

# Planos de emergência de barragens na CEMIG GT

Diego Fonseca Balbi; Eliana Campos Figueiredo Vieira / CEMIG Geração e Transmissão S.A.

BRASIL

balbi@cemig.com.br  
elianavi@cemig.com.br

## III Seminario Internacional: Hidrología Operativa y Seguridad de Presas 21 al 24 de abril de 2010 Concordia, Entre Ríos - Argentina

### ÍNDICE

INTRODUÇÃO

ELABORAÇÃO DO PEB

CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

## Introdução

A segurança de barragens sempre se colocou como fundamental no projeto, construção, operação e manutenção destas grandes obras de engenharia, tendo em vista as conseqüências sócio-econômicas e ambientais que podem advir de uma ruptura, ou de outros tipos de acidentes envolvendo tais estruturas.

Sua importância é ainda mais acentuada nos tempos atuais, quando o setor privado passa a ser proprietário e gerenciador de parte do setor de infraestrutura energética do país, e desponta mais forte a questão do retorno econômico-financeiro, com as suas implicações nos aspectos de engenharia.

As atividades de segurança de barragens passam a ser questionadas no sentido de uma maior eficiência e de uma melhor relação custo/benefício. Os sistemas de monitoramento de barragens passam a ser reavaliados e há um esforço geral

no sentido de torná-los mais dinâmicos e com respostas mais rápidas. As bases de dados existentes passam a ser disponibilizadas utilizando as facilidades tecnológicas atuais, possibilitando agilidade na análise de comportamento das estruturas e avaliação da segurança, sua finalidade última e principal.

A Cemig Geração e Transmissão S.A. é responsável pela operação e manutenção de mais de 50 barragens no Brasil com fins de geração de energia e possui uma equipe especializada em segurança de barragens de manutenção civil.

Acidentes com barragens podem ser catastróficos e atingir centenas de quilômetros ao longo do vale a jusante. Para evitá-los, deve-se procurar promover a segurança das barragens atuando em dois níveis: a Gestão em exploração normal e a Gestão em situação de emergência. A primeira refere-se às atividades de manutenção, inspeção e observação de rotina da barragem e a segunda refere-se à definição e à mobilização de meios materiais e de recursos técnicos e humanos especiais necessários à gestão da crise e à minimização de danos na eventualidade da concretização de um acidente.

Dado o avanço tecnológico da segurança e manutenção de barragens, principalmente para fins de geração de energia, a ruptura tornou-se um evento muito pouco provável, ainda assim, as equipes de operação, manutenção e autoridades de proteção civil devem estar preparadas para um desastre.

A implantação de reservatórios cumpre seu papel de propiciar uma considerável regularização da vazão, o que faz com que as cheias de menor porte sejam absorvidas, reduzindo, num primeiro momento, o impacto a jusante. Dessa forma, áreas que eram freqüentemente inundadas passam a ser mais protegidas e mais habitadas. O aumento do número de pessoas vivendo ao longo desses vales e planícies a jusante gera, muitas vezes, uma ocupação urbana densa e contribui para elevar a vulnerabilidade dessas zonas. Trata-se de um processo dinâmico, que pode ocorrer de forma desordenada, por meio da invasão de áreas legalmente protegidas ou, em outros casos, seguindo as diretrizes equivocadas da administração pública.

Paradoxalmente há um aumento do risco às pessoas devido à propagação de grandes vazões associadas a eventos chuvosos de período de retorno elevado, ao deplecionamento rápido do reservatório ou um acidente na barragem.

As barragens apresentam uma grande capacidade potencial de causar danos sérios ao vale a jusante, devido ao grande volume de água ou rejeitos concentrados em seus reservatórios. Só no século XX foram registrados cerca de 200 acidentes graves com barragens no mundo, que causaram a morte de mais de 8.000 pessoas e deixaram outras milhares desabrigadas. Incidentes e rupturas de conseqüências trágicas, ocorridos na Europa e nos Estados Unidos entre as décadas de 50 e 70 (Malpasset, França, 1959; Vajont, Itália, 1963; Baldwin Hills e Teton, Estados Unidos, 1951 e 1976), tiveram grande importância para o desenvolvimento das políticas de segurança de barragens e de vales e dos estudos de ruptura e propagação em seus respectivos países, possibilitando um controle mais rigoroso do comportamento das barragens.

Apesar dos diversos custos potenciais resultantes de danos materiais ou da perda de benefícios diretos, a perda de vidas humanas é, na escala dos danos, a mais significativa. As conseqüências da ruptura de uma barragem são geralmente de uma gravidade tal que só a possibilidade de falha implica uma altíssima responsabilidade, tanto para os técnicos encarregados do seu projeto, operação e controle, que devem se esforçar ao máximo para minimizar esse risco, quanto para as autoridades públicas, que devem assegurar os recursos humanos e econômicos imprescindíveis para sua gestão.

Segundo Martins (2000), a possibilidade de proteger vidas humanas em caso de uma ruptura de

barragem depende de três fatores: o tipo da barragem (terra ou concreto), a distância entre ela e as áreas habitadas e a existência de sistemas de alerta. Uma sociedade que deseja um sistema de alerta civil eficiente tem no PAE uma ferramenta essencial, na qual são identificados e compilados em documento único os procedimentos e ações que devem ser tomados para mitigar riscos e responder com eficácia às emergências resultantes de desastres.

O Brasil ainda não conta com uma legislação específica relativa à segurança de barragens e de vales a jusante. O que existe atualmente, em tramitação no Congresso Nacional, é o Projeto de Lei 1.181/2003, o qual estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens SNISB - (BRASIL, 2003). Existem alguns artigos da Constituição Federal de 1988 que tratam da segurança e dos direitos da população e deveres do Estado (BRASIL, 2006) e a Lei de Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 1998). Há ainda normas estaduais, como as Deliberações Normativas do COPAM nº62/2002 e nº 87/2005, que tratam de critérios de classificação de barragens no estado de Minas Gerais.

A Política Nacional de Segurança de Barragens tem, entre seus objetivos, o de garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens de maneira a reduzir as possibilidades de acidentes e suas conseqüências, visando à proteção da população e do meio-ambiente. A PNSB prevê a criação do Plano de Segurança da Barragem, que requer, entre outras informações, o Plano de Ação Emergencial para as barragens classificadas como "danos potenciais altos".

Um dos fundamentos da PNSB, alinhado ao que é aplicado mundialmente, é de que o proprietário da barragem é o responsável pela sua segurança, devendo desenvolver ações para garantir isso. Essas ações devem se sustentar em tres pilares básicos:

- O projeto e a construção corretos;
- A manutenção e o controle do comportamento durante a fase de operação (segurança técnico-operacional, monitoramento e vigilância) – *Mitigação do Risco*;
- A preparação para atuar eficientemente e a tempo se ocorrer uma emergência (gestão do risco e das emergências) – *Preparação e Resposta a situações de emergência*.

O aumento da discussão relativa aos riscos impostos à sociedade pela implantação de reservatórios, associado ao amadurecimento das leis de segurança de barragens e políticas de proteção civil, demanda maior preparo dos proprietários de barragens e das autoridades de defesa civil. Tor-na-se necessário um maior conhecimento sobre os procedimentos de gestão dos riscos para se implantar nacionalmente planos que efetivamente servirão para proteger a população.

Neste contexto se enquadram os Planos de Emergência de Barragens (PEB), que são documentos que definem um conjunto de procedimentos e ações para manter o controle da segurança na barragem e garantir uma resposta eficaz a situações emergenciais de ruptura que ponham em risco a segurança do vale à jusante.

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento da Cemig GT no que se refere a elaboração, implantação e treinamento dos PEBs nas suas barragens.

**Risco**

O Risco é usualmente definido como o produto da probabilidade de ocorrer um evento pela sua consequência e por melhores que sejam essas

práticas, elas não são suficientes para garantir o risco nulo de acidente.

A ruptura de barragens é um evento considerado raro e estima-se que ocorra uma ruptura para cada 10.000, ou até 100.000 barragens. De qualquer forma é uma situação que o proprietário deve evitar a todo custo, mas que precisa ser prevista a fim de se planejarem ações para reduzir os danos eventualmente provocados pela cheia potencial resultante.

O ciclo de gerenciamento do risco e das emergências, comuns às cheias naturais e também aplicável a rupturas e cheias induzidas por barragens, é normalmente apresentado dividido nas fases de Mitigação (Prevenção e Preparação), Resposta e Recuperação (ver Figura 1).

Operacionalmente, pode-se dividir esse ciclo em três fases: antes, durante e após a emergência.

**Gerenciamento do risco**

O gerenciamento do risco abrange processos de avaliação e mitigação e busca assegurar que certo nível de risco relacionado a acidentes com barragens e cheias de ruptura seja controlado e socialmente aceitável.

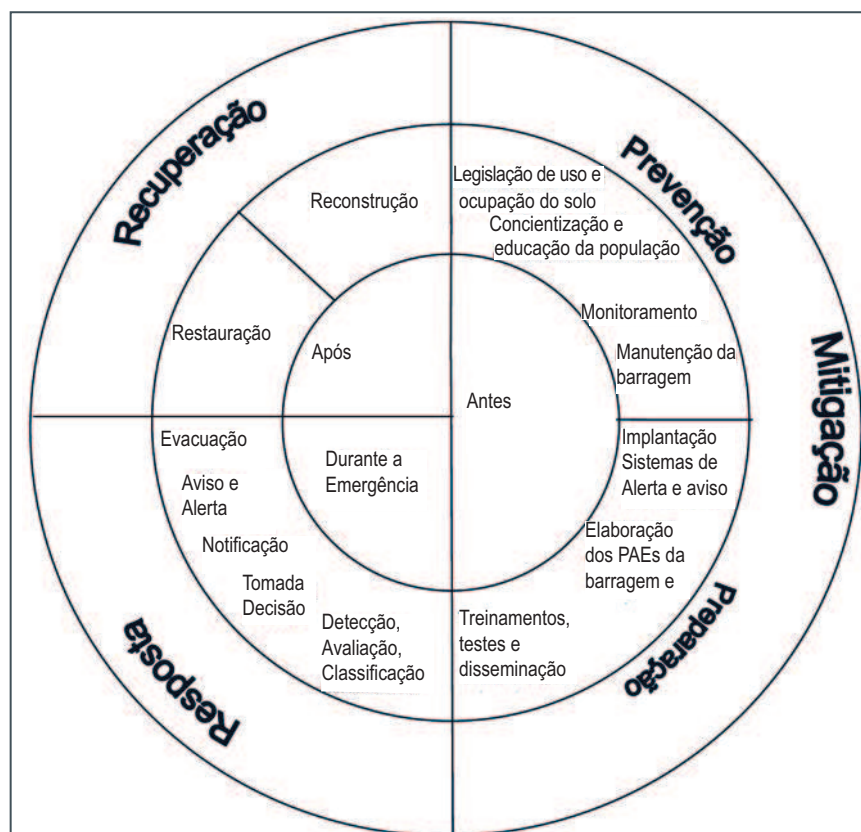


Figura 1. Ciclo de gerenciamento de riscos e emergências.

A Figura 2 mostra esquematicamente o processo contínuo de gerenciamento de risco no vale e na barragem, que compreende as fases de avaliação e de mitigação do risco.

Considerando a barragem, o gerenciamento consiste na adoção de um plano de segurança que visa identificar e caracterizar situações que ameacem as suas estruturas e, quando o risco é considerado inaceitável, promover a sua reabilitação através da adoção de medidas estruturais ou não.

No vale, dados os riscos a que está sujeito – grau de perigo da onda, vulnerabilidade e exposição – pode-se reduzir o risco investindo no preparo. Esse preparo é feito, essencialmente, através da implementação de medidas não estruturais pelas autoridades de defesa civil como o planejamento das ações de resposta, os sistemas de comunicação, alerta e aviso, treinamentos, e a preparação de mapas de zoneamento de risco para planejamento e ordenamento do uso e ocupação do solo.

Segundo Viseu e Almeida (2000), existem razões teóricas e vantagens práticas em decompor os PAE em: Interno à barragem e Externo (município).

O primeiro corresponde ao conjunto de ações a serem tomadas pela operação da barragem a fim de detectar o problema, tomar as decisões necessárias e notificar os demais envolvidos (populações e autoridades), devendo conter os mapas de inundação. O segundo plano contempla os sistemas de alerta e procedimentos de evacuação da população.

O Bureau of Reclamation dos Estados Unidos (USBR) trabalha, para suas barragens, com o conceito de “Early Warning System”, ou Sistema de Alerta Antecipado, e o define como consistindo de cinco fases (USBR, 1995). Sob responsabilidade do operador e do proprietário estão:

- a Detecção;
- a Tomada de Decisão; e
- a Notificação.

Sob responsabilidade das autoridades de proteção da população (defesa civil) estão os processos de:

- Alerta e Alarme; e
- Evacuação.

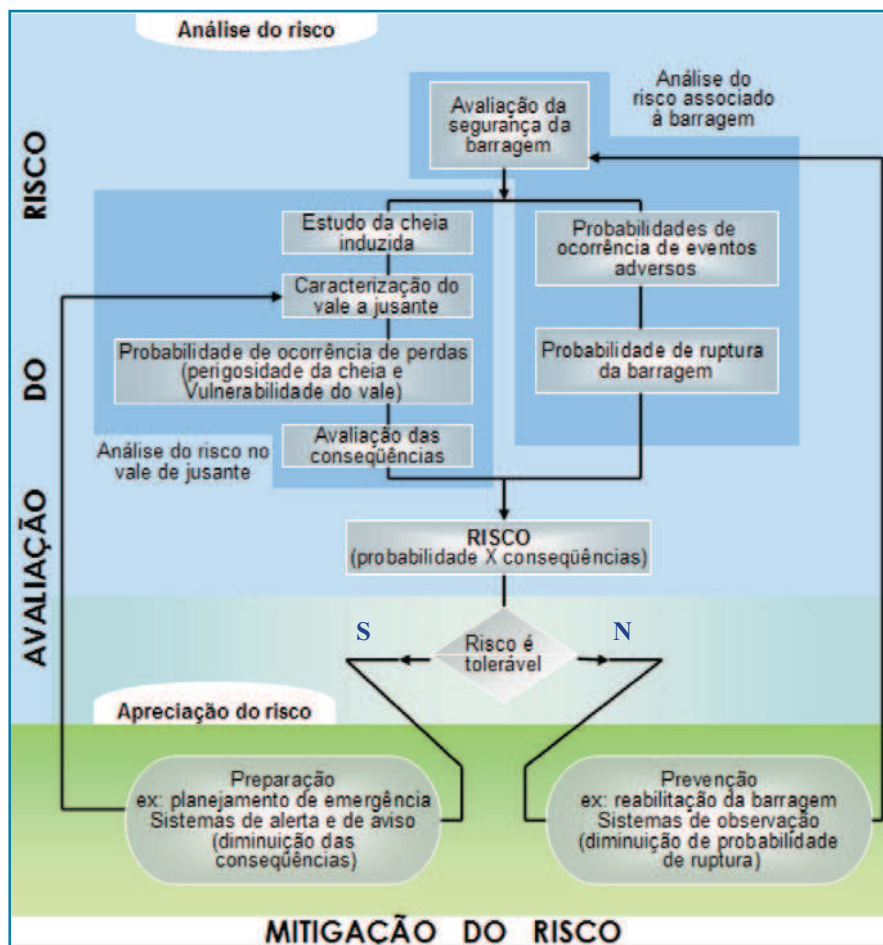


Figura 2. Gestão operacional do risco nas barragens e vales a jusante (VISEU, 2006).

## PLANOS DE EMERGÊNCIA DE BARRAGENS

A Cemig GT trabalha com o chamado Plano de Emergência de Barragens (PEB), que corresponde ao plano interno para emergências nas estruturas do barramento de um reservatório. O plano procura responder a questões cujos envolvidos na operação e manutenção da barragem se deparariam em uma situação de crise:

- Que evento ou deterioração pode ameaçar a segurança da barragem?
- Se houve uma ocorrência excepcional, como avalio a gravidade?
- O que fazer? Agir imediatamente, aguardar instruções, fugir?
- Quem e como avisar/notificar/alertar?
- Como lidar com o problema? Como devo agir?
- Consigo agir sozinho ou devo contactar outras empresas/pessoas?
- Quais áreas estão ameaçadas e quais são seguras?

O PEB deve conter informações e recomendações para responder a essas questões através de procedimentos a serem adotados para gerenciar as fases de uma emergência deflagrada a partir da detecção de uma situação anormal ou de insegurança. Seu objetivo é evitar ou minimizar o possível acidente e os danos provenientes dele através de medidas tecnicamente adequadas e ágeis. De forma a facilitar o trabalho dos proprietários ou concessionários de barragens e a padronizar os procedimentos, alguns países propõem um conteúdo mínimo que o PEB deve apresentar, seja através de regulamentações legais, seja através da própria experiência de seus pesquisadores no assunto. Embora as terminologias adotadas variem um pouco em cada país, o conteúdo básico das exigências é, de modo geral, semelhante ao apresentado abaixo:

- Detecção, Avaliação e Classificação da Emergência;
- Preparação (Procedimentos de Resposta, Sistemas de comunicação, Recursos necessários);
- Responsabilidades;
- Procedimentos de notificação;
- Mapas de Inundação; e
- Documentos para desenvolvimento e manutenção do plano.

Portanto, um PEB deve conter: a identificação

dos potenciais eventos ou deteriorações que podem oferecer perigo para a barragem e as formas de os mitigar ou de responder a eles caso ocorram; os mapas de inundação para diferentes cenários de acidentes, que possibilitarão avaliar os efeitos que o acidente pode trazer caso se concretize, permitindo o adequado planejamento por parte das autoridades de defesa civil; e a definição das responsabilidades para cada ação ou tomada de decisão associada ao fluxo de notificações.

Os sistemas de comunicação e de alerta internos e externos (empregados e autoridades) devem garantir que as ações sejam tomadas com segurança pelas pessoas indicadas. Os recursos humanos e materiais disponíveis e necessários para o desenvolvimento das ações devem estar previamente listados e disponíveis a fim de garantir a agilidade do processo de resposta a emergências. Dentre os documentos a serem agregados ao plano há formulários de notificação, listas de recursos e de entidades e pessoas a serem comunicadas, dados de caracterização do vale e da barragem, entre outros.

Os planos devem ser organizados de forma a facilitar o acesso às informações e a agilizar os processos de notificações e tomada de decisões. Viseu e Almeida (2000) recomendam que um PEB seja organizado em duas partes: a primeira deve abordar a caracterização da barragem, do vale a jusante e da cheia de ruptura, mapas de inundação e identificação dos aspectos mais vulneráveis do vale a jusante; a segunda deve caracterizar os procedimentos a seguir em caso de acidente.

A análise dos instrumentos de auscultação deve ser feita considerando-se os instrumentos como um sistema global onde vários sensores, quando analisados em conjunto, permitem uma avaliação mais fiel do comportamento das estruturas. A definição dos valores de controle dos dados da instrumentação e de suas faixas de aceitação pode ser feita através de métodos determinísticos ou estatísticos. Os primeiros levam em consideração a modelagem numérica da barragem, possibilitando a avaliação do seu comportamento estrutural, através de comparações entre grandezas medidas in situ e aquelas fornecidas pelos modelos matemáticos de análise. A análise estatística se baseia na relação entre as medidas dos instrumentos e outras variáveis, como o nível do reservatório, período do ano ou medi-

da de outros instrumentos. Podem ser aplicados procedimentos de correlação usando as séries temporais obtidas da leitura da instrumentação e representativas do comportamento da barragem após vários ciclos de leitura.

### **Níveis de segurança, de alerta ou de emergência**

Os níveis de segurança orientam os envolvidos na definição do grau de perigo em situações de emergências auxiliando nas tomadas de decisão e indicando os passos a serem seguidos após a identificação de uma situação que possa colocar em risco a segurança da barragem. Essa classificação deve ser escolhida cuidadosamente, para que os responsáveis pelas repostas a emergências, tanto das barragens quanto das comunidades a jusante, as compreendam clara e rapidamente quando enviarem e receberem notificações. A sua utilização influencia significativamente a eficiência das etapas que sucedem a sua definição durante uma emergência, devendo a sua utilização ser o mais correta e rápida possível.

Usualmente, são adotados três ou quatro níveis de segurança, que podem estar caracterizados em cores, números ou letras.

## **Elaboração do PEB**

Balbi (2008) apresenta um conjunto de 7 passos para a elaboração do PEB. No trabalho aqui apresentado adotou-se um conjunto de oito passos para orientar na elaboração e implantação do PEB. A seguir são apresentados os passos propostos:

### **Determinação dos cenários de ruptura – Passo 1**

A determinação dos cenários de ruptura e das cheias induzidas leva em consideração o histórico de deteriorações da barragem, são utilizadas equações empíricas fornecida em bibliografia especializada para as características da brecha, vazão de pico, duração e forma do hidrograma de ruptura.

A simulação da propagação da onda de ruptura na Cemig vem sendo realizada com o emprego do modelo FLDWAV, desenvolvido pelo *National*

*Weather Service*, ou utilizando o HEC-RAS, do Corp of Engineers, ambos dos Estados Unidos. Sua escolha foi devido ao fato de ser de livre domínio e ser unidimensional, o que os tornam mais simples.

São definidos até três cenários de ruptura. Os dois primeiros consideram apenas a ruptura da barragem. São simuladas rupturas em dias secos, onde o hidrograma de ruptura é composto apenas pelo volume do reservatório, e em dias chuvosos, onde o hidrograma de ruptura leva em consideração o volume do reservatório somado ao hidrograma da cheia de projeto (decamilenar ou CMP). O terceiro cenário, quando é o caso, considera a ruptura em cascata de duas ou mais barragens.

### **Mapeamento de áreas inundadas – Passo 2**

Com os dados obtidos das simulações no modelo hidráulico, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento para gerar os mapas com as manchas de inundação associadas à cartografia da região para cada cenário. Ao invés de usar a cartografia fornecida pelo IBGE, que tem escala pouco adequada, foram adquiridas imagens aéreas de todo o trecho do vale a jusante de cada barragem e o respectivo Modelo Digital de Terreno (MDT). Após a obtenção do MDT dos dados da simulação e seleção do software de geoprocessamento a ser utilizado, seguiu-se a etapa de confecção dos mapas. Nos mapas são indicados, de forma simples e numa escala adequada, o grau de perigo e o risco que a cheia oferece às comunidades a jusante dentro da zona de inundação.

O mapeamento foi executado utilizando-se os softwares de geoprocessamento ARCGIS, módulo ArcView, da ESRI. Com a imagem aérea ortoretificada e o Modelo Digital do Terreno ao fundo, os planos de inundação foram criados a partir da interpolação das seções topobatimétricas com as informações de cotas máximas de inundação e de velocidades provenientes da modelagem hidráulica.

Sendo assim, a mancha foi representada considerando a envoltória máxima de inundação, com transparência de 50%. Foram desenhadas manchas de inundação para cada cenário de inundação proposto.

Essas características foram classificadas em função da ameaça potencial à vida humana e são definidas na Tabela 1.

Nível	Classe	Inundação estática (H)
Reduzido		$H < 1 \text{ m}$
Médio		$1 \text{ m} < H < 3 \text{ m}$
Importante		$3 \text{ m} < H < 6 \text{ m}$
Muito importante		$H > 6 \text{ m}$
	Azul escuro	

Tabela 1. Níveis de perigo para seres humanos adotado baseado na profundidade.

Nos mapas, cada seção relevante foi identificada com um quadro com dados da sua distância até a barragem, os tempos de chegada da frente de onda e do pico, as elevações esperadas dos picos das ondas, as vazões de pico e a duração da inundação. Foram consideradas como seções relevantes aquelas próximas a locais povoados ou com algum interesse particular, como uma ponte, por exemplo.

### Eventos iniciadores de ações de emergência, ações e responsáveis – Passo 3

Os eventos que podem elevar os níveis de segurança variam para cada estrutura e tipo de barragem. Os eventos foram retirados da bibliografia relacionada à segurança de barragens.

#### Detecção

Para a detecção de situações anormais que coloquem em risco a segurança, a Cemig GT executa anualmente inspeções visuais denominadas “rotineiras” e “periódicas”. A inspeção periódica é executada por engenheiros, gera um relatório detalhado de avaliação do comportamento das estruturas civis, com diagnóstico, programação de reparos necessários e análise da instrumentação. As inspeções rotineiras são realizadas por técnicos de obras civis utilizando-se um guia de inspeção dotado de “check-list” com os pontos a serem monitorados e possíveis deteriorações a serem detectadas.

Complementarmente, a cada seis anos é contratada uma equipe multidisciplinar de consultores,

composta por especialistas em concreto, geotecnia e hidráulica, para uma avaliação independente da condição de segurança das estruturas do barramento, conforme preconizado pelas principais legislações internacionais.

### Avaliação de ocorrências e definição dos níveis de segurança

São adotados três níveis de segurança. O primeiro nível corresponde a um cenário de alerta e de prevenção mais rigorosa, cabendo ao Diretor do Plano a decisão de alertar ou não as comunidades e autoridades a jusante, dependendo da evolução da situação. Os dois últimos níveis envolveriam, obrigatoriamente, processos de notificação e comunicação com envolvidos no vale a jusante e tomada de ações mais diretas de resposta a emergências, com possível evacuação. As principais características dos níveis adotados são apresentadas a seguir:

**Nível 1 ou de Atenção (Amarelo)** – Corresponde à detecção de situações ou eventos que afetam a segurança do barramento em menor grau ou significativamente. A instrumentação indica algum valor não esperado do comportamento da barragem, sem contudo ter atingido seu limite de segurança. Obriga a um estado de prontidão na barragem para o qual serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente. O fluxo de notificações é apenas interno, a menos que sejam necessárias descargas preventivas ou o rebaixamento do reservatório. Nestes casos serão acionados os procedimentos de comunicação e notificação externos previstos no PEB. É conveniente testar os sistemas de comunicação neste momento.

**Nível 2 ou de Alerta (Laranja)** – Corresponde a um cenário excepcional e de alerta geral, pois foram detectados eventos ou situações que afetam gravemente a segurança do barramento. A probabilidade de ruptura é alta mas espera-se que seja possível agir de alguma forma a fim de evitá-la ou que seja possível reduzir a onda a jusante. A probabilidade de uma catástrofe é grande, mas talvez possa ser evitada. A exploração do reservatório deverá ser interrompida. Existe o perigo de propagação de cheias de maior porte, ruptura ou acidente grave e pode não ser possível um controle através das medidas e meios disponíveis. A segurança do vale a jusante está gravemente ameaçada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação previstos no PEB, cabendo

aos responsáveis pelas comunidades a jusante avaliar a necessidade de evacuação.

**Nível 3 ou de Emergência (Vermelho)** – Corresponde a uma situação de catástrofe inevitável, a ruptura é iminente, inevitável, já iniciou ou já ocorreu. Aqui também a segurança do vale a jusante está gravemente ameaçada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação previstos no PEB e as ações emergenciais previstas no PEE das comunidades a jusante.

Optou-se, ainda, pela utilização de cores e números associados a cada nível de forma a evitar alguma possível confusão com o significado das cores, seja de entendimento, seja devida à forma como as notificações são feitas (preto e branco em fax, por exemplo).

### Ações pré-planejadas

Quando existe a expectativa de acidente, ainda que baixa, deve-se começar a avaliar os possíveis cenários para os quais a situação poderá evoluir. Deve-se intensificar o monitoramento através da instrumentação, acompanhar a evolução das vazões afluentes e das condições climáticas. Pode ser necessário envolver empreiteiras para reparar o problema ou consultores para melhor avaliação do caso. O Coordenador Executivo do plano deverá estar preparado para solicitar o rebaixamento do reservatório preventivamente, mesmo que isso implique perda de geração.

Caso o cenário evolua de forma que a probabilidade de acidente se torne elevada ou iminente, novas medidas corretivas podem ser pouco eficientes para corrigir o problema. Deve-se avaliar os resultados obtidos com as ações iniciadas no nível anterior e qual é a eficiência no rebaixamento do reservatório. Paralelamente, são seguidos os procedimentos de comunicação previstos no plano e a evacuação pode ser necessária, devendo ser avaliada rapidamente.

Numa situação em que o acidente foi tardiamente detectado, ou quando foi detectado já iminente, poucas medidas estruturais podem ser tomadas no sentido de evitá-lo. O rebaixamento do reservatório dificilmente surtirá o efeito desejado e as ações deverão se basear, principalmente, na emissão de avisos e alertas e a evacuação deverá ser imediatamente ordenada.

### Responsabilidades

As responsabilidades foram definidas a partir da estrutura organizacional existente na Cemig GT. Buscou-se respeitar as atribuições que cada órgão possui na operação de forma a facilitar a ativação de uma nova estrutura durante uma situação de emergência. Como a segurança estrutural das barragens da empresa é atribuição de uma gerência, esta, em uma situação de emergência, assume a Coordenação Técnica Civil do

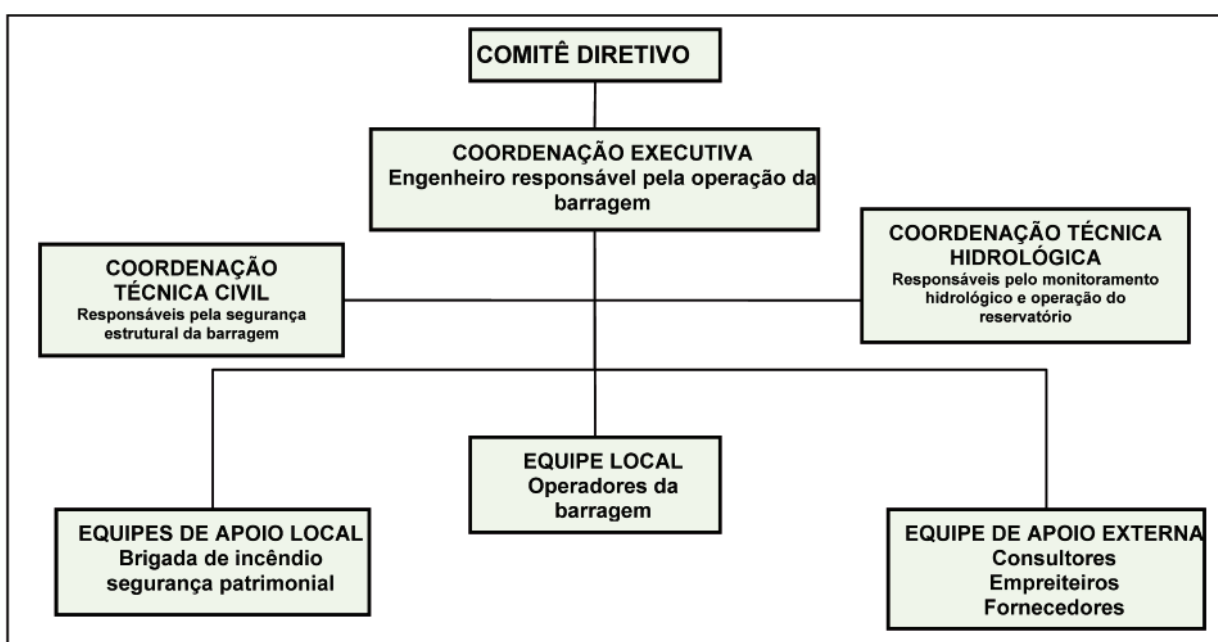


Figura 3. Organograma em situação de emergência.



PEB.

### Coordenação do desenvolvimento do PEB com outras equipes – Passo 4

Promover reuniões com todos os envolvidos na operação e manutenção das barragens para avaliar procedimentos de emergência já existentes, ainda que relativos a outros fatores de risco, e verificar o conhecimento das pessoas potencialmente envolvidas. De posse dessas informações pode-se articular tais procedimentos com o PEB, obtendo-se um documento padronizado.

Ao iniciar a elaboração do PEB, verificou-se que as usinas da Cemig já possuíam Planos para Atendimento a Emergências Industriais (PAE), onde se relacionavam diversos fatores de risco e os respectivos procedimentos de resposta. Os fatores de riscos são, de modo geral, aqueles que afetam a segurança dos trabalhadores e o meio ambiente, como incêndios, vazamentos do óleo, acidentes de trabalho e inundação da casa de força. As respostas a rupturas de barragens são tratadas de forma muito simplificada, levando em consideração ações apenas após uma detecção da ruptura já iniciada.

É um desafio conciliar os dois planos, mas considerou-se importante respeitar a estrutura de plano de atendimento a emergências preparada para cada instalação, para padronizar os procedimentos de resposta, os treinamentos e as revisões dos planos, contribuindo para o entendimento e aceitação dos envolvidos na operação da usina.

A fim de permitir essa integração, ou facilitá-la, o PAE da usina deve constituir um documento único, dividido em “Planos de Emergência Especializados”, como planos de Combate a Incêndios, de Emergências Ambientais, de Atendimento a Acidentes de Trabalho, de Emergências Hidrológicas e de Emergência da Barragem.

A primeira página do PAE da usina indica o plano a ser seguido em caso de emergência através de numeração específica. Perguntas diretas apontam os números dos planos previamente estabelecidos. Assim, optou-se por preparar o PEB com uma estrutura que permitisse aos planejadores da Coordenação Geral “encaixá-lo” em seus PAEs. Para isso, a versão mais operacional do PEB deve ser funcional, mesmo dentro da estrutura de um plano mais

complexo, como é o caso da usina.

### Sistemas de comunicação – Passo 5

Identificar todos os sistemas de comunicação existentes e estruturar o sistema necessário para a comunicação adequada.

Levantar junto aos operadores da barragem os sistemas de comunicação existentes.

São feitos levantamentos dos sistemas de comunicação existentes no local como telefonia fixa e móvel, rádio VHF, sirenes etc. A partir desse levantamento são definidos os melhores meios para garantir a comunicação, com redundância, em situações de emergência.

### Fluxograma de notificações – Passo 6

O fluxograma de notificações tem o objetivo de agilizar o processo de comunicação orientando quem deve ser comunicado imediatamente por quem e qual o telefone de contato. O fluxograma deve ser utilizado quando a ruptura já tiver ocorrido ou for inevitável. Ao se detectar anormalidades deve-se seguir fluxos de comunicação próprios de cada nível de segurança atingido.

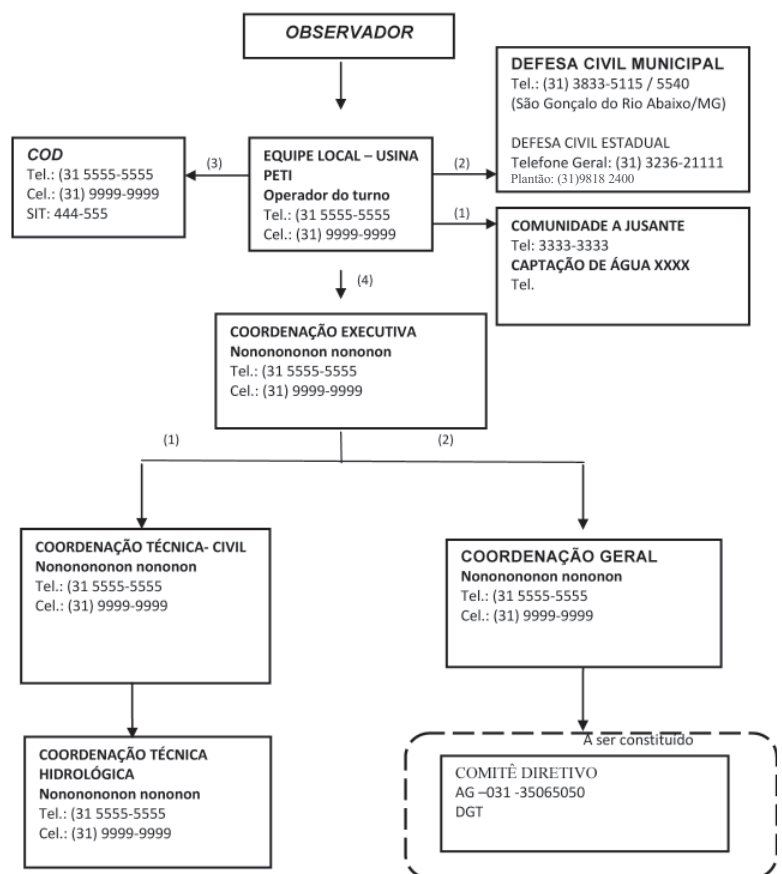


Figura 4. Fluxograma de comunicação em situação de emergência.

## Conteúdo e estrutura – Esboço do plano - Passo 7

Esse passo consiste na consolidação do PEB. Os elementos obtidos nos passos anteriores deverão ser dispostos conforme estrutura definida. O plano deve ainda conter programação de **Treinamentos, atualização e revisão**.

Ao analisar as características dos planos dos diversos países, observou-se que os planos portugueses, espanhóis e europeus, de uma maneira geral, são muito ricos em informações, detalhados e volumosos. Nos países da América do Norte, existem diversos guias que padronizam o processo de elaboração dos planos em modelos muito sintéticos e operacionais.

Visando a obter um plano que permita maior agilidade e compreensão nos momentos de crise, optou-se por seguir uma formatação semelhante ao proposto por diferentes agências dos Estados Unidos e Canadá, notadamente o Bureau of Reclamation, o FEMA e o FERC. As demais metodologias vieram se somar nessa estrutura com o objetivo de criar um plano mais completo, mas, ainda assim, mais simples e objetivo.

A estrutura dos planos deve ser sintética e direta, mas deve conter todas as informações necessárias ao gerenciamento da emergência. Essas características vão determinar a operacionalidade do PEB.

Os documentos operacionais de resposta devem ser os mesmos para todas as equipes envolvidas, mantendo a uniformização nas comunicações entre equipes. Isso ainda auxiliará na revisão e atualização deles. Porém, é mais importante que sejam facilmente interpretados no momento de uma emergência e, portanto, deve-se respeitar as diferenças existentes entre as equipes, produzindo um documento de fácil interpretação.

A existência de um guia oficial proposto pelas agências regulamentadoras brasileiras, com regras para a composição PEB, uniformizaria os planos, facilitando a sua implantação na operação e junto às autoridades de defesa civil. Como não existe essa regulamentação no Brasil, e em consequência ao exposto anteriormente, o PEB aqui proposto será dividido em três volumes:

VOLUME I – Gestão de Emergências. Procedi-

mentos operacionais

- destinado principalmente à operação em situações emergenciais, é sintético e objetivo. Seu foco é na agilidade das respostas.
- Contém instruções para detecção, avaliação e classificação da emergência, determinação das responsabilidades e funções, preparação para ações de resposta, comunicação e utilização de suprimentos e informações de emergência e os mapas de inundação e procedimentos de evacuação das áreas industriais da usina.

VOLUME II – Memorial Técnico

- se destina aos responsáveis pela revisão e atualização do plano e é composto pelo memorial técnico com as justificativas dos procedimentos adotados no volume I.
- Contém os estudos de ruptura, propagação e o mapeamento das inundações.

VOLUME III – Plano de comunicação externa

- destina-se unicamente a fornecer as informações necessárias às autoridades responsáveis pela defesa civil a jusante para que se preparem para uma eventual situação de emergência. Seu objetivo é servir de integração entre o PEE e o PEB, facilitando a comunicação entre os dois planos.
- Contém o mapa de inundações e as informações básicas a serem fornecidas pela barragem à comunidade, como fluxogramas de comunicação e sistemas de aviso implantados, além da lista dos responsáveis pela barragem em situações de emergência.

A estrutura geral utilizada para o formato de apresentação do plano é a seguinte:

VOLUME I

Capa ou página de rosto – *Discrimina o documento e a barragem, nome do proprietário, endereço, data e versão*

Identificação do documento – *Controle de revisões, lista de distribuição, destinatário do exemplar e assinatura dos responsáveis.*

I. Apresentação e notas legais – *Objetivo do plano, dados básicos da barragem e situação no vale e notas legais sobre o plano*

II. Como usar este PEB – *Fluxo de ações e notificações - Índice e esquemas de orientação para*

*utilização do plano*

III. Detecção, avaliação e classificação de emergências – *Elementos para determinação dos níveis de segurança e alerta*

IV. Responsabilidades – *Atribuições dos envolvidos no Plano*

V. Procedimentos de ação – *Elementos operativos que orientam nas tomadas de decisão e ações de resposta, inclusive notificação, alerta e evacuação*

VI. Apêndices

A. Mapa da área industrial, inundação, COE, rotas de fuga e restrições

B. Formulários-tipo

C. Listas de recursos necessários (Pessoas e Materiais)

D. Divulgação, treinamento e atualização do PEB

E. Caracterização da região - Barragem e Vale

F. Mapas de inundação do vale a jusante

## VOLUME II

Capa ou página de rosto – *Discrimina o documento e a barragem, nome do proprietário, endereço, data e versão.*

Identificação do documento – *Controle de revisões, lista de distribuição, destinatário do exemplar e assinatura dos responsáveis.*

Apresentação e notas legais – *Objetivo do plano, dados básicos da barragem e situação no vale e notas legais sobre o plano.*

A. Estudos de ruptura e de propagação de cheias.

B. Critérios para elaboração dos mapas de inundação.

C. Monitoramento e manutenção.

D. Resposta a possíveis condições emergenciais.

E. Organização dos recursos.

F. Sistemas de comunicação, alerta e aviso.

G. Procedimentos de divulgação, treinamento e atualização do PEB.

## VOLUME III

Capa ou página de rosto – *Discrimina o documento e a barragem, nome do proprietário, endereço, data e versão.*

Identificação do documento – *Controle de revisões, lista de distribuição, destinatário do*

*exemplar e assinatura dos responsáveis.*

Apresentação e notas legais – *Objetivo do plano, dados básicos da barragem e situação no vale e notas legais sobre o plano.*

- Fluxo de notificações.
- Responsabilidades – *Atribuições dos envolvidos no Plano.*
- Caracterização da região - Barragem e Vale.
- Avaliação do comportamento da barragem.
- Sistemas de comunicação, alerta e aviso.
- Programa de divulgação do plano.
- Anexos:
  - Mapas de inundação.
  - Lista de pessoas envolvidas.

O Volume I é o que apresenta maior desafio na sua elaboração, uma vez que a forma como é constituído ou como são apresentados os procedimentos pode influir diretamente na eficácia do processo de gestão da emergência.

## Implantação do Plano - Passo 8

Após esses passos, deve-se apresentar e discutir o Plano com as autoridades pertinentes e com os responsáveis por cada barragem dentro da Cemig, para revisão e comentários do PEB esboçado e as aprovações e disseminação do mesmo.

São realizadas reuniões preliminares com os tomadores de decisão das gerências responsáveis pelas barragens. Nessas reuniões são discutidas as responsabilidades, os fluxos de comunicação e os procedimentos de ação.

Anualmente, antes do período chuvoso, são realizadas palestras e reuniões com as comunidades e autoridades a jusante das barragens para apresentar as ações de controle de cheias e de segurança de barragens adotadas pela Cemig.

Os PEBs de todas as barragens estão descritos. Devido ao grande número de barragens, foi feita uma priorização considerando metodologia de classificação adotada na empresa. Assim, a cada ano foram confeccionados mapas de inundação seguindo a classificação proposta. Os PEBs são considerados preliminares quando ainda não possuem mapas de inundação e completos em caso contrário.

O próximo passo será a implantação dos PEBs completos consolidados. Será feito a partir de um cronograma de implantação pactuado com cada responsável e demais envolvidos no plano. A sua

efetiva implantação junto a autoridades de Defesa Civil a jusante ocorrerá após os devidos seminários de sensibilização e apresentação dos planos e devidamente implantados na Cemig GT.

## Conclusão

A segurança é um dos deveres básicos da Engenharia e deve constituir o objetivo principal no projeto, construção e operação das obras construídas, em especial nas barragens. Mesmo sendo o projeto e a construção adequados, existe um risco remanescente a ser controlado através da avaliação de segurança das estruturas, definido como o estabelecimento de mecanismos e procedimentos que permitam a detecção prévia das situações de risco e as medidas para mitigá-las.

O objetivo principal do PEB é reduzir os riscos de um acidente envolvendo a barragem ao se detectar uma situação anormal, ou minimizar os danos provenientes desse acidente. Foca na segurança imediata das estruturas e dos funcionários da operação e na comunicação com as entidades responsáveis pela defesa civil a jusante. Considera-se que segurança da população é responsabilidade dessas entidades e deve ser tratada nos seus próprios planos de atendimento a emergências. No caso de inundações induzidas pela barragem, o aviso e os procedimentos de evacuação das pessoas localizadas a jusante devem estar previstos no Plano Emergência Externo – PEE, elaborado para essa finalidade pelas autoridades de defesa civil.

A Cemig GT mantém rotina de inspeções periódicas e promove obras de reforço estrutural e manutenção preventiva em suas barragens. A elaboração do Planos de Emergência de Barragens constitui assim, uma ferramenta a mais de garantia da segurança dos funcionários e da sociedade que vive nos vales a jusante.

## Referências

BALBI, D.A.F.. Metodologias para a elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens, estudo de caso: barragens de Peti-MG.. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 fev. 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília DF, 13 fev. 1998.

BRASIL. Projeto de lei n. 1181 jul. 2003. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB e cria o Conselho Nacional de Segurança de Barragens – CNSB e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br>> Acesso em: 20 out. 2006.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da Republica Federativa do Brasil. Texto consolidado até a Emenda Constitucional n. 52 de 08 de março de 2006. Brasília: Senado Federal, 2006.

WISEU, T. Segurança dos vales a jusante de barragens – metodologias de apoio à gestão dos riscos. 2006. 482f. Tese (Doutorado) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2006.

WISEU, T.; ALMEIDA, A.B. Plano de Emergência Interno de barragens. In: CONGRESSO DA ÁGUA, 5, 2000, Lisboa. Disponível em: <[http://www.dha.lnec.pt/nre/portugues/funcionarios/papers/tviseu/5cong\\_agua.pdf](http://www.dha.lnec.pt/nre/portugues/funcionarios/papers/tviseu/5cong_agua.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2005.