

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SÍSMICO DA BARRAGEM DE CAHORA BASSA

Jorge Gomes^{1(*)}, José Vieira de Lemos¹, Eduardo Bretas¹, Ilídio Tembe²

¹Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Barragens de Betão, Lisboa, Portugal

²Hidroeléctrica de Cahora Bassa, Songo, Moçambique.

^(*)*Email:* jgomes@lnec.pt

RESUMO

O aproveitamento hidroeléctrico de Cahora-Bassa localiza-se no rio Zambeze, nas proximidades do Songo, província de Tete, em Moçambique, sendo essencialmente constituído pela barragem em betão, que cria uma albufeira com cerca de 66000 hm³, pela central subterrânea sul e por um complexo de galerias subterrâneas. A barragem é uma abóbada de dupla curvatura com uma altura máxima, medida a partir do nível inferior das fundações, de cerca de 166 m (fig. 1).

A barragem da Cahora-Bassa localiza-se na zona norte de Moçambique inserida numa zona sísmica de algum risco elevado devido à influência do “Rift” da África Oriental. Este sistema tem uma extensão de aproximadamente 4 500 km, desde o Mar Vermelho para sul, chegando ao Oceano Índico através de Moçambique (Fig. 2). Este importante acidente geológico é o responsável pela maioria dos eventos sísmicos ocorridos na África Oriental (Fig. 3). Devido a estes factores, foi efetuada a análise sísmica da barragem com o objetivo avaliar a sua segurança para a ocorrência dos sismos regulamentares, nomeadamente, sismo base de projeto (SBP) e sismo máximo de projeto (SMP).

A análise do comportamento da barragem sob a ação sísmica foi efetuada com base num modelo numérico (Fig. 4), calibrado pelos ensaios de vibração efetuados “in situ”. Foi realizado um conjunto de análises no domínio do tempo, de modo a permitir ter em conta o comportamento não linear da estrutura decorrente da abertura das juntas de contração durante o sismo. Este modelo incluiu a barragem e o maciço de fundação adjacente, com as condições de fronteira adequadas, e entra em conta com a interação hidrodinâmica entre a barragem e a albufeira.

A ação sísmica foi simulada por intermédio de acelerogramas, pelo que foi necessário gerar histórias de aceleração correspondentes aos valores de pico determinados para a zona da obra. A metodologia utilizada baseou-se na regulamentação existente. Com base no espectro de resposta do Eurocódigo 8, podem ser geradas séries temporais de aceleração. Estes acelerogramas, com uma duração de 14 s, foram depois escalados para as acelerações de pico pretendidas nos vários cenários sísmicos considerados.

Foram determinados os valores de pico das tensões de compressão e de tração registados durante a análise sísmica para as várias hipóteses de cálculo, tendo sido realizados cálculos em regime elástico linear e não linear para o SMP e SBP. Para além das histórias de tensões, foram avaliadas as deformações da abóbada, e para os cálculos não lineares, os deslocamentos entre blocos, que correspondem a aberturas e fecho das juntas de contração. Com base nos valores das diferentes grandezas determinados através das simulações numéricas efetuadas, foi possível estimar o nível de fissuração que poderia ocorrer devido às ações dinâmicas consideradas e avaliar a segurança estrutural da obra.

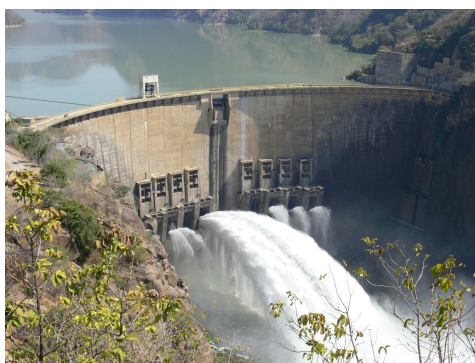


Fig. 1 – Barragem de Cahora-Bassa. Vista de jusante em Julho de 2008

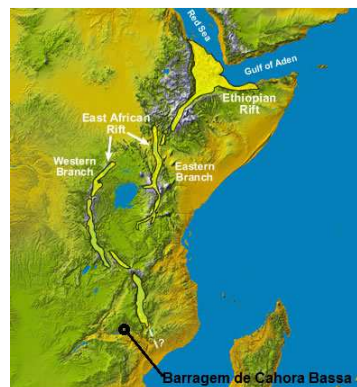


Fig. 2 – “Rift” da África Oriental [http://geology.com/articles/east-africa-rift.shtml]

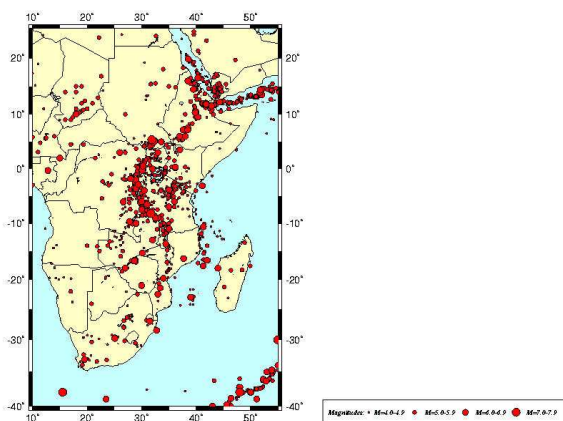


Fig. 3 – Mapa dos epicentros sísmicos ocorridos até 1996 [Midzi, et al 1999].

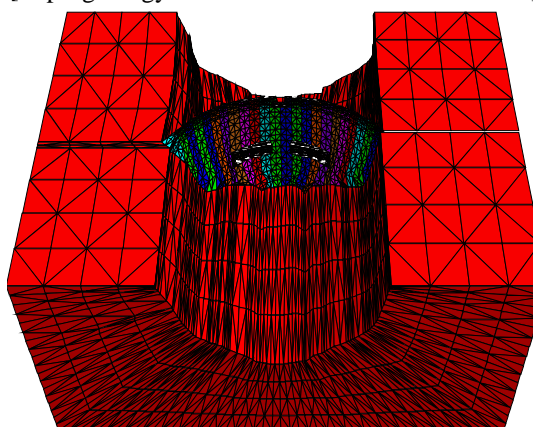


Fig. 4 – Vista de jusante do modelo matemático

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 (2009) - Aproveitamento hidroeléctrico de Cahora Bassa. Ensaio de vibração forçada realizado na barragem em Julho de 2008. Lisboa.
- Li-EDF-KP, Joint Venture (2001) – Seismic Hazard Assessment of Cahora Bassa extension and Mepanda Uncua hydroelectric projects on Zambezi river / Mozambique.
- Ramos, J.M.; Silva, H.S.; Sousa, L.R. (1994) – Empreendimento hidroeléctrico de Cahora Bassa. Reforço do sistema de observação. 1º Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas.
- Midzi, V.; Hlatywayo, D.J.; Chapola, L.S.; Kebede, F.; Atakan, K., Lombe, D.K.; Turyomurugyendo, G.; Tugume, F.A. (1999) – Seismic hazard assessment in East-ern and Southern Africa. Annali di Geofisica, vol.42 n° 6.
- NPB (1993) – Normas de projecto de barragens. Anexo à Portaria n°874/93, 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 n° 1835.