<b>EB-78 (81) PENETRAÇÃO</b>	<b>CNP 21/86 VISCOSIDADE ABSOLUTA</b>
<b>CAP 30-45</b>	<b>CAP 55</b>
<b>CAP 50-60</b>	<b>CAP 20</b>
<b>CAP 85-100</b>	<b>CAP 7</b>
<b>CAP 150-200</b>	

# Antiga Especificação para CAP no Brasil

- De acordo com as Especificações Brasileiras DNC 1992, os CAP eram classificados quanto à penetração até 2005 em: CAP 30-45, CAP 50-60, CAP 85-100, CAP150-200.

Características	Unidades	Valores				Métodos	
		CAP 30/45	CAP 50/60	CAP 85/100	CAP 150/200	ABNT	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	30 a 45	50 a 60	85 a 100	150 a 200	MB-107	D 5
Ductilidade a 25°C	cm	60 min.	60 min.	100 min.	100 min.	MB-167	D 113
Efeito do calor e do ar (ECA) a 163°C por 5h							
- Penetração	(1)	50 min.	50 min.	47 min.	40 min.	MB-107	D 5
- Variação em massa	%	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	MB-425	D 1757
Índice de susceptibilidade térmica		(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(2)	
Ponto de fulgor	°C	235 min.	235 min.	235 min.	220 min.	MB-50	D 92
Solubilidade em tricloroetileno	% massa	99,5 min.	99,5 min.	99,5 min.	99,5 min.	MB-166	D 2042
Viscosidade Saybolt Furol a 135°C	s	110 min.	110 min.	85 min.	70 min.	MB-517	E 102 D 2170 e

D 2161 (3)

# CAP - CLASSIFICAÇÃO POR PENETRAÇÃO EB-78 (81)

## ESPECIFICAÇÕES PARA CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO

CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio	Tipos			
		30/45	50/60	85/100	150/200
a) Penetração, 100 g, 5s a 25°C, 0,1 mm	MB-107	30-45	50-60	85-100	150-200
b) Ponto de fulgor, °C, mínimo	MB-50	235	235	235	220
c) Ductilidade a 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	MB-167	60	60	100	100
d) Viscosidade Saybolt Furol, s, a 135°C, mínimo	MB-517	110	110	85	70
e) Teor de betume, % em peso, mínimo	MB-166	99,5	99,5	99,5	99,5
f) Índice de Suscetibilidade Térmica (*)		(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)
g) Efeito do Calor e do ar	MB-425				
% Penetração original, mínimo		50	50	47	40
% Variação em peso, máximo		1,0	1,0	1,0	1,5

$$(*) \text{ Índice Pfeiffer e Van Doormall} = \frac{(500) (\log \text{ PEN}) + (20) (t^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) (\log \text{ PEN}) + (t^{\circ}\text{C})}$$

(t°C) = Ponto de amolecimento, MB-164

O produto não deve produzir espuma quando aquecido a 175 °C

# Antiga Especificação para CAP no Brasil )1992 -2005

- De acordo com as Especificações Brasileiras DNC 1992, os CAP eram classificados quanto à viscosidade até 2005 em: CAP 7, CAP 20, CAP 40.

Características	Unidades	Valores			Métodos	
		CAP - 7	CAP - 20	CAP - 40	ABNT	ASTM
Viscosidade a 60°C	P	700 a 1500	2000 a 3500	4000 a 8000	MB-827	D 2171
Viscosidade Saybolt Furol a 135°C	S	100 min.	120 min.	170 min.	MB-517	E 102
a 177°C	s	15 a 60	30 a 150	40 a 150		D 2170
Efeito do calor e do ar (ECA) a 163°C por 5h						D 2161 (1)
- Variação em massa	%	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	MB-425	D 1757
- Relação de viscosidade		4,0 máx.	4,0 máx.	4,0 máx.	(2)	
- Ductilidade a 25°C	cm	50 min.	20 min.	10 min.	MB-167	D 113
Índice de susceptibilidade térmica		(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(3)	
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1mm	90 min.	50 min.	30 min.	MB-107	D 5
Ponto de fulgor	°C	220 min.	235 min.	235 min.	MB-50	D 92
Solubilidade em tricloroetileno	% massa	99,5 min.	99,5 min.	99,5 min.	MB-166	D 2042

# CAP - CLASSIFICAÇÃO POR VISCOSIDADE CNP 21/86

## ESPECIFICAÇÕES PARA CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO

CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio	Tipos		
		CAP-7	CAP-20	CAP-40
1 - Viscosidade a 60°C, poise	MB-827	700 a 1500	2000 a 3500	4000 a 5000
2 - Viscosidade a 135°C, SSF, mínimo	MB-517	100	120	170
3 - Viscosidade a 177°C, SSF	MB-517	15-60	30-150	40-150
4 - Penetração normal, 100 g, 5s, 25°C, 0,1 mm, mínimo	MB-107	90	50	30
5 - Ponto de Fulgor, °C mínimo	MB-50	220	235	235
6 - Solubilidade do Tricloroetileno, %, peso, mínimo	MB-166	99.5	99.5	99.5
7 - Índice de Suscetibilidade Térmica (*)		(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)	(-1,5) a (+1)
8 - Efeito do Calor e do ar:				
8.1 - Variação em peso, %, máximo	MB-425	1.0	1,0	1,0
8.2 - Viscosidade a 60°C, poise, máximo	MB-827	3000	9000	24000
8.3 - Ductilidade a 25°C, cm, mínimo	MB-167	50	20	10

$$(*) \text{ Índice Pfeiffer e Van Doormall} = \frac{(500) (\log \text{ PEN}) + (20) (t^{\circ}\text{C}) - 1951}{120 - (50) (\log \text{ PEN}) + (t^{\circ}\text{C})}$$

(t°C) = Ponto de amolecimento, MB-164

O produto não deve produzir espuma quando aquecido a 175 °C

# Tabela Especificação 2005

Características	Unidade	Limites				Métodos	
		CAP 30-45	CAP 50-70	CAP 85-100	CAP 150-200	ABNT	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25, °C)	0,1mm	30 a 45	50 a 70	85 a 100	150 a 200	NBR 6576	D 5
Ponto de Amolecimento	°C	52	46	43	37	NBR 6560	D 36
Viscosidade Saybolt-Furol	s					NBR 14950	E 102
a 135°C		192	141	110	80		
a 150°C		90	50	43	36		
a 177°C		40 a 150	30 a 150	15 a 60	15 a 60		
Viscosidade Brookfield	cP					NBR 15184	D 4402
a 135°C, SP 21, 20rpm mín		374	274	214	155		
a 150°C, SP 21, mín		203	112	97	81		
a 177°C, SP 21 mín		76 a 285	57 a 285	28 a 114	28 a 114		
Índice de Susceptibilidade Térmica		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	-	-
Ponto de Fulgor mín.	°C	235	235	235	235	NBR 11341	D 92
Solubilidade em tricloroetileno, mín	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855	D 2042
Ductilidade a 25 °C, mín.	cm	60	60	100	100	NBR 6293	D 113

# Tabela Especificação 2005 *(cont.)*

Efeito calor e ar a 163 °C, 85 mín							
Varição em massa, máx	% massa	0,5	0,5	0,5	0,5		D 2872
Ductilidade a 25 °C	cm	10	20	50	50	NBR 6293	D113
Aumento do Ponto de Amolecimento	°C	8	8	8	8	NBR 6560	D 36
Penetração Retida (*)	%	60	55	55	50	NBR 6576	D 5

(\*) relação entre a penetração após o efeito do calor e do ar em estufa RTFOT e a penetração antes do ensaio.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## APLICAÇÕES

- Misturas à quente (CAP 7 e CAP 20)

Pré-misturado à quente (PMQ)

Areia asfalto (AA)

Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)

- Tratamento superficial – CAP 7
- Macadame Betuminoso – CAP 7

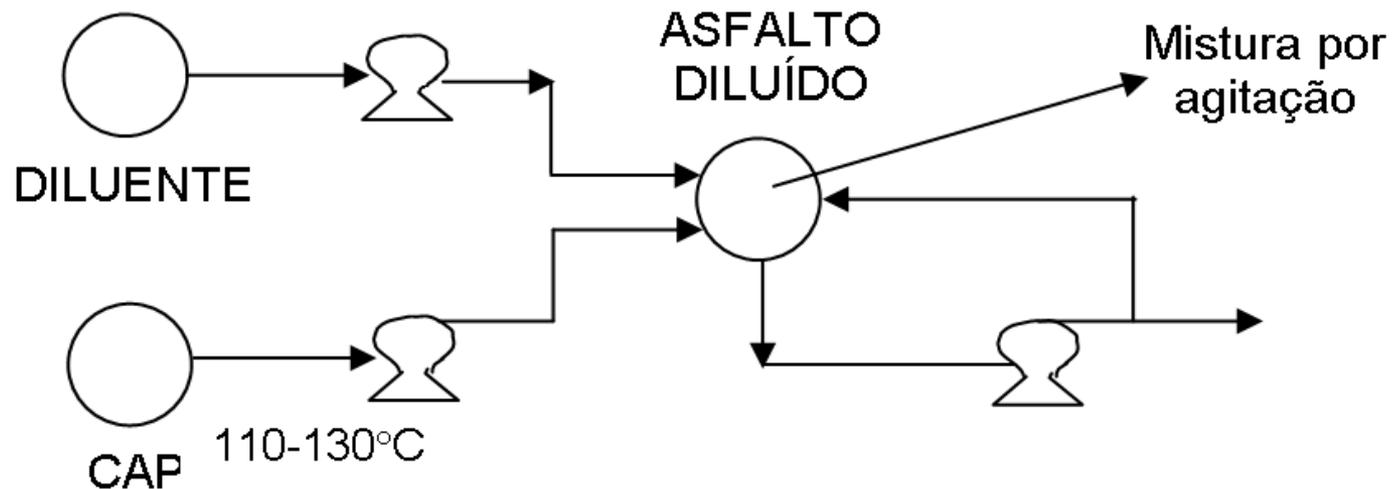
**- SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS LIGANTES BETUMINOSOS EM PAVIMENTAÇÃO**

Tipo de Serviço	Ligante Betuminoso
Imprimação	CM - 30; CM - 70
Pintura de Ligação	RR - 1C; RR - 2C RM - 1C; RM - 2C; RL - 1C
→ Tratamento Superficial	CAP - 150/200; CAP - 7  RR - 2C; RR - 1C RR - 2; RR - 1
→ Macadame Betuminoso	CAP - 85/100; CAP - 7 RR - 2C; RR - 1C RR - 2; RR - 1
Pré-misturado a Frio	RM - 2C; RM - 1C RM - 2; RM - 1 RL - 1C RL - 1
→ Pré-misturado a Quente	CAP - 85/100 CAP - 20 CAP - 50/60; CAP - 40; CAP - 30/45
→ Concreto Betuminoso Usinado a Quente e Areia Asfalto a Quente	CAP - 85/100; CAP - 20 CAP - 50/60; CAP - 40 CAP - 30/45
Lama Asfáltica	LA - 1C; LA - 2C LA - 1; LA - 2 LA - E
Solo Betume	RL - 1C; LA - 1C; LA - 2C

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS DILUÍDOS

- Asfaltos recortados ou Cut-backs
- Resultam da diluição do CAP por destilados leves de petróleo
- Obtenção (produção)



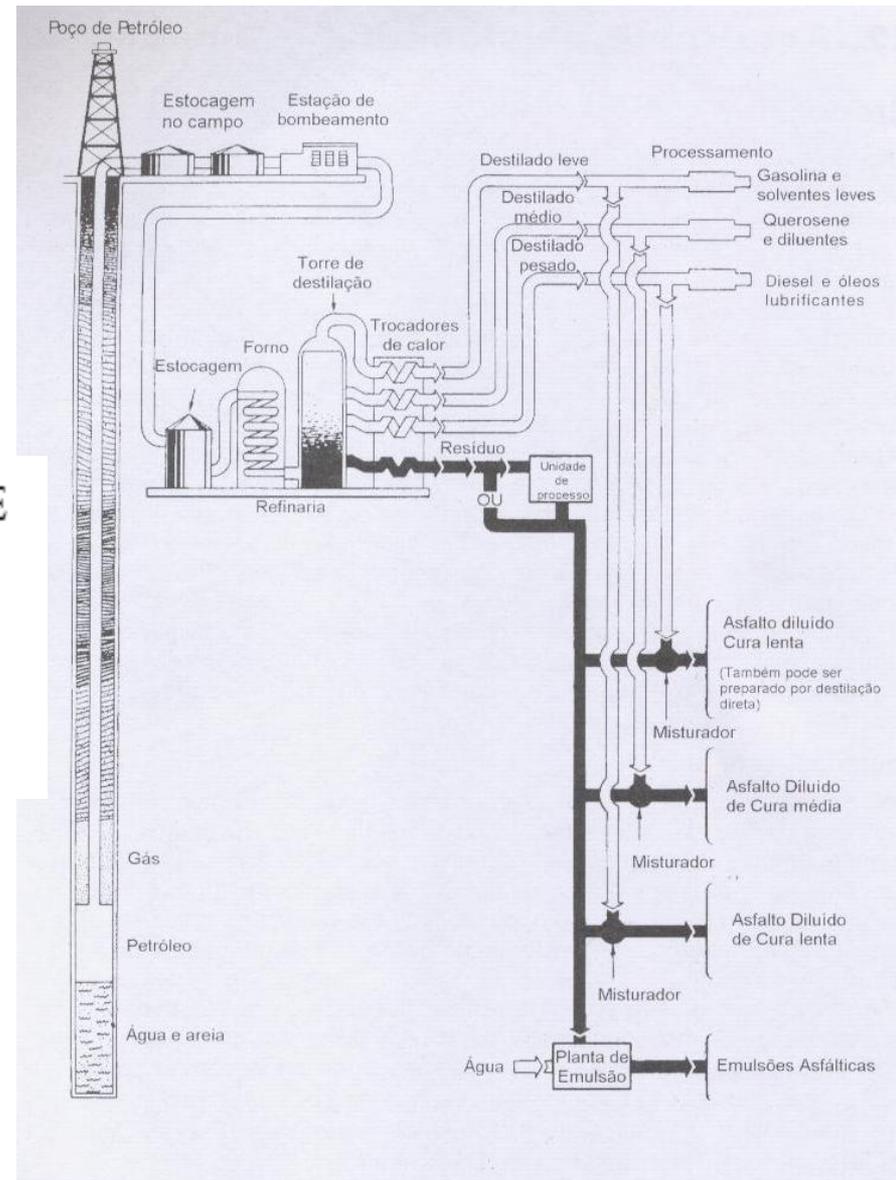
# Tipos Básicos de Ligantes Asfálticos

## 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, CR250.**

# ASFALTOS DILUÍDOS

TIPO	CAP	DILUENTE
30	52%	48%
70	63%	37%
250	70%	30%
800	82%	18%
3000	86%	14%

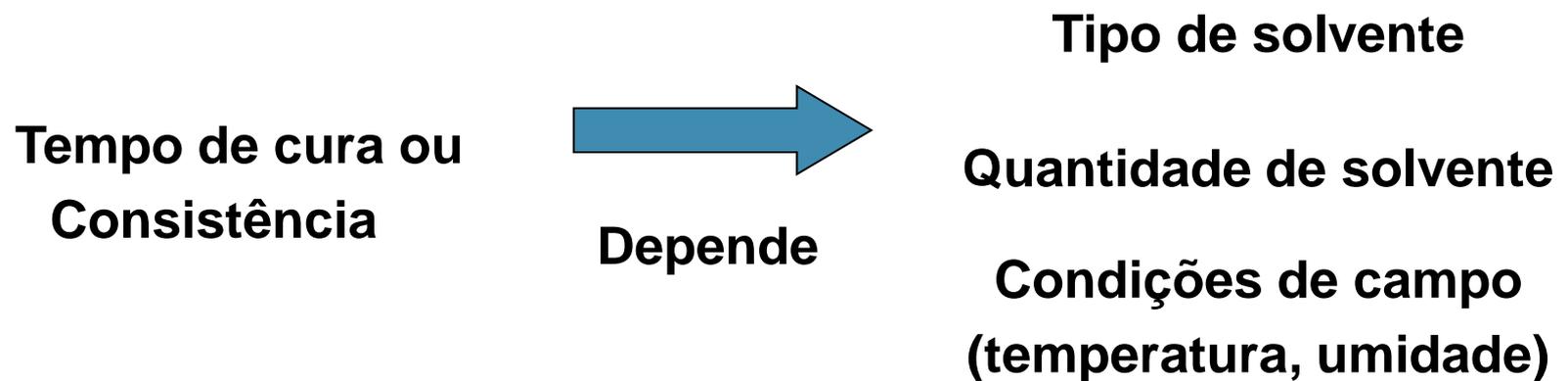


Fluxograma da Produção de Emulsões Asfálticas e Asfaltos Diluídos

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS DILUÍDOS

- Diluentes ou solventes são produtos menos viscosos que permitem a aplicação em temperaturas mais baixas, reduzindo a necessidade de aquecimento demorado.
- Após a aplicação os diluentes se evaporam ( “cura” ) e remanesce um filme de ligante com qualidades do asfalto (resíduo)



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS DILUÍDOS

- CLASSIFICAÇÃO = f (natureza do solvente)
- CR – cura rápida → diluente: nafta na faixa da gasolina
  - CAP – 52 a 86%
  - Diluente – 48 a 14%
  - CR-70; CR-250; CR-800 e CR-3000
- CM – cura média → diluente: querosene **IMPRIMAÇÃO**
  - CM-30, 70, 250, 800, 3000
- CL – cura lenta → diluente: óleos combustíveis → não há no Brasil

**Especificações para Asfaltos Diluídos Tipo Cura Média**

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAIO	TIPOS				
		CM - 30	CM - 70	CM - 250	CM - 800	CM - 3000
1. Viscosidade cinemática a 60 °C, cSt	MB - 826	30 — 60	70 — 140	250 — 500	800 — 1600	3000 — 6000
2. Ponto de Fulgor (v. a. Tag), °C min.	MB - 889	36	38	66	66	66
3. Ensaio de destilação:	MB — 43					
Destilado, % por volume do total destilado a 360 °C:						
Até 225 °C, máx.		25	20	10	—	—
Até 250 °C		40 — 70	20 — 60	15 — 55	35máx.	15 máx.
Até 316 °C		75 — 93	65 — 90	60 — 87	45 — 80	15 — 75
Resíduo de destilação, a 360 °C, % em volume por diferença, min.		59	55	67	75	80
4. Ensaio no resíduo da destilação:						
Peneiração a 25 °C, 100g, 5 s, 0,1 mm	MB - 107	120 — 250	120 — 250	120 — 250	120 — 250	120 — 250
Ductilidade a 25 °C, cm. min.	MB - 167	100	100	100	100	100
Teor de betume, % peso, min.	MB - 166	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
5. Água, %, máx.	MB - 37	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
NOTA — Alternativa para a viscosidade: Quando a viscosidade é determinada de acordo com o Método MB - 326, da ABNT, o material será aceito de acordo com o tipo quando obedecer aos seguintes valores:						
Viscosidade Saybolt-Furol a 25 °C, s	MB - 326	75 — 150	—	—	—	—
Viscosidade Saybolt-Furol a 50 °C, s	MB - 326	—	60 — 120	—	—	—
Viscosidade Saybolt-Furol a 60 °C, s	MB - 326	—	—	125 — 250	—	—
Viscosidade Saybolt-Furol a 82,2 °C,s	MB - 326	—	—	—	100 — 200	300 — 600

**- SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS LIGANTES BETUMINOSOS EM PAVIMENTAÇÃO**

Tipo de Serviço	Ligante Betuminoso
→ Imprimação	CM - 30; CM - 70
Pintura de Ligação	RR - 1C; RR - 2C RM - 1C; RM - 2C; RL - 1C
Tratamento Superficial	CAP - 150/200; CAP - 7  RR - 2C; RR - 1C RR - 2; RR - 1
Macadame Betuminoso	CAP - 85/100; CAP - 7 RR - 2C; RR - 1C RR - 2; RR - 1
Pré-misturado a Frio	RM - 2C; RM - 1C RM - 2; RM - 1 RL - 1C RL - 1
Pré-misturado a Quente	CAP - 85/100 CAP - 20 CAP - 50/60; CAP - 40; CAP - 30/45
Concreto Betuminoso Usinado a Quente e Areia Asfalto a Quente	CAP - 85/100; CAP - 20 CAP - 50/60; CAP - 40 CAP - 30/45
Lama Asfáltica	LA - 1C; LA - 2C LA - 1; LA - 2 LA - E
Solo Betume	RL - 1C; LA - 1C; LA - 2C

# Asfaltos Diluídos de Petróleo

Em duas taxas de evaporação, classificado por viscosidade a 60°C:

- de cura rápida: CR-70, CR-250;
- de cura média: CM-30.

Em países desenvolvidos, seu uso em imprimação está sendo substituído por emulsões asfálticas devido a problemas ambientais.



Base imprimada com CM-30

Imprimação de bases de solos e granulares

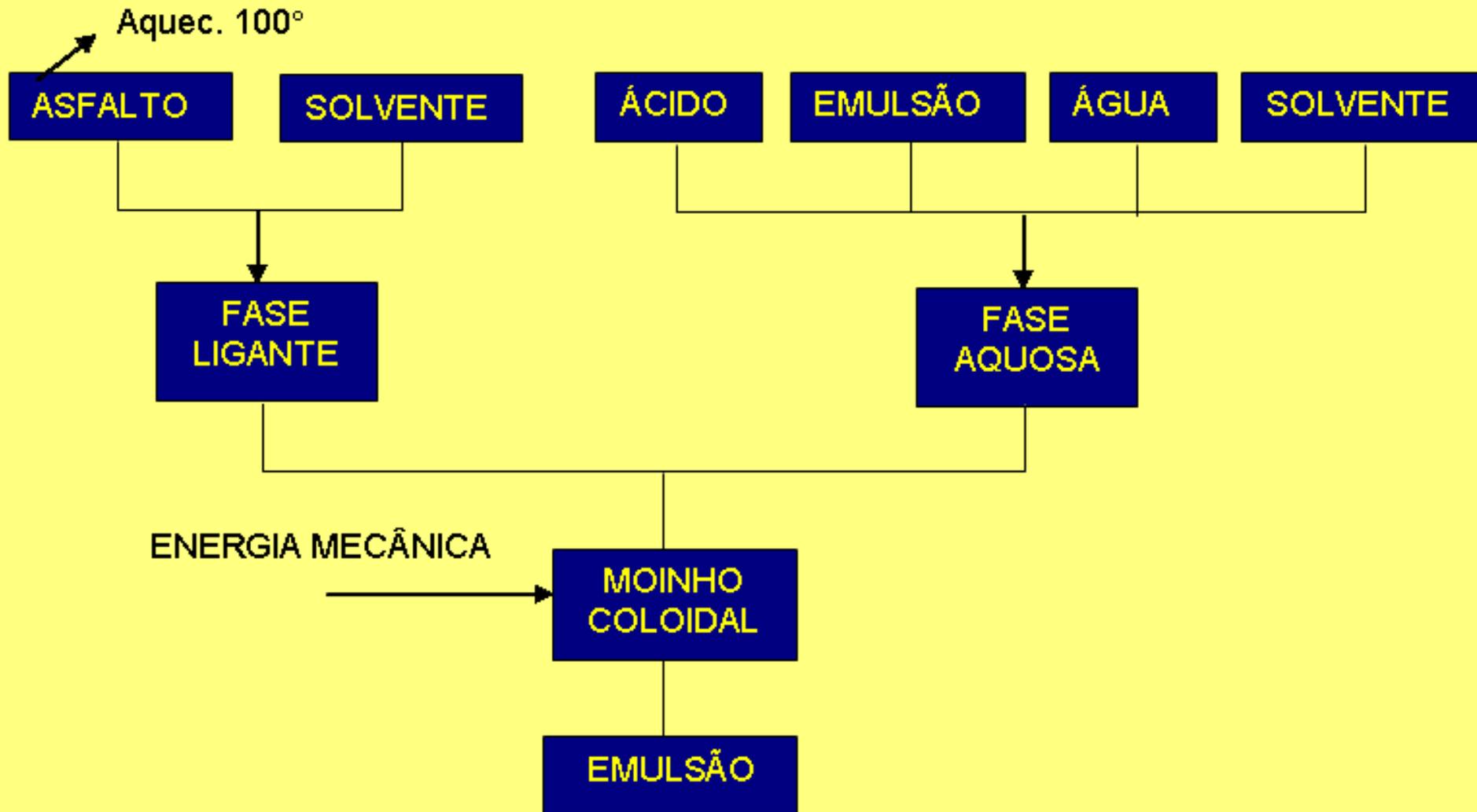
# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES

- Constituídos por cimento asfáltico, finamente dividido em gotículas quase que microscópicas, dispersas (emulsionadas) em meio de água (fase aquosa) contendo um agente emulsificante.
- Dispersão 
  - Fase asfáltica (dispersa)  $\cong$  55%
  - Fase aquosa (dispersante ou contínua)

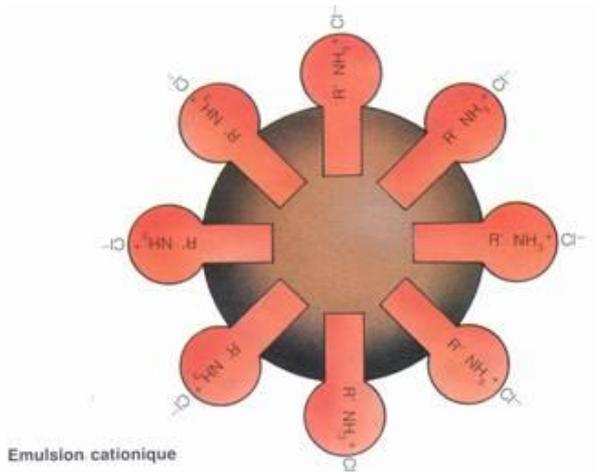
# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES



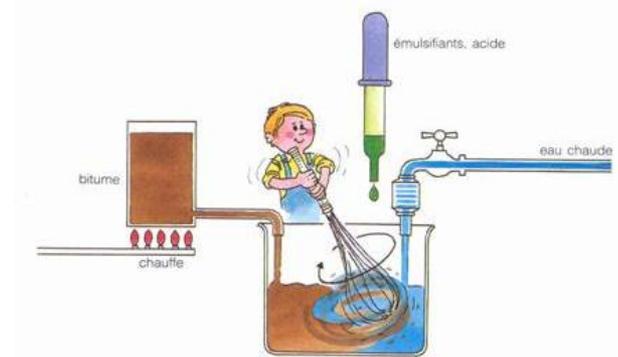
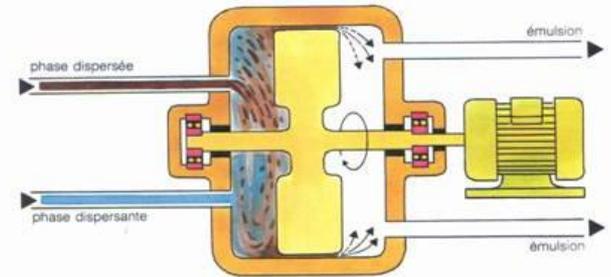
# Emulsões Asfálticas

**FASE AQUOSA ACIDIFICADA  
COM EMULSIFICANTES AMINADOS**



**CATIÔNICAS**

Diferentes velocidades de ruptura;  
rápida, média e lenta – RR, RM e RL



**MOINHO COLOIDAL PARA DISPERSÃO E FORMAÇÃO  
DAS MICELAS EM DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO ADEQUADA**

# Emulsões Asfálticas

Óleo e água podem formar emulsão, porém se separam rapidamente quando cessa a agitação.

As emulsões estáveis têm o emulsificante, que previne ou retarda a separação das fases.

As emulsões asfálticas são do tipo “óleo em água” e constituídas por:

- Cimento asfáltico (60 a 70%), disperso em fase aquosa, que é composta de ácido + emulsificante (0,2 a 1%) + água + solvente.



# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES

### FUNÇÕES DO EMULSIFICANTE

- Diminui a tensão interfacial entre as fases asfáltica e aquosa, evitando a coagulação ou reagrupamento de gotículas.
- Estabiliza a emulsão protegendo os glóbulos por carga ionizada periférica, que provoca repulsão entre os glóbulos.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES

### FUNÇÕES DO EMULSIFICANTE

- Permite a ruptura ou separação entre as duas fases quando em contato com um agregado e ainda provoca uma boa adesão ligante – agregado

### RUPTURA

Glóbulos de asfalto em contato com agregado mineral sofrem uma ionização por parte deste, dando origem a um composto insolúvel em água que se precipita sobre o material.

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES

### TIPOS DE EMULSÕES

- **CATIÔNICAS:** Emulsificante → sais de amina  
Partículas eletrizadas carregadas positivamente.  
1º) adsorção do emulsificante → agente adesivo  
2º) evaporação  
Agregados de qualquer natureza, porém excelente adesividade nos agregados de natureza sílica – ácida.
- **ANIÔNICAS:** Emulsificante → sabões  
Mais adequadas aos agregados de natureza básica (alcalinos)

## ESPECIFICAÇÕES PARA EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS DE ENSAIO	TIPOS				
		RUPTURA RÁPIDA		RUPTURA MÉDIA		RUPTURA LENTA
		RR - 1C	RR - 2C	RM - 1C	RM - 2C	RL - 1C
Ensaio sobre a emulsão						
a) Viscosidade Saybolt Furol, s, a: 25 °C 50 °C	MB - 581	— 30 - 80	— 100 - 400	— 20 - 200	— 100 - 400	20 - 100 máx. 70
b) Sedimentação, 5 dias, % em peso, máxima por diferença .....	MB - 722	5	5	5	5	5
c) Peneiração, material retido na peneira de 0,84 mm, % em peso, máximo .....	MB - 609	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
d) Resistência à água, % mínima de cobertura, agregado seco .....	MB - 721	80	80	80	80	80
agregado úmido .....		80	80	60	60	60
e) Mistura com cimento, %, máxima .....	MB - 496	—	—	—	—	2
ou filler silício .....	MB - 795	—	—	—	—	1,2 - 2,0
f) Carga da partícula .....	MB - 563	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
g) pH, máximo .....	MB - 568	—	—	—	—	6,5
h) Destilação .....	MB - 586					
solvente destilado, % em volume sobre o total de emulsão .....		0 - 3	0 - 3	0 - 12	3 - 12	—
resíduo, mínimo, % em volume sobre o total de emulsão .....		62	67	62	65	60
i) Desemulsibilidade, % em peso, mín. ....	MB - 590	50	50	—	—	—
máx. ....		—	—	50	50	—
Ensaio sobre o solvente destilado						
a) Destilação, 95% evaporados, °C, máx. ....	MB - 45	—	—	360	360	—
Ensaio sobre o resíduo						
a) Penetração a 25 °C, 100g, 5s, 0,1 mm .....	MB - 107	70 - 250	70 - 250	70 - 250	70 - 250	70 - 250
b) Teor de betume, % em peso, mínimo .....	MB - 166	97	97	97	97	97
c) Ductilidade a 25 °C, 5 cm/min., cm, mínimo .....	MB - 167	40	40	40	40	40

# Classificação das Emulsões

Classificadas de acordo com ruptura, viscosidade Saybolt Furol, teor de solvente, desemulsibilidade, resíduo de destilação e quanto à utilização em 7 tipos:

Emulsão	Tipo	Vel. de Ruptura	Teor mín. de resíduo asfáltico	Viscosidade Saybolt Furol a 50°C	Desemulsibilidade
RR-1C	Catiônica	Rápida	62%	entre 20 e 90s	Superior a 50%
RR2-C	Catiônica	Rápida	67%	entre 100 e 400s	Superior a 50%
RM-1C	Catiônica	Média	62%	entre 20 e 200s	Inferior a 50%
RM-2C	Catiônica	Média	65%	entre 100 e 400s	Inferior a 50%
RL-1C	Catiônica	Lenta	60%	máx de 70s	-
LA-1C	Catiônica	-	58%	máx de 100s	-
LA-2C	Catiônica	-	58%	máx de 100s	-

## ESPECIFICAÇÕES DE EMULSÕES LAMA ASFÁLTICA

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS DE ENSAIO	TIPOS				
		ANIÔNICAS		CATIÔNICAS		ESPECIAL
		LA - 1	LA - 2	LA - 1C	LA - 2C	LA - E
<b>ENSAIOS SOBRE A EMULSÃO</b>						
a) Viscosidade Saybolt-Furol a 25 °C, s, (máx.)	MB - 581	100	100	100	100	100
b) Sedimentação, 5 dias, por diferença: % (máx.)	MB - 722	5	5	5	5	5
c) Peneiração (retido na peneira nº 20 ) (0,84 mm), % (máx.)	MB - 609	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
d) Mistura com cimento, % (máx.)	MB - 496	2	—	2	—	2
e) Mistura com filler silício	MB - 795	1,2 - 2,0	1,2 - 2,0	1,2 - 2,0	1,2 - 2,0	1,2 - 2,0
f) Carga da partícula	MB - 563	negativa	negativa	positiva	positiva	—
g) Destilação:	MB - 586					
solvente destilado, % em volume sobre o total de emulsão		0	0	0	0	0
resíduo, % peso (mínimo)		38	58	58	58	58
<b>ENSAIOS SOBRE O RESÍDUO</b>						
a) Penetração a 25 °C, 100g, 5s, 0,1 mm	MB - 107	50 - 150	50 - 150	50 - 150	50 - 150	50 - 150
b) Teor de betume, % peso (mínimo)	MB - 166	97	97	97	97	97
c) Ductilidade a 25 °C, 5 cm/min., cm, (mínima) .	MB - 167	40	40	40	40	40

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES

### PROPRIEDADES

- Utilização à frio e agregados úmidos
- Estáveis à estocagem
- Velocidade de ruptura (tipo de emulsificante e teor de emulsificante)

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## EMULSÕES

### TIPOS / APLICAÇÕES

- RR (1C e 2C) → Impermeabilização, tratamentos superficiais
- RM (1C e 2C) → Pinturas, PMF
- RL (1C) → Com agregado miúdos
- LA → Lama asfáltica

**- SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS LIGANTES BETUMINOSOS EM PAVIMENTAÇÃO**

Tipo de Serviço	Ligante Betuminoso
Imprimação	CM - 30; CM - 70
→ Pintura de Ligação	RR - 1C; RR - 2C RM - 1C; RM - 2C; RL - 1C
→ Tratamento Superficial	CAP - 150/200; CAP - 7 RR - 2C; RR - 1C RR - 2; RR - 1
Macadame Betuminoso	CAP - 85/100; CAP - 7 RR - 2C; RR - 1C RR - 2; RR - 1
→ Pré-misturado a Frio	RM - 2C; RM - 1C RM - 2; RM - 1 RL - 1C RL - 1
Pré-misturado a Quente	CAP - 85/100 CAP - 20 CAP - 50/60; CAP - 40; CAP - 30/45
Concreto Betuminoso Usinado a Quente e Areia Asfalto a Quente	CAP - 85/100; CAP - 20 CAP - 50/60; CAP - 40 CAP - 30/45
Lama Asfáltica	LA - 1C; LA - 2C LA - 1; LA - 2 LA - E
Solo Betume	RL - 1C; LA - 1C; LA - 2C

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## ASFALTOS MODIFICADOS COM POLÍMEROS

### BENEFÍCIOS

- Melhor desempenho à fadiga
- Maior resistência a deformação permanente e a trincas térmicas

### POLÍMEROS DISPONÍVEIS

- SBS
- SBR
- EVA
- Borracha moída de pneus

# Modificação Elastomérica x CAP Convencional

## VANTAGENS

- maior coesão
- melhor adesão
- alta viscosidade\*
- resistência ao envelhecimento\*\*
- maior elasticidade
- resistência a tensões cisalhantes
- maior benefício/custo

\* evita reflexão de trincas

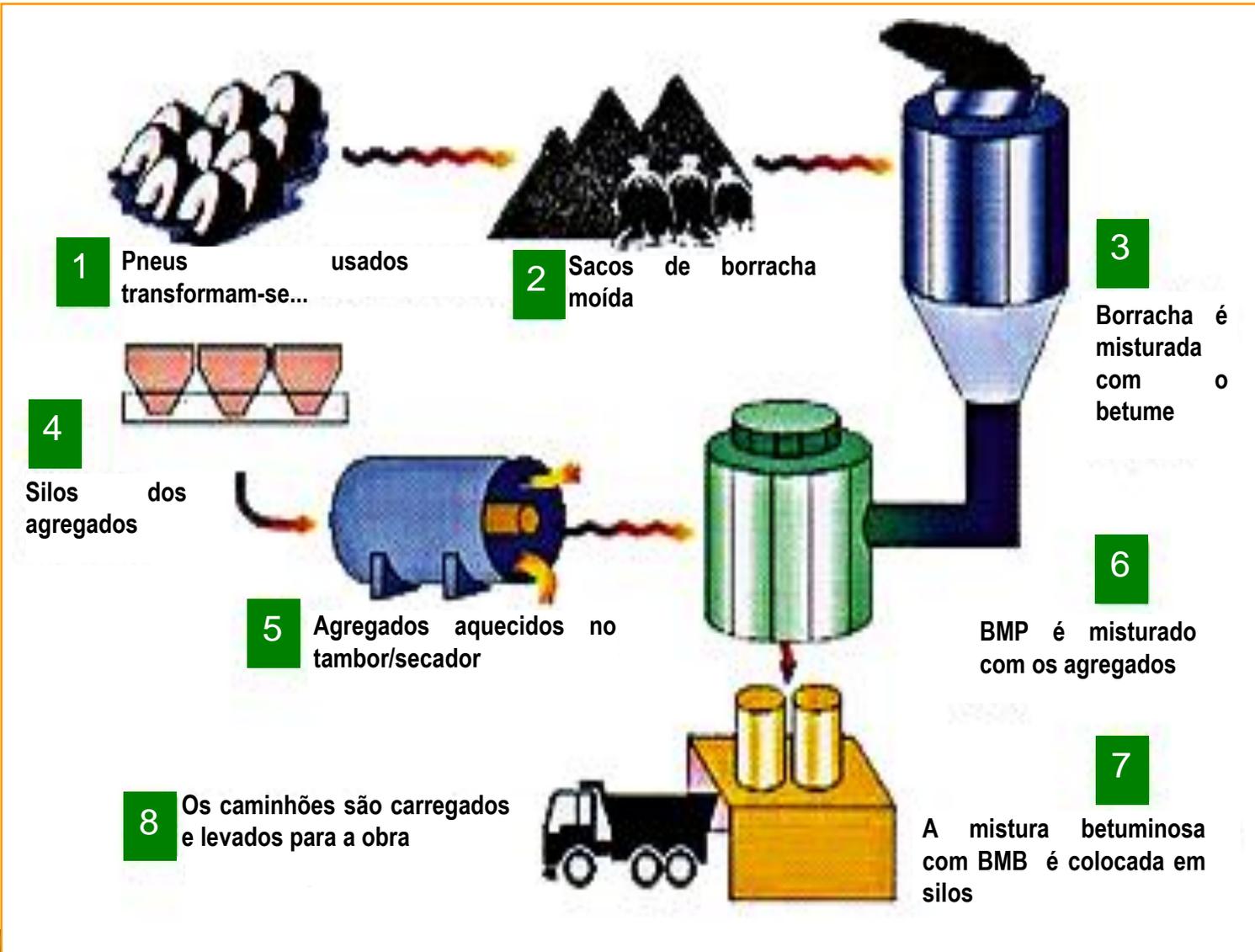
\*\* asfalto borracha se destaca entre os demais nestas propriedades

## DESVANTAGENS

- risco de estocagem a longo prazo
- risco de ligante heterogêneo

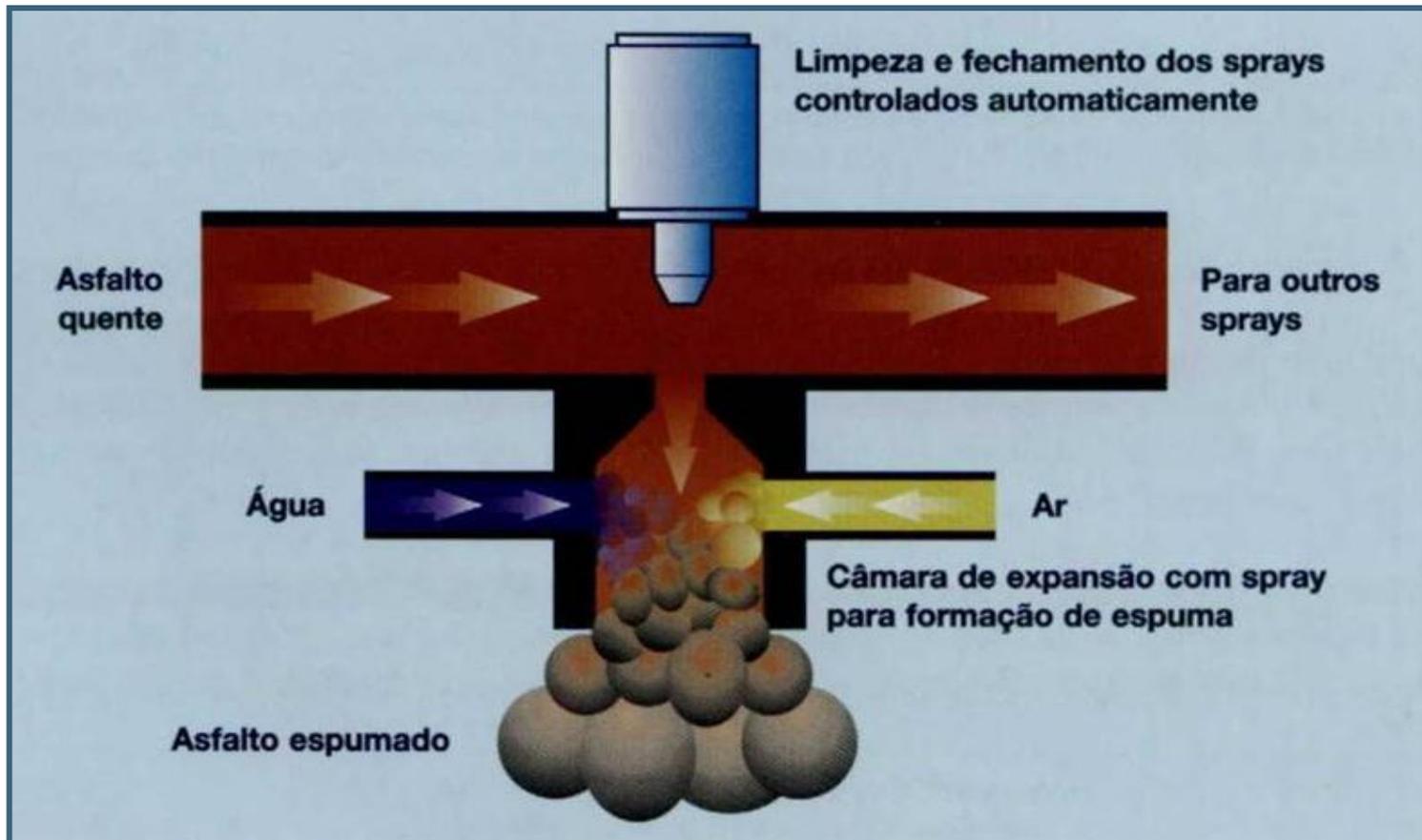
# Incorporação de Borracha Moída de Pneu

## PROCESSO ÚMIDO

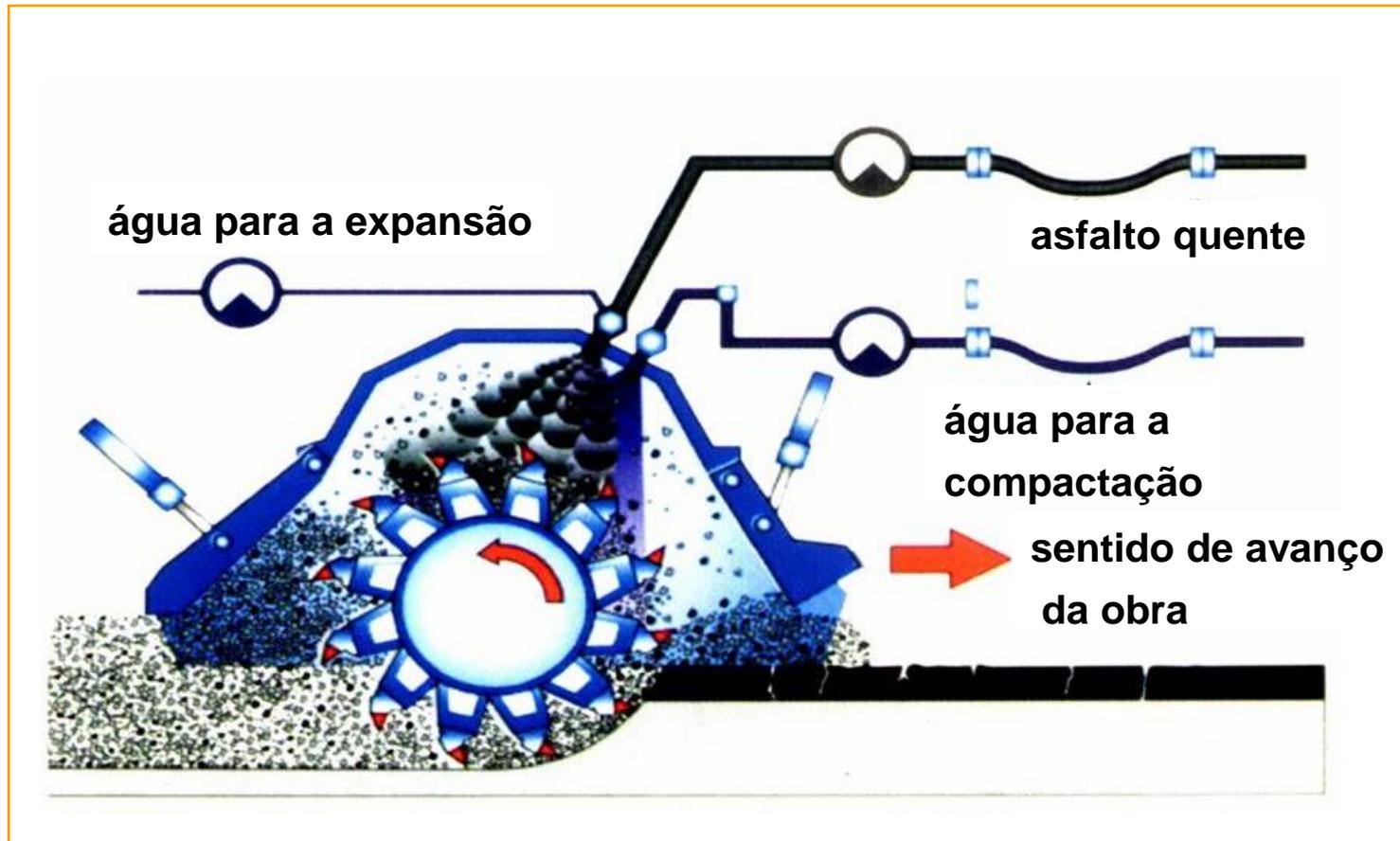


# Asfalto Espuma de Asfalto

## Esquema da câmara de expansão (WIRTGEN, 2001)



# Tambor Fresador/Misturador - Espuma de Asfalto



(INSTITUTO CHILENO DEL ASFALTO, 2002)

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PINTURAS ASFÁLTICAS

### IMPRIMAÇÃO

- Definição
  - Aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída antes da execução de um revestimento qualquer
- Finalidades
  - aumentar a coesão da superfície
  - impermeabilizar a base
  - promover condições de aderência entre a base e o revestimento

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PINTURAS ASFÁLTICAS

### IMPRIMAÇÃO

- Tipos de asfaltos utilizados
  - Asfaltos diluídos de baixa viscosidade – CM-30 ou CM-70
- Equipamentos
  - Vassouras mecânicas ou manuais
  - Caminhão espargidor de material asfáltico

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PINTURAS ASFÁLTICAS

### IMPRIMAÇÃO

- Execução
  - Limpeza (varredura)
  - Aplicação
    - Aquecimento (20 a 60 SSF)
    - Taxa de 0,8 a 1,2 l / m<sup>2</sup>
  - Cura
  - Proteção

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PINTURAS ASFÁLTICAS

### PINTURA DE LIGAÇÃO

- Definição
  - Aplicação de uma camada de material asfáltico sobre revestimentos antigos, pinturas antigas e bases estabilizadas com aditivos.
- Finalidades
  - promover condições de aderência entre a base e o revestimento

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PINTURAS ASFÁLTICAS

### PINTURA DE LIGAÇÃO

- Tipos de asfaltos mais utilizados
  - Emulsões asfálticas de ruptura rápida – RR – 1C e RR – 2C
- Equipamentos
  - Vassouras mecânicas ou manuais
  - Caminhão espargidor de material asfáltico

# MATERIAIS BETUMINOSOS

## PINTURAS ASFÁLTICAS

### PINTURA DE LIGAÇÃO

- Execução
  - Limpeza (varredura)
  - Aplicação
    - Taxa de 0,5 a 1,0 l / m<sup>2</sup>
  - Ruptura e Cura (1 a 2 horas)
  - Proteção