

Metodologia para Avaliação de Instrumentação de Barragens em Concreto de Pequeno Porte

E. A. G. Orlowski, Lactec, L. A. Lacerda, Lactec e V. Yamauchi, Lactec

RESUMO

O artigo apresenta uma metodologia de avaliação de instrumentação para barragens em concreto de pequeno porte. Baseada em uma reavaliação do sistema de monitoramento estrutural realizada na barragem de Areal, a metodologia consiste de atividades de avaliação, escolha e instalação da instrumentação.

PALAVRAS-CHAVE

Avaliação, barragem, instrumentação, monitoramento e segurança.

I. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma metodologia para avaliação de instrumentação de barragens em concreto de pequeno porte. As atividades relativas à avaliação, escolha e instalação de instrumentação em uma barragem são sucintamente descritas e organizadas sequencialmente, definindo as diretrizes da metodologia.

A metodologia foi desenvolvida baseando-se em uma reavaliação do sistema de monitoramento realizada na barragem de Areal.

II. A METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A metodologia de avaliação de instrumentação é constituída de nove etapas (atividades) sequenciais e interrelacionadas que, ao serem aplicadas, gerarão documentos (saídas) essenciais ao funcionamento de sua mecânica.

As atividades retratam o processo de avaliação, escolha e instalação da instrumentação. A avaliação está presente tanto durante a escolha, quanto na pós-instalação da instrumentação. A escolha será realizada após uma análise do estado da barragem. Os instrumentos instalados devem ser avaliados em função de sua eficiência no monitoramento da segurança estrutural da barragem.

As saídas referem-se aos documentos gerados ou modificados durante a execução da metodologia. São os resultados da metodologia, constituem a memória do trabalho, podendo ser utilizadas em futuras reavaliações da instrumentação.

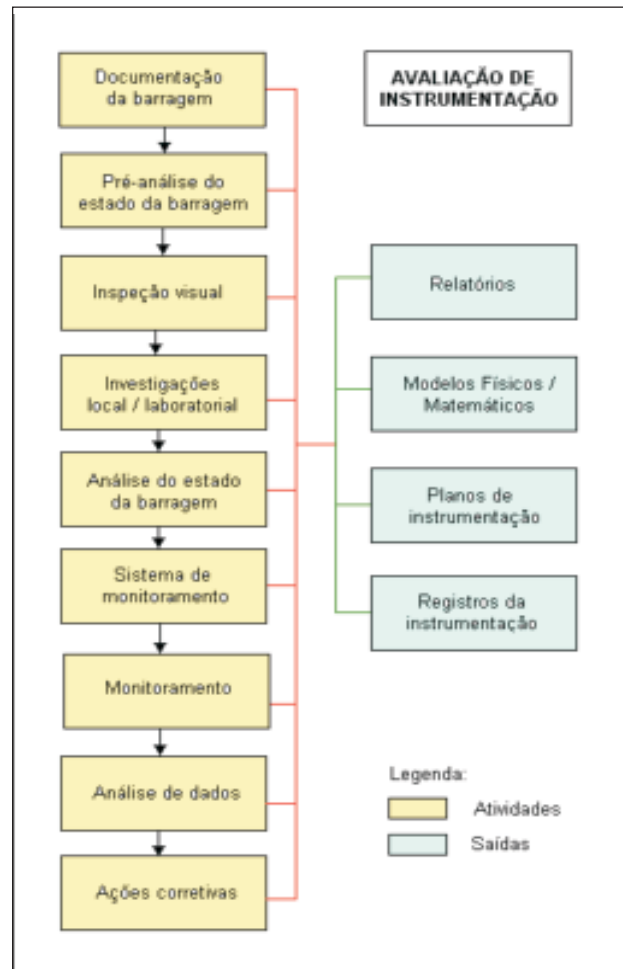


FIGURA 1 - Metodologia de avaliação da instrumentação.

III. AS ATIVIDADES

Documentação da barragem

Esta etapa tem como objetivo a reunião e a listagem de todos os documentos existentes da barragem.

Uma documentação organizada facilita consideravelmente o acesso aos dados sobre a barragem. Todos os documentos sobre a barragem devem ser organizados, planas, relatórios, fotos, etc.

Um ponto importante a se verificar nesta fase seria a existência de instrumentação na barragem. Se afirmativo, deve-se listar, reconstruir o layout, indicar as localizações exatas e a precisão e frequência de leituras de cada instrumento instalado.

Outro ponto importante seria a existência de modelos matemáticos para análise de comportamento. Se afirmativo, deve-se separar o documento e verificar se está em consentimento com as normas e práticas atuais, caso contrário, é imprescindível sua criação.

Esta etapa prepara a documentação para próxima, na qual será realizada uma “Pré-análise do estado da barragem”.

Pré-análise do estado da barragem

Esta etapa tem como objetivo analisar o estado da barragem através do reexame da documentação existente.

Pode-se identificar através da documentação existente os pontos na barragem onde há níveis críticos de segurança estrutural ou operacional. A estrutural é a mais importante, pois dela depende a estabilidade da barragem, o monitoramento neste caso é indispensável. A operacional relaciona-se ao funcionamento dos equipamentos mecânicos da barragem (por exemplo, comportas dos vertedouros).

Nesta etapa planeja-se a visita técnica a ser realizada na “Inspeção visual” definindo os principais pontos a serem observados (pontos de provável ocorrência de deteriorações, anomalias, instrumentos existentes, etc).

Nesta fase é melhor [1]:

- Reexaminar todos os documentos de projeto e assegurar que a construção tenha seguido exatamente os planos de projeto;
- Recuperar e reler todos os documentos de projeto relacionado à construção e aprovação da barragem;
- Reavaliar a segurança da “nova” estrutura tendo em mente sua atual geometria, características do material e alguma descontinuidade, se relevante.

Inspeção visual

Esta etapa tem como objetivo a verificação in loco de mudanças na integridade da barragem.

Em muitos casos, mudanças na integridade da barragem podem ser detectadas somente através de inspeções visuais. Desempenham uma importante variável de decisão, quer para reexame ou atualização do sistema de monitoramento. Uma inspeção detalhada para a coleta de toda a informação possível sobre a barragem deve ser conduzida antes do replanejamento da instrumentação, principalmente naquelas não submetidas à inspeções sistemáticas e repetitivas. [1]

Caso exista necessidade “Investigações locais/laboratoriais” são requisitadas.

Investigações local/laboratorial

Esta etapa tem como objetivo a verificação de algum aspecto da barragem.

Segundo o ICOLD, estas investigações devem ser conduzidas somente se não houver um conhecimento inicial sobre a barragem ou sinais suspeitos de deterioração, identificando a situação atual da barragem e suas fundações, ou mesmo para justificar a necessidade de um siste-

ma de monitoramento. Além disso as investigações devem ser programadas para [1]:

- Caracterizar a barragem comparando as práticas e normas construtivas atuais com aquelas que foram colocadas em prática quando construídas;
- Detectar e quantificar o estado de deterioração dos materiais tanto para o corpo da barragem como para suas fundações;
- Levantar dados que não podem ser obtidos através de instrumentação (por razões técnicas ou econômicas).

Análise do estado da barragem

Esta etapa tem como objetivo a análise do estado atual da barragem através da documentação existente, inspeção visual e investigações local ou laboratorial realizadas.

Englobando os resultados de todas as atividades anteriormente citadas, inclusive o modelo matemático, esta fase possibilita obter uma visão mais atualizada do estado da barragem.

Com isto, identificam-se os pontos que apresentam os maiores problemas quanto a segurança estrutural e operacional, para então serem utilizados no planejamento de um sistema de monitoramento ou no planejamento de restauração estrutural ou hidráulica.

Na reavaliação de uma barragem, devem ser considerados o desenvolvimento do conhecimento técnico e científico e o conhecimento do comportamento passado da barragem. A implementação de um sistema automatizado mais eficiente que avalie a performance de uma barragem em tempo real pode ser um fator decisivo na continuidade operacional da barragem mesmo que ela não seja consistente com as normas e práticas atuais, mas consistentes com o seu comportamento pregresso, particularmente para aquelas barragens que já experienciaram condições severas de carregamento (enchentes, terremotos). [1]

Nesta etapa se verifica a necessidade de atualização ou implantação do “sistema de monitoramento”.

Sistema de monitoramento

Esta etapa tem como objetivo o desenvolvimento do plano e projeto da instrumentação e sua instalação na barragem.

Caso necessária a implantação ou atualização do sistema de monitoramento, devem ser realizados o plano e o projeto da instrumentação.

Os instrumentos devem ser instalados de acordo com as especificações e indicações de projeto. Todas as modificações de projeto ocorridas durante a instalação devem ser sistematicamente registradas. Estes registros poderão influir diretamente na “análise dos dados” da instrumentação.

Monitoramento

Esta etapa tem como objetivo a aquisição dos dados da instrumentação instalada na barragem.

O monitoramento é o período em que inicialmente são ajustados os instrumentos, verificadas as discrepâncias de calibração dos mesmos, analisados os instrumentos inoperantes, ajustado o sistema de automação. Esta é uma das fases mais importantes no processo, quando então são coletados os dados, razão pela qual a supervisão e manutenção do sistema de monitoramento em si devem ser realizadas com toda atenção e zelo.

Análise dos dados

Esta etapa tem como objetivo a organização, verificação da consistência e a validação dos dados obtidos. Após a comparação das leituras com os valores de controle, podem ser analisados os cenários obtidos: normal, de atenção, de alerta. As verificações em campo são necessárias quando há dúvida sobre valores que ultrapassam os limites sem, aparentemente, haver anomalias na estrutura. Até mesmo os valores de controle estabelecidos podem ser questionados, sendo necessário uma revisão do plano e projeto de instrumentação.

Ações corretivas

Esta etapa tem como objetivo a recomendação de ações corretivas estruturais, hidráulicas ou no sistema de monitoramento.

Apenas a análise dos dados não é suficiente para estabelecer um plano de ações. Novas inspeções podem ser necessárias. A recomendação de ações corretivas decorrerá de uma análise conjunta das informações obtidas pela instrumentação, dos dados levantados pela inspeções e de ensaios e medições adicionais. Em situações especiais, instrumentos adicionais devem ser instalados para mensurar parâmetros ligados a anomalias que eventualmente surgirem nas estruturas, como, por exemplo, fissuras no concreto, transversais ao eixo da barragem, com vazão de percolação relativamente alta. Todo um conjunto de procedimentos deve ser acionado, neste caso, para primeiro mensurar e mapear o problema para em seguida ser adotada uma solução para reduzir ou eliminar o vazamento.

As saídas

Relatórios

Todas as atividades desenvolvidas durante a metodologia de avaliação de instrumentação gerarão documentos, abaixo direcionados:

1. Documentação da barragem: levantamento e organização de todos os documentos existentes da barragem.
2. Pré-análise do estado da barragem: relatório sobre os pontos a serem observados durante a etapa da “inspeção visual”.
3. Inspeção visual: relatório de vistoria sobre a integridade da barragem.
4. Investigações local/laboratorial: relatório de seus resultados.

5. Análise do estado da barragem: relatório sobre o estado atual da barragem em função de sua segurança estrutural e operacional. Neste, é verificada a necessidade de implementação ou atualização do “sistema de monitoramento”.

6. Sistema monitoramento: desenvolve-se o plano, o projeto de instrumentação e o relatório de instalação.

7. Monitoramento: aquisição de leituras da instrumentação;

8. Análise dos dados: relatório sobre o estado segurança estrutural/operacional da barragem.

9. Ações corretivas: documento baseado na “análise dos dados” que recomenda ações corretivas estruturais, hidráulicas ou no sistema de monitoramento.

Modelos físicos/matemáticos

Atualmente, modelos numéricos podem ser utilizados para examinar o estado atual de estruturas. Modelos físicos também podem ser utilizados, entretanto, são muito mais caros e demorados. O modelo deve ser considerado como parte integrante do sistema de monitoramento: tão logo o sistema de monitoramento passe a operar, o modelo teórico de referência “mensura” o comportamento ideal da estrutura. [1]

O modelo matemático constitui a base da avaliação do comportamento estrutural de uma barragem. Esta avaliação vai adquirindo uma maior aproximação da realidade a medida que se avança na metodologia. Com a atualização dos dados de inspeção visual, investigações e de monitoramento o modelo vai se tornando mais calibrado, proporcionando assim, uma análise menos arriscada de sua segurança.

Planos de instrumentação

O plano de instrumentação contém as diretrizes básicas do monitoramento. Estão incluídos as justificativas para a instrumentação adotada, a seleção dos tipos de instrumentos necessários, as especificações dos equipamentos, os valores de controle e o projeto da instrumentação.

Registros da instrumentação

Os registros da instrumentação podem ser usados tanto para a localização e monitoramento de fenômenos anômalos em progresso quanto para deduzir quais instrumentos não estão funcionando adequadamente, ou que não mais necessitam monitoramento [1].

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reavaliação de instrumentação torna-se cada vez mais necessária, na medida em que as barragens envelhecem. Por esta razão merecem um tratamento especial nas questões relativas às condições de segurança da estrutura e suas influências na segurança das populações de jusante.

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições de S. C. Kuperman, R. Mendes Jr. e M. B. Mendes recebidas durante a elaboração deste documento.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ICOLD, "Improvement of existing dam monitoring - recommendations and case histories," *International Commission on Large Dams*.
- E. A. G. Orlowski, L.A. Lacerda, R. Mendes Jr, V. Yamauchi, D. Montemezzo, "Estudos e Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação de Instrumentação para Barragens de Pequeno Porte em Concreto - Levantamento Bibliográfico", Lactec, Curitiba, PR, Relatório Técnico. RT LAME.4.002.2002-R0, fev. 2002.
- E. A. G. Orlowski, L.A. Lacerda, R. Mendes Jr, V. Yamauchi, "Estudos e Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação de Instrumentação para Barragens de Pequeno Porte em Concreto - Metodologia de Avaliação", Lactec, Curitiba, PR, Relatório Técnico. RT LAME.4.004.2002-R0, Maio 2002.
- CBDB, "Guia Básico de Segurança de Barragens," Auscultação Comissão Regional de Segurança de Barragens - Núcleo Regional São Paulo, 1999.
- Eletrobrás, "Avaliação da segurança de barragens existentes," Ministério das Minas e Energia, Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, Rio de Janeiro, 1987.