

## **1. INTRODUÇÃO**

A penetração do ar e da água no betão podem contribuir para a sua alteração e para a corrosão das armaduras existentes no seu interior. A medição da maior ou menor facilidade de penetração do ar e da água através duma determinada espessura de betão traduz melhor a sua compacidade e durabilidade do que a habitual determinação da sua resistência.

A permeabilidade do betão ao ar ou à água pode ser estimada por vários métodos: método do anel de ensaio (permeabilidade à água sob pressão), método de Autoclam (permeabilidade ao ar e à água e absorção de água), método da agulha (utiliza oxigénio como fluido), método de Parrott (permeabilidade ao ar), método de Figg (permeabilidade ao ar e à água). Na presente ficha descreve-se sumariamente este último método.

O ensaio de permeabilidade aparente ao ar consiste na medição do tempo necessário para o ar penetrar numa pequena cavidade, previamente feita no betão, reduzindo o vácuo de - 55 kPa para - 50 kPa. Este tempo é uma medida da permeabilidade aparente do betão ao ar.

No ensaio de permeabilidade aparente à água utiliza-se a mesma cavidade, que é completamente preenchida com água, medindo-se o tempo total, em segundos necessário para penetrar no betão um volume de 0,1 ml. Este tempo é uma medida da permeabilidade aparente do betão à água.

## **2. EQUIPAMENTO**

O equipamento (fig. 1) é constituído por uma unidade central com comandos, dispositivo de leitura e pontos de ligação dos vários tubos de circulação do ar e da água, por uma agulha hipodérmica, por tubos flexíveis para ar e para água, por uma bomba de pressão com válvula de vácuo, por uma seringa e por um filtro de ar e tampões de borracha.

## **3. METODOLOGIA**

Executa-se, com um berbequim, no local seleccionado para cada ensaio, um conjunto de furos com 40 mm de profundidade e 10 mm de diâmetro.

Sopram-se todos os furos, libertando-os de poeiras e detritos. Insere-se em cada furo o tampão de borracha, previsto para o efeito, de forma a que o rebordo fique encostado à superfície do betão (fig. 2).

No centro do tampão existe um orifício por onde é introduzida uma agulha hipodérmica. Verificação do instrumento.

**a) Ensaio de permeabilidade aparente ao ar.**

Neste ensaio, o tubo de saída de ar é ligado de um lado ao aparelho de leitura e do outro à agulha hipodérmica (figs. 1a e 3a).

A bomba é accionada lentamente, reduzindo-se a pressão para um valor inferior a – 55 kPa.

O aparelho permite ler rapidamente o tempo (em segundos) necessário para o vácuo passar de – 55 kPa para – 50 kPa.

**b) Ensaio de permeabilidade aparente à água.**

No interior da agulha hipodérmica é introduzido um tubo fino de plástico com comprimento suficiente para atingir o fundo do furo a ensaiar (Figs. 1b e 3b).

Feita a ligação ao aparelho de leitura no local próprio, a água, forçada pela seringa, entra no furo através do tubo fino de plástico.

O instrumento lê automaticamente o tempo que 0,01 ml de água demoram a ser absorvidos pelo betão.

#### **4. ANÁLISE**

A permeabilidade aparente é influenciada pela humidade presente no betão. Quanto mais húmido estiver o betão, mais longos serão os tempos medidos. O betão completamente saturado dará tempos muito longos.

O tempo de exclusão de ar (TEA) pode ser calculado pela fórmula:

$$\text{TEA} = 19,05 (t / V),$$

onde:

t = tempo medido (s)

V = volume do aparelho, incluindo o furo (ml), no caso presente V = 77,1 ml).

O Quadro I contém os valores correntes da permeabilidade aparente ao ar e à água, bem como os do índice TEA, para betões com diferentes capacidades de protecção das armaduras.

#### **5. CAMPO DE APLICAÇÃO**

Durabilidade.

Porosidade/permeabilidade.

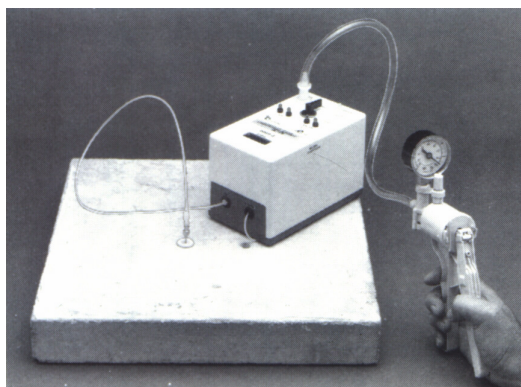
**ENSAIO EXPEDITO DE DETERMINAÇÃO DA  
PERMEABILIDADE APARENTE DO BETÃO AO AR E À  
ÁGUA**

1 F 002

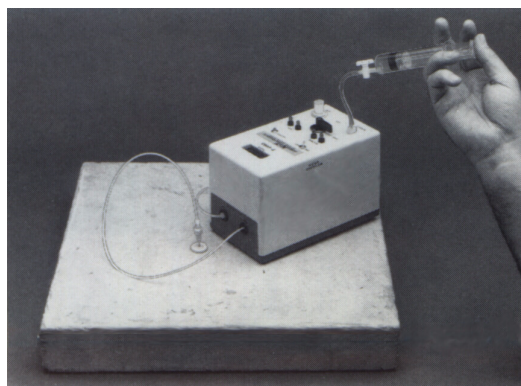
Pág.: 3 / 4

**Quadro I – Valores correntes da permeabilidade aparente ao ar e à água e índice TEA, para betões com diferentes capacidades de protecção das armaduras.**

| Categoria do betão | Capacidade de protecção | Permeabilidade ao ar |            | Permeab. à água<br>(S/ML X 10 <sup>3</sup> ) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|------------|--|
|                    |                         | Tempo (s)            | TEA (s/ml) |  |
| 0                  | MÁ                      | <30                  | <8         | <2   |
| 1                  | FRACA                   | 30-100               | 8-25       | 2-5  |
| 2                  | RAZOÁVEL                | 100-300              | 25-75      | 5-10   |
| 3                  | BOA                     | 300-1000             | 75-250     | 0-50   |
| 4                  | EXCELENTE               | >1000                | >250       | >50  |



a) Ao ar



b) À água

Fig. 1 - Determinação expedita *in situ* da permeabilidade ao ar e à água.

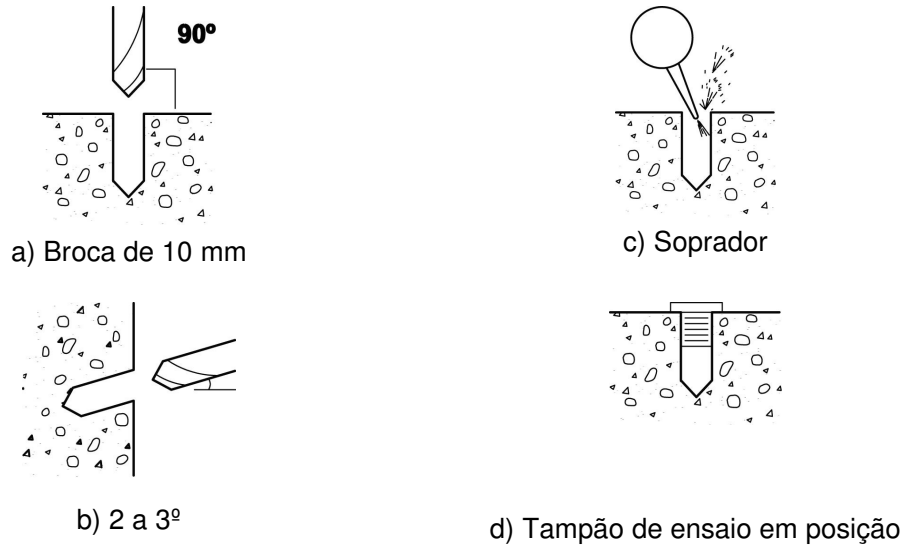


Fig. 2 - Execução e limpeza do furo de ensaio.

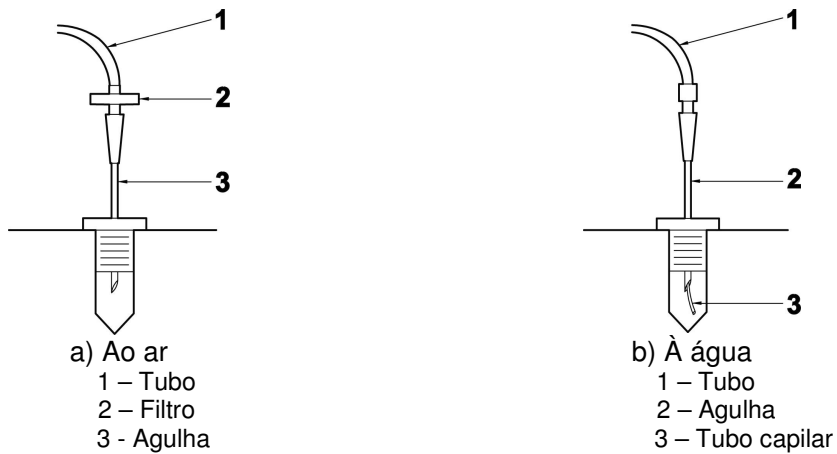


Fig. 3 - Determinação expedita *in situ* da permeabilidade ao ar e à água – pormenor.