

1. INTRODUÇÃO

Na técnica "impacto-eco", uma perturbação elástica transiente é introduzida no elemento em estudo, através dum impacto mecânico na sua superfície. Esta perturbação propaga-se através do elemento sob a forma de ondas de Rayleigh (ondas R), ondas de compressão (ondas P) e ondas de corte (ondas S).

As ondas P propagam-se no material através de frentes esféricas, sendo reflectidas pelos contornos do elemento em estudo ou por discontinuidades existentes no seu interior (diferenças de impedância acústica). Um transdutor localizado perto do ponto de impacto monitoriza os deslocamentos da superfície do elemento provocados pela chegada das ondas reflectidas. Estas ondas são, por seu turno, reflectidas pela superfície e propagam-se, novamente, para o interior do elemento, sendo, de novo, reflectidas pelos contornos ou discontinuidades. Estabelece-se, por consequência, no local em estudo, uma ressonância transiente resultante das múltiplas ondas reflectidas entre a superfície livre e as discontinuidades ou contornos.

A frequência da chegada das ondas P ao receptor é determinada transformando o registo no tempo das ondas de deslocamento em frequências (espectros de amplitude e fase), usando a transformação rápida de Fourier.

As frequências associadas com os picos no espectro de amplitude representam as frequências dominantes. Conhecendo a velocidade de propagação, C_p , da onda P (pode ser obtida por diferentes processos), pode-se determinar a profundidade, T , a que situa a interface reflectora:

$$T = \frac{C_p}{2 \times f_p},$$

onde f_p é a frequência dominante da onda P na interface. Esta equação pressupõe que o caminho percorrido pela onda P é duas vezes a profundidade ($2T$), sendo, portanto, válida para espectros obtidos a partir de ondas registadas perto do ponto de impacto.

2. REGISTO E ANÁLISE DOS DADOS

Quando a superfície do elemento estrutural em estudo recebe o impacto, é de imediato registada a passagem da onda R pelo transdutor. A onda P propaga-se, entretanto, no interior do elemento, e é sucessivamente reflectida.

Após cada impacto, os resultados do processamento efectuado são mostrados no monitor do computador. A fig. 1 mostra um exemplo do *display*, obtido em obra (fig. 2), que apresenta 2 gráficos: o primeiro gráfico representa o formato da onda, contendo a onda R e a onda P, que vai perdendo amplitude com as sucessivas reflexões. O segundo gráfico é o espectro de frequências, calculado pela transformação rápida de Fourier.

Para testar um elemento, é necessário fornecer ao programa a espessura de material ou a velocidade de propagação das ondas P. Normalmente, estes dados são obtidos realizando os ensaios onde a espessura é conhecida ou carotando localmente o elemento em estudo.

A aplicação mais simples da técnica "impacto-eco" é a determinação da espessura de betão ou outros materiais, podendo-se medir valores até 2 m. A sua principal aplicação é, porém, a detecção de defeitos importantes em elementos estruturais, com a determinação e levantamento de zonas delaminadas em tabuleiros de pontes, pavimentos, etc., a detecção e localização de descontinuidades, como, por exemplo, ninhos de pedra, enchimento deficiente de bainhas de cabos de preesforço, etc.

Utilizando dois transdutores o equipamento permite, também, a medição da profundidade de fissuras (fig. 3), desde que perpendiculares à superfície, sendo neste caso medido o atraso do sinal captado pelos dois transdutores (onda R), directamente relacionado com a profundidade da fissura (fig. 4). Finalmente, a técnica pode ser ainda utilizada para controlar a qualidade de trabalhos de reparação de elementos estruturais envolvendo a aplicação de materiais de reparação.

3. EQUIPAMENTO

O impacto na superfície é produzido por meio duma haste metálica com uma esfera na extremidade (impactor), podendo ser utilizadas outras esferas com diâmetros diferentes, consoante as características do elemento em estudo. O receptor é um transdutor de deslocamento contendo uma pequena ponta cónica piezoeléctrica. Estes dois dispositivos estão incluídos numa mesma unidade, que se vai colocando sobre sucessivos pontos da superfície do elemento a estudar.

A segunda unidade é um computador portátil, cujo *software* consiste num analisador para registar as ondas de deslocamento e calcular os espectros de amplitude, bem como outros parâmetros, conforme o estudo em vista.

4. CAMPO DE APLICAÇÃO

Detecção de descontinuidades importantes em estruturas de betão armado.

Controlo de qualidade de betões.

Medição indirecta da espessura de elementos laminares com apenas uma face acessível (lajes, muros de contenção de terras, etc.).

**AVALIAÇÃO DA
INTEGRIDADE DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS
PELO MÉTODO DO IMPACTO-ECO**

1 F 015

Pág.: 3 / 4

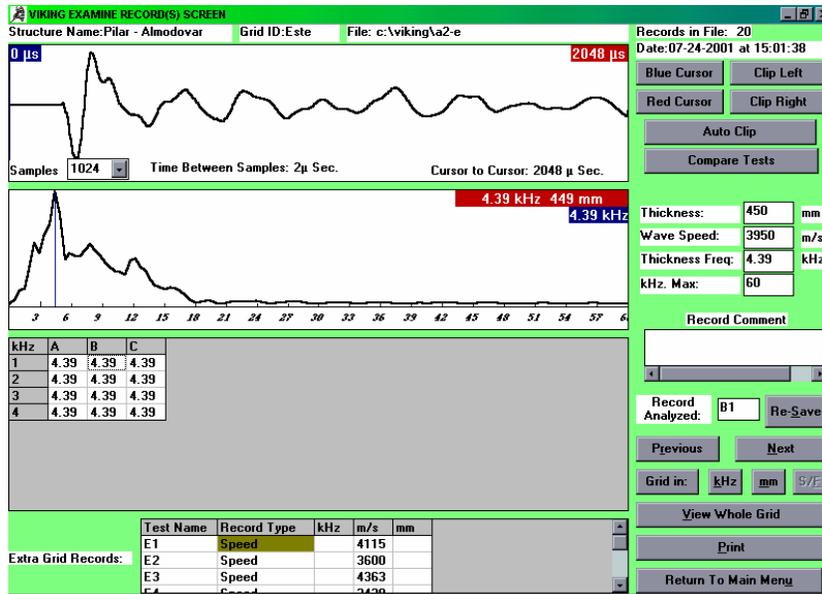


Fig. 1 – Display típico com o registo do sinal de deslocamento e respectivo espectro (frequência sólida) (Germann Instruments).

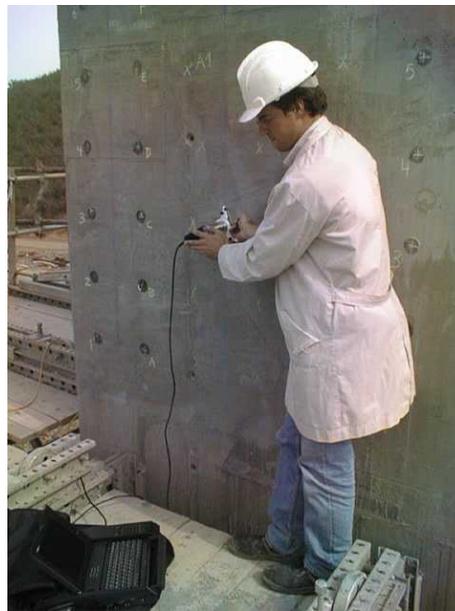


Fig. 2 – Detecção de descontinuidades num pilar em construção de uma obra de arte.



Fig. 3 – Medição da profundidade de fissuras numa laje.



Fig. 4 – *Display* típico para medição da profundidade de fissuras (Germann Instruments).