

1

Introdução

A construção de barragens, como outras obras de engenharia, auxiliaram na evolução da civilização humana através dos tempos. Em princípios do século XX, estas obras adquiriram grande importância técnica, econômica e social por atenderem às diferentes demandas das comunidades urbanas, cada vez mais populosas, relacionadas com a geração de energia elétrica, controle de vazão em cursos d'água, irrigação para agricultura, abastecimento de água potável, etc.

À medida que as dimensões das barragens foram aumentando, o projeto das mesmas passou gradualmente de conceitos simples, baseados em formulações empíricas e técnicas quase que intuitivas, para as análises modernas que consideram o comportamento da barragem em suas diversas fases de vida (construção, primeiro enchimento do reservatório, regime de plena operação), sob carregamentos estáticos e sísmicos, condições de contorno complexas e sofisticadas relações constitutivas para o maciço de fundação e para os materiais que formam a barragem propriamente dita, seja formada por terra, enrocamento, concreto ou de natureza mista como, por exemplo, barragens de enrocamento com face de concreto. A transição entre os projetos empíricos para os baseados em princípios racionais pode ser situada na década de 1940, com o surgimento da necessidade da construção de barragens de grande altura, com grande capacidade de armazenamento do reservatório d'água, bem como devido à evolução dos critérios e procedimentos técnicos advindos da nova ciência da mecânica dos solos, já então em pleno desenvolvimento. Os projetos destas grandes estruturas foram também gradualmente aperfeiçoados com a instalação de instrumentação geotécnica, originalmente destinada para monitorar os níveis de segurança da barragem, mas que também propiciaram, através de criteriosa comparação de valores previstos e medidos de tensões, deslocamentos, poropressões e vazões, analisar a influência dos diversos parâmetros de projeto e introduzir outros aspectos inicialmente desconsiderados como, por exemplo, os efeitos do método construtivo. As informações adquiridas dos processos completos de

instrumentação, ensaios de campo e/ou laboratório e retroanálise do comportamento da obra, foram especialmente úteis no caso das barragens de enrocamento visto o desempenho pouco satisfatório que apresentavam as estruturas mais antigas.

Outro aspecto fundamental a ser avaliado no projeto de barragens, principalmente em regiões que apresentam ocorrência de falhas geológicas, é a análise do comportamento da obra sob carregamento sísmico. É de interesse do projetista estimar os valores de tensões, deslocamentos, velocidades e acelerações máximas que podem ser geradas na estrutura sob a ação de terremotos, como no caso da barragem de terra zonada de Recreta, analisada neste trabalho, situada no Peru em região de alto risco sísmico.

O objetivo desta pesquisa é analisar através do método dos elementos finitos o comportamento estático (durante a construção, primeiro enchimento do reservatório construção, avanço da frente de saturação até atingir condições de fluxo permanente, estabilidade de taludes na condição de rebaixamento rápido) e dinâmico (carregamento sísmico) da barragem de terra zonada de Recreta com auxílio do programa computacional Plaxis 2D, versão 2010, bem como empregando software específico adicional para tratamento de registros sísmicos (Seismosignal) e propagação de ondas elásticas através de maciços de solo (Shake 2000, Strata).

O trabalho é formalmente dividido em cinco capítulos, os quais contêm os seguintes temas: o capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre procedimentos de análise de barragens de terra considerando aspectos de carregamento estático e dinâmico, o capítulo 3 descreve alguns modelos constitutivos para representação mecânica do comportamento de solos sob carregamentos estático e cíclico, o capítulo 4 discute aspectos da modelagem numérica pelo método dos elementos finitos, o capítulo 5 apresenta os resultados numéricos obtidos na análise do comportamento da barragem de terra de Recreta, enquanto que o capítulo 6 é reservado para apresentação das conclusões do trabalho e sugestões de futuros temas de pesquisa, relacionados com a simulação computacional do comportamento de barragens de terra.