

8.2 DOSAGEM DE CONCRETO ASFÁLTICO – MÉTODO MARSHALL

8.1.1 HISTÓRICO

- Década de 30 - Bruce Marshall (Mississippi)
- 2ª G.M - USACE

8.1.2 FINALIDADE

- Determinação do teor ótimo de ligante

8.1.3 ETAPAS

- 1- Conhecimento das granulometrias e massas específicas dos agregados;
- 2- Selecionar uma faixa granulométrica compatível com o objetivo da mistura e a granulometria dos componentes;
- 3- Determinação da mistura agregados-filler que satisfaça a faixa adotada; e
- 4- Dosagem do teor de ligante.

8.1.4 EXEMPLO

Dosar um concreto asfáltico com os seguintes materiais :

1. BRITA	- % A -	D_A
2. AREIA	- %B -	D_B
3. CIM. PORTLAND	- % C -	D_C
4. CAP - 20	- % L -	D_L

- Usando-se um dos métodos de mistura de agregados, tem-se:

BRITA	- 66%
AREIA	- 30%
CIM. PORTLAND	- 4%

8.1.5 MÉTODO MARSHALL

- 1 - Compor 5 misturas betuminosas com teores diferindo consecutiva/ de 0,5%
- 2 - Estimativa do teor ótimo de ligante (experiência ou fórmulas empíricas)
 - por exemplo = 6%
- 3 - Composição em peso dos corpos de prova

	I	II	III	IV	V
BRITA - (66%)	62,7	62,4	62,1	61,8	61,5
AREIA - (30%)	28,5	28,3	28,1	27,9	27,7
CIMENTO - (4%)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
CAP	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0

4 - Preparação dos Corpos de Prova

(P ≅ 1.200g; ϕ = 4" e h = 21/2")

5 - Compactação Dinâmica

(Soquete de P = 4,54 Kg; h = 18" e 50 ou 75 golpes)

6 - Extração e Cura dos C.P. - 24 hs

7 - Pesagem e Cubicagem dos C.P. para determinação de:

- Densidade Teórica (Dt)
- Densidade Aparente (d)
- Percentual de Vazios (%Vv)
- Vazios Cheios com Betume (VCB)
- Vazios do Agregado Mineral (VAM)
- Relação Betume-Vazios (RBV)

A - DENSIDADE TEÓRICA (D_T)

$$D_t = \frac{100}{\frac{\%A}{D_A} + \frac{\%B}{D_B} + \frac{\%C}{D_C} + \frac{\%L}{D_L}} \quad P_t = \frac{M}{V_S}$$

B - DENSIDADE APARENTE (d)

d =

C - PERCENTUAL DE VAZIOS (%)

D - VAZIOS CHEIOS COM BETUME (V.C.B)

$$VCB = \frac{d\%L}{D_L}$$

E - VAZIOS DO AGREGADO MINERAL (V.A.M).

$$VAM = \% V + VCB$$

F - RELAÇÃO BETUME - VAZIOS (R.B.V)

$$RBV = \frac{VCB}{VAM} \times 100$$

8 - Imersão dos C.P. em banho maria - 60° C de 20 a 30'

9 - Ensaio de Compressão Diametal

- Prensa do Aparelho Marshall
- Molde de Estabilidade
- v = 2 pol/min até o rompimento
- Estabilidade - E (kgf) - carga de ruptura
- Fluência - F (1/100") - deformação máxima

10 - Traçado das Curvas de Variação das Propriedades

E (kg), F (1/100"), %V, RBV (%), d (kg/m³) = f (% teores de ligante)

11 - Determinação do teor ótimo = f (tipo de camada, tráfego)

- Atendimento às Especificações
- Recomendação: média aritmética dos seguintes teores:
 - a) b₁ = média dos limites para %V
 - b) b₂ = média dos limites para RBV
 - c) b₃ = valor máximo da densidade
 - d) b₄ = valor máximo da estabilidade

8.1.6 SIGNIFICADOS

Estabilidade	Coesão e estabilidade mecânica dos agregados
	E > 500 kg
Fluência	Flexibilidade
	F < 20 (0,01 pol)
Densidade aparente	Verificar grau de compactação na pista
	GC > 97%
% V	Vazios sem ligante
	Entre 3 e 6% (camada de desgaste)
RBV	Vazios com ligante
	RBV < 90%

8.1.7 ESPECIFICAÇÕES DE CBUQ

ÍTENS	TRÁFEGO	
	MÉDIO $10^6 < N < 5.10^6$	ALTO $N > 5.10^6$
Nº GOLPES/FACE	50	75
ESTABILIDADE (Kgf)	Mín. 400	Mín. 500
FLUÊNCIA (0,01")	8 a 18	8 a 16

% VAZIOS TOTAIS	
REPERFILAGEM	3 a 5
BINDER	4 a 7
CAPA	3 a 5
RELAÇÃO BETUME-VAZIOS	
REPERFILAGEM	75 a 82
BINDER	65 a 72
CAPA	75 a 82

FAIXAS DNER

ESPECIFICAÇÕES DA MISTURA USINADA

FAIXAS GRANULOMÉTRICAS					
Peneira de Malha Quadrada		% Passando, em peso das Faixas			
Discriminação	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias Fixas de Projeto
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	85 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	75 - 100	± 7%
nº 04	4,8	25 - 50	28 - 60	50 - 85	± 5%
nº 10	2	20 - 40	20 - 45	30 - 75	± 5%
nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	15 - 40	± 5%
nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	8 - 30	± 2%
nº 200	0,074	1 - 8	3 - 8	5 - 10	± 2%
% Betume Solúvel em CS2 (+)		4,0 a 7,0	4,5 a 7,5	4,5 a 9,0	± 3%
Função		Camada de Ligação (Binder)	Camada de Ligação e Rolamento	Camada de Rolamento	

CARACTERÍSTICAS MARSHALL - DNER

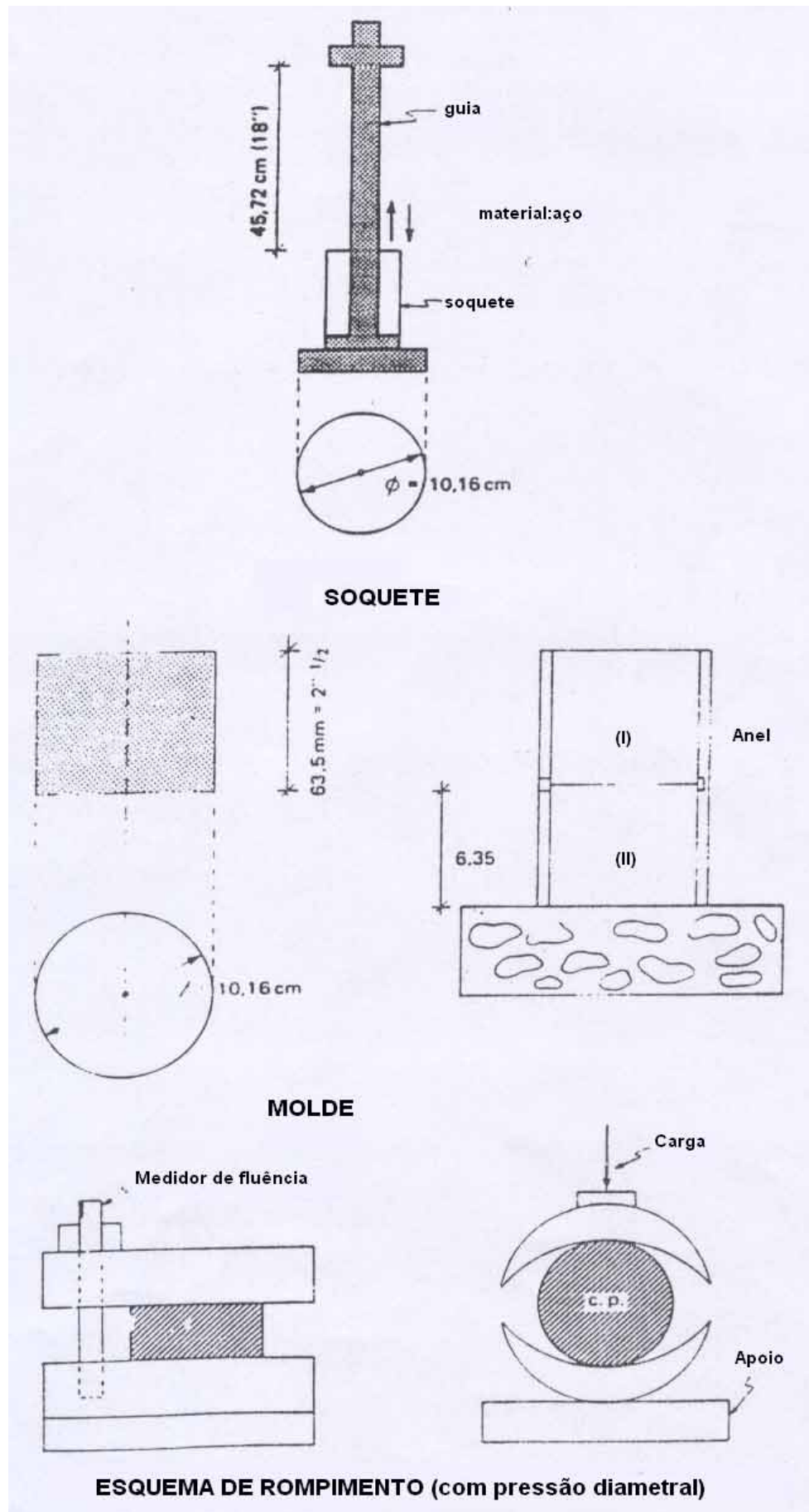
Discriminação	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
% Vv	3 a 5	4 a 6
RBV	75 - 82	65 - 72
Estabilidade (mín.)	350 kgf (75 golpes)	350 kgf (75 golpes)
Fluência (mm)	250 kgf (50 golpes)	250 kgf (50 golpes)
	2,0 - 4,5	2,0 - 4,5

CARACTERÍSTICAS MARSHALL - DER/PR

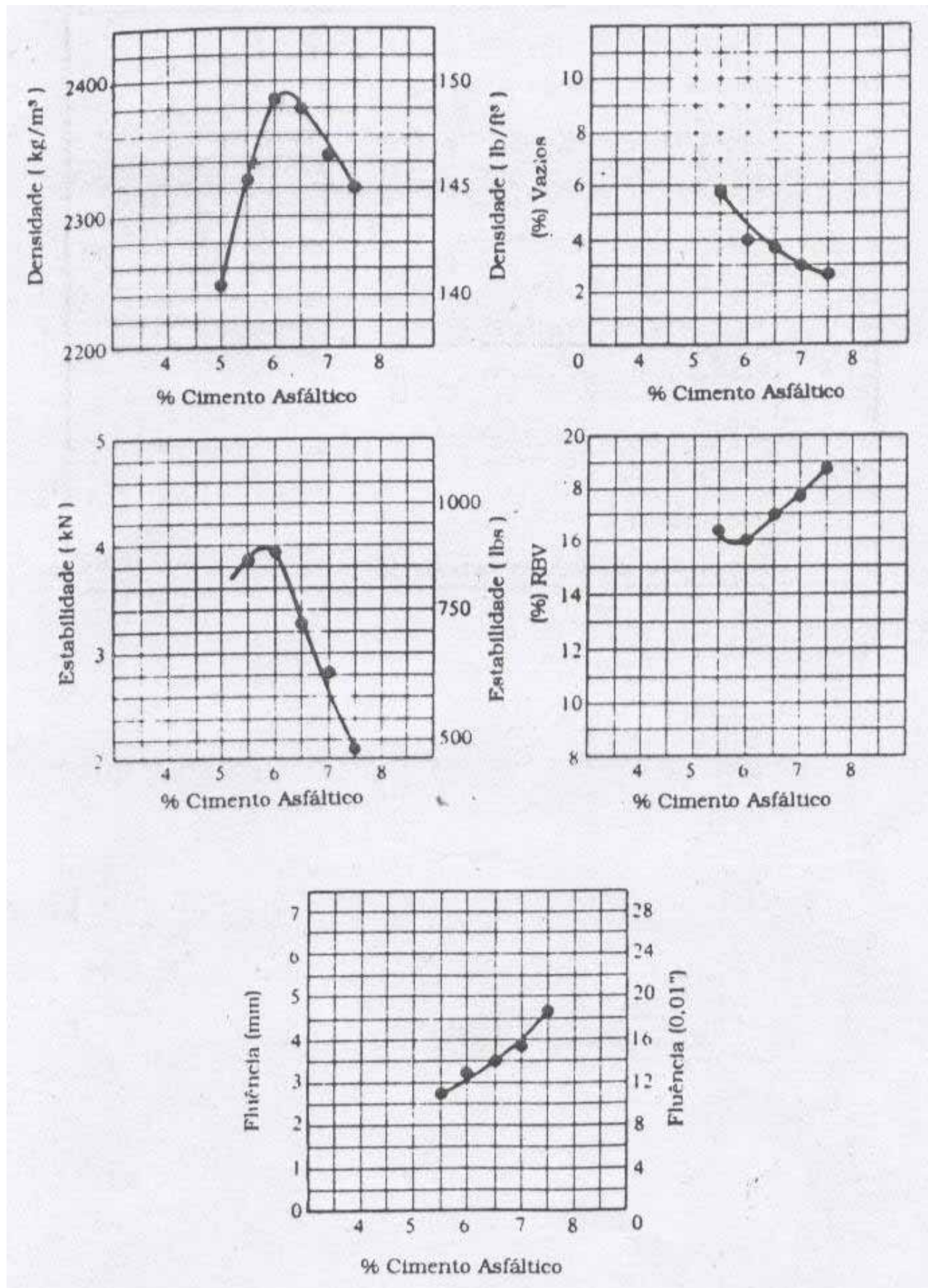
Discriminação	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
% Vv	3 a 5	4 a 7
RBV	75 - 82	65 - 72
Estabilidade (mín.)	500 a 1000 kgf (75 golpes)	500 a 1000 kgf (75 golpes)
	400 a 1000 kgf (50 golpes)	400 a 1000 kgf (50 golpes)
Fluência (0,01")	8 a 16 (75 golpes)	8 a 16 (75 golpes)
	8 a 18 (50 golpes)	8 a 18 (50 golpes)

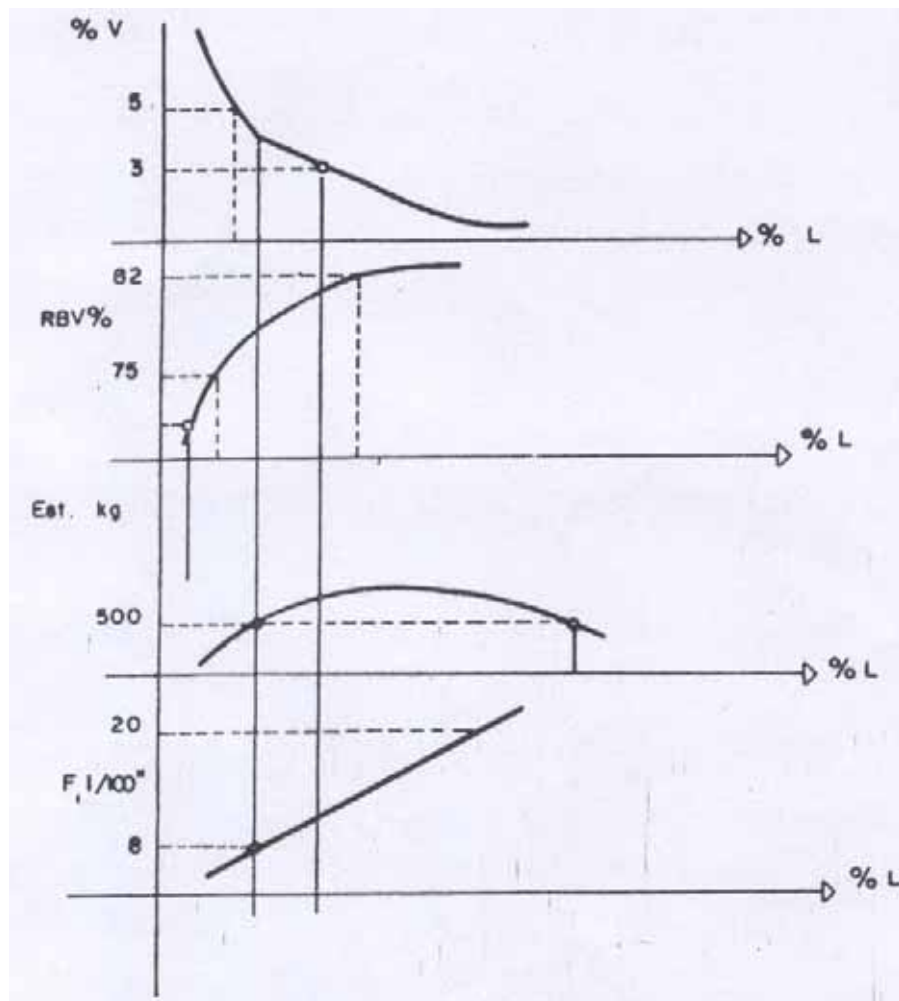
Diâmetro Máx. do Agregado		% VAM, mín. (DER/PR)
ASTM	mm	
1 1/2"	38,1	13
1"	25,4	14
3/4"	19,1	15
5/8"	15,9	15

ENSAIO MARSHALL



RESULTADOS TÍPICOS DE UMA DOSAGEM MARSHALL





**COMPACTADOR MECÂNICO
ELÉTRICO PARA ENSAIO
MARSHALL**



FIXADOR PARA MOLDE MARSHALL



SOQUETE MARSHALL:
soquete com peso de impacto de
10 lb