

1 INTRODUÇÃO

O controle de segurança de uma barragem consiste no conjunto de medidas a serem tomadas nas várias fases de vida da obra e contemplando aspectos estruturais, geotécnicos, hidráulicos, operacionais e ambientais, com vista a um conhecimento adequado e contínuo do estado da barragem, à detecção oportuna de eventuais anomalias e a uma intervenção eficaz sempre que esta se revele necessária.

Através da instrumentação das grandezas físicas de interesse e do monitoramento das leituras é possível comparar o comportamento real de uma obra com o modelo teórico concebido em projeto, processo que se constitui num método eficaz e insubstituível para avaliação da segurança de uma estrutura e para o seu monitoramento ao longo do tempo. O processo de monitoramento se baseia na possibilidade de se estabelecer uma relação entre as grandezas que atuam na barragem, definidas como variáveis “causais” (independentes ou explicativas) e a resposta da estrutura a estas causas, definidas como variáveis “efeitos” (ou dependentes), com as primeiras podendo também corresponder a valores atrasados da variável dependente modelada.

As séries históricas das grandezas físicas instrumentadas em barragens são séries temporais cujo tratamento e interpretação geralmente envolve a aplicação de métodos estatísticos, como os modelos de Box & Jenkins (1970) e, mais recentemente, a técnica de redes neurais artificiais que vêm se tornando uma ferramenta de análise atraente para problemas envolvendo fenômenos não-lineares. A utilização de ambos os métodos é especialmente vantajosa em casos onde soluções através de modelos determinísticos, analíticos ou numéricos, sejam difíceis de serem obtidas por envolverem a necessidade de modelagens tridimensionais, muitas vezes com condições de contorno complexas, incertezas na estimativa dos parâmetros dos materiais e de suas variações no tempo e no espaço, etc.

O presente trabalho tem como objetivo principal propor uma metodologia para o monitoramento e previsão do comportamento de barragens ao longo do tempo com base na análise da instrumentação geotécnica disponível. No contexto desta dissertação, valores de vazão e de cargas de pressão medidos na barragem Corumbá-I, do sistema Furnas Centrais Elétrica S.A., no período entre 1997 a 2003, foram analisados através de análises auto-regressivas e por intermédio de redes neurais artificiais, admitindo-se, em princípio, a influência de vários fatores tais como o nível do reservatório, valores de cargas de pressão, medidas de vazão na fundação, etc.

A pesquisa aqui desenvolvida está sendo apresentada nesta dissertação sob forma de 6 capítulos e 5 apêndices.

No capítulo 2 discute-se a importância da instrumentação geotécnica na análise do comportamento de barragens em suas diversas etapas de vida, isto é, durante a construção, primeiro enchimento do reservatório e operação da instalação.

O capítulo 3 apresenta uma revisão das principais características geotécnicas da barragem Corumbá I, destacando-se as características particulares do maciço de fundação junto à ombreira esquerda da barragem.

O capítulo 4 define conceitos sobre séries temporais, faz uma revisão bibliográfica das abordagens estatísticas tradicionais de previsão, destacando-se os modelos de Box & Jenkins (1970), e discute aplicações da técnica de redes neurais artificiais para o tratamento de séries temporais.

O capítulo 5 mostra a análise e os resultados das modelagens executadas para a barragem Corumbá-I, empregando-se tanto modelos autoregressivos de Box & Jenkins (1970) quanto redes neurais. Os casos estudados correspondem à previsão do comportamento da vazão através da fundação de solo residual na região da ombreira esquerda, do desenvolvimento das cargas de pressão nesta região e no núcleo da barragem junto à seção central, bem como o comportamento das leituras piezométricas ao longo do tempo na situação hipotética em que determinado piezômetro é danificado em determinado instante.

O capítulo 6 apresenta as principais conclusões do trabalho e sugere tópicos para o desenvolvimento de pesquisas futuras na área de previsão de séries temporais através de métodos estatísticos e redes neurais.

No apêndice A são mostrados os valores de todas as séries históricas dos piezômetros, drenos e das cotas do nível d'água no reservatório utilizadas para as análises e resultados descritos no capítulo 5.

O apêndice B apresenta o processo de modelagem através da metodologia de Box & Jenkins (1970) para o caso da vazão no solo de fundação e do piezômetro identificado por PZ8.

Os apêndices C e D apresentam as topologias das redes neurais e discutem seus desempenhos nas modelagens de vazão e de carga de pressão.

O apêndice E, finalmente, é reservado para apresentar o desempenho das topologias de redes neurais consideradas na simulação de um piezômetro danificado no tempo.