

1 Introdução

A Usina Hidrelétrica de Curuá-Una está situada na porção noroeste do estado do Pará, no município de Santarém, distante em linha reta a aproximadamente 1000km de Belém. A U.H.E. de Curuá-Una está localizada no Rio Curuá-Una (a 70km da cidade de Santarém), afluente da margem direita do Rio Amazonas. O nome Curuá-Una é de origem tupi-guarani e significa “*rio de água escura*” (*curuá*: rio e *una*: escuro).

A U.H.E. de Curuá-Una possui barragem de terra do tipo zonada com núcleo central impermeável. O comprimento total da crista é de 600m, com altura máxima de 26m (cota 71,00m) e largura de 10m. O sistema de drenagem interno da barragem é constituído por um dreno vertical de areia de 1,0m de largura e um tapete drenante horizontal de 0,5m de espessura. Além disso, a barragem apresenta a montante um tapete impermeável de 240m de comprimento total e poços de alívio a jusante. O sistema de monitoramento (instrumentação) conta atualmente com 22 piezômetros, dos quais 11 foram instalados no ano de 2002.

A barragem de Curuá-Una é de particular importância para engenharia geotécnica brasileira pelo fato de ter sido construída sobre terreno aluvionar arenoso. Existem poucas barragens no mundo fundadas em substratos arenosos, podendo-se citar como exemplos: Brats-Ki (Rússia) e Aswan (Egito).

Atualmente, Curuá-Una possui 3 turbinas, cada uma produzindo 9,5 MW. A primeira entrou em operação em 1977 e a última foi instalada no ano de 1985.

1.1. Conhecimento do Problema

A região norte do Brasil, e em especial o estado do Pará, possui um potencial hidrelétrico considerável, porém encontra dificuldades na transmissão da energia. Nesta região, uma alternativa a ser considerada é o aumento do potencial hidrelétrico de usinas atualmente em operação. Com este objetivo, a REDE Celpa (Centrais Elétricas do Pará) iniciou estudos, em parceria com a PUC-Rio, visando avaliar a viabilidade geotécnica de um possível alteamento no nível do reservatório da U.H.E. de Curuá-Una.

Neste caso, um aumento do nível do reservatório poderia permitir a instalação de uma quarta unidade geradora com maior potência. Com o aumento da produção de energia, a U.H.E. de Curuá-Una poderia ser isoladamente responsável pelo abastecimento de Santarém, sem necessidade da energia produzida pela Eletronorte.

Atualmente, a Barragem de Curuá-Una opera com o reservatório na cota máxima de 68,0m e borda livre de 3,0m. A possível elevação do nível do reservatório reduziria em 50% a borda livre atual. Desta forma, o nível máximo do reservatório seria de 69,5m e a borda livre diminuiria para 1,50m.

1.2. Objetivo

Esta dissertação é parte integrante do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento da U.H.E. de Curuá-Una, que avalia a viabilidade geotécnica do alteamento do reservatório. A Universidade Federal do Pará (UFPA) também colaborou com o projeto, sendo responsável pelo apoio dos serviços e análise dos dados da instrumentação automatizada, recentemente instalada na usina.

Além dos estudos geotécnicos, fazem-se necessárias verificações detalhadas sobre os diversos aspectos mecânicos, elétricos, ambientais e financeiros que estariam associados às possíveis modificações a serem implementadas para a nova condição de operação da usina de Curuá-Una.

Os principais objetivos do projeto de pesquisa elaborado na PUC-Rio são avaliar as condições de fluxo através da fundação e do corpo da barragem e estudar a estabilidade e a deformabilidade do maciço de terra. Estes estudos de fluxo assumem importância especial no caso da barragem de Curuá-Una, a qual foi fundada sobre terreno aluvionar arenoso.

Esta dissertação teve como objetivo analisar as condições atuais de regime de fluxo pelo corpo da barragem e pela fundação, e simular as condições futuras, após uma possível elevação do reservatório. Os estudos realizados permitem estimar cotas piezométricas, subpressões na fundação e variações das condições de segurança do fluxo na barragem, para diversas cotas do nível d'água no reservatório. Uma outra dissertação, desenvolvida paralelamente a esta, teve como objetivo principal avaliar as condições de estabilidade e deformabilidade da barragem (Ligocki, 2003).

1.3. Metodologia

Este trabalho está dividido em 07 (sete) capítulos. A metodologia empregada para o desenvolvimento da dissertação está apresentada a seguir.

O capítulo 02 – Revisão Bibliográfica – aborda inicialmente algumas características que governam o fluxo, tais como as equações de fluxo e aspectos relacionados com a determinação do coeficiente de permeabilidade. Destaca-se também a necessidade do controle do fluxo, além de se apresentar alguns incidentes relacionados a sistemas de drenagem e métodos de controle de percolação empregados em algumas barragens. Especial atenção foi dada a casos de barragens assentes em fundação permeável. Adicionalmente, apresentam-se alguns critérios de avaliação de segurança de barragens.

O capítulo 03 – O Caso de Curuá-Una – trata fundamentalmente de aspectos relacionados a U.H.E. de Curuá-Una, tais como: histórico, projeto executivo e sistema de instrumentação. Apresentam-se também as diversas reavaliações e intervenções realizadas, incluindo o presente projeto de pesquisa.

O capítulo 04 – Programa de Investigação Geotécnica – está subdividido em duas partes: ensaios de laboratório e instrumentação de campo. A primeira parte traz os resultados obtidos durante ensaios de laboratório realizados com amostras da barragem. A segunda parte analisa os dados da instrumentação disponíveis para os diversos piezômetros instalados na barragem.

O capítulo 05 – Análise do Fluxo – inicialmente apresenta e justifica a utilização do programa Flow3D. Mostra a retroanálise das condições atuais de fluxo e define parâmetros de permeabilidade para os materiais. Apresenta a simulação do regime de fluxo da barragem para diversos níveis do reservatório, incluindo linhas piezométricas, subpressões na fundação e variações das condições de fluxo pela barragem.

O capítulo 06 – Conclusões – resume os resultados relativos às simulações de fluxo e avalia a segurança da barragem quanto a mudanças no padrão de fluxo decorrente de um possível alteamento do reservatório. São ainda apresentadas sugestões quanto a aspectos operacionais do alteamento.

O capítulo 07 – Referências Bibliográficas – lista as diversas publicações referenciadas no texto, ressaltando-se a intensa utilização dos anais dos congressos de grandes barragens nacionais (CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens) e internacionais (ICOLD – “International Committee on Large Dams”), além de diversas teses, dissertações e artigos disponíveis.