

AS DEFICIÊNCIAS DO PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL DAS BARRAGENS NO BRASIL

José Adércio Leite Sampaio

Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e da Escola Superior Dom Helder Câmara. Doutor e Mestre em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e da Escola Superior Dom Helder Câmara. Procurador da República.
E-mail: <joseadercio.contato@gmail.com>.

RESUMO

O Plano de Ação Emergencial (PAE) é instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragem, por imposição legal. A legislação brasileira, no tocante ao conteúdo do PAE, está em sintonia com os parâmetros internacionais sobre o assunto, exigindo uma série de estratégias, ações e procedimentos, baseados em estudos de cenários, que minimizem ou neutralizem os impactos gerados pelo rompimento de uma barragem. É falha, porém, quando não prescreve mecanismos adequados de controle desse conteúdo. A confiança na boa fé do empreendedor, ou no seu temor da sanção, pode cobrar um preço alto em caso de acidente ou desastre com perdas humanas, econômicas e ambientais evitáveis. **Palavras-chave:** Plano de Ação Emergencial. Segurança de barragem. Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

1 INTRODUÇÃO

A engenharia não conseguiu ainda desenvolver uma técnica que assegure total segurança às barragens. Talvez nunca conseguirá. Há variáveis relacionadas ao projeto e fundações, ao material utilizado e à velocidade ou condições de enchimento, que, isolada ou conjuntamente, tornam a imunidade ao risco um desejo irrealizável. Não se quer dizer que não se possam desenvolver projetos cuidadosos e controles efetivos sobre as etapas de execução e carregamento que reduzam significativamente as possibilidades de ocorrência (JANSEN, 1980). A lógica econômica que leva à redução de custos, seja com a opção de projetos com tecnologias ultrapassadas ou não certificadas, seja pela escolha de materiais de qualidade inferior ou da contratação de mão de obra especializada, no entanto, está por trás de um significativo número de rupturas de barragem (VEESAERT; CARDIA; TSUZUKI, 2005).

A redução do risco de ruptura, por meio da adoção de boas práticas de engenharia que vão

do projeto à manutenção das estruturas, passando por sua execução, é dever do empreendedor. Como nem sempre se garante integralmente que um evento não sucederá, duas providências devem ser adotadas. Em primeiro lugar, há de existir um rigoroso sistema de controle de segurança, executado por meio de instrumentos de auscultação e de monitoramento visual. Depois, deve-se contar com um plano de emergência confiável, fundado em estudos realistas de cenários com “dambreak” e mapa de inundação que considerem a extensão possível – e não apenas provável – dos impactos sociais, econômicos e ambientais gerados pela onda e material liberado pelo evento (VEESAERT; CARDIA; TSUZUKI, 2005, p. 5).

O plano, periodicamente revisado, deve conter ainda a previsão de procedimentos que possibilitem a rápida comunicação da população potencialmente atingida e a evacuação da área, para que não existam vítimas ou, ao menos, seja reduzido seu número (ALMEIDA; VISEU, 1997). Parece óbvio, mas nem sempre o óbvio é observado, que se não podem encomendar projetos nem

deixar a definição e execução de ações de segurança nas mãos de técnicos sem conhecimento especializado no assunto ou com pouca experiência no ramo (VEESAERT; CARDIA; TSUZUKI, 2005, p. 4).

A segurança de barragem passou a constar da pauta política brasileira somente neste século, embora já fosse objeto de discussão entre os profissionais de engenharia e geotecnia nos anos 1980 (FRANCO, 2008). A primeira lei federal que se dedicou ao assunto foi promulgada em 20 de setembro de 2010, Lei n. 12.334 (BRASIL, 2010), tendo sido regulamentada dois anos depois. Esse descaso legislativo mereceria um estudo mais dedicado. No presente trabalho, porém, serão envidados esforços para o exame jurídico de um dos instrumentos do Plano de Segurança de Barragem, previsto naquela Lei: o Plano de Ação Emergencial (PAE) e, com um recorte maior às estruturas empregadas para contenção de rejeitos da mineração. Será realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema com a análise comparativa e crítica da legislação brasileira em vigor, tendo com ênfase principal as barragens de retenção de “rejeitos de minério”.

2 BARRAGEM, RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO

A Lei n. 12334/2010, produto tardio das preocupações internacionais e internas com a segurança das barragens, instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). De acordo com ela, haver-se-ia de entender por “barragem” toda estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, incluindo o barramento e as estruturas associadas (BRASIL, 2012, art. 2º, I)¹

Tais estruturas devem ser classificadas pelos agentes fiscalizadores por categoria de risco,

1 A Lei não contemplou em seu âmbito normativo os maciços inferiores a 15 metros, reservatórios inferiores a 3.000.000 m³ e os com de categoria de dano potencial associado baixo, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas (BRASIL, 2010, art. 1º, par. único). A exclusão é problemática, pois um percentual grande de ocorrências com vítimas fatais se deve a estruturas que ficam fora de sua normatividade (FRANCO, 2008).

por dano potencial associado e pelo seu volume. A classificação por categoria de risco em alto, médio ou baixo, leva em conta aspectos estruturais e funcionais da barragem, suas características técnicas, seu estado de conservação e o atendimento ao Plano de Segurança da Barragem². Já a classificação por categoria de dano potencial associado, também na tríade alto, médio ou baixo, considera o potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem³. Há ainda a classificação quanto ao volume delas⁴. Os critérios gerais de classificação foram deixados para o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabelecer (BRASIL, 2010, art. 7º, §§ 1º e 2º), o que veio ocorrer com a Resolução CNRH n. 143/2012 (BRASIL, 2012a).

De acordo com a Resolução, as barragens devem ser classificadas a cada cinco anos pelos órgãos fiscalizadores, valendo-se das informa-

2 Devem ser levadas em conta, além de critérios técnicos complementares definidos pelos órgãos fiscalizadores: a) as características técnicas como altura do barramento, comprimento do coroamento, material e tempo de construção, tipo de fundação e tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro; b) o estado de conservação da barragem, a confiabilidade das estruturas extravasoras e de captação, eclusa, percolação, deformações e recalques, e deterioração dos taludes; c) o plano de segurança, a discutir a existência de documentação de projeto, a estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem, o procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento, regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem e relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (BRASIL, 2012a, art. 4º).

3 São critérios a serem utilizados para classificação quanto ao dano potencial associado na área afetada, a existência de: a) população a jusante com potencial de perda de vidas humanas; b) unidades habitacionais ou equipamentos urbanos ou comunitários; c) infraestrutura ou serviços; d) existência de equipamentos de serviços públicos essenciais; e) existência de áreas protegidas definidas em legislação; f) natureza dos rejeitos ou resíduos armazenados; e g) volume (BRASIL, 2012a, art. 5º).

4 Para a classificação quanto ao volume do reservatório para disposição de rejeito mineral e/ou resíduo industrial, considera-se: a) muito pequeno: reservatório com volume total inferior ou igual a 500 mil metros; b) pequena: reservatório com volume total superior a 500 mil - igual a 5 milhões de metros cúbicos; ; c) média: reservatório com volume total superior a 5 milhões de metros cúbicos e inferior ou igual a 25 milhões de metros cúbicos; d) grande: reservatório com volume total superior a 25 milhões e inferior ou igual a 50 milhões de metros cúbicos; e e) muito grande: reservatório com volume total superior a 50 milhões de metros cúbicos (BRASIL, 2012a, art 6º).

ções prestadas pelo próprio empreendedor. Se esse, porém, não apresenta-las, ainda que sobre determinado critério especificado nas portarias, o órgão fiscalizador deve aplicar-lhe a pontuação máxima para todos os critérios ou para os faltantes (BRASIL, 2012a, art. 4º, §3º; art. 5º, § 4º). No caso de barragem de rejeito de mineração, cabe ao empreendedor cadastrá-la, mesmo que em construção ou desativada, no sistema do Relatório Anual de Lavra – RAL, disponível no sítio eletrônico do DNPM (BRASIL, 2012b, art. 3º). De acordo a Portaria DNPM 416, o DNPM “poderá, a qualquer momento e com a devida justificativa, solicitar ao empreendedor que retifique seu cadastramento no referido sistema”. (BRASIL, 2012b, art. 4º, § 1º).

Eis aqui um ponto delicado da disciplina normativa, pois ela se pauta na autodeclaração do empreendedor sobre condições de segurança das barragens. Pressupõe-se que os órgãos fiscalizadores examinarão a veracidade e pertinência técnica das informações prestadas, de modo a validá-las ou retificá-las. Na prática, não é o que acontece. Faltam técnicos e técnica para fazê-lo.

3 O PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

Por mais precaução que se tome no projeto, construção e monitoramento de uma barragem, há sempre margem para que um acidente ou desastre aconteça. Essa possibilidade levou governos e organismos internacionais a exigirem, cada um com força de que dispõe, do *ius cogens* ao apelo persuasivo, que os responsáveis por barragem possuíssem um plano para enfrentar situações de emergência. Nos Estados Unidos, onde o assunto tem ocupado a pauta política, sobretudo, desde o final da década de 1970, a falta de um plano de emergência compromete o planejamento de uma obra ou empreendimento, podendo levar ao seu embargo (ESTADOS UNIDOS, 2004). As exigências de um plano que apresente elementos claros de planejamento, coordenação e responsabilidades em face das contingências de um desastre também compõem o repertório normativo de diversos países desde, pelo menos, os anos 1990 (COLLISCHONN; TUCCI, 1997).

Há diversos documentos e normas que prescrevem o conteúdo mínimo de um plano dessa natureza. Bureau of Reclamation (1999), por exemplo, recomenda que seja adotada uma sé-

rie de procedimentos de contingência para uma hipotética ruptura da barragem que possam assegurar, em caso de se tornar real, os menores impactos ao meio ambiente, à economia e às pessoas. É indispensável, para tanto, que sejam realizados estudos dos diversos cenários possíveis, inclusive os mais gravosos, avaliando-se o tempo em que a onda de cheia, provocada pelo rompimento, pudesse chegar às áreas inundáveis. Deve-se estimar o número de pessoas em risco para cada cenário, fazendo-se uso de equações empíricas para calcular o número provável de fatalidades, bem como prever um eficiente sistema de alerta da barragem e avaliar as incertezas do evento, incluindo as das próprias estimativas (BUREAU OF RECLAMATION, 1999).

A Lei n. 12334/2010, nessa linha, previu como instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens, o Plano de Segurança de Barragens que, dentre várias exigências, requer do empreendedor a elaboração de um Plano de Ação de Emergência⁵. À exceção de barragens classificadas como de dano potencial associado alto, a Lei deixou para o órgão fiscalizador estender a obrigatoriedade aos outros níveis de dano potencial associado e de acordo com a categoria de risco das estruturas (BRASIL, 2010, arts. 6º II; 8º, VII; 11). Como são vários os órgãos de fiscalização,⁶ é comum que haja incidência de mais de uma portaria ou regulamentação sobre a mesma barragem.

No caso de mineração, por exemplo, haverá a disciplina do órgão ambiental licenciador e do DNPM, podendo apenas um ou ambos exigirem a realização do plano de ação emergencial, de acordo com os respectivos enquadramentos de risco e dano. Portaria da autarquia minerária não estabelece outra exigência além do dano potencial

5 O legislador brasileiro se inspirou nas recomendações da Federal Emergency Management Agency (FEMA) e da Federal Energy Regulatory Commission (FERC): UEMURA, 2009.

6 De acordo com o art. 5º da Lei n. 12.334/2010, são órgãos fiscalizadores, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama): I - a entidade que outorgou o direito de uso dos recursos hídricos, observado o domínio do corpo hídrico, quando o objeto for de acumulação de água, exceto para fins de aproveitamento hidrelétrico; II - a que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico, quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica; III - a outorgante de direitos minerários para fins de disposição final ou temporária de rejeitos; e IV - a entidade que forneceu a licença ambiental de instalação e operação para fins de disposição de resíduos industriais (BRASIL, 2010).

associado alto, embora admita a hipótese de que seja por ela solicitado formalmente (BRASIL, 2013, art. 4º), é de se supor que para outros níveis de dano e de categorias de risco. Não o diz expressamente nem se tem notícia que tenha exigido fora do caso do DPA.

O PAE, embora seja um documento técnico, deve ser redigido de modo a possibilitar a fácil compreensão de quem o lê. Sua elaboração é tarefa do empreendedor, que a deve encarregar a engenheiros ou firmas de engenharia com domínio e experiência em segurança da barragem, devendo ter em seus quadros especialistas em hidrologia, hidráulica, geotecnia e monitoração de barragens (SILVEIRA; MACHADO, 2005). A legislação exige que o responsável técnico pela elaboração do plano deva ter registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA, com atribuições profissionais para projeto ou construção ou operação ou manutenção de barragens compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CONFEA. (BRASIL, 2013, art. 13). É forma de assegurar conhecimento técnico adequado e responsabilidade.

O plano deve estabelecer as ações a serem executadas em caso de situação de emergência, incluindo procedimentos preventivos e corretivos, além dos meios de divulgação e alerta às comunidades potencialmente atingidas (BRASIL, 2010, at. 12; 2013, art. 3º). É necessário que contenha informações relacionadas tanto aos seus pressupostos de prevenção, quanto aos procedimentos de sua execução. Os pressupostos de prevenção estão referidos, de um lado, às garantias de que confiabilidade da estrutura da barragem e de sua monitoração, por meio de equipamentos e instrumentos apropriados; e, de outro, aos estudos de cenários possíveis em caso de vertimento de grandes vazões. Há de incluir ainda um sistema adequado de publicidade do plano e treinamento dos empregados, comunidades e servidores públicos envolvidos.

A instrumentação de ausculta técnica da barragem e, principalmente, o estudo de cenários estabelecem os domínios de atuação de resgate e minoração dos impactos no caso de algo de errado vir a suceder. Essa atuação compõe os procedimentos de execução, mediante a atribuição clara de responsabilidades e tomada de decisões, de comunicação e alerta dos riscos potenciais, de articulação com o poder público, principalmen-

te com a defesa civil, bem assim de remoção das pessoas e animais, equipamentos e materiais sob risco, por meios de transporte adequados (SILVEIRA; MACHADO, 2005).

A legislação brasileira incorporou essas recomendações. No caso do Plano de Ação Emergencial de Barragem de Minério (PAEBM), devem compô-lo, pelo menos: a) informações gerais da barragem sobre seu conteúdo, estruturas associadas, localização e acesso; b) responsabilidades gerais (do empreendedor; do coordenador e seu substituto, designados formalmente, e treinados e capacitados para coordenar as ações emergenciais; para notificação, evacuação, continuidade e encerramento das emergências); c) critérios e instrumentos de detecção, avaliação e classificação das situações de emergência, designando um equipe de segurança para executá-los; c) procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência; d) análise do estudo de cenários compreendendo os possíveis impactos à jusante, resultantes de uma hipotética ruptura de barragem, com seu associado mapa de cenários georreferenciado; e) estratégia e meio de rápida e eficaz divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência e para as autoridades competentes, devendo sempre constar um fluxograma e os procedimentos de notificação com os telefones, quando for o caso, das autoridades competentes. (BRASIL, 2013, art. 6º)⁷.

A definição clara das estratégias que devem ser adotadas, inclusive por meio do sistema de alerta à população potencialmente atingida, e a disponibilidade geográfica ou espacial dos recursos que podem ser utilizados tempestivamente para evitar ou reduzir o mais possível as perdas econômicas, ambientais e humanas, bem como um esquema prático de evacuação de áreas

⁷ Em seus anexos e apêndices, os registros dos treinamentos do PAE; descrição dos meios e recursos disponíveis para serem usados nas situações de emergência, tais como materiais, equipamentos e ferramentas, suas localização e formas de obtenção; formulário de declaração de início e encerramento da situação de emergência. No caso de Risco 1, deve constar a cópia do Extrato de Inspeção de Segurança Regular da Barragem, que detectou a situação de emergência; em sendo Risco 2, cópia do Extrato de Inspeção de Segurança Especial de Barragem, que extinguiu ou controlou a anomalia, contendo, em qualquer caso, o relatório de encerramento do evento de emergência. Devem ainda conter o formulário de controle de atualização do PAEBM e a relação das autoridades competentes que receberam o PAEBM com os respectivos protocolos (BRASIL, 2013).

habitadas à jusante, com atribuição dos respectivos responsáveis e o encadeamento de ações, são essenciais para o êxito de um plano emergencial.

A efetividade do plano, se for necessário empregá-lo, é dependente ainda de um estudo de cenários, capaz de caracterizar adequadamente as possíveis ocorrências em virtude de uma eventual ruptura da barragem. Os cenários analisados e os métodos do estudo devem constar do PAEBM, assim como o mapa de cenários, que compreende a delimitação geográfica georreferenciada das áreas potencialmente afetadas com os possíveis cenários associados. (BRASIL, 2013, art. 2º, XII e XIII).

Mas nada disso funcionará, se não for dada publicidade ao documento e criada uma rede de integração com o poder público e, principalmente, com os órgãos da defesa civil para que sejam adotadas medidas tempestivas de salvamento. A legislação brasileira, atenta a isso, exige que, além de estar inserido no PSBM (volume V), à disposição das autoridades, devem ser entregues cópias físicas do plano às prefeituras e defesas civis municipais e estaduais afetadas, além de cópia digital para o CENAD por meio do sítio eletrônico do referido Centro⁸. Tais cópias devem ficar disponíveis, inclusive para consulta pública, nas referidas localidades e no escritório do empreendedor junto à barragem e, na inexistência de escritório, na planta de beneficiamento, no escritório da mina, na regional ou sede do empreendedor, o que for mais próximo da barragem (BRASIL, 2012b, art. 8º, §1º; 2013, arts. 7º, §2, e 8º). Quando as autoridades solicitarem esclarecimentos sobre o conteúdo do PAEBM, diz a Portaria do DNPM, os empreendedores deverão fornecer informações complementares (BRASIL, 2013, art. 7º, caput e §2º). Duas observações devem ser feitas sobre esse ponto.

A primeira é que o rol de autoridades a quem deve ser remetido o plano não se limita apenas às mencionadas. A Portaria DNPM 526/2013 parece deixar a critério do empreendedor para que outras o enviar: “O PAEBM deve conter em seus anexos relação das autoridades públicas que receberão a cópia do Plano” (BRASIL, 2013, art. 7º, §3º). A redação é ambígua. Na verdade, qualquer autoridade competente pode requerer cópia física ou digital do plano, bem como requisitar

⁸ Após a entrega do PAEBM às autoridades, diz a Portaria DNPM, os respectivos protocolos de recebimento deverão ser arquivados como Anexos e Apêndices do PAEBM. (BRASIL, 2013, art. 7º, §4º). É medida de prevenção de responsabilidade, inclusive e principalmente para o empreendedor.

informações adicionais. A Lei 12.334/2010 obriga o encaminhamento às autoridades competentes. A Portaria apenas exemplifica sem esgotar quem seja competente para receber automaticamente ou por requisição o PAE (BRASIL, 2010, art. 11, parágrafo único).

A segunda observação tem a ver com essa previsão. Se a Portaria do DNPM confere às autoridades competência para exigir esclarecimentos, está a pressupor que, minimamente, essas autoridades avaliem a adequação das medidas nele previstas. Os estudos e mapas de cenários deveriam ser analisados com o devido cuidado, de modo a identificar eventuais incompletudes ou inconsistências. Não se trata de um controle meramente formal, mas meritório. Aliás, nem precisaria que o poder de polícia estivesse ali prescrito, pois é decorrência do dever geral de segurança imposto ao Poder Público e, em especial, das licenças da atividade, tanto de natureza ambiental, quanto minerária.

A redação normativa parece excluir essas autoridades tanto do recebimento automático do PAEBM, quanto de sua análise, mas é um vezo. Quem concede ou licencia uma atividade ambiental e socialmente impactante deve zelar para que os riscos e danos não se concretizem ou, uma vez concretizados, produzam as menores perdas humanas, ambientais e econômicas possíveis. O silêncio da literalidade não lhes retira a responsabilidade por omissão. Melhor, então, que tomem a iniciativa de exigir a entrega do plano e realizem um apropriado exame de seu conteúdo.

Não são apenas os órgãos da defesa civil que devem analisar o plano. Fazem-no – ou deveriam fazê-lo – no tocante à adequação das medidas de avisos e alarmes, salvamento e evacuação, mas nem têm estrutura e tampouco atribuição para o exame dos pressupostos do PAE como as condições gerais da estrutura e os estudos de cenários. Essa é tarefa que deve ser desempenhada pelos órgãos federais e estaduais competentes, inclusive o DNPM no caso das barragens de rejeito ou resíduo de minério.

4 REVISÃO E TREINAMENTO DO PAE

A integridade formal e material do plano requer a atualidade de seu conteúdo e o conhecimento por todos os envolvidos desde os empregados do empreendedor aos servidores públicos

encarregados de analisá-los ou por em prática suas ações, quando necessárias, e, claro, os possíveis afetados por um acidente ou desastre. O plano deve, portanto, conter a designação formal de um coordenador e seu substituto, treinados e capacitados para coordenar os procedimentos nele descritos, bem como a previsão de treinamentos internos frequentes sobre ações preventivas e corretivas, mantendo registros dessas atividades. Também devem dele constar todas as informações técnicas que sejam necessárias para que os órgãos da defesa civil promovam treinamentos e simulações de situações de emergência, em conjunto com as prefeituras. Quando solicitado formalmente, o empreendedor deve atuar conjuntamente com tais órgãos ou entidades para realização dos treinamentos e simulações.

O conhecimento do conteúdo do plano é intensificado por meio das simulações de evento, oportunidade que serve para testar o próprio diagnóstico e medidas emergenciais previstas. Há vários exercícios e fóruns de treinamento sugeridos na literatura. Nos Estados Unidos, a *Federal Emergency Management Agency – FEMA* prevê dois grandes grupos de exercícios: um, orientado para discussão; outro, de caráter mais operacional. No primeiro grupo se incluem seminários, workshops, exercícios de mesa (*Tabletop Exercises* ou TTX) e jogos, e se procura reunir empregados da empresa, consultores e poder público com vistas a conhecer e a dar conhecimento das responsabilidades e dos procedimentos previstos no plano. Num jogo, são simuladas operações envolvendo duas ou mais equipes num ambiente, geralmente, competitivo, fazendo uso das regras, informações e procedimentos para descrever uma situação real ou hipotética e testar, validar ou rever as previsões do plano.

No segundo grupo, estão os “drills”, os funcionais e os de “escala plena”. Os drills envolvem um procedimento de simulação de emergência trivial ou de pequena expressão, de modo, por exemplo, a validar procedimentos, praticar ou manter habilidades, avaliar a eficiência dos meios de comunicação existentes no plano e aperfeiçoar metodologia e processos. No exercício funcional, visa-se avaliar as habilidades e o grau de efetividade de tarefas que envolvem grupos ou funções diversas, principalmente, das pessoas que exercem tarefas de gestão, de direção, de comando e de controle, procurando aprimorar suas capacidades de coordenação e de resposta. As atividades são conduzidas num ambiente e em tempo reais,

portanto sob tensão, muito embora o movimento de pessoal e de equipamento seja normalmente simulado. Enfim, no exercício a plena escala, são envolvidas várias agências, organizações e competências com o intuito de avaliar os múltiplos aspectos e atividades descritas no plano, sobretudo no nível operacional. As atividades, inclusive a mobilização de pessoas e equipamentos, são usualmente conduzidas em tempo real e num ambiente de tensão tão próximo possível de uma situação real (ESTADOS UNIDOS, 2013).

Esses exercícios e treinamentos, tanto que possível e necessário, devem envolver a comunidade à jusante, bem como os responsáveis por outras barragens. A divulgação de data e horário também pode ser feita pelos principais meios de comunicação locais (SILVEIRA; MACHADO, 2005).

Tanto a barragem pode sofrer mudanças ao longo do tempo, quanto é previsível que as condições sociais, econômicas e ambientais à jusante da barragem também passem por alterações. É necessário, portanto, que haja validade dos planos elaborados, exigindo periódicas revisões. No caso de barragem de rejeito de minério, por exemplo, cabe ao empreendedor revisá-la: a) por ocasião da realização de cada Revisão Periódica de Segurança de Barragem, conforme art. 16 da Portaria DNPM nº 416, de 03 de setembro de 2012, por equipe técnica descrita no artigo 17 da referida Portaria; ou b) sempre que houver alguma mudança nos meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situação de emergência. A revisão do plano, por óbvio, implica atualização do estudo e mapa de cenários com a devida reavaliação das ocupações à jusante e dos possíveis impactos a elas associados.

5 SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

São designadas “situações de emergência” aquelas que, resultado de eventos adversos, possam afetar a segurança da barragem e causar danos à sua integridade estrutural e operacional, à preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente. A Portaria DNPM 526, para nos termos nas barragens de rejeito mineral, considera iniciada uma situação de emergência sempre que for verificado potencial comprometimento de segurança da estrutura ou quando ocorrer uma inspeção especial de segurança da barragem, pela constatação, em análise periódica, de anomalias que resultem na pontuação

máxima de dez pontos em qualquer coluna do quadro de Estado de Conservação referente à Categoria de Risco da Barragem de Mineração, de acordo com a legislação em vigor⁹ (BRASIL, 2013, art. 15). Quadro crítico ou quase, portanto.

Há três níveis de emergência, segundo a norma da autarquia minerária: a) nível 1 ou de estado de prontidão, nas hipóteses caracterizadas por situação adversa controlável e por problemas estruturais remediáveis; b) nível 2 ou de estado de alerta, definido pela situação adversa não extinta ou não controlada e comprometimento estrutural ainda não remediado. Devem ser enquadradas nesse nível as barragens que apresentaram anomalias com pontuação máxima de dez pontos, segundo cálculo de risco, cujas intervenções não as tenha solucionado; e c) nível 3 ou de estado de emergência: nas hipóteses em que a segurança estrutural barragem tenha sido afetada severamente e de modo irreversível, sendo a ruptura iminente ou já em curso.

Cabe ao coordenador do plano de ação emergencial, com a equipe de segurança de barragens de rejeito de minério, identificar, avaliar e classificar a situação de emergência, passando a executar as ações nele descritas. Ato incontinenti, deve comunicá-la à defesa civil municipal, estadual e nacional, bem como ao DNPM, colocando-se à disposição das autoridades para informações e providências que julgarem necessárias.

Em se tratando de situação de emergência nível 3, a prioridade deve ser dada a imediata comunicação às pessoas que possam potencialmente ser afetadas, e à sua pronta remoção. Na região de autossalvamento, assim entendida a área à jusante da barragem que não permita uma intervenção tempestiva das autoridades competentes, cabe ao empreendedor dar imediato conhecimento à população, por meio dos sistemas de alerta e de avisos constantes no plano. É de se supor, para atender à teleologia normativa, que os meios previstos sejam eficientes o bastante para atender às necessidades de rápido conhecimento pelos possíveis afetados, de acordo com a magnitude do evento. Daí a importância de o estudo e mapa de cenários preverem com a acuidade possível e a seriedade necessária os desdobramentos que se podem dar com eventual rompimento da barragem, identificando as áreas e comunidades potencialmente atingidas.

⁹ Esses parâmetros estão previstos no Anexo I da Resolução CNRH n. 143/ 2012, e no anexo IV da Portaria DNPM n. 416/ 2012 (BRASIL, 2012a e b).

6 ESTUDO DE CENÁRIOS E DAM BREAK

No estudo de cenários se deve considerar, dentro da linha de causalidade possível e em bases técnico-matemáticas, o pior ou mais grave cenário. Há de se avaliar, por exemplo, se uma barragem construída no curso de um afluente ou que nele verta suas águas não possa ter seu depósito espalhado pelo rio principal, comprometendo a integridade da bacia hidrográfica e de quem às margens dela viva. Ou se o rompimento provocará um efeito dominó sobre outras estruturas existentes no curso daqueles rios com o colapso de todo o sistema e agravamento dos impactos da onda de cheia. Sempre se deve considerar que as vazões e os níveis resultantes derivados do derramamento do material depositado podem ser muito maiores do que as máximas naturais, atingindo espaços e comunidades que estariam a salvo das cheias históricas do rio (MORRIS; GALLAND, 2000; COLLISCHONN; TUCCI, 1997, p. 191). O estudo de cenários deve seguir quatro passos básicos: a) elaboração do hidrograma de ruptura, b) propagação da onda de cheia, c) elaboração de mapas de inundação e d) confecção do plano de ação de emergência ou planos de contingências (ICOLD, 1998).

As simulações de cheias estão submetidas a um alto grau de incerteza e imprecisões, identificadas como fatores de sensibilidade aos resultados, como a causa do rompimento, a largura e tempo de formação da brecha de ruptura, a determinação da descarga de pico defluente ou máxima vazão devido à ruptura (relacionada com a altura do barramento, o comprimento da crista, o tipo e o volume de resíduo ou rejeito), calculada por diversas formas (MORRIS; GALLAND, 2000); estudo dos condicionantes hidrológicos e geológico-geotécnicos; geometria das seções do rio e do vale, coeficiente de rugosidade (coeficiente n de Manning), material recolhido pela cheia, representação matemática da barragem e das áreas inundáveis e regime de escoamento (ALMEIDA; FRANCO, 1994). A simulação de formação da brecha pode ser feita por diversos métodos como o hidrograma de ruptura estimado, evolução pré-determinada da brecha, evolução por erosão simplificada e evolução por erosão completa, cada um com suas deficiências e contextos próprios de aplicação (COLLISCHONN; TUCCI, 1997, p. 192).

Para estimar-se o tempo de esvaziamento do reservatório, podem ser usados modelos simplificados de hidrograma como o triangular simplificado e o parabólico (Walther, 2000). Assim também há diversas abordagens para determinação das vazões máximas, cujo desacerto ou impropriedade pode resultar numa equivocada definição da taxa de escoamento do resíduo e do potencial de inundação das áreas a jusante (MORRIS; GALLAND, 2000). Há diversos modelos numéricos empregados para simulação da onda de ruptura de barragem como o FLDWAV e SMPBRK, desenvolvidos pelo *National Weather Service* dos Estados Unidos, o DAMBRK, da Boss International, o DWAF-DAMBRK, da África do Sul, MIKE 11, da Dinamarca, o FLORIS, da ETH Zurique, e o CLIV PLUS, da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (UEMURA, 2009).

Em geral, costuma-se dividi-los em quatro grupos: modelos simplificados, modelos hidrológicos, modelos hidrodinâmicos unidimensionais e modelos hidrodinâmicos bidimensionais. Os dois últimos são mais empregados e a preferência recai sobre aquele mais adaptado às condições da barragem, da topografia e da hidrografia. Se, por exemplo, o vale à jusante contar com uma ocupação significativa nem for acidentado, a ponto de permitir um escoamento da onda na mesma direção daquela imposta pelo leito principal do curso d'água, a simulação unidimensional é adequada. Para áreas que contem preponderantemente com planícies de inundação e cursos d'água com transições bruscas ou com a presença de pontes ou outras estruturas hidráulicas, os modelos hidrodinâmicos bidimensionais são mais adequados (MORRIS; GALLAND, 2000).

A propagação do hidrograma, por seu turno, é simulada por três principais métodos: ajuste do choque ou *shock fitting* (cálculo que leva em conta a descontinuidade entre dois ou trechos em que se aplicam as equações de Saint-Venant, localizadas por área de choque primário e secundário), pseudoviscosidade (dissipa o choque sobre região maior) e soluções fracas ou conservativas das equações de Saint-Venant ou *shock capturing* ou ainda *through computation* (não confere tratamento especial ao choque) (MACCHIONE; MORELLI, 2003). Pouco importa se a abordagem for uni ou bidimensional, pois as equações de Saint-Venant, que formam um sistema de diferenciais parciais, de primeira ordem, não linear e do tipo hiperbólico, em sua forma completa, não admi-

tem solução analítica, sendo resolvidas por três técnicas distintas, a das características, a das diferenças finitas e a dos elementos finitos (CHAUDHRY, 2008).

Na prática, tem-se utilizado com frequência o método *dam break* que se vale das “equações unidimensionais completas” de Saint-Venant, associadas a “equações de escoamento rapidamente variável”¹⁰, adotando-se a evolução pré-determinada da brecha, calculada pelo tempo de formação, largura final da base e forma da brecha. São elementos de relevância para o exame de simulação o nível de água do reservatório, bem como o emprego do método hidrológico (a linha de água na barragem é considerada horizontal, valendo-se para cálculo de uma curva cota/área), para a hipótese de formação lenta de brecha, e do hidrodinâmico (analisam-se os coeficientes de rugosidade em cada subseção transversal em que é dividido o reservatório), quando a formação for rápida ou imediata (DRESSLER, 1954; FREAD, 1977; IERVOLINO et al., 2010). Os estudos de propagação debruçam-se sobre a série de vazões afluentes, os registros de cheias naturais e de vazões extremas, tomando-se várias seções transversais ao longo do rio para caracterizar a topografia. Tenta-se prever os perfis da cheia, o tempo de chegada das ondas a diferentes locais à jusante e hidrogramas em determinadas áreas (SYLVESTRE; SYLVESTRE, 2002).

Tamanha variação de análise e aferição técnica deve se sujeitar a um detido controle por parte do poder público. O órgão de fiscalização há de contar com profissionais capazes de examinar os estudos realizados pelo empreendedor e apontar-lhes correções, quando forem necessárias. A legislação brasileira, nesse ponto, deixa a desejar, pois não cria mecanismos que possibilitem um exame apurado do PAE elaborado pelo empreendedor. Trata apenas de um dever de entrega do documento a algumas autoridades públicas e de prestação de informações adicionais. Tudo estará a depender de uma séria política de *compliance* e segurança ambiental do empresário ou do seu

10 Onde houver pontes, barragens ou quedas d'água não se aplicam as equações de Saint Venant. Aplicam-se equações empíricas cota/descarga como a equação de vertedouros. Os pontos de transição de escoamento hipercríticos de e para subcríticos também não podem contar com Saint Venant, sendo avaliados pelas equações de escoamento em regime crítico (, p. 196). Há um frequente emprego, para esse fim, do modelo numérico FLDWAV, desenvolvido pelo *National Weather Service*, e do software FLDAT (*NWS Flood Wave Analysis Tool* (SYLVESTRE; SYLVESTRE, 2002).

medo de que o descumprimento da norma, em ocorrendo um acidente ou desastre, seja-lhe oneroso. É atribuir muitas fichas ao autocontrole empresarial, o que pode custar vidas humanas e danos econômico-ambientais sempre trágicos e, o que é pior, evitáveis.

7 CONCLUSÕES

O Plano de Ação Emergencial (PAE) é instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragem, previstos pela Lei n. 12.334/2010. De acordo com a Lei, ele deve ser elaborado sempre que a barragem for classificada como de dano potencial associado alto, deixando-se para os órgãos de fiscalização, notadamente ambiental e mineirário, o estabelecimento de obrigação adicional.

No PAE, devem constar as pessoas responsáveis pela sua elaboração e execução; mecanismos de detecção, avaliação, classificação e tratamento das situações de emergência; a análise do estudo de cenários compreendendo os possíveis impactos à jusante, resultantes de uma hipotética ruptura de barragem, com seu associado mapa de cenários georreferenciado; bem como os instrumentos de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas e para as autoridades competentes.

O PAE é elaborado pelo empreendedor e encaminhado ao poder público. A legislação é falha nesse ponto, pois prevê seu envio apenas para as prefeituras, órgãos da defesa civil e CENAD, deixando para o empreendedor, no caso da Portaria DNPM 526/2013, eventualmente enviar para outras autoridades públicas. Essa falha compromete o poder de fiscalização do conteúdo do PAE e um exame apurado das previsões e cálculos técnicos aplicados, podendo repercutir na sua capacidade de enfrentar exitosamente situações de emergência. Seria de os órgãos ambientais e a autarquia minerária analisarem os pressupostos e definições técnicas, cabendo às prefeituras e defesa civil o exame da adequação das medidas emergências propostas. Nada disso é feito.

Confia-se que o empreendedor, por boa fé ou temor em relação às penalidades que possa vir a sofrer com o descumprimento das normas, sobretudo, no caso de haver o rompimento da barragem, acabe por atender às exigências legais. Essa crença, todavia, pode cobrar um alto preço em perdas humanas, ambientais e econômicas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. Betâmio de; FRANCO, A. BENTO. Modeling Dam Break Flow. In CHAUDHRY, M. Hani; MAYS, Larry W. (eds). *Computer Modeling of Free-Surface and Pressurized Flows*. Dordrecht: Kluwer, p. 343-373, 1994.
- ALMEIDA, A. Betâmio; VISEU, Teresa. *Dams and Safety Management at Downstream Valleys*. Rotterdam: Balkema. 1997.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Portaria n. 416*, from 03/09/2012b. Available: <<http://zip.net/brs6H7>>. Accessed 16 February 2016.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Portaria n. 526*, from 11/12/2013. Available: <<http://zip.net/bgs7h2>>. Accessed 5 February 2016.
- BRASIL. *Lei n. 12334*, from 20/09/2010. Available: <<http://zip.net/bts8dV>>. Accessed 15 February 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução n. 143*, from 10/07/2012a. Available: <<http://zip.net/bds698>>. Accessed 15 February 2016.
- BUREAU OF RECLAMATION. *A Procedure for Estimating Loss of Life Caused by Dam Failure*. Denver: Dam Safety Office, 1999.
- CHAUDHRY, M. Hanif. *Open-Channel Flow*. New York: Springer, 2008.
- COLLISCHONN, Walter; TUCCI, Carlos E.M. Análise do Rompimento Hipotético da Barragem de Ernestina. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. 2, p. 191-206, 1997.
- DRESSLER, Robert F. Comparison of Theories and Experiments for the Hydraulic Dam-Break Wave. *Proceeding of International Association of Hydrological Sciences*, v. 38, n. 3, p. 319-328, 1954. Available: <<http://zip.net/bds7Yj>>. Accessed 18 February 2016.
- ESTADOS UNIDOS. Federal Emergency Management Agency - FEMA. *Federal Guidelines For Dam Safety: Emergency Action Planning For Dam Owners*. [S.L]: Interagency Committee on Dam Safety, 2004.
- ESTADOS UNIDOS. Federal Emergency Management Agency - FEMA. *Homeland Security Exercise and Evaluation Program - HSEEP*. April 2013. Available: <<http://zip.net/bns7Nd>>. Accessed 15 March 2016.
- FRANCO, Carlos Sérgio S.P. *Segurança de Barragens: Aspectos Regulatórios*. Dissert. Mestrado. Goiânia: UFCG, 2008. Available: <<http://zip.net/bps8b4>>. Accessed 1 April 2016.
- FREAD, D. L. The Development and Testing of a Dam-Break Flood Forecasting Model. In: *Proceeding of Dam-Break Flood Modeling Workshop*. Washing-

ton, DC: US Water Resources Council, p. 164-167, 1977. Available: <<http://zip.net/bts777>>. Accessed 15 April 2016.

IERVOLINO, M.; LEONARDI, A.; SOARES-FRAZÃO, S.; SWARTENBROEKX, C. ZECH, Y. 2D-H Numerical Simulation of Dam-Break Flow on Mobile Bed with Sudden Enlargement. In DITTIRCH, A.; KOLL, K.; ABERLE, J.; GEISENHAINER, P. (eds.). *Proceedings of the International Conference on Fluvial Hydraulics - River Flow 2010*, Braunschweig, Germany, 8-10, p. 569-575. Available: <<http://zip.net/bws63D>>. Accessed 4 April 2016.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMNS - ICOLD. *Dam Break Flood Analysis: Review and Recommendations*. Vol. 111 de Bulletin. Paris: ICOLD, 1998.

JANSEN, Robert B. *Dams and Public Safety*. Washington, DC: United States Department of the Interior, Water and Power Resources Service, 1980.

MACCHIONE, Francesco; MORELLI, Maria A. Practical Aspects in Comparing Shock-Capturing Schemes for Dam Break Problems. *Journal of Hydraulic Engineering*, v. 129, n. 3, p. 187-195, 2003.

MORRIS, M.W., GALLAND, J.C.. *Dambreak Modeling – Guidelines and Best Practice*, Conclusions from the CADAM Concerted Action Project, January 2000. Available: <<http://zip.net/bts79Y>>. Accessed 16 March 2016.

SCHÄUBLE, Holger; MARINONI, Oswald; HINDERER, Matthias. A GIS-based method to calculate flow accumulation by considering dams and their specific operation time. *Computers & Geosciences*, v. 34, n. 6, p. 635-646, 2008.

SILVEIRA, João Francisco A.; MACHADO, José Augusto de. *A Importância de Implementação de Planos Emergenciais para as Barragens à Montante de Centros Urbanos*. Comitê Brasileiro de Barragem, XXVI Seminário Nacional de Grandes Barragens, Goiânia, 11-15 April 2015. Available: <<http://zip.net/bcs7zZ>>. Accessed 15 April 2016.

SYLVESTRE, P., SYLVESTRE, J. *FLDWAV Application: Transitioning from Calibration to Operational Mode*. Maryland: MWS, 2002.

UEMURA, Sandra. *Instrumentos de Avaliação e Gestão de Impactos Gerados pela Ruptura da Barragem*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP/Politécnica, 2009. Available: <<http://zip.net/bys70G>>. Accessed 13 April 2016.

VEESAERT, Chris; CARDIA, Ruben J.R.; TSUZUKI, Ana Laura L.Z. *Segurança de Barragem – Questão de Responsabilidade*. Comitê Brasileiro de Barragens, XXVI Seminário Nacional de Grandes Barragens, Goiânia (GO), 11-15/4/2005. Available: <<http://zip.net/bfs5YH>>. Accessed 1 April 2016.

The deficiencies of the emergency action planning for dams in Brazil

ABSTRACT

The Emergency Action Plan (EAP) is an instrument of the National Policy on Dam Safety, by legal imposition. Brazilian law, regarding the content of the EAP is in accordance with international guidelines on the subject, requiring a number of strategies, actions and procedures, scenario-based studies that minimize or neutralize the impacts caused by the rupture of a dam. It fails, however, when not prescribed control mechanisms of such content. Confidence in the good faith of the entrepreneur, or in fear of sanction, can charge a high price in case of accident or disaster with human, economic and environmental avoidable losses.

Keywords: Emergency Action Plan. Dam safety. Right to an ecologically balanced environment.

Recebido em: 20/05/2016

Aprovado em: 20/07/2016