

# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO II

## AGREGADOS

2. Características tecnológicas: forma; massa específica; absorção; umidade superficial; massa unitária. Especificações e ensaios.

# Características dos Agregados

O conhecimento de certas características dos agregados é uma exigência para a **dosagem dos concretos**.

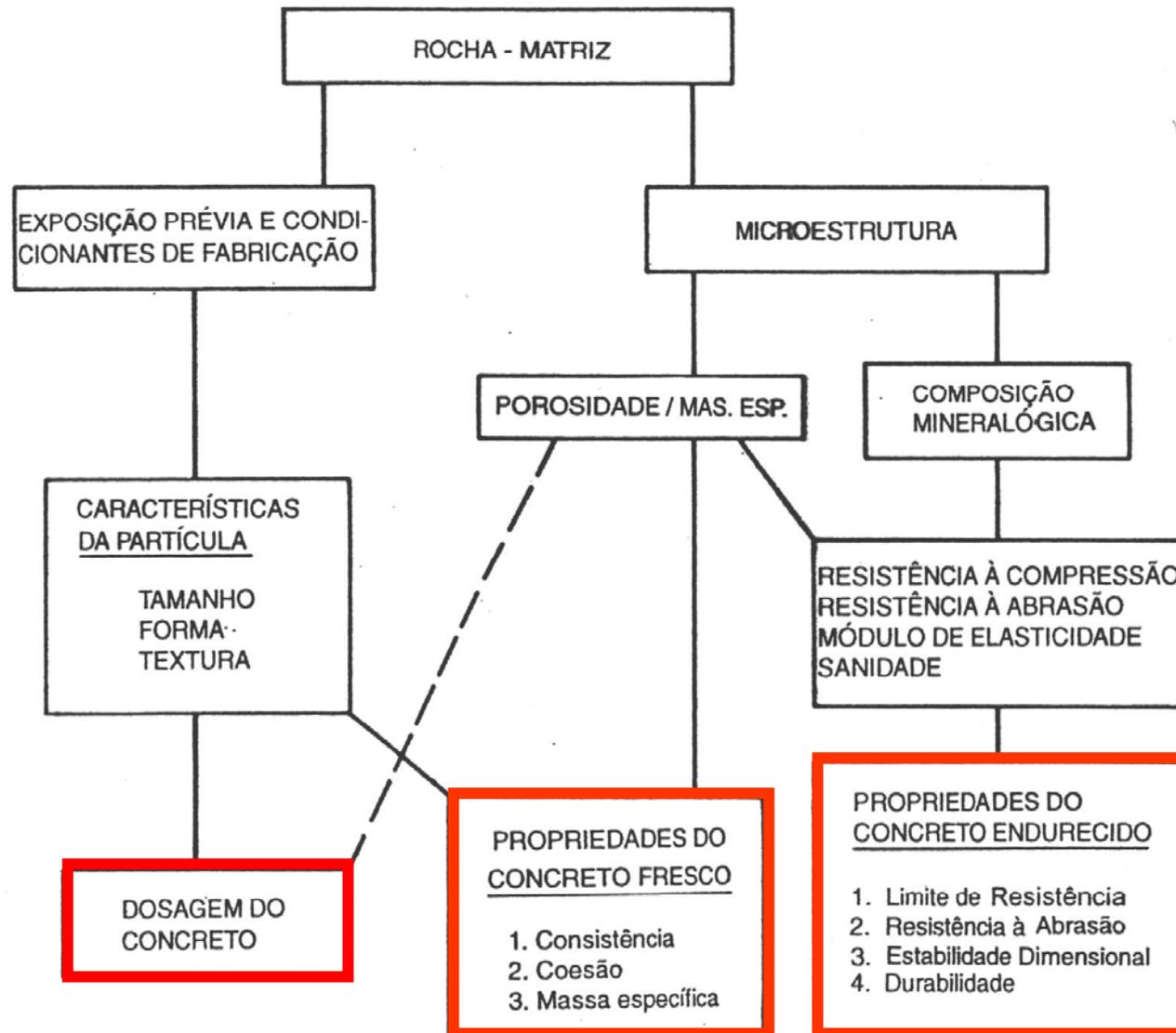
A massa específica (ou porosidade) a composição granulométrica, a forma e a textura superficial dos agregados determinam as propriedades dos concretos no **estado fresco**.

A porosidade e a composição mineralógica afetam a resistência à compressão, dureza, módulo de elasticidade e integridade, que por sua vez influenciam as propriedades do **concreto endurecido**.

As características dos agregados podem ser divididas então naquelas que afetam:

- ***Dosagem do concreto***
- ***Propriedades do concreto fresco***
- ***Propriedades do concreto endurecido***

# Características dos Agregados



# Características dos Agregados

As características dos agregados podem também ser divididas em:

- **Características dependentes das condições prévias de **exposição** e condicionantes de **fabricação**:**
  - ⇒ tamanho, forma e textura das partículas
- **Características dependentes da **porosidade**:**
  - ⇒ massa específica, absorção de água, resistência, dureza, módulo de elasticidade e estabilidade de volume (sanidade, *soundness*, vide NBR NM 02).
- **Características dependentes da **composição** química e mineralógica:**
  - ⇒ resistência, dureza, módulo de elasticidade e substâncias deletérias presentes.

# Agregados: forma e textura superficial

**Grãos arredondados e lisos**

**X**

**Grãos angulosos e ásperos**



**consumo de água**

**MENOR**

**MAIOR**

**trabalhabilidade**

**MAIOR**

**MENOR**

**aderência à pasta**

**MENOR**

**MAIOR**

**Ex: areias de depósitos eólicos, areias e pedregulhos de zonas marítimas e leitos de rio**

**Ex: agregados britados**

# Agregados: forma e textura superficial

**Verificação da textura superficial:**

**LISOS x RUGOSOS ⇒ avaliação visual**

**Verificação da forma:**

**ÍNDICE DE FORMA DE AGREGADOS GRAÚDOS**

**NBR 7809/2006**

Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro.

# Agregados: forma e textura superficial

## NBR 7809/2006

*Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro.*

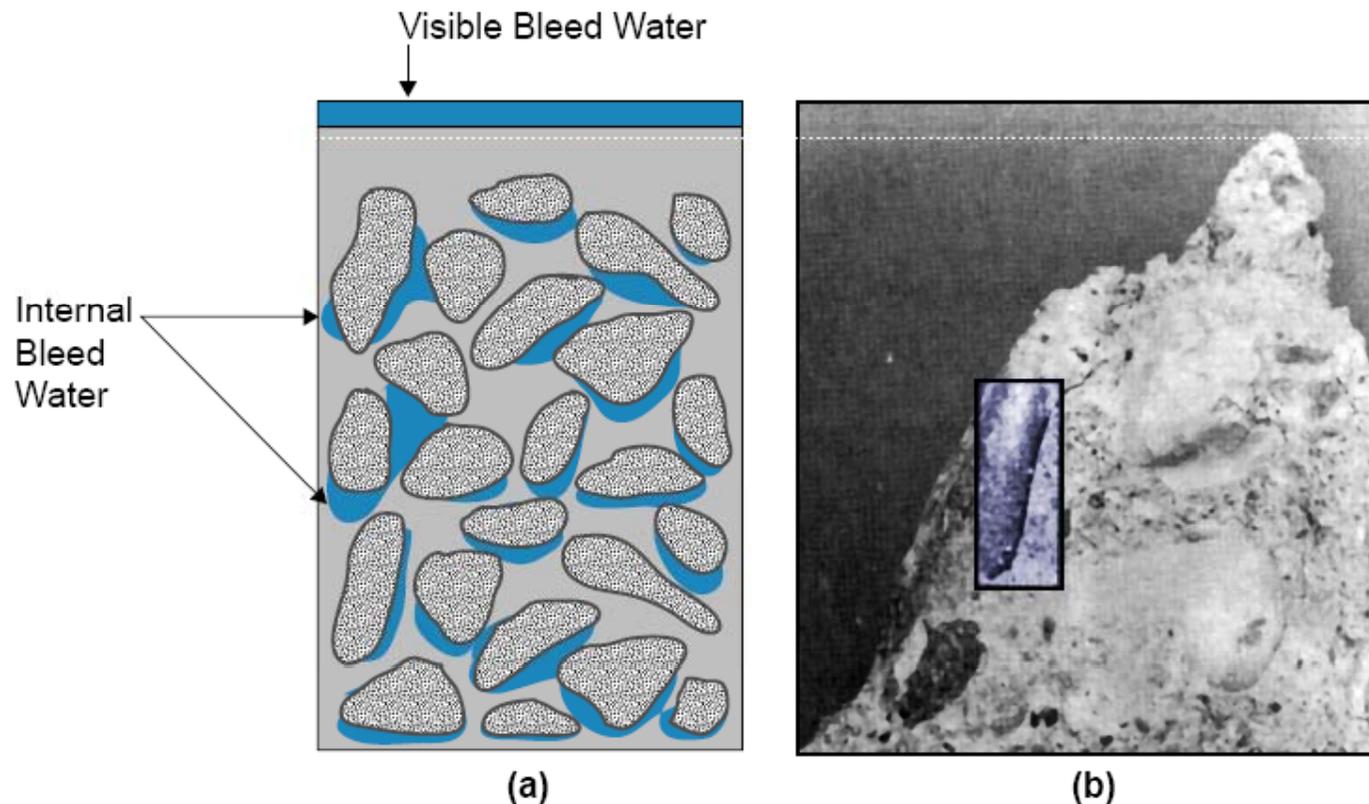
$$IF = \frac{c}{e}$$

$$N_i = \frac{200}{\sum_{i=1}^n F_i} \times F_i$$

- ⇒ média do *IF* de 200 espécimes
- ⇒ *c* = maior dimensão (comprimento)
- ⇒ *e* = espessura (perp. ao compr.)
- ⇒ medições com paquímetro (0,1mm)
- ⇒ agregados > 9,5mm
- ⇒ desprezar % retidas (individuais) < 5%
- ⇒  $F_i$  = % em massa retida na fração *i*
- ⇒  $N_i$  = nº grãos para medição para a fração *i*
- ⇒ resolução do resultado = 0,1
- ⇒ ***IF* ≤ 3** (NBR 7211)

# Agregados: forma e textura superficial

Quanto maior o tamanho do agregado no concreto, e mais elevada a proporção de partículas chatas e alongadas, maior será a tendência do filme de água se acumular próximo à superfície do agregado (**exsudação**), enfraquecendo assim a zona de transição pasta-agregado.



# Características dependentes da **porosidade** do agregado

Os poros em rocha são descritos como cavidades formadas irregularmente, que podem estar conectadas por **capilares** que têm forma e diâmetro variados.

A porosidade pode ser expressa como a relação entre o volume de vazios e o volume total de um material:

$$P = \frac{V_{vazios}}{V_{total}} (\%)$$

A porosidade total é um indicador da capacidade de absorção máxima do agregado, que na prática, pode nunca vir a ocorrer.

Os agregados naturais são porosos:

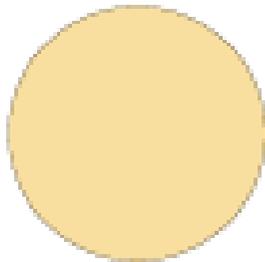
rochas ígneas: até 2%

sedimentares: até 40%

# Características dependentes da porosidade: **absorção e umidade superficial**

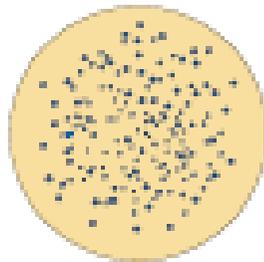
## Condições de umidade do agregado:

Seca em estufa



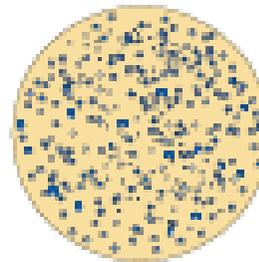
Agregado com toda água evaporável renovada por aquecimento a 100°C em estufa.

Seca ao ar



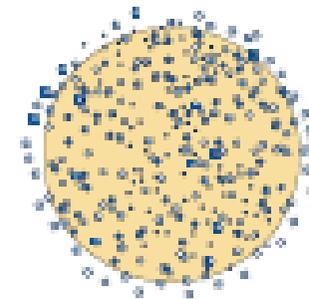
Agregado colocado ao ar, em equilíbrio com a umidade ambiente.

Saturada com Superfície Seca (SSS)



Todos os poros permeáveis estão preenchidos e não há uma película de água na superfície.

Úmida ou saturada



Agregado saturado com umidade livre na superfície.

# Características dependentes da porosidade: **absorção e umidade superficial**

**Absorção:** aumento da massa do agregado devido ao preenchimento dos seus poros por água expresso como porcentagem de sua massa seca (em estufa).



# Características dependentes da porosidade: **massa específica**

NBR 9776/1987 - Agregados - Determinação da massa específica de **agregados miúdos** por meio do frasco Chapman.

## 3.1 Massa específica

Relação entre a massa do agregado seco em estufa (100°C a 110°C) até constância de massa e o volume igual do sólido, incluídos os poros impermeáveis.

$$\gamma = \frac{M_{\text{grão}}}{V_{\text{grão}}}$$

# NBR 9776/1987 - Determinação da massa específica de agregados **miúdos** por meio do frasco Chapman

## 6 Execução do ensaio

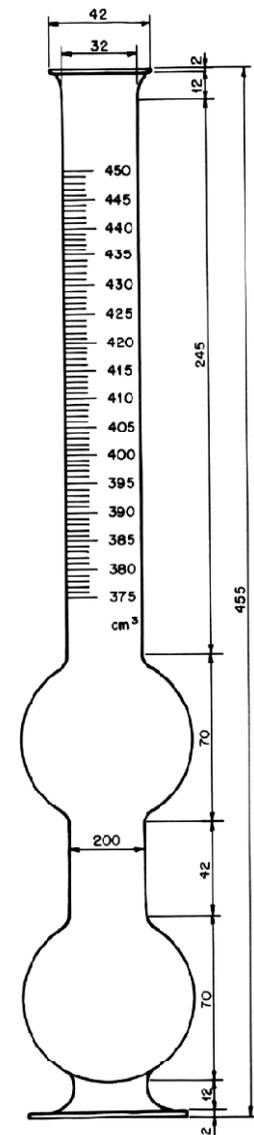
Colocar água no frasco até marca de 200 cm<sup>3</sup>, deixando-o em repouso, para que a água aderida às faces internas escorram totalmente; em seguida introduzir, cuidadosamente, 500 g de agregado miúdo seco no frasco o qual deve ser devidamente agitado para eliminação das bolhas de ar. A leitura do nível atingido pela água no gargalo do frasco indica o volume, em cm<sup>3</sup>, ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo, alertando-se para que as faces internas devam estar completamente secas e sem grãos aderentes.

$$\gamma = \frac{500}{L - 200}$$

$\gamma$  = massa específica do agregado miúdo; deve ser expressa em g/cm<sup>3</sup>;

L = leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo).

O resultado deve ser expresso com três algarismos significativos.



## NBR 9937/1987 - Determinação da absorção e da massa específica do **agregado graúdo**

$$\gamma_s = \frac{A}{B - C}$$

$$\gamma_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

$$a = \frac{B - A}{A} (\%)$$

A = massa do agregado seco em estufa

B = massa do agregado na condição SSS

C = leitura da massa do agregado imerso em água

B - C = equivalente ao volume do agregado excluindo-se os vazios permeáveis

Os resultados devem ser expressos com resolução de 1g/cm<sup>3</sup> e 0,1%

# massa específica aparente

$$\gamma_0 = \frac{M_{\text{agregados}}}{V_{\text{total}}}$$

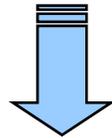
- Chamada também de **massa unitária**;
- Permite a transformação da medição da quantidade de agregados de massa para volume e vice-versa;
- $V_{\text{total}}$  é o volume total do material, inclusive os vazios entre os grãos.

NBR 7251  $\Rightarrow$  agregados no estado solto

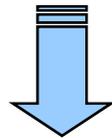
NBR 7810  $\Rightarrow$  agregados adensados

absorção X porosidade X massa esp.

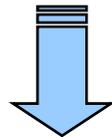
**MAIOR** Absorção



**MAIOR** Porosidade



**MAIOR** Grau de alteração



**MENOR** Massa específica