

6 Conclusões e Sugestões

A análise das condições de fluxo permitiu avaliar a viabilidade geotécnica de um possível alteamento da barragem de Curuá-Una. A metodologia adotada possibilitou dividir a pesquisa em quatro fases distintas: (a) levantamento bibliográfico sobre Curuá-Una e barragens similares, que permitiu definir sua geometria e conhecer alguns parâmetros geotécnicos; (b) investigação geotécnica complementar, que possibilitou a definição de novos parâmetros de análise; (c) análise da piezometria, que permitiu verificar a confiabilidade do monitoramento de campo; e (d) análises numéricas, que restituíram a condição atual e puderam prever as condições de fluxo após a elevação do nível do reservatório.

Durante a fase de investigação geotécnica complementar, os parâmetros foram obtidos por meio de ensaios de laboratório em amostras extraídas das abas de montante e jusante. Os ensaios indicaram que não há diferença significativa de comportamento, sendo ambos materiais classificados como areia silto-argilosa.

Nos ensaios de permeabilidade foi possível propor uma faixa de valores para os solos ensaiados e concluiu-se que a redução da permeabilidade em função do aumento de tensão efetiva é relativamente pequena. Adicionalmente, ensaios de difratometria indicaram que a caulinita é o argilomineral predominante, não ocorrendo argilominerais expansivos.

O tratamento dos dados da instrumentação revelou que alguns piezômetros apresentavam incertezas quanto à cota de instalação ou quanto às leituras. Para alguns casos, a análise dos dados sugeriu que o local de instalação do piezômetro não coincide integralmente com as especificações apresentadas no projeto. Foi possível definir uma seção típica a partir de instrumentos que apresentavam incertezas pouco significativas. Os dados piezométricos permitiram a adoção de linhas piezométricas para a seção típica.

As análises numéricas realizadas, por meio de retroanálise no programa FLOW3D, restituíram as condições atuais de fluxo. Desta forma, foi possível adotar um modelo de comportamento de fluxo para previsão de condições futuras. A simulação das condições atuais indicou que o sistema de drenagem

interno da barragem (dreno vertical) parece não estar funcionando de forma adequada. Assim sendo, dreno vertical foi desconsiderado nas análises.

Os dados da piezometria atual foram comparados com valores limites, estabelecidos em estudos de estabilidade, que definiam o grau de segurança da barragem. Nos estudos de estabilidade adotou-se como nível normal de operação as condições de campo associadas a $FS \geq 1,5$, nível de atenção às condições com $1,5 > FS \geq 1,2$ e nível de emergência para $FS < 1,2$.

Quanto à condição atual de operação, concluiu-se que todos os piezômetros estão operando no nível considerado normal. Entretanto, foi observado que, na região de jusante, as cotas piezométricas previstas estavam muito próximas ou mesmo dentro da faixa de atenção. Nesta região os resultados da simulação tenderam a ser mais elevados do que as leituras reais de campo. Esta diferença foi atribuída à metodologia de cálculo da carga piezométrica no interior do elemento.

A simulação do alteamento do reservatório indicou que as variações de carga de pressão entre as cotas máxima e mínima do reservatório são relativamente pequenas. Estas variações crescem com a proximidade do talude de montante. No talude de jusante as diferenças são desprezíveis. Estes resultados sugerem que todos os piezômetros devem permanecer dentro da faixa de normal de operação, mesmo durante o alteamento.

A análise da variação das subpressões na base da barragem mostrou que a variação não foi superior a 5%, mesmo para o reservatório no nível máximo de 69,50m. Os resultados indicam, portanto, que a variação das subpressões é pouco significativa.

As análises numéricas confirmaram a viabilidade de um possível alteamento, desde que a variação das cotas piezométricas, medidas em campo durante o alteamento, correspondam aos valores simulados pelo programa.

Sugere-se o constante monitoramento dos níveis piezométricos da barragem, tendo como base os níveis de alerta sugeridos neste trabalho. Devido ao reduzido número de piezômetros, recomenda-se a recuperação dos piezômetros existentes e/ou a instalação de novos instrumentos no corpo da barragem e principalmente na fundação da barragem. Os piezômetros da fundação são fundamentais para o monitoramento das subpressões.

Recomenda-se também a realização de estudos que possam confirmar ou não o funcionamento do dreno vertical. Uma alternativa poderia ser a instalação de piezômetros imediatamente a montante e a jusante do dreno, com o objetivo de avaliar a eficiência do sistema.

O processo de alteamento do reservatório deve ser realizado observando-se a possibilidade de ocorrência de surgências no talude de jusante. Além disso, durante o alteamento recomenda-se constante monitoramento e comparação dos dados piezométricos com os níveis de segurança da barragem.