

ENSAIOS DE VIBRAÇÃO FORÇADA PARA A CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES DINÂMICAS DE BARRAGENS DE BETÃO

Jorge Gomes

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Barragens de Betão, Lisboa, Portugal

Email: jgomes@lnec.pt

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, têm sido desenvolvidos no LNEC técnicas para a realização de ensaios de vibração em barragens de betão inseridos em metodologias de determinação das propriedades dinâmicas destas obras. Inicialmente o objectivo destes ensaios era apenas contribuir para a avaliação da segurança das barragens de betão relativamente a acções sísmicas. Mais recentemente, estes ensaios são também encarados como ensaios de carga de realização fácil e económica. De facto, as frequências naturais de cada estrutura dependem das suas características, em particular, da sua deformabilidade, pelo que a realização deste tipo de ensaio, em épocas distintas da vida útil das obras, permite determinar a evolução no tempo da sua deformabilidade média e, eventualmente, detectar e quantificar a evolução de um processo de deterioração dos materiais.

O ensaio de vibração forçada consiste na aplicação a uma estrutura de uma força com uma variação no tempo sinusoidal perfeitamente conhecida, materializada através de um vibrador de massa excêntrica (fig. 1). Esta acção provoca nas estruturas, em regra, um movimento vibratório forçado com a mesma frequência de variação no tempo da força aplicada (embora desfasada) e com amplitudes que, para além da intensidade da força, dependem da sua frequência de aplicação e das frequências naturais da estrutura. Tirando partido do facto de se verificar um significativo aumento da amplitude da resposta da estrutura quando a frequência da acção se encontra na vizinhança das frequências naturais da estrutura, a medição da resposta da estrutura sob a acção de uma força com uma variação sinusoidal no tempo, aplicada com diversas frequências, permite identificar as frequências naturais da estrutura (aquelas para as quais se verificarão os picos de amplitude), bem como o respectivo amortecimento.

A resposta dinâmica da barragem para as várias frequências de excitação impostas é medida por intermédio de transdutores de velocidade e acelerómetros colocados em vários pontos da estrutura.

O acompanhamento deste tipo de ensaio, através de um modelo matemático de análise do comportamento estrutural da barragem, auxilia a preparação e interpretação do ensaio. Uma comparação efectuada em termos de funções de transferência da força aplicada pelo vibrador para deslocamento (fig. 2) e de modos de vibração permite calibrar o modelo matemático, em particular, identificar os diferentes parâmetros estruturais.

Recentemente foram realizados dois ensaios de vibração forçada, para níveis diferentes da albufeira, numa grande barragem portuguesa. Estes ensaios tinham o objectivo de avaliar as características de deformabilidade iniciais da obra, para duas situações extremas do nível de água. Os resultados experimentais são comparados com os obtidos a partir de um modelo matemático de elementos finitos representando a abóbada e as juntas de contracção existentes no protótipo (3DEC). Para o cenário em que o nível de água está mais baixo, a zona superior

das juntas encontra-se aberta, pelo que, no modelo matemático foi considerado um comportamento não linear resultante da não existência de resistência à tracção nessa zona das juntas.



Fig. 1 – Vista do vibrador de massa excêntrica

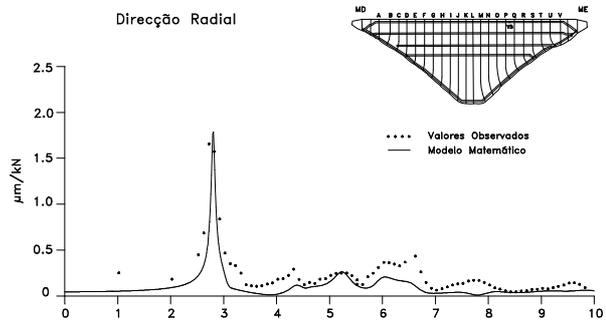


Fig. 2 – Função de transferência de força para deslocamento

REFERÊNCIAS

- Itasca (2006), 3DEC - 3-Dimensional Distinct Element Code, Version 4.0, User's Manual. Itasca Consulting Group, Minneapolis, USA.
- Lemos, J.V. (1999), Discrete element analysis of dam foundations, em Distinct Element Modelling in Geomechanics (eds. Sharma, Saxena & Woods), Balkema, p. 89-115.
- LNEC (1965), Vibrador mecânico. Projecto, construção e montagem.
- LNEC (1995), Sistema electrónico de variação de frequência para um vibrador de ensaios dinâmicos.
- LNEC (2008), Barragem de Santa Luzia. Ensaio de vibração forçada - 2001.
- LNEC (2009), Aproveitamento hidroeléctrico de Cahora Bassa ensaio de vibração forçada realizado na barragem em Julho de 2008.
- Portugal, A.C. (1990) - Caracterização do comportamento dinâmico de barragens de betão através de ensaios 'in situ'. Tese de Mestrado, IST, Lisboa.
- Priscu, R.; Popovici, A.; Stematiu, D.; Stere, C. (1985), Earthquake engineering for large dams. John Willey & Sons.
- Westergarrd, H.M. (1933), Water pressures on dams during earthquakes. Trans. ASCE, vol. 98, paper nº 1835.