

A SEGURANÇA DE BARRAGENS SOB A ÓTICA DE ALGUMAS LEGISLAÇÕES INTERNACIONAIS

Monica Soares Resio Zuffo¹ & Ana Inés Borri Genovez²

RESUMO --- Como a Engenharia de Barragens não é uma ciência exata, um bom programa nacional de segurança de barragens torna-se crucial. Um código de leis e regulamentações específicos é imprescindível, pois estabelece exatamente o papel dos agentes envolvidos na manutenção da segurança das estruturas. As barragens proporcionam benefícios econômicos, sociais e ambientais, porém muitas estruturas causaram estragos significativos. Nota-se que em países onde há legislação específica as seguranças da estrutura, pública e ambiental são garantidas mais eficazmente. Informações sobre a segurança de barragens existentes são necessárias aos órgãos governamentais e aos seus proprietários, a fim de as manter seguras, viáveis economicamente e ambientalmente sustentáveis. Nesse contexto, as agências governamentais devem estabelecer prioridades e alocar recursos para a inspeção de segurança. Assim, este trabalho visa apresentar, discutir e comparar algumas legislações sobre segurança de barragens e apontar sua importância para os programas de segurança e inspeção de barragens. Para tal, foram selecionados países como Brasil, Estados Unidos, Austrália, Canadá, Grã Bretanha e Portugal. Conclui-se que as legislações existentes relacionadas à segurança de barragens ou mesmo a organização governamental exigida para um bom funcionamento do programa de segurança de barragens é algo complexo e deve ser muito bem elaborado e articulado.

ABSTRACT --- Dam engineering is not an exact science. Therefore, it is crucial that a well-elaborated dam safety program is done. Dams provide economic, environmental and social benefits according to their purposes, but many dams have caused significant hazard. Dam safety information is needed from governmental agencies to dams owner, in order to maintain them safe, economically viable and environmentally sustainable. It is noticed that countries that have a specific dam safety laws and regulations are able to guarantee dam, environmental and public safety better. In this process, governmental agencies must established priorities and allocate resources to check the facilities safety conditions and their roles must be clear. The purpose of this work is to present, discuss and compare some dam safety laws and regulations, by pointing out their importance for the dam safety evaluation programs. The countries under this study are: Australia, Brazil, Canada, Great Britain, Portugal and the United States. It is to be pointed out the stronger points of each legislation and the conclusion is: it is necessary a great deal of organization and articulation to get all factors involved to guarantee the well-functioning of the dam safety program. It surely depends on enforcing specific laws and governmental organization.

Palavras Chave: Barragens, Segurança de Barragens, Legislação sobre Segurança de Barragens.

Key-words: Dams, Dam Safety, Dam Safety Legislation.

¹ Doutoranda bolsista CNPq da FEC-UNICAMP, Av. Albert Einstein, 951, 13.083-952 Campinas. E-mail: monicazuffo@mac.com

² Professora adjunta da FEC-UNICAMP, Av. Albert Einstein, 951, 13.083-952 Campinas. E-mail: bgenovez@fec.unicamp.br

1. INTRODUÇÃO

As barragens existentes estão envelhecendo, as preocupações com as questões ambientais vêm crescendo e barragens de grande porte já foram construídas em sítios mais adequados. Todos estes fatores corroboram com o crescimento do número de barragens de pequeno porte, as quais são as responsáveis pela maioria dos incidentes com barragens (Zuffo & Genovez, 2008). Segundo o WCD (2001), as pequenas barragens somam a grande maioria das barragens construídas no mundo, cerca de 65%. Este fato pode ser comprovado por dados coletados ao redor do mundo, excluindo-se a China, desde 1860. Os resultados são: 11 – 20 metros (34%), 21 - 30 metros (15%) e 31 – 40 metros (12%); barragens com mais de 81 metros de altura são responsáveis por menos que 4% dos acidentes registrados (Mc Cully 2001). Isto certamente se deve ao monitoramento e instrumentação existentes neste tipo de estrutura.

Pequenas barragens certamente oferecem mais riscos uma vez que são menos instrumentadas e sua construção não requer técnicas construtivas refinadas (Matos Almeida, 1998). Além disso, a maioria dos países não possuem um inventário preciso sobre o número exato de pequenas barragens e não existe uma proporcionalidade constante entre o número de pequenas, médias e grandes barragens entre as diferentes nações. Na Grã-Bretanha, por exemplo, as pequenas barragens compõem 80% do universo de barramentos construídos enquanto que na Itália este número é 61% (Martins, 2007).

Na América do Sul, 57% das barragens possuem até 30 metros de altura e em 52% delas, a capacidade do reservatório é de até 100 milhões de m³. A média mundial para a mesma capacidade de reservação é de 59%. Há uma estimativa que 2.000 falhas com barragens aconteceram desde o século XII e 200 casos graves de incidentes com barragens aconteceram entre 1900 e 1980 (Mc Cully 2001). As causas mais comuns de falha com barragens são o galgamento (aproximadamente 40%) e problemas na fundação (aproximadamente 30%). Quase $\frac{2}{3}$ das grandes barragens construídas na América Latina estão localizadas no Brasil (WCD, 2001). O pior acidente brasileiro envolvendo barramentos aconteceu em 1960, na barragem de Oróz. O acidente se deu devido a uma cheia inesperada e a barragem, que estava sob construção, galgou. Locais a 75 km de distância sofreram as consequências do incidente e pelo menos 1.000 pessoas perderam suas vidas, além das perdas econômicas e ambientais (Jansen 1983).

As barragens não devem, portanto, ser enquadradas por legislações generalistas, como, por exemplo, situações previstas no código civil. Um programa de segurança bem elaborado deve ser feito a fim de garantir as seguranças pública, ambiental e das próprias estruturas. O tempo de alerta se mostra como um importante parâmetro capaz de afetar o potencial de risco à vida. Quanto centros

urbanos estão localizados próximos a barragens, uma medição apurada dos parâmetros mais comuns causadores de incidentes é fundamental no desenvolvimento de planos emergenciais de ação e nos sistemas de alerta (Wahl, 1998).

A necessidade em manter as populações seguras contra os riscos associados a estas estruturas é algo que alguns países têm tentado manter por meio do desenvolvimento de legislações específicas, que englobam desde regras que norteiam o projeto, construção, monitoramento, inspeção e exploração destas estruturas. Mesmo assim, até 2005, apenas 20 países possuíam legislação específica (Leme, 2005) e este número aumentou para cerca de 27, em 2007 (Martins, 2007). A existência de pelo menos um Manual de Segurança parece ser prática comum a maioria das nações em que não há uma legislação específica; este é o caso do Brasil, por exemplo.

Nota-se que, países em que existe um código de leis específico para as questões de segurança de barragens conseguem manter a segurança pública em patamares mais aceitáveis. Ao considerar este fato, uma discussão focada em aspectos legais parece ser de suma importância tanto para países carentes de legislação específica quanto para países que a possuem porém sentem a necessidade de revisa-la. Ainda, esta discussão pode ser importante para autoridades responsáveis na manutenção da segurança pública e das estruturas, proprietários, projetistas e construtores de barragens.

Sabe-se que a segurança de barragens é um assunto de grande complexidade. Quanto à legislação específica, deve-se pensar em questões levantadas por Martins (2007), tais como: a que porte de barragens deve se aplicar a legislação? A legislação deve ter um caráter técnico ou não técnico? Qual a autoridade e quem deverá ser o responsável pela segurança das estruturas? Entre outras.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar, discutir e comparar algumas legislações sobre segurança de barragens e apontar suas importâncias para programas de segurança e inspeção de barragens. Serão apontados os pontos fortes de cada código em estudo a fim de prover modelos e ideias para países que ainda não possuem legislação própria relacionada ao assunto. Para a realização do presente estudo, foram selecionados países como Brasil, Estados Unidos, Austrália, Canadá, Grã Bretanha e Portugal. Os países de origem aglo-saxônica foram escolhidos por apresentarem uma preocupação de longa data com a questão e Portugal devido a proximidade cultural com o Brasil.

2. ALGUMAS ABORDAGENS SOBRE A SEGURANÇA DE BARRAGENS

2.1. Brasil

No Brasil, ainda não há uma legislação aprovada que discorra sobre uma política nacional de segurança de barragens. Há um projeto de lei em discussão – Projeto de Lei nº 1.181, de 2003, que visa

estabelecer a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), criar o Conselho Nacional de Segurança de Barragens (CNSB) e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Porém, existe um Manual de Segurança e Inspeção de Barragens, desenvolvido pelo MIN (Ministério da Integração Nacional), Secretaria de Infra-estrutura Hídrica em julho de 2002. Este Manual vem a ser o documento mais importante do país sobre o assunto.

Ele foi baseado em estudos prévios realizados pela Comissão Regional de Segurança de Barragens de São Paulo (Núcleo Regional de São Paulo), Comitê Brasileiro de Barragens por meio do Guia Básico de Segurança de Barragens, pelo *Bureau of Reclamation, Canadian Dam Association* (CDA) – Associação Canadense de Barragens - e pela COGERH/CE. O objetivo deste manual é estabelecer parâmetros e um roteiro básico para orientar os procedimentos de segurança a serem adotados em novas barragens, quaisquer que sejam seus proprietários, e manter as já construídas em um estado de segurança compatível com seu interesse social e de desenvolvimento. Pretende-se, também:

- ◆ Definir requisitos mínimos de segurança;
- ◆ Uniformizar os critérios empregados na sua avaliação;
- ◆ Permitir uma supervisão consistente, da segurança de barragens, de modo a conduzir a execução de melhorias, que contribuam para o aumento da segurança dessas estruturas;
- ◆ Contribuir para a legislação e regulamentação da segurança de barragens, em âmbito nacional.

Seguem inúmeras recomendações encontradas no Manual, mas como não se trata de uma lei, não há implicações legais para que se cumpra o estabelecido. Desta forma não há como obrigar os proprietários de barragens a seguir as normas de segurança apontadas. Contudo, caberá ao órgão público de cada estado fazer as vistorias para garantir a operação em segurança das obras já construídas. De acordo com o citado no Manual, o proprietário e/ou o concessionário é o responsável pela segurança da barragem em todas as fases, isto é, construção, comissionamento, operação e abandono, respondendo pelas conseqüências de eventuais incidentes e acidentes.

A Tabela 1 traz todos os procedimentos aos quais, teoricamente, toda barragem brasileira deve ser submetida, segundo o Manual de Segurança e Inspeção de Barragens:

Tabela 1. Procedimentos de Segurança das Barragens Brasileiras

Ação	Procedimentos ou Considerações
Classificação quanto às conseqüências de uma ruptura ou dano potencial	- Aspectos Sociais - Aspectos Ambientais - Aspectos Estruturais - Aspectos Econômicos
Consideração mínima de fatores de segurança	- Inspeções de Rotina - Inspeções Formais - Inspeções de Especialistas - Inspeções de Emergência
Inspeção periódica.	Detectar eventuais deteriorações e recomendar ações remediadoras
Instrumentação de acordo com o seu porte e riscos associados e análises periódicas de dados	Todos os instrumentos devem ser dotados de valores de controle ou limites para auxiliar os operadores
Submissão periódica de reavaliação de suas condições de segurança	- Classificação quanto às conseqüências de ruptura - As eventuais obras de reparo ou de manutenção recomendada nas inspeções, deverão ser implementadas com a máxima brevidade possível, bem como, as providências e recomendações devem ser registradas.

Fonte: MIN (2002)

As equipes de operação e manutenção das barragens devem ser treinadas e dispor de um plano de procedimentos de emergência para orientação em casos extremos – tais como a passagem de cheias excepcionais – que contemple, pelo menos:

- Como proceder em resposta aos alertas da instrumentação;
- O que fazer para manter a população em alerta em caso de ruptura;
- Quais as providências a serem tomadas contra danos patrimoniais e ambientais.

As barragens deverão ser dotadas de um plano de emergência, objetivando a segurança das pessoas residentes a jusante, em caso de acidente, visto que uma falha ou ruptura de barragem pode colocar em risco vidas e propriedades. O plano de emergência, também denominado de Plano de Ação Emergencial (PAE), segundo o Manual, deve ser preparado para cada barragem, a menos que as conseqüências da ruptura desta barragem sejam baixas.

O PAE possibilita o planejamento das autoridades competentes, municipalidade, polícia, agências estaduais, companhias de transporte e de outras entidades afetadas numa eventual ocorrência de cheia que possa causar falhas ou rupturas em barragens, além de propiciar uma coordenação de esforços entre diferentes entidades. Deve ser formalmente escrito e identificar, portanto, os procedimentos e processos que serão seguidos pelos operadores da barragem numa situação de emergência.

O Manual de Segurança e Inspeção de Barragens não pretende substituir especificações, projetos de reabilitação ou construção. Ele não deve compartilhar responsabilidades com as designações de projeto, dos construtores e montadores, e nem deve ser utilizado como manual de inspeção para pessoas não atuantes no ramo da Engenharia Civil.

O uso de critérios diferentes dos ali indicados pode eventualmente ser apropriado ou mesmo necessário, conforme condições específicas de alguns empreendimentos e visando, muitas vezes, a aplicação de novos conhecimentos e de técnicas melhoradas de projeto, e a construção e avaliação de segurança de barragens.

A responsabilidade quanto à interpretação apropriada, verificação e aplicação do Manual é dos engenheiros empenhados no gerenciamento de segurança de barragens e das organizações ou empresas que os empregam ou contratam.

2.2. Estados Unidos

É interessante observar como é feita a articulação no governo americano quanto à questão da segurança de barragens. É um assunto complexo e vêm a ser tratado por vários órgãos governamentais diferentes, indo desde o poder federal até representantes civis. Pode ser utilizado como um modelo de atribuições e poderes que visam assegurar o cumprimento das legislações relacionadas a segurança de barragens, sejam as leis de âmbito federal, estadual ou municipal.

Segundo a *Federal Emergency Management Agency* - FEMA (2005), os proprietários de barragens são responsáveis pela segurança, manutenção, melhoria e reparos de suas barragens. Nos Estados Unidos, embora a maior parte da infraestrutura, tais como pontes, rodovias, etc, pertença a entidades públicas, a maioria das barragens é da iniciativa privada. Quanto às questões de regulamentação, os governos estaduais são responsáveis por aproximadamente 95% das barragens listadas no *National Inventory of Dams* (NID) – ou Inventário Nacional de Barragens – e órgãos federais regulamentam aproximadamente 5% das barragens que constam no NID.

A Figura 1 mostra a distribuição dos proprietários de barragens nos EUA.

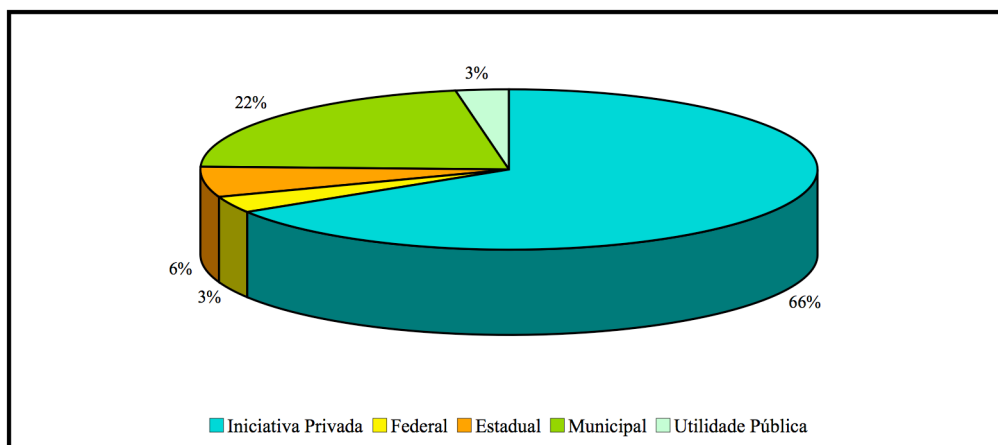


Figura 1. Proprietários de Barragens nos Estados Unidos. Fonte: FEMA, 2005.

A segurança de barragens pode afetar pessoas e propriedades que estejam entre territórios de âmbito local, estadual e até em fronteiras nacionais. Um incidente numa área pode afetar o comércio, navegação e a geração e distribuição de energia, ou, ainda, pode causar danos severos em outras áreas. Como consequência, o governo federal desempenha um papel central na coordenação dos esforços federais, estaduais e locais, a fim de prover barragens seguras aos seus cidadãos.

Em 2004, foram comemorados os 25 anos de liderança da FEMA no Programa Nacional de Segurança em Barragens (*National Dam Safety Program*). Sob a direção da FEMA, especialistas, órgãos federais e outros têm desenvolvido e vêm provendo programas focados, coordenados e direcionados nas questões de segurança. O Programa Nacional de Segurança em Barragens está trabalhando com os estados individualmente por meio do *Association of State Dam Safety Officials* (ASDSO), do *United States Society on Dams* (USSD), órgãos federais e outras entidades relacionadas com o assunto da segurança em barragens a fim de encorajar a responsabilidade da comunidade nas questões de segurança (FEMA, 2005).

Duas entidades federais desempenham um importante papel em delinear a direção das diretrizes que envolvem o Programa Nacional de Segurança em Barragens: o *National Dam Safety Review Board* - Comissão Nacional Revisora em Segurança de Barragens – e a *Interagency Committee on Dam Safety* (ICODS) – Comitê “Pluri-governamental” de Segurança em Barragens e ambos são presididos pela FEMA.

Pode-se observar quem são os componentes do ICODES na Tabela 2.

Tabela 2. Órgãos Governamentais que formam o ICODES

Órgãos do ICODES
Departamento de Agricultura
Departamento de Defesa
Departamento de Energia
Departamento do Interior
Departamento do Trabalho, Minas e de Saúde
Agência Federal de Gerenciamento de Emergências
Comissão Federal Reguladora de Energia
Departamento do Estado, Fronteiras Internacionais e Comissão da Água (US Section)
Comissão Reguladora Nuclear
Autoridade do Vale do Tennessee

Fonte: FEMA, 2005.

O ICODES foi estabelecido em 1980 para estabelecer e manter um programa federal efetivo, políticas e guias que aumentem a segurança de barragens e sirva de fórum permanente na coordenação federal das atividades relacionadas a segurança e proteção de barragens. Foi formalmente estabelecido por meio da Lei 104-303 de 1996 e é composto por representantes de órgãos federais que constroem, possuem, operem ou regulamentem barragens.

Até janeiro de 2003, o ICODS era responsável por coordenar a maioria das atividades federais e estaduais regidas pelo Programa Nacional de Segurança e Proteção de Barragens, por meio de seus sub-comitês. Esta responsabilidade foi passada ao *National Dam Safety Review Board* - Comissão Nacional Revisora em Segurança de Barragens - por meio do *Dam Safety e Security Act of 2002* – Decreto de Segurança e Proteção de Barragens de 2002.

Mediante poder outorgado pelas Leis 104-303 e 107-310, a *National Dam Safety Review Board* - Comissão Nacional Revisora em Segurança de Barragens - é responsável por aconselhar o diretor da FEMA quanto ao estabelecimento das prioridades do Programa Nacional de Segurança e Proteção de Barragens e, ainda, deliberar sobre as implicações das questões concernentes à segurança de barragens. O *National Dam Safety Review Board* - Comissão Nacional Revisora em Segurança de Barragens - também auxilia a FEMA a ter uma visão geral sobre o desenvolvimento e apoio dos programas estaduais de segurança de barragens, por meio da revisão do progresso do estado em atender os critérios estabelecidos pela *Dam Safety and Security Act of 2002* - – Decreto de Segurança e Proteção de Barragens de 2002 - e estabelecer custos razoáveis para a implementação de um programa estadual de segurança de barragens.

Os membros constituintes da *National Dam Safety Review Board* (Comissão Nacional Revisora em Segurança de Barragens) são: um representante da FEMA (o presidente da Comissão), representantes de quatro agências federais que constituem o ICODS, cinco membros selecionados pelo diretor da FEMA dentre os agentes estaduais de segurança de barragens e um membro também selecionado pelo diretor da FEMA a fim de representar o setor privado.

2.3. Austrália

Em 1978 a Austrália lançou o *Dam Safety Act 1978* (ou Decreto de Segurança de Barragens de 1978), porém em dezembro de 2000 lança o *Dam Safety Code* (Código de Segurança em Barragens), que é uma complementação do primeiro conjunto de lei. O propósito deste código é assegurar que barragens sejam adequadamente gerenciadas de modo a evitar operações inseguras e/ou rompimentos que possam causar perda de vidas e estragos a bens materiais e ao meio ambiente (ACTPC, 2000).

Esta legislação prevê que todo barramento deve ser operado e mantido de acordo com as diretrizes da ANCOLD - Comissão Australiana de Grandes Barragens (*Australian Commission on Large Dams*) - e da *NSW Dam Safety Commmittee Technical Guidelines* – NSW Diretrizes Técnicas do Comitê de Segurança de Barragens.

Para cada empreendimento, há a necessidade de produzir um relatório anual de segurança e deve-se desenvolver e manter um programa de fiscalização de barragens. Este programa de vigilância deve

ser desenvolvido e mantido de acordo com as práticas vigentes de engenharia definidas pelos guias da ANCOLD e da *NSW*, ser elaborado perante a supervisão direta de um engenheiro de segurança de barragens, incluindo-se a fiscalização de rotina e, ainda, apresentar um relatório completo com o programa de fiscalização feito nos últimos cinco anos.

Todo barramento deve, num prazo de seis meses após a obtenção da licença de operação e depois disto a cada ano, preparar um rascunho do plano de emergência de barramentos que o responsável possua ou opere e ainda submeter este plano ao Chefe Executivo para a sua aprovação. Todo plano de emergência deve conter ao menos informações, tais como:

- ◆ Detalhes de situações de emergência: situações de falha, enchentes, sismos e ocorrências pouco usuais;
- ◆ Mapas de inundação em caso de falha, falha iminente ou transbordamentos;
- ◆ Definição de papéis entre os funcionários do empreendimento e procedimentos a serem executados.
- ◆ Identificação de organizações relevantes ao serviço de emergência.
- ◆ Prescrever prontidão a emergências e classificação das mesmas.
- ◆ Prescrever comunicação e responsabilidades de cada autoridade envolvida, como por exemplo, o gerente ou responsável da barragem, engenheiro de segurança, polícia federal australiana, o departamento de emergências da polícia federal, entre outros.
- ◆ Prover detalhes sobre todos os equipamentos de segurança instalados.

O relatório sobre a ocorrência de um evento de emergência deve conter detalhes sobre o evento em questão como data e hora, notificações referentes ao evento, notificação aos órgãos envolvidos, o status da barragem e detalhes de manutenção e outras ações a serem tomadas no empreendimento para que se assegure a segurança a longo prazo.

Por fim, todo barramento deve possuir registros precisos e compreensíveis da anuência das prerrogativas existentes nos guias da ANCOLD e da *NSW* e estar em conformidade com o *Dam Safety Code*.

2.4. Reino Unido

O *Reservoir (Safety Provision) Act* – Decreto da Provisão da Segurança em Reservatórios - feito em 1930 foi o primeiro documento legislativo do Reino Unido, que trata especificamente da segurança de barragens. Sua elaboração se deu após a ruptura de duas barragens em 1925, que ocasionaram a morte de 16 pessoas.

Segundo WEST *et al* (1998), em 1975, o *Reservoirs Act 1975* (Decreto sobre Reservatórios de 1975) foi elaborado para suprir as deficiências do *Reservoir (Safety Provision) Act* – Decreto da Provisão da Segurança em Reservatórios. Estas deficiências eram basicamente duas: a falta da identificação da entidade responsável pela observação do cumprimento da lei e a previsão de que as inspeções formais de segurança fossem realizadas a cada 10 anos. Isto gerava uma falta de monitoramento do comportamento da barragem no período entre as inspeções.

O *Reservoirs Act 1975* - Decreto sobre Reservatórios de 1975 - determina que todos os barramentos com capacidade de armazenamento superior a 25.000 m³ estão abrangidos por esta lei. Descreve as atribuições da autoridade responsável pela aplicação da mesma, do dono da obra e de dois técnicos responsáveis pelas inspeções e supervisão do empreendimento.

Os técnicos, engenheiros de inspeção, são nomeados pelo Governo Britânico após passarem por teste que avalia suas capacidades pelo *Dam Engineers Panel* (Painel de Engenheiros de Barragens) da *Institution of Civil Engineers* (Instituição de Engenheiros Civis). A nomeação tem validade de cinco anos e após este período o engenheiro deverá se re-candidatar. Estes técnicos têm por responsabilidade a supervisão da construção de barragens e a condução de vistorias formais que devem ser repetidas num período máximo de 10 anos.

Os técnicos também têm como função o acompanhamento da exploração e do monitoramento da obra e seu entorno. Este acompanhamento se dá com uma frequência maior, por meio da medição diária do nível d'água no reservatório e da pluviosidade entre outras, e gera um relatório anual identificando quaisquer alterações ocorridas que possam afetar as condições de segurança da barragem e das populações e infra-estruturas localizadas a jusante.

A responsabilidade de fiscalizar se a legislação está sendo adequadamente respeitada ficou a cargo do poder local, ou seja, do município onde o empreendimento esteja localizado. A autoridade local tem as seguintes atribuições:

- ◆ Pode requerer do dono da obra a nomeação de um técnico em segurança, no caso da ausência de uma nomeação formal do governo britânico, num espaço máximo de 28 dias. Caso o dono não cumpra o estabelecido, o poder local nomeará um profissional devidamente qualificado e posteriormente cobrará do dono do empreendimento as despesas decorrentes do processo e dos serviços prestados;
- ◆ Caso uma barragem não respeite às condições de segurança, pode mandar executar obras necessárias para que o empreendimento adquira condições de conformidade e posteriormente ser reembolsada pelo dono do empreendimento; e
- ◆ Ela tem livre acesso para vistoriar e realizar obras que assegurem a segurança da barragem.

A Legislação Britânica foi redigida de tal forma a concentrar a sua aplicação na fiscalização da segurança dos empreendimentos existentes e na certificação de barragens finda a sua construção ou perante modificações executadas. Todas as recomendações que visem o aumento da segurança são reconhecidas como lei e assim estabelece responsabilidade criminal individual do dono, nos casos de não cumprimento da legislação.

São classificados como atos criminosos: não acatamento das instruções dadas pela autoridade responsável, prestação deliberada de informações falsas e falta de notificação da autoridade em casos que há obrigatoriedade da mesma, como, por exemplo, quando modificações foram efetuadas no empreendimento.

A Legislação Britânica não define o que exatamente deverá ser vistoriado pelo técnico, deixando os critérios a serem avaliados a encargo de instituições científicas renomadas como o *Institution of Civil Engineers* – Instituição de Engenheiros Civis -, *Building Research Establishment* – Pesquisa da Construção -, entre outras. Isto pode ser muito interessante visto que o melhoramento ou acréscimo de informações pode ser constantemente realizado, assim que novas tecnologias se tornem disponíveis ou que se perceba alguma falha ou deficiência em avaliações anteriores.

Estas instituições preparam manuais técnicos, parecidos com o existente no Brasil (Manual de Segurança e Inspeção de Barragens), que contém indicações específicas relativas ao projeto, construção, exploração e ruptura de barragens. Como exemplo destes manuais, pode-se citar o BRE (1990. 1991. 1996), CIRIA (1996) e ICE (1996). Existe um roteiro simplificado desenvolvido pelo *Institution of Civil Engineers* – Instituição de Engenheiros Civis - dirigido a técnicos novatos que traz um resumo nas questões de segurança de uma barragem, legislação, conteúdo de manuais técnicos e investigações a serem realizadas.

2.5. Canadá

A Legislação Canadense é de suma importância visto que o “Manual de Segurança e Inspeção de Barragens” foi baseado nas diretrizes que compõem o *Dam Safety Guidelines* – Guia da Segurança em Barragens -, ou seja, o manual canadense correspondente ao brasileiro.

Segundo a CDA - *Canadian Dam Association* (2005), a regulamentação da segurança em barragens no Canadá é principalmente de responsabilidade provincial. Órgãos federais têm jurisdição sobre alguns aspectos relacionados com cursos d’água situados na divisa com os Estados Unidos. Algumas províncias aprovaram regulamentações específicas em segurança de barragens, enquanto outras fazem uso de Decretos ou Regulamentações federais existentes, como o *Water Act* – Decreto da Água -, para conseguir aprovações de projeto, construção, inspeção, operação, reabilitação, alteração

ou abandono de barragens. Em quaisquer casos, as regulamentações legais se sobrepõem as diretrizes estabelecidas por entidades não governamentais.

Em 1995, após três anos de esforços de grupos de trabalho de todo o país, a *Canadian Dam Safety Association* (CDSA) – Associação Canadense em Segurança de Barragens - publicou o *Dam Safety Guidelines* – Guia da Segurança em Barragens. Em 1997, o CDSA se juntou ao *Canadian Committee on Large Dams* (CANCOLD) – Comitê Canadense de Grandes Barragens - para formar o *Canadian Dam Association* (CDA) – Associação Canadense de Barragens. O CDA publicou uma edição revisada do *Dam Safety Guidelines* – Guia da Segurança de Barragens em 1999.

Os Princípios, as Práticas e os Procedimentos podem ser aplicados a qualquer barragem – nova, existente ou desativada – conforme a seguinte definição: barragens são definidas como uma barreira construída com a capacidade de armazenar água, ou qualquer fluido, contanto que tenha a capacidade de armazenar 30.000 m³ ou mais e tenha 2,5 metros ou mais de altura.

Todas as legislações canadenses específicas em segurança de barragem existentes são guiadas por alguma legislação mais abrangente.

Pode-se afirmar que das treze províncias/territórios canadenses, quatro delas possuem legislação específica – cerca de 31% - e três estão providenciando suas próprias legislações – cerca de 23%. Juntos somam 54% das províncias com legislações específicas próprias. Considerando o fato de não ser compulsória esta legislação, o número encontrado é bastante expressivo, denotando uma clara preocupação nacional com o assunto de segurança em barragens.

Como um exemplo de legislação específica no assunto, pode-se citar a legislação vigente na província da Columbia Britânica conhecida como *British Columbia Dam Safety Regulation* (Regulamento da Segurança em Barragens da Columbia Britânica). Esta legislação foi delineada a partir da *Water Act* (Decreto da Água), legislação concernente a questões ligadas ao uso dos recursos hídricos no país.

2.6. Portugal

A principal lei portuguesa em segurança de barragens é o Decreto-Lei 11/90, de 6 de janeiro que aprova o Regulamento de Segurança de Barragem – RSB – (MOPTC, 1990). Aplica-se à:

- ◆ Barragens com mais de 15 metros de altura (da fundação a crista da barragem);
- ◆ Barragens com altura inferior a 15 metros de altura mas com a capacidade do reservatório superior a 100.000 m³; ou
- ◆ Qualquer barragem que apresentar um risco elevado, segundo a entidade responsável por sua fiscalização.

Segundo WEST *et al* (1998), a responsabilidade de aplicação da legislação é de entidades como o INAG (Instituto Nacional da Água), o LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), o SNPC (Serviço Nacional de Proteção Civil), o proprietário da barragem e a Comissão de Segurança de Barragens. A legislação engloba também um glossário de termos e especifica vários requisitos em termos de projeto e planos de monitoramento durante o tempo de vida do empreendimento, assim como aspectos de segurança a serem considerados durante a fase de construção, primeiro enchimento, exploração, abandono e demolição.

O Capítulo IV, Artigo 11º trata das inspeções visuais a serem realizadas nas barragens e prevê aspectos, tais como o objetivo das inspeções visuais, o plano de execução dos tipos de inspeção visual e as indicações sobre os locais e aspectos relevantes à manutenção da segurança e apresentação dos resultados obtidos.

O Capítulo V: Fase de Construção, Artigo 34º também trata do como proceder as inspeções visuais e ainda estabelece o como devem proceder os agentes encarregados das inspeções visuais de rotina.

No Capítulo VII: Fase de exploração, Artigo 34º, discorre sobre quais as partes da estrutura que devem ser analisadas e as competências dos responsáveis pela segurança de cada obra, tais como elaborar uma lista referindo as zonas e os aspectos a ter em especial consideração nas inspeções visuais, em face das características da obra. Reza, ainda, sobre as inspeções visuais de rotina, de especialidade e excepcionais.

Ainda no Capítulo VII, os artigos 36º e 38º preveem inspeções visuais após cheias e sismos, respectivamente. No Capítulo IX, o Artigo 47º discorre sobre inspeções às obras existentes, com vista à aplicação das disposições sobre a identificação e características das obras existentes.

No Capítulo VII, o Artigo 40º trata da análise do comportamento e avaliação de segurança, dispõe sobre a análise do comportamento e a avaliação de segurança da barragem, as análises dos dados e dos resultados, a informação à autoridade que deve ser informada da ocorrência de qualquer anomalia de comportamento e, ainda, sobre os relatórios sobre o comportamento da barragem.

Em Portugal, houve um grande número de barragens construídas na década de 90, portanto a legislação dá uma ênfase especial às barragens novas, porém contempla também barragens construídas anteriormente. Durante a fase de construção, o Regulamento prevê a necessidade da elaboração do chamado “livro técnico da obra”, onde dados do projeto de execução, um resumo dos fatos ambientais com maior relevância para a obra, relatórios de inspeções de segurança subsequentes e alterações do projeto inicial e/ou da obra após a construção, deverão estar devidamente registrados. Este Livro será peça fundamental à medida que as barragens forem envelhecendo e as inspeções de segurança

identificarem quaisquer anomalias e, assim, se fizer necessárias análises mais detalhadas. É fato que se estes registros existissem para as barragens mais antigas, as avaliações de segurança das obras seriam bem mais precisas e confiáveis.

Para o presente estudo, entretanto, o Decreto-Lei n° 409/93 de 14 de dezembro de 1993 – MDN, 1993 - que aprova o Regulamento de Pequenas Barragens também é de suma importância, pois elas representam 65% de todas as estruturas construídas, de acordo com o WCD (2001). Ele completa o RSB e aplica-se à:

- ◆ Barragens com altura igual ou inferior a 15 metros (da fundação a crista da barragem); ou
- ◆ Barragens com reservatório com capacidade de armazenamento menor que 100.000 m³.

Em 1993, o Ministério da Defesa Nacional publica a Portaria n°847/93, DR 213/93, Série I-B que aprova as normas de observação e inspeção de barragens. Esta portaria tem a finalidade de estabelecer princípios gerais que devem orientar a execução das inspeções em barragens, de modo a permitir a aferição dos critérios de projeto e a avaliação das condições de segurança ao longo da vida das obras.

3. ANÁLISE COMPARATIVA

Quanto ao Brasil, pode-se concluir que apesar de uma legislação específica ainda não ter sido aprovada (por este motivo resolve-se não comentar o Projeto de Lei n° 1.181, de 2003), o Manual de recomendações concernentes à segurança de barragens é um importante e completo subsídio para que se possa tratar do assunto com seriedade e segurança.

A única implicação negativa é o fato de não se tratar de um documento legal, indicando apenas diretrizes de comportamento e responsabilidades perante as barragens e, assim, não tendo uma força legal que implique responsáveis legítimos em caso de um acidente ou incidente.

A questão de segurança e proteção de barragens, nos EUA, engloba tanto os governos federal, estaduais e municipais. Esta segmentação parece adequada visto que se respeita diferenças regionais, muito embora, todas as iniciativas estão sendo guiadas e inspecionadas por um único órgão – a FEMA – o que é importante para facilitar o cumprimento das leis e responsabilidades. As funções de todos os envolvidos estão claramente definidas o que facilita o bom andamento do Programa Nacional de Segurança e Proteção de Barragens. Este modelo poderia ser adequado para as condições brasileiras e ser institucionalizado aqui também.

A Austrália possui um código de leis bastante completo no que concerne ao assunto de segurança em barragem. Um denominado de *Dam Safety Act 1978* - Decreto de Segurança de Barragens de 1978,

que engloba questões mais abrangentes de segurança, e este complemento de fácil compreensão denominado *Dam Safety Code* - Código de Segurança em Barragens.

Assim, como ocorre na legislação britânica e se opondo à portuguesa, a legislação australiana não prevê as partes da barragem que devem ser monitoradas e vistoriadas, deixando este assunto a encargo de entidades especialistas em engenharia. Também não discorre sobre o tamanho das barragens que são submetidas ao código, deixando a nítida impressão que se aplica a qualquer porte de empreendimento.

A Legislação Britânica aborda a questão da segurança de barragens de uma maneira abrangente e bem estruturada. Desenvolveram uma das primeiras legislações sobre o assunto e conseguiram aprimorá-la com a experiência adquirida ao longo de quase um século de preocupações relacionadas a segurança de barragens.

A legislação canadense federal é bastante abrangente deixando a encargo das províncias a regulamentação mais específica no que concerne à segurança de barragens. O que é importante ressaltar é a preocupação em manter o Manual de Segurança (*Dam Safety Guidelines*) sempre atualizado, pois em dez anos de existência já sofreu três alterações.

As autoridades portuguesas demonstram uma preocupação séria a respeito da segurança de barragens, pois conseguiu aprovar pelo menos três importantes leis que dão subsídio a manutenção da segurança de suas barragens. A primeira é mais genérica – Regulamento de Segurança de Barragens – e visa, principalmente, barragens de grande porte. A segunda aprova as normas de observação e inspeção de barragens que vêm a complementar a primeira. E a terceira, que apesar de se tratar de um regulamento específico para empreendimentos de pequeno porte, mostra-se abrangente e completa, pois contempla todas as “fases de vida” de uma barragem.

4. CONCLUSÕES

Pode-se observar que as legislações existentes relacionadas à segurança de barragens ou mesmo a organização governamental exigida para um bom funcionamento do programa de segurança de barragens é algo complexo e deve ser muito bem elaborado e articulado.

Nota-se que há muitos modelos a serem seguidos pelo Brasil, visto que se pode contar com uma gama mundial incrível de opções que já estão sendo utilizadas e, assim, testadas. Talvez, o modelo português possa ser um bom exemplo para o Brasil devido à proximidade cultural dos dois povos e sua legislação já está em vigor a mais de uma década.

Um fator negativo observado em todos os exemplos citados e, ainda, em outros estudados porém não contemplados por este estudo é que costuma-se classificar o tamanho de uma barragem apenas por

sua altura e capacidade do reservatório. Esquece-se que o comprimento da mesma também deveria ser um parâmetro para o enquadramento da estrutura pelo seu porte. Parece lógico que quão maior for o comprimento de uma barragem, mais riscos ela tende a oferecer.

Assim, seria de suma importância que as autoridades brasileiras competentes chegassem a um consenso quanto a uma legislação adequada e a aprovassem o mais rápido possível, visto que há casos de acidentes com barragens sendo reportados. Somente uma lei, que dentre outras questões já discutidas ao longo deste estudo imponha a prática de planos de emergência, servirá como instrumento de controle, pois direcionará as questões de segurança de barragens e também a segurança das populações.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de estudo concedidas.

BIBLIOGRAFIA

ACTPC - Australian Capital Territory Parliamentary Counsel (2000), *“Dam Safety Code”*, in <http://www.legislation.act.gov.au>, pesquisado em 08/06/2005.

CDA - Canadian Dam Association (2005), *“Canadian Regulations”*, in <http://www.cda.ca>, pesquisado em 04/07/2005.

FEMA - Federal Emergency Management Agency (2005), *“Dam Safety and Security in the United States”*, in <http://www.fema.gov>, pesquisado em 22/06/2005.

JANSEN, R.B. (1983), *“Dams and Public Safety”*, a Water Resources Technical Paper, US Department of Interior, Bureau of Reclamation, Denver, CO, EUA.

LEME, C.R.M. (2005), *“The Role of Dam Safety”*, Serial Nº: INS060, published on The World Commission on Dams website, Cidade do Cabo, África do Sul, in <http://www.dams.org/kbase/submissions/showsub.php?rec=INS060>, pesquisado em 04/07/2005.

MARTINS, R.B. (2007), *“Segurança Hidráulico-Operacional de Barragens à Luz da Legislação Internacional”*, in <http://www.dha.lnec.pt/nre/portugues/funcionarios/papers/rmartins/SBNMUNDIAL.pdf>, pesquisa realizada em 10/10/2007.

- MATOS ALMEIDA, J.N.A. (1998), “*Um Projecto para as Barragens Portuguesas*”, 4th Water Congress, Lisboa, Portugal, Março 23-27.
- MCCULLY, P. (2001), extraído do Capítulo 4 do livro *When things fall apart: The Technical Failure of Large Dams*, “*Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*”, in <http://www.irn.org/basics/ard/pdf/srdamsafety.pdf>, pesquisa realizada em 01/02/2005.
- MDN - Ministério da Defesa Nacional, da Administração Interna, da Agricultura, da Indústria e Energia, das Obras Públicas, Transportes e Comunicações e do Ambiente e Recursos Naturais (1993), “*Portaria nº847/93, DR 213/93, Série I-B, Aprova as Normas de Observação e Inspeção de Barragens*”, Lisboa, Portugal, in http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/l_nacional_06.html, pesquisado em 26/08/2004.
- MIN – Ministério de Integração Nacional (2002), “*Manual de Segurança de Barragens*”, Brasília, DF, Brasil.
- MOPTC - Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (1990), “*Decreto-Lei nº 11/90, Aprova o Regulamento de Segurança de Barragens*”, Lisbon, Portugal, in http://www.inag.pt/inag2004/port/divulga/legisla/l_nacional_06.html, pesquisado em 26/08/2004.
- WAHL, T.L. (1998), “*Prediction of Embankment Dam Breach Parameters*”, DSO-98-004, Dam Safety Research Report, Bureau of Reclamation, Denver, CO, EUA, in http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/pubs/PAP/PAP-0735.DSO-98-004.pdf, pesquisa realizada em 20/07/2005.
- WEST, M. S., COSTA MIRANDA, J. & MATOS, E. (1998), “*Avaliação de Segurança de Barragens uma comparação entre as abordagens britânica e portuguesa*”, 4th Water Congress– Lisboa / Março 23-27, Portugal.
- WCD. (2001), World Commission On Dams, *Dams and Development. A new framework for decision-making*, Report of the World Commission on Dams, Earthcan, Londres, GB.
- ZUFFO, M. S. R. & GENOVEZ, A. I. B. (2008), “*Dam Safety Legislation: a focus on the different approaches*”, in Anais do 16th IAHR-APD Congress & 3rd IAHR-ISHS Symposium, Hohai, China, 20-23 de outubro, pp. 1854.
- ZUFFO, M. S. R. (2005), “*Metodologia para Avaliação da Segurança de Barragens*”, Dissertação de Mestrado apresentada à FEC-UNICAMP para a obtenção do título em Mestre em Engenharia Civil, Campinas, SP, Brasil.