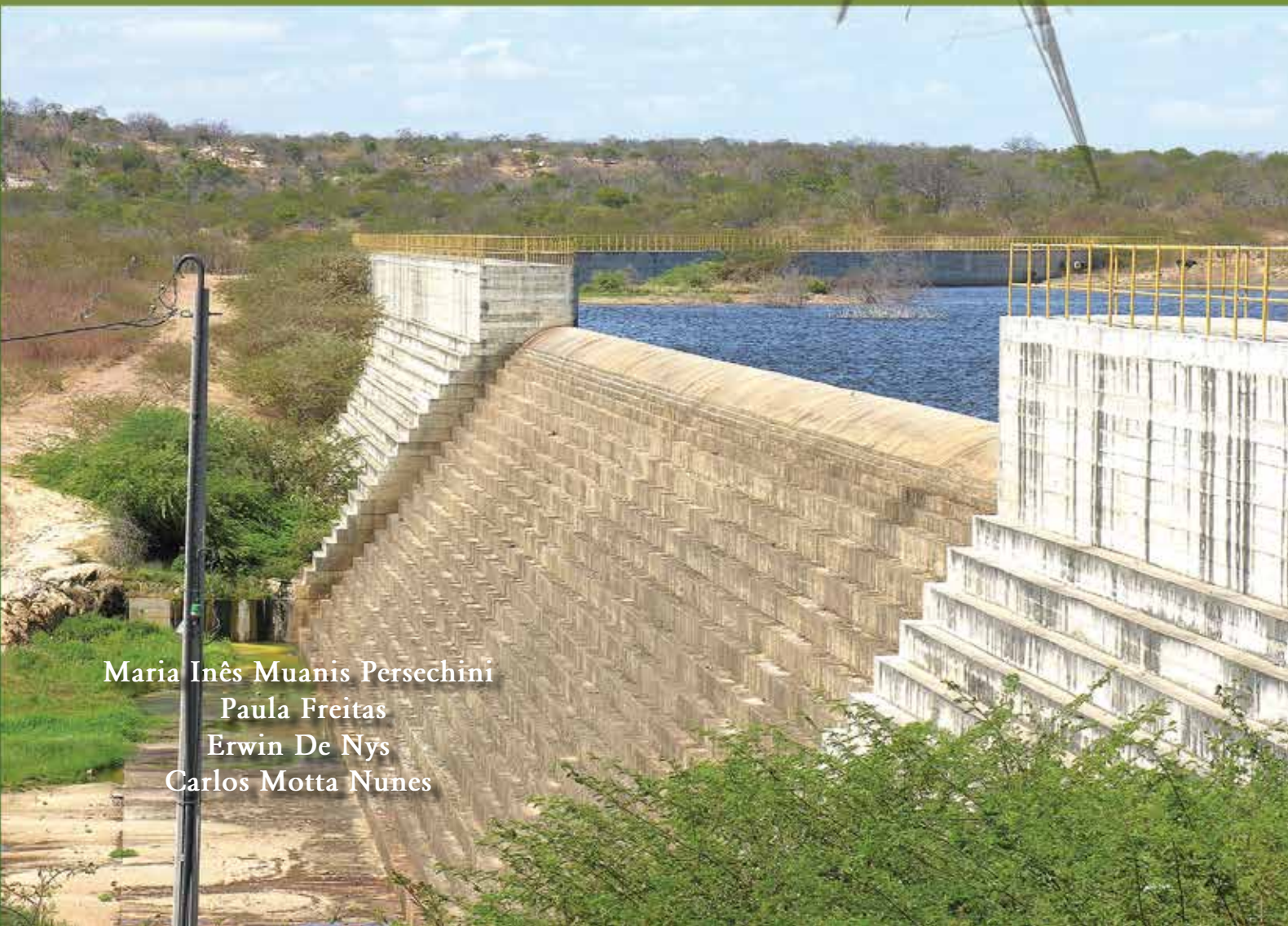


SÉRIE **Água Brasil 11**

SEGURANÇA DE BARRAGENS
ENGENHARIA A SERVIÇO DA SOCIEDADE



Maria Inês Muanis Persechini
Paula Freitas
Erwin De Nys
Carlos Motta Nunes


A Série Água Brasil do Banco Mundial apresenta, até o momento, as seguintes publicações:

1. “Estratégias de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil: Áreas de Cooperação com o Banco Mundial”
Autor: Francisco Lobato da Costa
2. “Sistemas de Suporte à Decisão para a Outorga de Direitos de Uso da Água no Brasil”
Autores: Alexandre M. Baltar, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Manuel Rêgo e Rubem La Laina Porto
3. “Recursos Hídricos e Saneamento na Região Metropolitana de São Paulo: um Desafio do Tamanho da Cidade”
Autora: Mônica Porto
4. “Água, Redução de Pobreza e Desenvolvimento Sustentável”
Autores: Abel Mejia, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Martin P. Gambrill, Alexandre M. Baltar e Thelma Triche
5. “Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semi-Árido Brasileiro”
Autores: Alberto Valdes, Elmar Wagner, Ivo Marzall, José Simas, Juan Morelli, Lilian Pena Pereira e Luiz Gabriel Todt de Azevedo
6. “Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Proposta de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará”
Autor: Francisco José Coelho Teixeira
7. “Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas”
Autores: Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Rubem La Laina Porto, Arisvaldo Vieira Mélo Júnior, Juliana Garrido Pereira, Daniele La Porta Arrobas, Luiz Correa Noronha e Lilian Pena Pereira
8. “Impacto das Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido”
Autores: Eduardo Sávio P. R. Martins, Cybelle Frazão Costa Braga, Erwin De Nys, Francisco de Assis de Souza Filho, Marcos Airton de Souza Freitas
9. “Desafios da gestão social dos perímetros públicos de irrigação: uma avaliação de experiências no Nordeste do Brasil”
Autores: Octavio Damiani e Erwin De Nys
10. “Monitor de Secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas”
Autores: Eduardo Sávio P.R. Martins, Erwin De Nys, Carmen Molejón, Bruno Biazeto, Robson Franklin Vieira Silva e Nathan Engle
11. “Segurança de barragens: engenharia a serviço da sociedade”
Autores: Maria Inês Muanis Persechini, Paula Freitas, Erwin De Nys e Carlos Motta Nunes

Para acesso às publicações, visite o site: <http://www.worldbank.org/pt/country/brazil/brief/brazil-publications-agua-brasil-series-water>

SÉRIE **Água** **Brasil 11**


SEGURANÇA DE BARRAGENS
ENGENHARIA A SERVIÇO DA SOCIEDADE



Maria Inês Muanis Persechini
Paula Freitas
Erwin De Nys
Carlos Motta Nunes

SÉRIE **Água** **Brasil 11**

SEGURANÇA DE BARRAGENS
ENGENHARIA A SERVIÇO DA SOCIEDADE



**Maria Inês Muanis Persechini
Paula Freitas
Erwin De Nys
Carlos Motta Nunes**

**Brasília, DF
Dezembro de 2015
BIRD - Banco Mundial**

© Banco Mundial - Brasília, 2015

As opiniões, interpretações e conclusões aqui apresentadas são dos autores e não devem ser atribuídas, de modo algum, ao Banco Mundial, às suas instituições afiliadas, ao seu Conselho Diretor, ou aos países por eles representados. O Banco Mundial não garante a precisão da informação incluída nesta publicação e não aceita responsabilidade alguma por qualquer consequência de seu uso.

É permitida a reprodução total ou parcial do texto deste documento desde que citada a fonte.

Banco Mundial
Segurança de barragens: engenharia a serviço da sociedade
– 1ª Edição – Brasília – 2015
104p.
ISBN 978-85-88192-21-8
I - Autores: Persechini, Maria Inês Muanis; Freitas Paula; De Nys, Erwin, e
Nunes, Carlos Motta

Coordenação da Série Água Brasil

Paula Pedreira de Freitas

Impressão

Qualytá Gráfica Editor

Criação de Identidade Visual

Marcos Rebouças - TDA Desenho & Arte

Projeto Gráfico Série Água 11

Carlos Eduardo Peliceli da Silva - Vértice Sociedade Civil de Profissionais Associados

Fotos da Capa

Açude Carnaúbas, Rio Grande do Norte. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte

Banco Mundial

SCN Quadra 2 Lote A

Ed. Corporate Financial Center, 7ª andar

70712-900 - Brasília - DF, Brasil

Fone: (61) 3329-1000

www.bancomundial.org.br

Comentários e sugestões, favor enviar para: pfreitas@worldbank.org

Agradecimentos

Foram inúmeros os parceiros que colaboraram durante os três anos de assistência técnica que o Banco Mundial prestou à ANA em Segurança de Barragens.

Os agradecimentos aqui apresentados se referem não somente aos que colaboraram com essa publicação, mas também aos que trabalharam intensamente para a realização dos objetivos propostos pela assistência técnica.

Em primeiro lugar, nossos profundos agradecimentos à Agência Nacional de Águas, que mobilizou cerca de 20 técnicos de diferentes superintendências para agregar conhecimentos e realizar um processo participativo no apoio da implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, estando sempre presente nos momentos cruciais e decisivos. Em especial, agradecemos à Diretoria da Área de Regulação e às suas Superintendências de Regulação e Fiscalização, assim como à Superintendência de Tecnologia da Informação.

Em segundo lugar, agradecemos também às mais de 40 entidades públicas ou privadas de todo o Brasil que participaram ativamente nos treinamentos e nos workshops, buscando capacitação, aprimoramento dos conhecimentos e colaboração durante discussões sobre as especificidades do trabalho.

O Banco Mundial mobilizou, além de uma equipe interna de coordenação, consultores individuais e empresas de consultoria, nacionais e internacionais, com notória experiência em segurança de barragens.

Nossos especiais agradecimentos ao Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE - *US Army Corps of Engineers*) e ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS - *US Geological Survey*), entidades que ministraram mais de 160 horas de treinamentos em assuntos relacionados a segurança de barragens e disponibilizaram seus técnicos-treinadores. Além disso, o USACE participou no planejamento para a assistência técnica, na elaboração de produtos relacionados à experiência internacional e à classificação de barragens, assim como no controle de qualidade dos guias e manuais.

Durante a maior parte do tempo destinado à assistência técnica, o Banco Mundial teve a presença diária dos técnicos do consórcio formado pela empresa COBA e pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), ambos de Portugal. Nossos agradecimentos pelo empenho e

profissionalismo que resultaram num vasto acervo sobre segurança de barragens por meio da criação de metodologia para classificação de barragens, elaboração de guias e manuais, desenho do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragem (SNISB), treinamentos e desenvolvimento de modelos para planos de ação de emergência, entre outros. Ao todo, 20 especialistas participaram ativamente dos trabalhos e reuniões.

Agradecemos, ainda, aos consultores internacionais Alessandro Palmieri, especialista em barragens, e Alexis Massenet, especialista em tecnologia da informação, que muito contribuíram com seus conhecimentos específicos.

Ao consultor Gilberto Valente Canali, que participou tanto durante o desenvolvimento da assistência técnica como na fase de preparação, nossos agradecimentos pela presença constante, pelo assessoramento, pela capacidade de liderança e pelos conhecimentos profundos da realidade brasileira dos recursos hídricos.

À equipe que participou do painel de segurança de barragens e no controle de qualidade dos manuais, nossos agradecimentos pelas contribuições e pelos conhecimentos específicos na engenharia de barragens: Francisco Andriolo, Manoel Freitas, João Francisco Silveira e Orlando Vignoli Filho.

Agradecemos ao Fundo Espanhol para a América Latina e o Caribe (SFLAC), cujo generoso apoio financeiro contribuiu muito para realizar esta publicação.

Não poderíamos deixar de agradecer a todos os que colaboraram com empenho e capacidade técnica no árduo trabalho de tradutores e intérpretes português/inglês/português, em especial à Leonardo Padovani e Cecile Vossenaar.

Por fim, mas não menos importante, deixamos nossos agradecimentos à equipe do Banco Mundial que atuou na coordenação e na edição desse documento, sem a qual teria sido impossível transformar um relatório técnico em uma publicação da Série Água Brasil: Carmen Molejón, Vinicius Cruvinel Rêgo, Carolina Abreu dos Santos e Carla Zardo.



Vice-Presidente, Região da América Latina e Caribe

Jorge Familiar Calderón

Diretor para o Brasil

Martin Raiser

Diretor Senior, Departamento de Água

Junaid Kamal Ahmad

Gerente, Departamento de Água para a Região da América Latina e Caribe

Wambui Gichuri

Coordenador de Operações de Infraestrutura

Paul Procee

Equipe de Água do Banco Mundial

Antonio Rodríguez Serrano, Carmen Molejón, Jean-Martin Brault, Juliana Garrido, Lizmara Kirchner, Oscar E. Alvarado, Paula Freitas, Thadeu Abicalil, e Thierry Davy

Apresentação

A série Água Brasil é fruto do trabalho conjunto realizado ao longo dos últimos anos pelo Banco Mundial e seus parceiros nacionais. Nela, são levantadas e discutidas questões centrais para a solução de alguns dos principais problemas da agenda de recursos hídricos no Brasil.

Desde o lançamento de seu primeiro volume, em 2003, a Série Água Brasil vem abordando tópicos relevantes e atuais, promovendo reflexões e propondo alternativas na busca de soluções para os grandes desafios da importante agenda de desenvolvimento nacional.

Nesta publicação, apresentamos um tema instigante mas que ainda não desperta na sociedade a devida importância e atenção: a segurança de barragens.

Acostumada a conviver com obras impressionantes, como a barragem de Itaipu, e com pequenos açudes em zonas rurais, a população brasileira se sente segura por contar com a energia elétrica necessária para suas atividades cotidianas e com reserva hídrica que possa garantir o sustento de lavouras e o abastecimento de água, assim como com atividades de lazer. No entanto, há mais questões associadas ao tema.

O certo é que barragens envelhecem. O número de novas barragens aumenta a cada dia e são necessárias ações precisas em todas as fases do empreendimento: projeto, construção, operação e desativação. Qualquer mau funcionamento dessas estruturas pode ocasionar uma anomalia grave ou até mesmo um rompimento, causando perdas econômicas, ambientais e a pior de todas: a perda de vidas humanas.

Para o meio técnico e para as entidades envolvidas com as políticas públicas, o tema segurança de barragens vem sendo discutido e avaliado há algumas décadas, mas somente em setembro de 2010 foi promulgada uma lei que versa sobre o assunto: a Lei Nº 12.334, conhecida como a Lei de Segurança de Barragens.

A partir daí o tema passou a despertar maior interesse e atenção por parte dos atores envolvidos e

da sociedade civil como um todo, graças à divulgação e ao empenho com que a Agência Nacional de Águas (ANA) – entidade central na gestão da segurança de barragens no Brasil – tratou o tema com o apoio do Banco Mundial.

Este volume da Série Água Brasil vem para concluir três anos de assistência técnica que o Banco Mundial prestou à ANA em segurança de barragens. Esperamos que as lições dessa parceria ajudem a moldar futuros investimentos, construam conhecimento e também possibilitem a integração intersetorial e o fortalecimento das instituições envolvidas com o tema.

Vicente Andreu
Diretor-Presidente da ANA

Martin Raiser
Diretor do Banco Mundial para o Brasil

Sumário

Agradecimentos.....	v
Apresentação.....	ix
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Figuras.....	xv
Lista de siglas e abreviações.....	xvii
Prefácio.....	1
1. Introdução.....	3
2. Segurança de barragens: uma questão mundial e do Brasil	5
2.1. Uma visão mundial	5
2.2. A questão da segurança de barragens no Brasil	7
2.3. Conhecimento atual sobre a situação das barragens brasileiras	10
3. A Política Nacional de Segurança de Barragens e seus instrumentos	15
3.1. Os pilares da PNSB	16
3.2. Fortalecimento institucional	24
3.3. Avaliação do desenvolvimento da PNSB	30
4. Recomendações, sugestões de melhorias e desafios para a implementação da PNSB	33
4.1. Recomendações	33
4.2. Sugestões para uma melhoria progressiva da PNSB	37
4.3. Desafios	39
5. O processo da implementação da PNSB em relação à experiência internacional	41
5.1. Principais referências internacionais	41

5.2. Critérios definidores da semelhança entre países	42
5.3. Comparação entre países e implementação dos programas de segurança de barragens	43
6. Considerações finais	47
Referências e bibliografia consultada	49
Material para consulta	51
Anexo I. Equipe participante da assistência técnica em segurança de barragens	53
Anexo II. Aspectos da legislação brasileira	61
Anexo III. Conceitos introduzidos pela lei de segurança de barragens	71
Anexo IV. Manuais e guia sobre segurança de barragens	75
Anexo V. A experiência internacional em segurança de barragens	77

Lista de Tabelas

Tabela 1. Elementos estratégicos para a implementação de um programa nacional de segurança de barragens.....	37
Tabela 2. Indicadores de melhorias progressivas da implementação de um programa de segurança de barragens.....	38
Tabela 3. Próximos passos – Ações prioritárias.....	39
Tabela 4. Lista de países selecionados para comparação.....	43
Tabela 5. Principais artigos da Lei de Segurança de Barragens que necessitam de regulamentação.....	69
Tabela 6. Critérios de regulação de barragens em alguns países.....	78
Tabela 7. Comparação de sistemas de classificação por dano potencial em alguns países.....	83

Lista de Figuras

Figura 1. Açude Mendubim.....	6
Figura 2. Barragem Castanhão, Ceará.....	7
Figura 3. Barragem de rejeito de mineração da empresa Gerdau.....	8
Figura 4. Distribuição de espelhos d'água maiores que 20Ha identificados.....	11
Figura 5. Distribuição das barragens cadastradas por uso principal.....	12
Figura 6. Situação da classificação de barragens por uso.....	13
Figura 7. Número de barragens cadastradas e vistoriadas.....	13
Figura 8. Fluxograma genérico para a classificação de barragens.....	18
Figura 9. O SNISB e sua relação com as diferentes entidades fiscalizadoras de segurança de barragens....	21
Figura 10. Esquema dos módulos do SNISB.....	22
Figura 11. Grupo de alunos e instrutores vistoriando a barragem Poxim (SE).....	25
Figura 12. Foto do grupo participante do 3º treinamento.....	26
Figura 13. Grupo de alunos e instrutores realizando as medições no Córrego Bananal (DF).....	28
Figura 14. Avaliação da implementação da PNSB.....	31
Figura 15. Tempo de implementação de programas de segurança de barragens em países selecionados.....	44
Figura 16. Comparação entre o tempo médio de implementação de programas de segurança de barragens.....	45
Figura 17. Entidades responsáveis pela fiscalização da segurança de barragens.....	63
Figura 18. Arranjo institucional estabelecido no Brasil para regulação da segurança de barragens....	68

Lista de siglas e abreviações

ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASDSO	Associação dos Agentes Estaduais de Segurança de Barragens dos Estados Unidos (Association of State Dam Safety Officials)
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CBDB	Comitê Brasileiro de Barragens
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CDA	Associação Canadense de Barragens (Canadian Dam Association)
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba
COGERH-CE	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
COGERH-SEMARH	Coordenação de Gestão de Recursos Hídricos da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRI	Categoria de Risco
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA	Dano Potencial Associado
DSAC	Classificação de Ações para a Segurança de Barragens (Dam Safety Action Classification)
FEMA	Agência Federal de Gerenciamento de Emergências dos Estados Unidos (Federal Emergency Management Agency)

FERC	Comissão Federal Reguladora de Energia dos Estados Unidos (Federal Energy Regulatory Commission)
EUA	Estados Unidos da América
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICODS	Comitê Interinstitucional de Segurança de Barragens dos Estados Unidos (Interagency Committee on Dam Safety)
ICOLD	Comissão Internacional de Grandes Barragens (International Commission on Large Dams)
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia
MDT	Modelo Digital do Terreno
MI	Ministério da Integração Nacional
NDSPA	Programa Nacional de Segurança de Barragens (National Dam Safety Program)
NID	Cadastro Nacional de Barragens dos Estados Unidos (National Inventory of Dams)
OEGRH	Órgão Estadual Gestor de Recursos Hídricos
OEMA	Órgão Estadual Gestor de Meio Ambiente
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ORSEP	Organismo Regulador da Segurança de Barragens da Argentina
PAE	Plano de Ação de Emergência
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PeR	População em Risco
PdV	Perda de Vidas
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPV	Provável Perda de Vida
PPVD	Potencial de Perda de Vidas Humanas
PSB	Plano de Segurança de Barragem
RSB	Relatório de Segurança de Barragens
SB	Segurança de Barragem
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SINIMA	Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente

SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
TI	Tecnologia da Informação
UHE	Usina Hidrelétrica
USACE	Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers)
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S Geological Survey)
USBR	U.S. Bureau of Reclamation

Prefácio

A Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD) possui um registro de mais de 58 mil barragens no mundo, sendo que mais da metade está localizada em países em desenvolvimento.

O Banco Mundial preocupa-se com o tema de segurança de barragens e, há mais de 20 anos, trabalha com uma política de salvaguarda com o objetivo de assegurar a qualidade e a segurança nas fases de projeto, construção, operação e manutenção de novas barragens, assim como em barragens existentes. Além disso, em relação à experiência internacional, o Banco Mundial financia uma carteira de mais de 115 projetos em diversos países, como Vietnã, Paquistão, Zâmbia, China, Índia e Brasil.

O cadastro brasileiro de barragens registra um número significativo de cerca de 15 mil estruturas distribuídas no País. Por sua dimensão, esse número por si só já chama a atenção para a importância da segurança dessas estruturas.

Existem registros históricos de ocorrências de acidentes e incidentes, com perdas de vidas humanas, impactos econômicos, sociais e ambientais no Brasil desde os anos 1950. A partir da década de 1970, a sociedade civil passou a perceber a importância das barragens e de mantê-las seguras.

No entanto, somente em 2010 foi aprovada uma lei específica para tratar do tema, após longo período de tramitação. A Lei Nº 12.344 prevê a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e a criação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), além de definir as responsabilidades dos empreendedores e das entidades fiscalizadoras.

À Agência Nacional de Águas (ANA) coube, além da fiscalização da segurança de barragens sob a sua regulação, organizar, implantar e gerir o SNISB, e coordenar a elaboração e o envio do Relatório de Segurança de Barragens (RSB), anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Neste contexto, a ANA passou a ter novas atribuições e solicitou, em meados de 2011, uma assistência técnica ao Banco Mundial, tendo em vista sua experiência com programas de segurança de barragens, com o objetivo de apoiar a implementação da lei e de seus instrumentos. Essa assistência técnica se consolidou em 2012 e teve uma duração de três anos. Rendeu vasta experiência

e aprendizado. Deixou como legado produtos técnicos, profissionais capacitados e caminhos sólidos para a implementação de instrumentos da lei.

Esta publicação visa a consolidar informações relevantes capturadas durante o período de desenvolvimento da assistência técnica e divulgá-las para a sociedade.

1

Introdução

A assistência técnica prestada pelo Banco Mundial à Agência Nacional de Águas (ANA) nos últimos três anos envolveu cerca de 80 técnicos, entre consultores e equipe do Banco Mundial e da ANA e contou com a participação de cerca de 40 entidades (Anexo I).

Consolidar a informação gerada em um único produto tem como objetivo abordar o assunto de forma geral para um público amplo – seja ele técnico, acadêmico, da iniciativa privada ou pertencente a entidades governamentais – sem tratar de detalhes excessivamente técnicos, para que as discussões aqui contidas possam reforçar a importância e despertar o interesse de futuros profissionais que irão se confrontar com a segurança de barragens.

Essa publicação resgata um pouco do histórico da segurança de barragens no Brasil e no mundo e visa a consolidar informações sobre o tema no âmbito dos avanços alcançados pelo Brasil após a promulgação da Lei de Segurança de Barragens, além de apresentar recomendações e desafios.

Após uma breve introdução, o segundo capítulo coloca em primeiro plano a preocupação mundial com segurança de barragens e insere

o Brasil nesse contexto. Em todo o mundo, os benefícios dessas obras são os mesmos e as consequências de um mau funcionamento das estruturas têm as mesmas consequências.

O terceiro capítulo trata do que efetivamente está sendo feito para implementar a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) no Brasil: o Sistema de Classificação de Barragens, o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, o Plano de Segurança de Barragem e o Relatório de Segurança de Barragens. Avalia, também, o desenvolvimento dessa política.

O quarto capítulo apresenta recomendações e discute os desafios para implementação da PNSB, com base nas análises e trabalhos desenvolvidos ao longo da assistência técnica.

Para concluir, o capítulo 5 apresenta um estudo comparativo da implementação da PNSB em relação à experiência internacional. Esse quinto capítulo visa a estabelecer parâmetros para análise da evolução do processo brasileiro de segurança de barragens, após cinco anos de implementação, com a evolução em outros países. O capítulo traz uma mensagem positiva em relação à política de segurança de barragens exercida no Brasil.

Há de se ressaltar a importância dos anexos, nos quais são apresentados detalhes específicos de conteúdo técnico. Citam-se os Anexos II e V.

O Anexo II detalha os principais capítulos da Lei de Segurança de Barragens e sua regulamentação. Esse capítulo visa a atingir principalmente o público que desconhece a

legislação sobre segurança de barragens.

O Anexo V traz informações sobre a experiência internacional em segurança de barragens, em especial em questões relacionadas aos critérios para regulamentação e classificação de barragens.

2

Segurança de barragens: uma questão mundial e do Brasil

2.1. Uma visão mundial

A história registra a existência de barragens de acumulação de água construídas há pelo menos 2000 anos. Inicialmente, o interesse residia em assegurar o abastecimento humano e a produção de alimentos. Ao longo dos dois últimos séculos, o desenvolvimento tecnológico trouxe possibilidade de aproveitamento da água armazenada para diversas finalidades de cunho econômico, além de permitir elevar ainda mais a segurança do suprimento para satisfazer às demandas essenciais à vida, de tal modo que barragens passaram a ser construídas em grande número e com dimensões cada vez maiores, impulsionando o desenvolvimento socioeconômico.

Mundialmente, a construção de barragens tem evitado inundações, permitido a irrigação de lavouras, gerado a hidroeletricidade, fornecido água para o consumo humano, facilitado a navegação interior e criado reservatórios usados em atividades recreativas.

Durante os anos de 1950 e 1960, ocorreu uma crescente preocupação internacional com a segurança de barragens, destacando o trabalho desenvolvido pela Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD) nessa área. Essa preocupação estava embasada principalmente na ocorrência de alguns fatores, como a ruptura de barragens, a taxa crescente de construção dessas estruturas e o incremento da expansão urbana em vales de rios, associados ao envelhecimento das barragens existentes (MENESCAL, 2009).

Segundo o número mais recente do Registro Mundial de Barragens da ICOLD, há atualmente, no mundo, mais de 58 mil barragens cadastradas com altura igual ou maior que 15 metros. Mais da metade dessas barragens está localizada em países em desenvolvimento, dos quais vários estão envolvidos em programas de construção de novas estruturas.

O acúmulo de água para irrigação é a principal finalidade das barragens no mundo, sejam elas destinadas a um só uso ou para usos múltiplos. Dentre as barragens para um só uso, cerca de 49% são para irrigação, 20% são hidroelétricas, 13% são para abastecimento de água, 9% são para controle de cheias, 5%

são para recreação e 4%, para outros usos. O tipo mais comum de barragem são as de terra (63%), cuja fundação pode ter uma gama de variações (ICOLD, website). No âmbito internacional, estão atualmente em construção barragens com altura superior a 300 metros e com grandes volumes de acumulação de água.

Em paralelo à construção de barragens para servir aos usos múltiplos, percebe-se a consolidação de políticas públicas voltadas a elevar a chamada segurança hídrica, que em geral implica em manter a efetividade, a segurança e a sustentabilidade das estruturas construídas e se traduz em termos de benefícios ao bem-estar e à saúde das populações, assim como à atividade econômica.

Segundo a ICOLD, a maioria dos acidentes com ruptura de barragens com vítimas fatais envolve aquelas estruturas com uma altura inferior a 30 metros, localizadas em fazendas privadas, constituindo esse porte de barramento o de maior risco. Como exemplo, podem-se citar as barragens de Shimantan e Banqiao, na China, que romperam em 1975 como consequência da ruptura cumulativa de mais de 60 pequenas represas a montante, resultando na morte de 230 mil pessoas (MENESCAL, 2009).

Outros exemplos de rompimentos impactantes de barragens podem ser citados como a barragem Stava, localizada na Itália, que rompeu em 1985 e matou 268 pessoas, entre outros danos (MENESCAL, 2009). Exemplo emblemático foi o rompimento da barragem de Teton, nos Estados Unidos, em 1976, cujo acidente despertou o país

para a necessidade de gestão da segurança de barragens (USACE, 2013).



Figura 1. Açude de Mendubim.

(Fonte: SEMARH/RN).

Vários países do mundo, inclusive o Brasil, têm se preocupado em legislar sobre o tema segurança de barragens. Destacam-se Estados Unidos, Canadá, Austrália, Portugal e Espanha em uma lista de mais de 50 países.

Em paralelo ao ritmo de crescimento dessas estruturas, observa-se que a evolução legal e institucional, assim como tecnológica, em muitos países, não acompanha o mesmo ritmo para lidar com a questão da segurança de barragens.

Além dos países que possuem a própria legislação sobre segurança de barragens, podem-se citar instituições internacionais que lidam com o tema, como a ICOLD, instituição não governamental, sem fins lucrativos, que congrega mais de 10 mil profissionais de 88 países para discutir temas relacionados com engenharia de barragens.

O Banco Mundial também pode ser citado como uma instituição com forte poder

indutor de mudanças institucionais. Cada vez mais, o Banco Mundial atende a uma demanda crescente por projetos relacionados com barragens e atualmente está envolvido em mais de 100 projetos para construção de novas barragens, recuperação dessas estruturas e sua segurança, em países como Brasil, Índia, Indonésia e Vietnã, entre outros. Para tanto, conta com uma política de salvaguarda (OP 4.37), que tem como objetivo assegurar a qualidade e a segurança nas fases de projeto e construção de novas barragens, assim como em barragens existentes (UEDA, 2015).

O Capítulo 5 deste documento traz breves informações sobre a experiência internacional em segurança de barragens, em especial em questões relacionadas aos critérios para regulamentação, assim como a critérios para

classificação das barragens, dissertando sobre a tendência atual de migração de um sistema tradicional de classificação para outro baseado no risco informado.

2.2. A questão da segurança de barragens no Brasil

Com uma dimensão continental e extensa rede fluvial, o Brasil possui uma diversidade de barramentos para vários usos necessários para o desenvolvimento socioeconômico. Destacam-se entre esses usos o abastecimento



Figura 2. Barragem Castanhão, Ceará.

(Fonte: COGERH).



Figura 3. Barragem de rejeito de mineração da empresa Gerdau.

(Fonte: Dam Engenharia).

humano, do qual, cada vez mais, dependem milhares de pessoas que se aglomeram em áreas urbanas.

Atualmente, além de servir aos usos múltiplos da água, as barragens possuem uma conexão direta com a segurança hídrica. A medida em que eventos extremos vêm atingindo o País, como secas prolongadas e inesperadas e cheias que extrapolam a capacidade dos reservatórios, aumenta a necessidade de ampliarem-se essas estruturas e rever seu dimensionamento e condições de segurança.

Como em outros países do mundo, o Brasil

tem muitas barragens. Hoje, está entre os países que mais constroem barragens e depende em alto grau da hidroeletricidade. Apesar da representatividade da geração de energia elétrica por aproveitamentos hidroelétricos ter diminuído nos últimos anos, ainda é significativa. Atualmente, menos de 70% da energia elétrica gerada no Brasil é proveniente de aproveitamentos hidroelétricos (EPE, 2015). Além disso, muitas barragens são usadas para a irrigação em áreas rurais e fornecimento de água à população urbana. A existência de barragens para acumulação de rejeitos da mineração e resíduos industriais é fundamental para

proteger o meio ambiente de forma geral e os recursos hídricos em especial. Cerca de 86% das barragens identificadas são usadas para usos múltiplos (ANA, 2015a).

No Brasil, o número de barragens cadastradas chega a 15 mil (ANA, 2015a). Porém, é provável que esse número se modifique na medida em que melhoram as informações sobre as características técnicas dessas estruturas.

De forma geral, as grandes barragens brasileiras, a partir dos anos 1960 (especialmente as do setor elétrico), sempre fizeram uso da melhor tecnologia disponível durante o projeto e construção, assim como foram acompanhadas por especialistas independentes de renome nacional e internacional.

O acúmulo dessa experiência propiciou o aperfeiçoamento da engenharia de barragens e a formação de profissionais especializados em projeto e construção. No entanto, a supervisão e a manutenção dessas estruturas durante a fase de operação não receberam, via de regra, a mesma atenção.

O certo é que barragens envelhecem e possuem uma vida útil prevista. O resultado é que hoje existe um grande número de barragens que necessitam de reparos e de aporte de recursos financeiros para torná-las seguras. Há registros também de barragens abandonadas.

Barragens malcuidadas elevam o risco de prejuízos sociais, econômicos, ambientais e ao patrimônio nacional (MENESCAL, 2004). O mais grave evento resultante de barragens

malcuidadas e com a presença de anomalias é o seu rompimento.

A ruptura de barragens pode causar grandes danos à propriedade e ao meio ambiente, além da perda de muitas vidas. Com o crescimento da população, o envelhecimento e a conseqüente deterioração das barragens, aumenta o potencial de mortes causadas por rupturas. Isso se deve ao poder destrutivo da onda da cheia induzida pelo colapso repentino de uma barragem.

Na última década, houve várias rupturas de barragens no Brasil. No entanto, pode-se considerar como marcos determinantes para a criação de procedimentos mais refinados em favor do aumento da segurança das barragens e da prevenção de acidentes os eventos ocorridos nas barragens de Orós (CE), nos anos 60; Euclides da Cunha (SP) e Limoeiro (SP), nos anos 70; e Cataguazes-Leopoldina (MG), em 2003.

Casos mais recentes podem ser citados como exemplos: o rompimento da barragem Algodões I localizada no estado do Piauí, em maio de 2009, e da barragem de Camará, no Estado da Paraíba, em junho de 2004 - ambas destinadas a usos múltiplos.

No primeiro caso, ocorreu rompimento dos taludes da barragem durante um evento excepcional de chuvas fortes que ocasionou a perda de nove vidas, deixou dois mil desabrigados e a cidade de Cocal da Estação debaixo de 20 metros de água. No segundo caso, a ruptura da barragem de Camará ocorreu após fortes chuvas devido a falhas na fundação da ombreira, ocasionando

inundação dos municípios de Alagoa Grande e Mulungu, danos materiais aos moradores, deixando desabrigados e ocasionado a perda de vidas.

Como exemplo de um acidente de grandes proporções podemos citar o rompimento da barragem de acumulação de rejeitos de mineração do Fundão e anomalias em barragens adjacentes, ocorridos em novembro de 2015, no Estado de Minas Gerais. Esse acidente causou perdas de vidas humanas, a destruição de 80% do distrito de Bento Rodrigues, em Mariana, danos ambientais e sociais graves às comunidades ribeirinhas e atingiu também os sistemas de abastecimento de água de cidades. A propagação da lama atingiu o Rio Doce até sua foz, percorrendo mais de 600 km, e atingiu o mar, causando mais danos ambientais no estuário.

De forma geral, entre as principais causas observadas de rompimento de barragens, estão os eventos hidrológicos, problemas de fundação e percolação, instabilidade dos maciços e falta de manutenção.

2.3. Conhecimento atual sobre a situação das barragens brasileiras

Muito há para descrever sobre o contexto brasileiro em segurança de barragens. Para informações mais detalhadas, recomenda-se a leitura dos Relatórios de Segurança de Barragens publicados pela Agência Nacional de Águas. No entanto, alguns temas relevantes,

como cadastro, classificação e fiscalização, merecem destaque, com o objetivo de situar o leitor no contexto do tema de segurança de barragens.

A implantação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) ainda se encontra em estágio inicial, dado o relativo desconhecimento da situação de um grande número de barragens dispersas pelo território nacional e devido à baixa capacidade institucional dos órgãos gestores para implementar a lei.

No entanto, após decorridos cinco anos da implementação da lei, já se nota, tanto por parte dos empreendedores como das entidades fiscalizadoras, certa mobilização para cumprir suas determinações.

Quanto ao cadastro, cerca de 15 mil barragens foram registradas até setembro de 2014. Os Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais são aqueles com o maior número de barragens cadastradas (ANA, 2015a). A Figura 4 apresenta a distribuição dos espelhos d'água mapeados pela ANA, base inicial para o cadastramento.

Quanto ao uso, 89% são empreendedores de usos múltiplos da água, como abastecimento humano, irrigação e geração de energia quando esse não é o uso preponderante. A CODEVASF e o DNOCS são os maiores empreendedores do setor. O restante dos empreendedores está distribuído entre os setores elétrico, minerário e industrial. O empreendedor com maior número de barragens cadastradas no setor elétrico é a CEMIG e no setor minerário destaca-se a VALE (ANA, 2014a).



Figura 4. Distribuição de espelhos d'água maiores que 20Ha identificados.
(Fonte: ANA, 2015a).

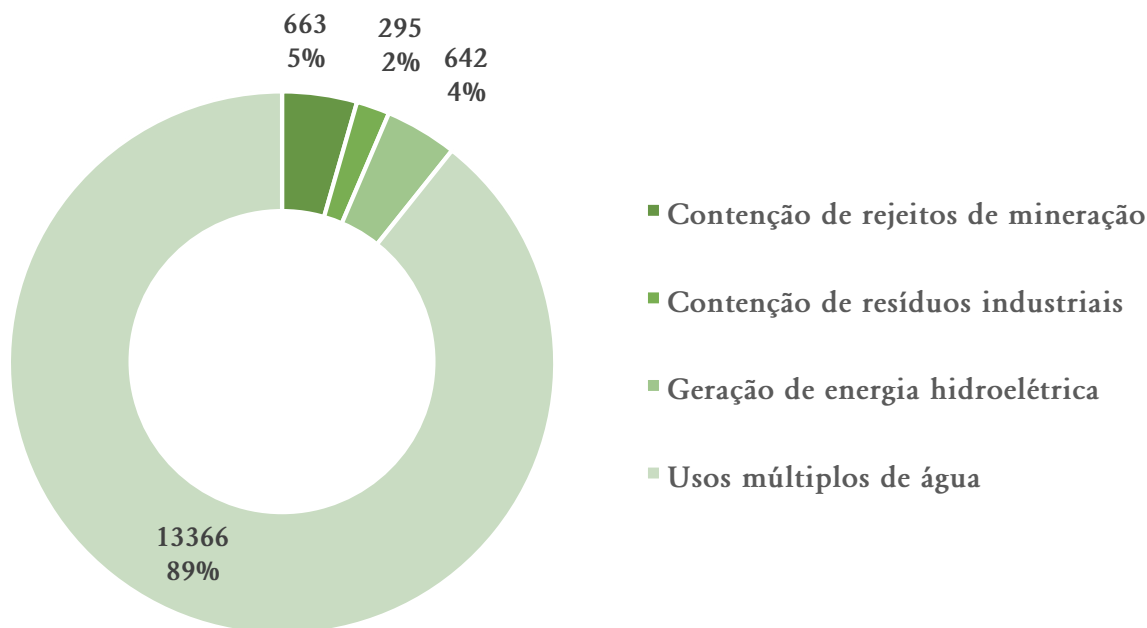


Figura 5. Distribuição das barragens cadastradas por uso principal.

(Fonte: ANA, 2015a).

A Figura 5 representa a distribuição das barragens cadastradas por uso principal.

Em relação à dimensão, dentre as barragens cadastradas, verifica-se que 81% ainda estão sem informação suficiente para classificá-las quanto à dimensão, 10% foram cadastradas como pequenas e 9%, como grandes¹. Entre as barragens com informação, predominam aquelas de terra, com altura inferior a 10 m e volume inferior a 3 hm³.

As grandes barragens, em sua maioria, pertencem ao setor de geração de energia hidroelétrica. Há de se supor que grande parte das barragens sem informação são pequenas barragens de usos múltiplos. Os empreendedores de pequenas barragens poderão ter dificuldades em gerir, de forma adequada, a segurança de suas barragens e

internalizar as novas obrigações impostas pela lei devido à falta de informações do empreendimento e desconhecimento dos proprietários em relação as suas obrigações.

Quanto à classificação das barragens já cadastradas, apenas 2.097 foram classificadas por Categoria de Risco (CRI) e 1.683, quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), representando, respetivamente, 14% e 11% do total. As barragens de uso múltiplo são aquelas com maior percentual sem classificação, conforme representação da Figura 6 (ANA, 2015a).

Dentre as barragens classificadas, deve-se priorizar ações para aquelas com Categoria de Risco alto (CRI) e com Dano Potencial Associado (DPA) alto. Até o momento, 116 barragens foram classificadas concomitantemente com CRI e DPA altos.

¹ Para efeito deste estudo, grandes barragens são aquelas em que a altura é maior que 15 m ou o volume armazenado maior que 3 hm³. Pequenas barragens são aquelas em que a altura é menor que 15 m e o volume menor que 3 hm³.

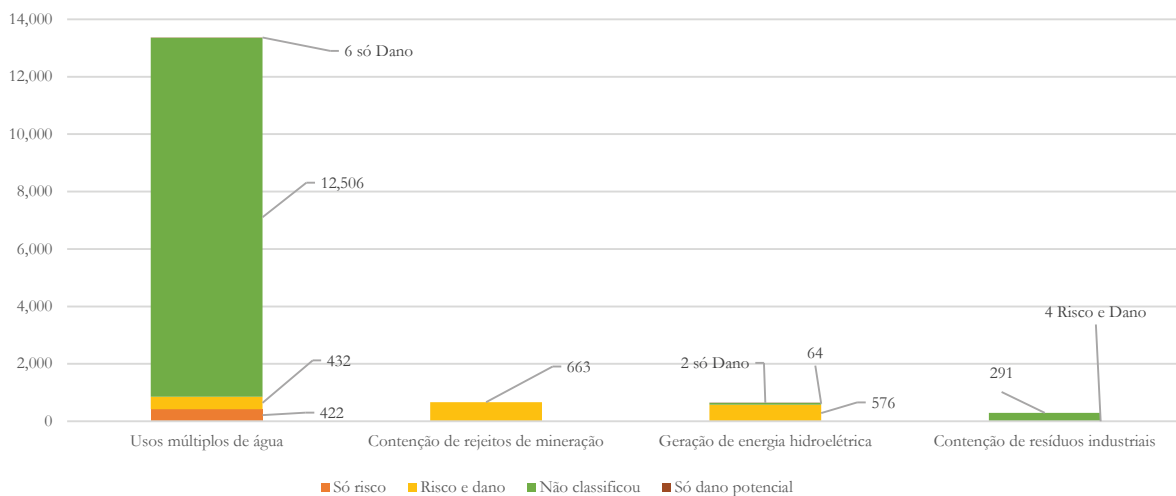


Figura 6. Situação da classificação de barragens por uso.

(Fonte: ANA, 2015a).

Em relação à fiscalização, nota-se um crescente aumento das campanhas, embora ainda pouco significativo em relação ao universo de barragens cadastradas. Conforme informações constantes no Relatório de

Segurança de Barragens de 2014 da ANA, somente 3% das barragens cadastradas foram vistoriadas pelo respectivo órgão fiscalizador (Figura 7).

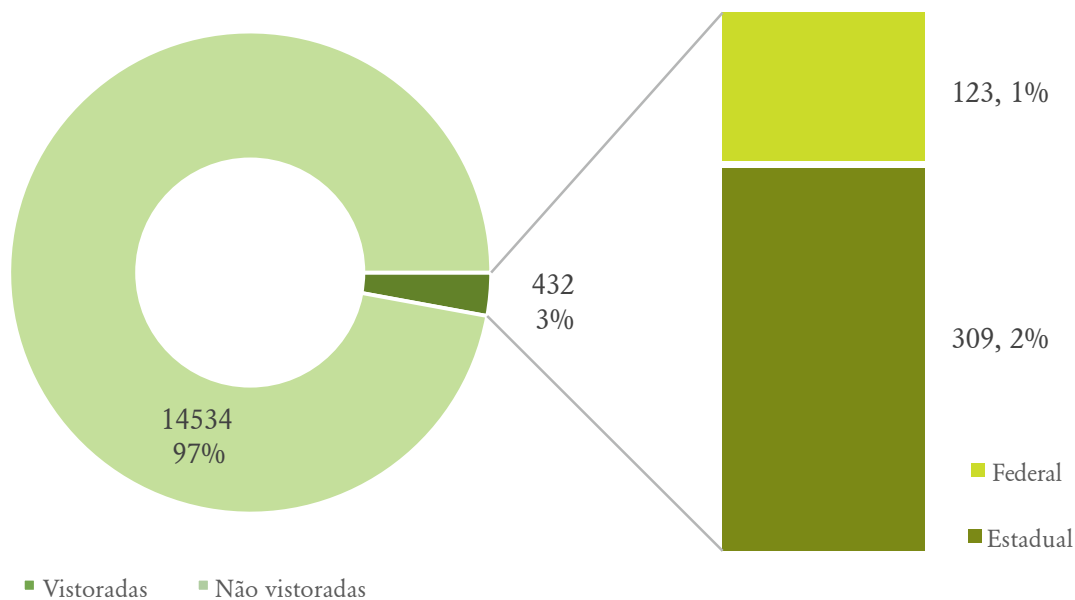


Figura 7. Número de barragens cadastradas e vistoriadas.

(Fonte: ANA, 2015a).

3

A Política Nacional de Segurança de Barragens e seus instrumentos

Ao longo dos anos, a segurança de barragens assumiu grande importância, tanto por parte do poder público como dos profissionais de engenharia e da sociedade. Iniciativas setoriais e pontuais já vinham sendo tomadas quanto à segurança de barragens no Brasil. Com o crescente número de ocorrências de acidentes e incidentes, o tema foi objeto de iniciativa parlamentar, com a apresentação, em 2003, de projeto de lei ao Congresso Nacional, do qual resultou, em 2010, a promulgação da Lei Nº 12.334/2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), conhecida também como Lei de Segurança de Barragens. Desde então, a lei vem sendo regulamentada tanto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) como pelas entidades fiscalizadoras.

A Lei Nº 12.334/2010 e suas regulamentações introduziram novos conceitos, assim como redefiniram outros já em uso corrente, como Plano de Segurança de Barragem (PSB), Sistema de Classificação de Barragens e Dano Potencial Associado (DPA), entre outros. Nesse sentido, para a compreensão do panorama de segurança de barragens introduzido nesta publicação da Série Água, é importante que o leitor leigo no tema se familiarize com

os detalhes da lei, apresentados no Anexo II, e com a definição de novos conceitos, apresentados no Anexo III.

A Lei de Segurança de Barragens estabelece, em seu conteúdo, critérios para o enquadramento de barragens, assim como relaciona os instrumentos da PNSB. A lei veio suprir uma lacuna quanto à definição de responsabilidades relacionadas à segurança de barragens, dividindo entre os fiscalizadores e os empreendedores essas responsabilidades. Explicitou que o empreendedor é o responsável legal pela segurança de sua barragem e definiu os responsáveis pela fiscalização, de acordo com as características das barragens.

À ANA coube um papel central no arranjo institucional estabelecido pela lei, já que, além da atribuição de órgão fiscalizador, também lhe são atribuídas responsabilidades adicionais às originais estabelecidas pela lei de sua criação (Lei Nº 9.984/2000), como organizar, implantar e administrar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens e exercer o papel de coordenadora no processo de elaboração do Relatório de Segurança de Barragens.

Neste contexto, a ANA solicitou ao Banco Mundial, em meados de 2011, uma assistência técnica em segurança de barragens. A partir daí, iniciou-se um intenso processo de planejamento, que veio a concretizar em mais uma parceria entre essas duas entidades.

A assistência técnica previu apoio para a implementação da Lei de Segurança de Barragens, por meio do desenvolvimento de propostas de normas e regulamentos, apoio à implementação de instrumentos, elaboração de diretrizes, manuais e documentos padrão para apoiar os empreendedores de barragens e as respectivas entidades fiscalizadoras. A assistência técnica também incluiu o desenho do Sistema Nacional de Informações em Segurança de Barragens (SNISB).

Além dos produtos técnicos realizados, foram feitos treinamentos abrangentes, oficinas e trocas de experiências junto a profissionais de renome internacional.

Dentre os sete instrumentos prescritos na Lei de Segurança de Barragens, pode-se afirmar que quatro deles se constituem nos pilares da PNSB: (1) O Sistema de Classificação de Barragens, (2) o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, (3) o Plano de Segurança de Barragem e (4) o Relatório de Segurança de Barragens.

Na sequência, a descrição destes quatro pilares é apresentada, com foco na atuação da ANA; é feito um breve descritivo de atividades paralelas, mas igualmente importantes; e, ao final do capítulo, apresenta-se uma avaliação sobre o desenvolvimento da PNSB.

3.1. Os pilares da PNSB

Sistema de Classificação de Barragens

O Sistema de Classificação de Barragens está na base de prescrições da Lei Nº 12.334/2010 e da legislação complementar de segurança de barragens.

Basicamente, a classificação baseia-se em critérios que visam a diferenciar as barragens levando-se em consideração a categoria de risco, o dano potencial associado e o volume do reservatório.

Classificar uma barragem quanto à categoria de risco e quanto ao dano potencial associado é importante para determinar os procedimentos que devem ser adotados pelos empreendedores ou operadores no âmbito da lei, como a realização do Plano de Segurança de Barragem, e do Plano de Ação de Emergências e do estabelecimento da frequência das inspeções. Além disso, a classificação é também importante para priorizar as ações dos órgãos fiscalizadores.

O Art. 3º da Resolução Nº 143/2012 do CNRH determina que as barragens sejam classificadas pelos órgãos fiscalizadores, podendo a entidade fiscalizadora adotar critérios complementares tecnicamente justificados. De acordo com a mesma resolução, cabe igualmente à entidade fiscalizadora o estabelecimento de uma metodologia para a definição dos limites da área de avaliação do dano potencial. A Figura 8 apresenta um fluxograma de orientação para verificar quais barragens necessitam ser classificadas.

Base legal

Art. 7º As barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

§ 1º A classificação por categoria de risco em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem.

§ 2º A classificação por categoria de dano potencial associado à barragem em alto, médio ou baixo será feita em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem.

Os critérios gerais do sistema de classificação de barragens foram estabelecidos pelo CNRH por meio da sua Resolução N° 143/2012.

Ressalta-se que ter uma barragem classificada não garante, por si só, um critério de priorização de ações para sua reabilitação, caso necessário.

A classificação de barragens é um processo com várias etapas, que inclui a coleta de dados relativos à barragem, à rede hidrográfica e ao vale a jusante, com sua topografia e ocupação, e a utilização dos critérios classificativos estabelecidos na lei e dos métodos de cálculo mais indicados.

Uma vez feita a classificação, deverá a mesma ser reavaliada no máximo a cada 5 anos, se necessário, ou decorrente da revisão periódica da barragem.

No momento, a ANA já classificou as barragens sob sua jurisdição, tanto quanto à

categoria de risco como ao dano potencial, seguindo a seguinte metodologia:

- Aplicação dos critérios para estimar a categoria de risco e o dano potencial associado definidos na Resolução N° 143/2012 do CNRH;
- Avaliação da área afetada a jusante por uma eventual ruptura da barragem por meio de uma metodologia simplificada;
- Classificação das barragens aplicando-se a Matriz de Categoria de Risco versus o Dano Potencial Associado, conforme Resolução N° 91/2012 da ANA;
- Envio do resultado aos empreendedores.

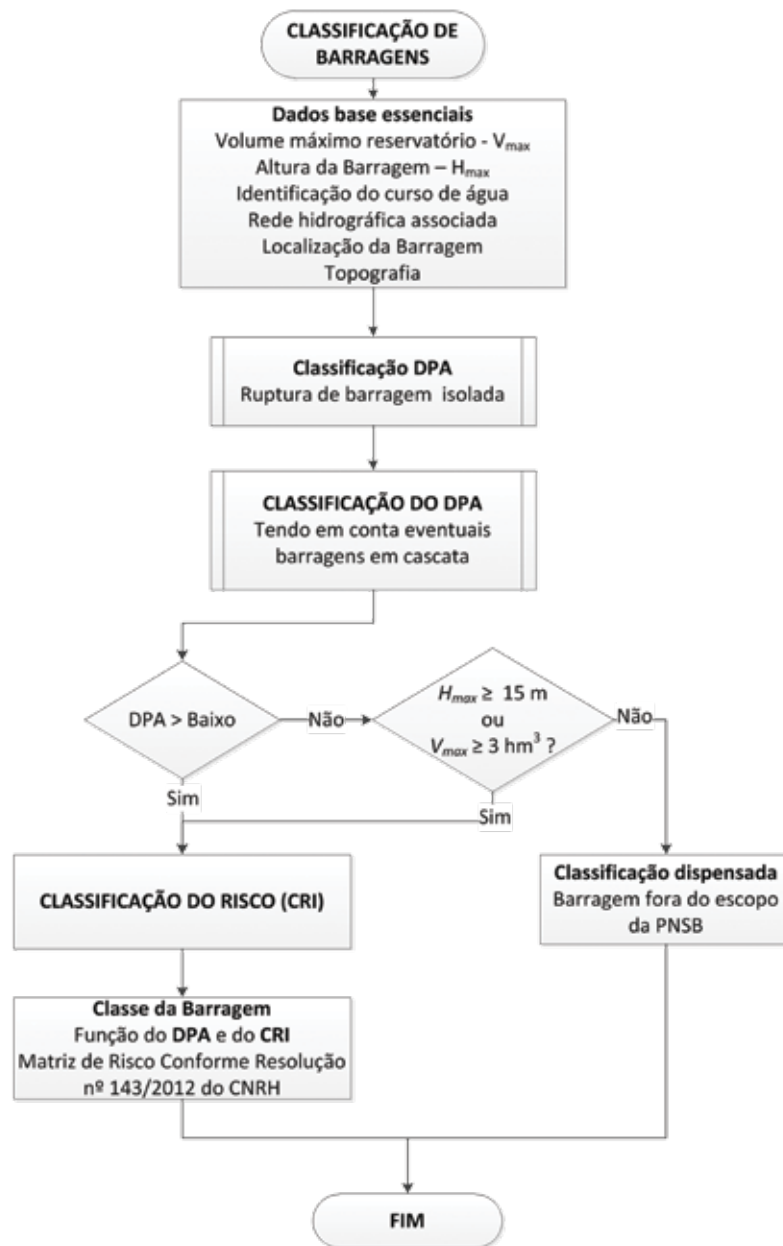


Figura 8. Fluxograma genérico para a classificação de barragens.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

Observa-se que a metodologia desenvolvida pode ser utilizada por qualquer entidade que queira classificar barragens conforme a legislação brasileira.

A assistência técnica do Banco Mundial elaborou uma relação das melhores práticas nacionais e internacionais em segurança de barragens e uma análise crítica do sistema de classificação proposto pelo CNRH, assim como uma proposta de melhorias a este sistema de classificação.

Plano de Segurança de Barragem (PSB)

O Plano de Segurança de Barragem é um conjunto de informações e documentos sobre o projeto da barragem, procedimentos de inspeção, regra operacional e relatório de inspeção, entre outros, que deve ser elaborado pelo empreendedor e estar disponível à entidade fiscalizadora. Sua finalidade é reunir todo o histórico da documentação sobre a barragem, inclusive, incluir dados sobre o empreendedor, com vistas a auxiliar na gestão da segurança da barragem.

A Resolução Nº 144/2012 do CNRH estabelece que a periodicidade de atualização, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento dos planos de segurança deverão ser estabelecidos pelo órgão fiscalizador, em função da categoria de risco, do dano potencial associado e do volume da barragem.

A ANA, por meio da Resolução Nº 91/2012, orienta o empreendedor quanto à elaboração e à atualização do plano, definindo estrutura, conteúdo e a qualificação do responsável técnico. Para se definir o conteúdo do plano, a resolução da ANA apresenta uma Matriz de Categoria de Risco e de Dano Potencial Associado. Como consequência da lei, essa matriz indica que o Plano de Ação de Emergência (PAE) só será exigido para barragens classificadas com alto dano potencial associado.

A periodicidade de atualização do PSB varia, de acordo com a classificação na referida matriz, entre 5 a 10 anos.

Embora a realização do Plano de Segurança de Barragem não seja uma atribuição da entidade fiscalizadora, a ANA preocupou-se em orientar os empreendedores na elaboração de parte da documentação necessária ao PSB, notadamente àqueles empreendedores com menos conhecimentos técnicos que são proprietários de pequenas barragens. Assim, preparou documentos para divulgação que abordam os seguintes conteúdos:

- Modelos de Relatórios de Inspeção Regular;
- Modelos de Fichas de Inspeção de Segurança Regular de Barragens;
- Guia de Orientação e Formulários para Elaboração dos Planos de Ação de Emergência;
- Modelo de Plano de Ação de Emergência;
- Termos de Referência para contratação de Planos de Ação de Emergência;
- Guia de Orientação e Formulários para Inspeção Regular e Inspeção Especial de Segurança de Barragem;
- Termos de Referência para contratação de Inspeção Regular e Inspeção Especial de Segurança de Barragem;
- Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem;
- Termos de Referência para contratação de Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

Além desses documentos, foram também produzidos guias e manuais voltados para os aspectos de segurança de barragens, destinados a orientar de forma geral fiscalizadores, operadores e gestores de recursos hídricos, assim como consultores e pessoas envolvidas com o tema segurança de barragens. Os guias

e manuais destinados aos empreendedores/operadores encontram-se disponíveis na página de internet da ANA.

O Anexo IV apresenta uma breve descrição do conteúdo desses documentos.

Base legal

O Art. 6º da Lei Nº 12.334/2010 estabelece o Plano de Segurança de Barragem como um dos instrumentos da PNSB.

O Art. 8º da Lei Nº 12.334/2010 estabelece o conteúdo mínimo do Plano de Segurança de Barragem:

I - identificação do empreendedor;

II - dados técnicos referentes à implantação do empreendimento, inclusive, no caso de empreendimentos construídos após a promulgação desta Lei, do projeto como construído, bem como aqueles necessários para a operação e manutenção da barragem;

III - estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem;

IV - manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem;

V - regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem;

VI - indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção e à operação da barragem;

VII - Plano de Ação de Emergência (PAE), quando exigido;

VIII - relatórios das inspeções de segurança;

IX - revisões periódicas de segurança.

§ 1º A periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento dos planos de segurança deverão ser estabelecidos pelo órgão fiscalizador.

§ 2º As exigências indicadas nas inspeções periódicas de segurança da barragem deverão ser contempladas nas atualizações do Plano de Segurança.

Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

O SNISB é uma plataforma informatizada de suporte à PNSB e tem como objetivo registrar as condições de segurança de todas as barragens localizadas no território nacional, independentemente do seu uso e de seu enquadramento na lei.

O sistema, em implantação pela ANA, compreenderá coleta, tratamento, armazenamento e recuperação das

informações, devendo contemplar barragens em construção, em operação e as desativadas.

A Figura 9 apresenta um arranjo de como se dá o fluxo de informações para compor o SNISB.

As entidades fiscalizadoras fornecerão à ANA os dados e deverão atualizá-los constantemente. Essas entidades serão beneficiárias da interação com o SNISB e terão direitos de acesso à toda informação consolidada sobre a segurança de barragens nele contida e à todas as ferramentas disponíveis no sistema para o seu gerenciamento.



Figura 9. O SNISB e sua relação com as diferentes entidades fiscalizadoras de segurança de barragens.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

Finalizada a implementação do SNISB, a ANA irá fazer a carga inicial do sistema. Essa carga inicial consiste na migração de toda a informação fornecida pelas entidades fiscalizadoras das barragens sob sua jurisdição.

No período posterior à carga inicial, será da inteira responsabilidade da entidade

fiscalizadora manter a informação atualizada no SNISB.

Os empreendedores são responsáveis por manter atualizadas as informações cadastrais relativas às suas barragens, repassando as informações à respectiva entidade fiscalizadora.

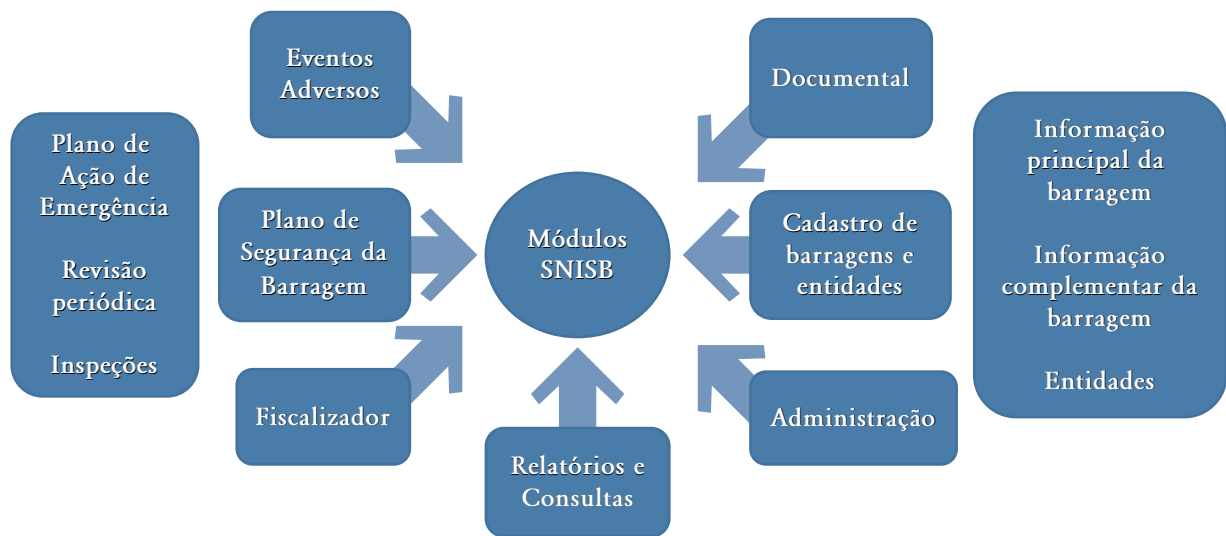


Figura 10. Esquema dos módulos do SNISB.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

A Figura 10 ilustra os módulos do SNISB que permitem atender às exigências legais e inclui o módulo Fiscalização, que visa a apoiar essa atividade junto às entidades fiscalizadoras.

O sistema estará disponível no site da ANA, permitindo a comunicação com a sociedade civil e outras entidades.

Base legal

A Lei Nº 12.334/2010 estabelece no Art. 6º que o SNISB é um dos instrumentos da PNSB. Seção III do Capítulo IV - Dos Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Art. 13 É instituído o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), para registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional.

Parágrafo único. O SNISB compreenderá um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de suas informações, devendo contemplar barragens em construção, em operação e desativadas.

Art. 14 São princípios básicos para o funcionamento do SNISB:

- I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- II - coordenação unificada do sistema;
- III - acesso a dados e informações garantido a toda a sociedade.

O Art. 21 da Lei de Segurança de Barragens altera o Art. 4º da Lei de criação da ANA (Lei Nº 9.984/2000), atribuindo a essa agência o dever de organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Relatório de Segurança de Barragens (RSB)

O Relatório de Segurança de Barragens é um instrumento da PNSB importante para acompanhar, monitorar, divulgar e influenciar a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens.

Tem como objetivos apresentar à sociedade um panorama da implantação da PNSB e de sua eficácia na evolução da segurança das barragens brasileiras, na redução de incidentes e acidentes, e na melhoria da gestão de riscos.

Cabe à ANA coordenar a elaboração do relatório com as outras entidades fiscalizadoras, com base nas informações recebidas dessas entidades.

O relatório, elaborado anualmente, compreende o período entre 1º de outubro do ano anterior e o 30 de setembro do ano de referência. Até 31 de outubro, os empreendedores deverão enviar suas informações às entidades fiscalizadoras, e estas, até 31 de janeiro seguinte, deverão enviar à ANA as informações necessárias para compor o Relatório.

O RSB deve ser encaminhado pela ANA ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) para apreciação e encaminhamento ao Congresso Nacional, conforme a Resolução CNRH Nº 144/2012.

O RSB, ao ser enviado ao Congresso Nacional, se constitui em uma ferramenta fundamental para chamar a atenção sobre o tema de segurança de barragens e buscar os recursos necessários no setor público para garantirem-se atividades essenciais, como a recuperação da infraestrutura e a adequada operação e manutenção de barragens.

A ANA publicou primeiramente o relatório referente a 2011, com informações sobre a implementação da PNSB e sobre as entidades fiscalizadoras e empreendedores. Apresentou também um panorama dos reservatórios existentes no Brasil. Posteriormente, publicou o relatório referente aos anos de 2012-2013.

O Relatório de Segurança de Barragens de 2014 sintetiza as informações prestadas por entidades fiscalizadoras de barragens sobre as cerca de 15 mil barragens já cadastradas.

Base legal

A Lei Nº 12.334/2010 estabelece no Art. 6º que o Relatório de Segurança de Barragens é um dos instrumentos da PNSB.

O Art. 21 da Lei de Segurança de Barragens altera o art. Art. 4º da Lei de criação da ANA (Nº 9.984/2000), atribuindo à essa Agência o dever de coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens e encaminhá-lo, anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de forma consolidada.

A Resolução Nº 144/2012 do CNRH estabelece diretrizes sobre a implementação da PNSB, incluindo o Relatório de Segurança de Barragens.

3.2. Fortalecimento institucional

A ANA vem desenvolvendo atividades de fortalecimento institucional por meio de treinamentos em temas específicos, participação em inspeções de barragens realizadas por um painel de peritos em segurança e oficinas de trabalho (workshops).

Como parte do apoio do Banco Mundial, destacam-se cinco treinamentos extremamente valiosos em termos de geração de conhecimento e aprendizagem em segurança de barragens, realizados por especialistas de reconhecidas entidades internacionais: Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE); Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e Laboratório de Engenharia Civil de Portugal - LNEC, em parceria com a consultora COBA, também de Portugal.

Participaram dos treinamentos cerca de 250 alunos de diferentes entidades do País, uma média de 50 alunos por treinamento, selecionados entre reguladores, fiscalizadores, empreendedores e operadores de barragens, totalizando 180 horas de treinamento. Dentre os participantes, estiveram servidores e funcionários da ANA, ANEEL, DNPM, IBAMA, CPRM, DNOCS, CODEVASF, além de técnicos de entidades estaduais como de Secretarias de Recursos Hídricos, Agências de Bacias e Companhias de Saneamento.

Farto material didático foi distribuído em todos os treinamentos, como apresentações e literatura técnica, além da realização de exercícios em sala de aula e treinamentos em campo².

A realização dos treinamentos possibilitou a aproximação e a interatividade entre as diferentes entidades fiscalizadoras de segurança de barragens e entre os empreendedores públicos, discutindo os

² O material didático faz parte hoje do acervo do Banco Mundial e pode ser disponibilizado mediante solicitação.



Figura 11. Grupo de alunos e instrutores vistoriando a barragem Poxim (SE).

(Fonte: Banco Mundial).

temas relevantes do setor. Além disso, agregou valor às instituições participantes, muitas delas tendo tido o primeiro contato com o tema de segurança de barragens por meio desses eventos.

Os treinamentos trouxeram o tema de segurança de barragens à visibilidade dos atores e conscientizaram o público de sua complexidade e importância, capacitando tecnicamente profissionais que assumiram recentemente funções relacionadas a área. Assim, houve momentos de reflexão e questionamentos quanto à atuação das instituições responsáveis pela segurança de barragens no Brasil, quais recursos humanos e financeiros seriam necessários para atuar conforme a legislação e qual arranjo institucional cada instituição deveria ter para

abrigar suas novas atribuições. Intenso debate também ocorreu ao confrontar a legislação existente no Brasil perante a legislação de alguns países, notadamente no que diz respeito ao dano potencial associado.

Como resultado dos treinamentos, evidenciou-se a importância de capacitação técnica continuada para o desenvolvimento das instituições.

O **1º treinamento**, ministrado pelo USACE, teve como tema uma introdução à gestão de segurança de barragens.

Por se tratar de um tema novo para os participantes, inicialmente realizou-se um nivelamento sobre os princípios norteadores da Lei de Segurança de Barragens no Brasil,

baseados no princípio de que o empreendedor é o responsável pela segurança das barragens de sua propriedade. O USACE, utilizando-se de sua experiência desenvolvida ao longo de mais de quarenta anos lidando com as barragens nos Estados Unidos, realizou uma revisão da terminologia adotada pelos especialistas em barragens, apresentou vários estudos de caso sobre rompimentos de barragens ou falha nas estruturas e as lições aprendidas. Estudaram-se casos como o rompimento da Barragem Teton (1976) e da Barragem Wolf Creek (2007), e falha em uma comporta na Barragem Falsom (1995), todas localizadas nos Estados Unidos. Além disso, foram introduzidos temas como a segurança de barragens durante a execução de uma obra, inspeções, riscos, dano potencial, estudos hidráulicos e hidrológicos e ações emergenciais. Esses acidentes modificaram a postura dos Estados Unidos perante a legislação que possuíam e levaram ao desenvolvimento das instituições para se equiparem e prevenir rompimentos de barragens.

O USACE é uma agência pública dos Estados Unidos, conhecida mundialmente pela elaboração de projetos e realização de obras de engenharia, entre elas mais de 700 canais e barragens. Para tanto, vem desenvolvendo e aplicando ao longo dos anos metodologias e critérios voltados à segurança de suas barragens. Ao USACE é delegada, entre outras, a responsabilidade por atualizar e manter o Inventário de Barragens nos Estados Unidos, o qual consta hoje com mais de 86 mil barragens.

A abordagem adotada pelo USACE durante o treinamento, mostrando seus

erros e aprendendo com eles, entusiasmou os participantes que compreenderam a possibilidade de aplicar ao Brasil esse aprendizado.

O 2º **treinamento**, ministrado pelo USGS/USACE, abordou a análise dos modos potenciais de ruptura.

Para realização desse treinamento, o USGS associou-se ao USACE por aquele possuir larga experiência na área geotécnica. O USGS é um órgão científico do Departamento do Interior dos Estados Unidos, responsável pela classificação de terras públicas e pela avaliação da estrutura geológica, recursos minerais e produtos de domínio dos Estados Unidos e sua fundação data do século XIX.

O USGS fornece informações científicas e confiáveis para descrever e compreender os fenômenos físicos no planeta e trabalha para reduzir ao máximo os danos à vida e à propriedade decorrentes de desastres naturais.

Esse segundo treinamento foi organizado tendo como base fornecer informação sobre inspeções de segurança de barragens e monitoramento com instrumentação, Análises de Modos Potenciais de Ruptura (PFMAs, Potential Failure Mode Analyses) e sobre a identificação de modos de ruptura relativos à erosão interna.

Esse treinamento contemplou trabalhos de campo em que os alunos tiveram a oportunidade de realizar duas inspeções nas barragens de Poxim e Poção da Ribeira, localizadas em Sergipe. Após as inspeções de campo, houve exercícios em sala de

aula, aplicando-se a metodologia PFMA às barragens visitadas.

A metodologia PFMA aplicada à segurança de barragens parte do princípio de que uma determinada estrutura poderá romper, então passa-se a inspecionar detalhadamente a documentação da barragem, projetos, relatórios de inspeção, dados de monitoramento, etc., buscando identificar falhas para poder evitar um rompimento.

O **3º treinamento**, ministrado pelo USGS/USACE, versou sobre Ruptura de Barragens – mapeamento, modelagem e estudo de consequências.

Esse treinamento abordou a análise das rupturas de barragens, utilizando técnicas desenvolvidas pela Seção de Modelagem,

Mapeamento e Consequências do USACE e o processo de coleta de dados geográficos e hidrológicos do USGS. Os temas apresentados incluíram a coleta e a avaliação de dados, o desenvolvimento de modelos e os produtos resultantes – incluindo as análises de consequências e o mapeamento da inundação de enchentes.

Esse treinamento trouxe uma visão pós rompimento. A metodologia apresentada possibilita identificar quantas edificações são atingidas, quantas vidas existem na região afetada, qual a área afetada, quais os danos sociais, ambientais e econômicos decorrentes de um rompimento.

O **4º treinamento**, ministrado pelo LNEC em parceria com a consultora COBA, abordou o Plano de Ação de Emergência (PAE).



Figura 12. Foto do grupo participante do 3º treinamento.

(Fonte: Banco Mundial).

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) é uma referência mundial em domínios da engenharia civil. Sua missão é empreender, coordenar e promover a investigação científica e o desenvolvimento tecnológico necessários ao progresso, à inovação e à boa prática da engenharia civil. Sendo uma instituição pública, ao LNEC foi delegado pelas autoridades portuguesas atuar na revisão de Planos de Observação de Barragens em Portugal.

Em parceria, a consultora COBA atua na área de projetos hidráulicos há mais de 50 anos. Essas duas instituições trouxeram suas experiências em segurança de barragens para o Brasil, culminando entre outros benefícios, em um treinamento exclusivo sobre Planos de Ação de Emergência.

O treinamento teve como objetivo instruir profissionais na área de planejamento de emergência em barragens, sobre o conteúdo e a organização do padrão de um PAE à luz do pretendido e do disposto na legislação brasileira de segurança de barragens, assim como os elementos críticos que se relacionam com a classificação do nível de resposta da barragem e com a modelagem da cheia induzida pela sua ruptura. Os participantes, prioritariamente selecionados, foram aqueles provenientes dos empreendedores.

Esse treinamento levou até os participantes uma consolidação desse documento para o planejamento da gestão solicitado pela Lei de Segurança de Barragens.

O 5º **treinamento**, também ministrado pelo USGS/USACE, abrangeu temas



Figura 13. Grupo de alunos e instrutores realizando as medições no Córrego Bananal (DF).

(Fonte: Banco Mundial).

sobre o monitoramento fluviométrico e sedimentológico.

Esse treinamento se concentrou nas abordagens utilizadas no monitoramento e na análise de vazões fluviométricas extremas – com ênfase especial sobre inundações – e na coleta e análise de dados sobre sedimentos relativos ao funcionamento e à segurança de barragens. Houve um foco específico nas técnicas associadas à coleta adequada de dados sobre sedimentos, incluindo um dia de prática das técnicas em campo.

As práticas de campo consistiram em medições de vazões no Córrego São Marcos e em coleta de sedimentos no Córrego Bananal, ambos próximos a Brasília.

O treinamento foi concluído com uma cobertura de técnicas avançadas de monitoramento de vazão fluviométrica e sedimentação, incluindo o uso do índice de velocidade da vazão como substituto na estimativa de cargas de sedimentos.

Painel de Segurança de Barragens

O objetivo de um Painel de Segurança de Barragens é dar suporte técnico ao empreendedor ou à instituição responsável pela fiscalização de uma barragem em relação à segurança da estrutura em todas as fases do empreendimento. Especificamente, dar suporte em relação à determinada anomalia identificada, por exemplo uma infiltração, fissura ou danos causados por sobrecarga e,

posteriormente ao diagnóstico, analisar e encaminhar parecer quanto a segurança da estrutura e citar quais providências deverão ser tomadas.

De forma geral, um Painel de Segurança de Barragens é composto por um conjunto de peritos especializados principalmente em assuntos como geotecnia, estrutura, hidráulica e hidrologia.

Recomenda-se que grandes empreendedores identifiquem um Painel de peritos para ser acionado em casos de emergências e em casos que ultrapassem os conhecimentos técnicos dos responsáveis pela barragem.

Como exemplo da atuação de um Painel de Segurança de Barragens, pode ser citado o acionamento de peritos realizado pela equipe de fiscalização da ANA após ter detectado anomalias relevantes em barragens sob sua regulação.

O suporte do Painel em questão consistiu de inspeções de campo, bem como de avaliação dos documentos das barragens relacionadas. Esse trabalho disponibilizou para a ANA uma avaliação técnica robusta da situação de segurança dessas estruturas. Em seguida, a ANA enviou aos operadores dessas barragens e/ou entidades reguladoras solicitação de medidas corretivas imediatas.

A atuação do Painel possibilitou uma pronta resposta à ANA com o diagnóstico de problemas mais urgentes em relação à segurança daquelas barragens e, ao mesmo tempo, possibilitou um aprendizado à equipe de fiscalização da Agência em

relação à observação e à tomada de decisão em situações graves de segurança.

Sobre o tema, recomenda-se a leitura da Política de Salvaguardas do Banco Mundial em Segurança de Barragens (OP4.37), que inclui a exigência de um Painel Independente de Peritos em Barragens para rever a concepção, o projeto e a construção de uma nova barragem ou de uma barragem existente, com o objetivo de assegurar sua segurança. Essas diretrizes foram construídas, usando como referência as melhores práticas mundiais, com o objetivo de guiar os clientes do Banco Mundial no tratamento adequado ao tema de segurança de barragens em seus projetos.

3.3. Avaliação do desenvolvimento da PNSB

Com o objetivo de capturar os impactos e os avanços da PNSB nos últimos cinco anos, foi realizada uma avaliação de sua implementação na conclusão da assistência técnica.

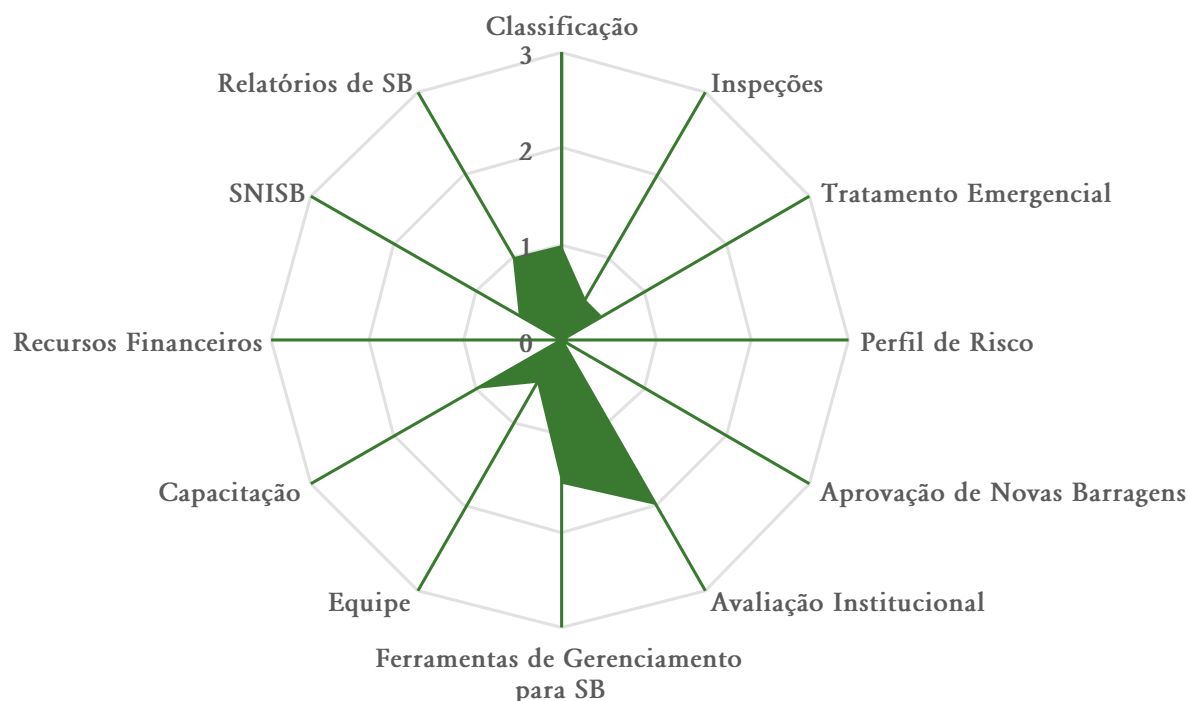
A Política Nacional de Segurança de Barragens está em implementação há pouco mais de cinco anos. Nesse período, foi possível avançar em várias áreas, especialmente no debate sobre a importância de se garantir a segurança da infraestrutura e os desafios para alcançar esse objetivo. A PNSB está sendo implementada, mas ainda há um trabalho considerável a ser

feito antes que a gestão de segurança de barragens atinja um estado satisfatório em nível nacional. No entanto, os objetivos da Lei de Segurança de Barragens estão sendo perseguidos e o esforço deve ser mantido.

Ao mesmo tempo, ainda é necessário um trabalho significativo até que todos os atores sejam capazes de implementar a lei na íntegra. Muitas experiências de outros países têm mostrado que a introdução e a implementação de leis de segurança de barragens consistem em um processo lento; na verdade, nunca se atinge um patamar de conformidade total, mas a qualidade é garantida pela melhoria progressiva do sistema. Dessa forma, ajudar os operadores mais frágeis a melhorar a segurança de suas barragens é, e continuará sendo, uma prioridade no Brasil.

A atual avaliação da PNSB focou na evolução da capacidade da ANA para a implementação da Lei de Segurança de Barragens, com base no progresso em termos de tecnologias e instrumentos, políticas e práticas, recursos, regulamentação e informação, assim como a interação desses aspectos para apoiar a ANA na governança de segurança de barragem.

A metodologia utilizada consistiu-se de uma análise simplificada baseada em reuniões e entrevistas com gestores e técnicos da ANA envolvidos em segurança de barragens. Foram feitas, também, entrevistas com outras entidades fiscalizadoras no âmbito federal e alguns empreendedores. As entrevistas ajudaram a identificar as principais realizações



Avaliação da pontuação: 0 - inexistente, totalmente insatisfatório, 1 - atividades iniciadas, progresso lento; 2 - progresso satisfatório, questões chave identificadas; 3 - totalmente satisfatório

Figura 14. Avaliação da implementação da PNSB.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

e os desafios futuros. Trouxe, também, recomendações estratégicas e prioridades para desenvolvimento institucional.

A Lei Nº 12.334/2010 fez com que as organizações mudassem suas práticas habituais de gestão de segurança de barragens. Essa não foi uma tarefa simples, mas as mudanças estão sendo introduzidas e os primeiros resultados podem ser observados (funcionários designados a funções de segurança de barragens, classificação de barragens, formação, contratação de peritos para inspeções de barragens, etc.).

O progresso da implementação da PNSB, desde a promulgação da lei até março de 2015, foi avaliado por meio da atribuição de pontuações para elementos selecionados, como alguns instrumentos da lei (Figura 14).

Considerando-se uma graduação de zero a três, o elemento mais bem pontuado é a avaliação institucional, avaliado com progresso satisfatório. A implementação de outros elementos, como recursos financeiros, perfil de risco e aprovação de novas barragens, foi avaliado como insatisfatória.

4

Recomendações, sugestões de melhorias e desafios para a implementação da PNSB

Com base nos avanços obtidos na implantação da PNSB nos últimos cinco anos e nas dificuldades enfrentadas, pode-se identificar pontos que necessitam ser aperfeiçoados pelas instituições e alguns desafios a enfrentar.

De forma geral, a Lei de Segurança de Barragens desencadeou no Brasil processos proativos nas entidades federais que vêm se alastrando pelos Estados da União. No entanto, é possível identificarem-se pontos fracos e fortes do sistema nacional de gestão de segurança de barragens.

O período de cinco anos é pouco tempo para se atingir resultados eficazes na área de segurança de barragens. Por isso, é razoável considerar o programa de segurança de barragens do Brasil ainda “jovem”. Também vale dizer que a maioria dos países onde esses programas foram iniciados há 20 anos ou mais – e, portanto, considerados “maduros” – ainda não obteve resultados plenamente satisfatórios.

4.1. Recomendações

Definir as barragens de maior prioridade e as necessidades imediatas de reparos e manutenção. Apesar dos avanços tecnológicos em diversos setores da economia brasileira ligados a planejamento, concepção, construção e operação de barragens, a manutenção da maioria das barragens atuais ainda é considerada insuficiente para garantir a sustentabilidade de longo prazo e os usos eficientes dos recursos hídricos. O setor elétrico possui melhor estrutura de operação coordenada e procedimentos de manutenção adequados nas instalações de geração de energia hidroelétrica de maior porte. No entanto, de modo geral, há carência de procedimentos sistemáticos e instrumentos legais de regulação.

É crucial que as barragens contem com manutenção adequada e reparos rápidos para proteger e garantir a eficácia dos investimentos públicos e privados no fornecimento de água suficiente para a

sociedade. Essa questão deve ser devidamente tratada pelo Governo Federal e pelas Unidades da Federação (que tanto exercem o papel de ente fiscalizador como de empreendedor) e pelo setor privado. De modo geral – e com base nas informações disponíveis até o momento –, os empreendedores de barragens de contenção de rejeitos e de geração de energia são, cada vez mais, regulados de acordo com os termos da Política Nacional de Segurança de Barragens. No entanto, há um número expressivo de barragens de uso múltiplo de propriedade do Governo Federal que ainda precisa de medidas para garantir a conformidade com a Lei de Segurança de Barragens.

Há necessidade de procura por mecanismos de articulação entre a União, os Estados e os empreendedores de forma a harmonizar o modelo da organização política e administrativa do País relativo às competências distintas entre União, Estados e municípios. Uma possibilidade é exercer planejamento e ações por bacia hidrográfica, pois, nessa unidade, existem barragens com vários donos, possivelmente em cascata, e com uma institucionalidade complexa (barragens estaduais, barragens federais, barragens privadas).

Fortalecer a coordenação institucional em prol da segurança hídrica. À medida que a segurança hídrica vem chamando, cada vez mais, a atenção das autoridades e do setor privado, parece razoável recomendar o fortalecimento da coordenação das políticas públicas voltadas para esse tema. Por exemplo, o Governo Federal está tomando medidas para instituir um programa nacional de segurança

hídrica, com base no desenvolvimento de estruturas de armazenamento e transferência de água. Em paralelo a essa iniciativa, faz todo o sentido cuidar e melhorar a infraestrutura hídrica já existente – incluindo as barragens para sua sustentabilidade e segurança. Por outro lado, o Brasil deu passos importantes na prevenção de desastres e gestão de riscos, áreas diretamente relacionadas à segurança de barragens. Seria extremamente positivo se os esforços envidados nesse sentido pautassem a lógica e a alocação de recursos por parte do setor público.

Garantir os recursos financeiros necessários para a manutenção e a segurança de barragens. A questão da falta de recursos humanos e financeiros para cuidar do extenso portfólio de barragens é crucial e deve ser enfrentada por uma dotação orçamentária adequada e pela capacitação da maioria das entidades envolvidas no negócio, principalmente as federais e as estaduais. Como exemplo, a existência de um fundo federal estabelecido pela Lei de Proteção e Defesa Civil pode servir como inspiração para o desenvolvimento de uma medida similar para atender às necessidades de segurança de barragens. Existem exemplos de programas de captação de recursos em vários estados dos Estados Unidos – cita-se, em particular, o Dam Safety Rehabilitation Revolving Fund Program.

Aprovação do projeto de engenharia de novas barragens e barragens em construção. O Brasil emite outorga de direito de uso de recursos hídricos e licenças ambientais, mas a qualidade do projeto, incluindo a segurança de barragens, é de responsabilidade dos

indivíduos, confirmada somente por meio de uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), sem qualquer avaliação de sua qualidade. Essa questão deverá ser resolvida e alinhada às práticas internacionais que, além de profissionais individuais, preveem o papel das instituições reguladoras e de um painel de peritos independentes.

Promover o desenvolvimento de competências em segurança de barragens.

Quanto à capacitação, foi identificada a necessidade de recorrer-se às universidades e aos cursos técnicos para se aumentar o número de cursos em ciências relacionadas à segurança de barragens oferecidos a estudantes e profissionais interessados no tema. Embora a prática da engenharia de barragens tenha promovido um desenvolvimento estável do mercado profissional, é evidente que a Lei de Segurança de Barragens induzirá uma demanda crescente por profissionais em todos os campos relacionados. Alguns cursos novos estão sendo oferecidos graças às iniciativas de profissionais interessados que buscaram o apoio de faculdades de engenharia para organizá-los de acordo com os requisitos legais mínimos. Talvez sejam necessários incentivos e algum tipo de política oficial para atender à demanda.

Os pequenos empreendedores necessitam de apoio técnico, capacitação e apoio no atendimento às exigências da fiscalização. Esse apoio irá requerer um foco diferenciado dentro da Política Nacional de Segurança de Barragens.

Comunicação com a sociedade. Recomenda-se que a Lei e a política sejam

propagadas para toda a sociedade, para aumentar a conscientização sobre as questões relacionadas à segurança de barragens e à gestão de risco, visto que esse é um dos objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens.

Despertar o interesse de acadêmicos, estudantes universitários e profissionais

com formação técnica e conhecimentos afins para o tema da segurança de barragens. Além de ser um campo de trabalho inovador e promissor, existem poucos profissionais no mercado que abraçam a causa.

Aumentar a cooperação internacional em segurança de barragens.

Deve ser mencionado que o desenvolvimento do tema de segurança de barragens no Brasil aumentou o interesse de países como Uruguai, Vietnã, México, Peru e outros. Embora incipiente, esse desenvolvimento certamente representa uma oportunidade de cooperação internacional que merece a atenção das autoridades brasileiras.

Fortalecer a excelência técnica e o protagonismo da ANA em matéria de segurança de barragens.

A ANA dispõe de alta capacidade técnica e administrativa bem empregada na execução de seus deveres delineados pela Lei de Segurança de Barragens. Além de envidar esforços para garantir a conformidade com a lei, a ANA aproveitou a oportunidade apresentada pela assistência técnica oferecida pelo Banco Mundial para desenvolver uma série de ferramentas que ajudarão todas as outras entidades e operadores de barragens envolvidos nas atividades de segurança de barragens.

Promover a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens em todo o País. Considerando-se que o universo de barragens sob a jurisdição da ANA representa uma fração muito pequena das barragens sob a jurisdição de entidades estaduais, agora é o momento de a ANA considerar o fortalecimento de sua capacidade de articulação – não só com os órgãos federais, mas, principalmente, com os órgãos estaduais – para promover o uso coordenado das ferramentas mencionadas acima. De fato, a promoção de critérios homogêneos na aplicação da lei de segurança de barragens nos Estados – necessariamente respeitando sua autonomia na emissão de normas de segurança de barragens, se assim preferirem – é algo que pode facilitar as medidas que devem ser tomadas por operadores e entidades fiscalizadoras para cumprir a lei, especialmente quando os operadores estão sob a jurisdição de mais de uma entidade.

A ANA tem um papel importante nesse sentido – visto sua competência legal definida tanto pela Lei de Segurança de Barragens quanto pela Lei de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.433/1997) – e deve agir permanentemente para promover a participação de todas as partes interessadas. De fato, no final de 2013, a ANA lançou a iniciativa PROGESTÃO, de apoio aos Estados que aderissem a um conjunto de compromissos relativos ao fortalecimento da gestão dos recursos hídricos e da segurança de barragens. Nesse sentido, a iniciativa de oferecer oportunidades de avanços aos Estados e a outras entidades federais é louvável e deve ser promovida continuamente pela ANA.

Melhorar a segurança de barragens e a gestão de riscos em nível de bacia

hidrográfica. No caso de barragens localizadas em uma mesma bacia hidrográfica, dispor também de procedimentos com o máximo de homogeneidade possível parece ser algo de conveniência indiscutível à luz da necessidade de se minimizar o risco mais alto característico de um ambiente com barragens em cascata. Visto que a mesma bacia hidrográfica pode abrigar barragens de jurisdições diferentes, ações coordenadas entre as entidades fiscalizadoras não são apenas recomendadas; elas já vêm sendo reivindicadas por alguns operadores. Um exemplo dessa situação é a necessidade de um sistema de classificação de barragens coordenado, com resultados e critérios consistentes para toda a bacia.

Operacionalizar plenamente o SNISB. O Sistema Nacional de Informações de Segurança de Barragens (SNISB) representa uma tarefa crítica. Após conclusão do projeto conceitual, o SNISB vem sendo desenvolvido pela ANA, que deve dar atenção suficiente ao seu desenvolvimento e implementação. Quando estiver plenamente operacional, o SNISB facilitará as tarefas da ANA expressivamente, pois passará a contar com uma forte ferramenta de apoio à fiscalização.

Promover oficinas de trabalho para avaliação da implementação da PNSB. A exemplo do workshop ocorrido em maio de 2015, ocasião na qual a ANA promoveu uma discussão de âmbito nacional para tratar do tema, esse tipo de evento deveria se repetir, por exemplo, a cada 5 anos. Há problemas imediatos, mas há outros que são muito complexos, inclusive do ponto de vista institucional. Por isso, a prática de discussão em grupo pode levar a melhores respostas quanto à efetividade da implementação da lei.

4.2. Sugestões para uma melhoria progressiva da PNSB

A título de sugestão, elaboraram-se três estratégias para um programa nacional

em segurança de barragens que exigem investimentos paralelos: (i) Infraestrutura, (ii) Instituições, (iii) Informação. A Tabela 1 contextualiza essas estratégias em matéria de gestão de segurança de barragens no Brasil e lista as ferramentas essenciais para se atingirem os objetivos estratégicos.

Tabela 1. Elementos estratégicos para a implementação de um programa nacional de segurança de barragens.

Estratégias	Descrição	Elementos essenciais
Infraestrutura	O Brasil tem investido continuamente em infraestrutura de recursos hídricos (acumulação, adução de água, hidroelétricas, águas subterrâneas, diques, tratamento de águas residuais, etc.), embora a um ritmo lento. A parte mais estratégica de infraestrutura no Brasil é a acumulação. A conservação da acumulação (armazenamento) está começando a adquirir relevância semelhante ao desenvolvimento de novas infraestruturas. Isso é atingido por meio da conservação da integridade estrutural das obras de barragem (segurança de barragens) e por meio da gestão da sedimentação do reservatório.	Classificação (de risco) de barragens; Inspeções de segurança de barragens; Abordagem de casos de emergência (correções); Redução progressiva do perfil de risco; Aprovação de projetos de novas barragens e barragens em construção.
Instituições	Em termos de gestão de segurança de barragens, os fiscalizadores em nível nacional (ANA, ANEEL e DNPM) avançaram substancialmente nos últimos anos. A maior parte dos empreendedores, públicos ou privados, precisam construir as competências a partir do zero. Salvo poucas exceções, o nível de capacidade é muito baixo nos estados.	Avaliação institucional; Uso de ferramentas de gestão de segurança de barragens; Alocação de pessoal; Capacitação contínua; Garantia de recursos financeiros.
Informações	Coleta de informações, análise e transferência (sistemas de monitoramento, previsão e alerta, conhecimento especializado, modelos de simulação e sistemas de apoio à decisão) são essenciais para a operação de instituições e infraestrutura. A coleta de dados para a classificação de barragens já começou. O SNISB deu o primeiro passo.	SNISB; Relatório de Segurança de Barragens (RSB).

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

Considerando-se que as características positivas do programa de segurança de barragens podem ser mantidas, são propostos indicadores de atendimento das expectativas por parte dos operadores de barragens e indicadores de um arcabouço de melhorias progressivas (Tabela 2).

Um bom teste dos efeitos da lei é determinar se os operadores das barragens estão atendendo sistematicamente às expectativas da lei, com o devido atendimento ao Plano de Segurança de Barragem. Os reguladores também precisam de tempo para implantar os próprios sistemas de gestão.

Tabela 2. Indicadores de melhorias progressivas da implementação de um programa de segurança de barragens.

Indicador	Descrição
Atendimento das expectativas por parte dos operadores de barragens	
“Autofiscalização” dos operadores de barragens	Existência de um programa de inspeção bem documentado.
Documentação e implementação do processo de inspeção	Observações visuais, monitoramento, testes funcionais. O objetivo é detectar e analisar fenômenos visíveis e mensuráveis, confirmando o desempenho da barragem ou indicando qualquer desvio do comportamento esperado. As observações e as interpretações são incluídas nos relatórios de inspeção, operação e manutenção.
Revisão interna	A unidade de segurança de barragens do operador, de forma independente realiza revisões anuais do programa de inspeção.
Avaliações independentes de segurança	Especialistas (externos ao operador da barragem) realizam revisões periódicas da segurança das barragens, incluindo a documentação do operador e as condições da barragem. No caso da ANA, a frequência das revisões varia de 5 a 10 anos, em função do nível de perigo e do dano potencial associado, de acordo com a Resolução Nº 91/2012 da ANA.
Arcabouço de melhorias progressivas	
Classificação das barragens por nível de perigo	A compreensão do nível de perigo torna-se cada vez mais avançada entre os operadores das barragens.
Implementação de “correções” prioritárias	Identificação de barragens problemáticas, com necessidades de obras urgentes de reabilitação / reparo e correções. As medidas adequadas de manutenção tornam-se cada vez mais significativas em comparação às “correções”.
Gestão de risco do portfólio	Elaboração de “perfis de risco” para os portfólios dos operadores de barragens e monitoramento de sua melhora progressiva à medida que as ações de segurança são implementadas.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

4.3. Desafios

Com o objetivo de se atingirem as recomendações propostas, a Tabela 3 apresenta

uma lista de ações prioritárias para orientar as entidades fiscalizadoras e empreendedores.

Tabela 3. Próximos passos – Ações prioritárias.

O que fazer	Como fazer
Identificar condições de emergência que exijam intervenções urgentes.	Utilizar a classificação de barragens e focar em “características técnicas” e em “estado de conservação” para identificar condições de emergência que exijam correções urgentes.
Implementar intervenções com base em prioridades.	Garantir recursos financeiros para projeto e execução.
Proceder, em paralelo a outras atividades, à preparação de planos de segurança de barragem e melhorar progressivamente o perfil de risco do portfólio de barragens.	Concluir a classificação de barragens estimando o dano potencial associado. Atualizar a classificação de barragens de acordo com a necessidade.
Emitir resoluções sobre PAE, TRs para inspeções, sanções, etc.	Definir disposições transitórias, pois são uma opção razoável para um sistema de segurança de barragens “jovem”.
Continuar oferecendo oportunidades de treinamento aos operadores de barragens, dando prioridade aos “mais fracos”. Entende-se por mais fracos aqueles pequenos empreendedores e entidades com arranjo institucional deficitário para atender à lei.	Dar preferência à formação no local de trabalho. Contratar peritos qualificados em segurança de barragens. Formar uma “força-tarefa” com os peritos e funcionários da entidade para ajudar proativamente os “mais fracos” com inspeções e classificação de barragens.
Utilizar o Relatório de Segurança de Barragens para transmitir a mensagem sobre as necessidades de financiamento.	Realizar uma estimativa de orçamento para O&M adequada das barragens, utilizando-se uma amostra de dados de fiscalizadores ou operadores. Os resultados podem ser aproveitados para estimativas em outras barragens.
Aumentar a conscientização sobre segurança de barragens e treinar novas gerações de engenheiros na tarefa.	Oferecer estágios e bolsas para estudantes universitários.
Criar um critério de avaliação do sucesso na implementação da lei por meio de um indicador que permita medir a redução do risco.	Realizar um processo participativo na gestão de riscos.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

5

O processo da implementação da PNSB em relação à experiência internacional

Perguntas surgem com frequência entre os gestores da segurança de barragens no Brasil a respeito da avaliação de “onde estamos?”, “o que fizemos em cinco anos de implementação da PNSB é suficiente?”, “estamos no caminho certo?”, “em comparação a outros países, temos evoluído em tempo?”.

Na intenção de responder a essas perguntas, a equipe do Banco Mundial realizou um breve estudo sobre a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens do Brasil, em relação à experiência internacional.

O resultado desse estudo visou a atingir os seguintes objetivos:

- (a) Comparar a situação atual do Brasil (e, mais especificamente, da ANA). Na aplicação da Lei de Segurança de Barragens às experiências de outros países;
- (b) Aferir o tempo que outros países levaram para chegar à situação atual, em termos de gestão da segurança de barragens;

- (c) Avaliar os avanços do Brasil cinco anos após a adoção da lei, em comparação aos avanços de outros países.

5.1. Principais referências internacionais

O primeiro trabalho analítico sobre os esforços de nações na área de segurança de barragens foi publicado pelo Banco Mundial em 2002 (BRADLOW, D.; PALMIERI, A.; SALMAN S., 2002). O estudo é uma avaliação comparativa dos arcabouços regulatórios relativos à segurança de barragens em 22 países. A análise destaca as principais semelhanças e diferenças nas abordagens adotadas pelos países selecionados. O estudo oferece recomendações sobre o arcabouço regulatório de segurança de barragens.

A publicação vem sendo usada para

informar e promover melhorias na gestão da segurança de barragens em diversos países (Rússia, China, Uganda, Gana, Indonésia e Albânia, entre outros) e foi uma referência fundamental para a elaboração da Lei de Segurança de Barragens no Brasil.

Recentemente, existe uma proposta de aprimoramento e atualização desse estudo, elevando para 50 o número de países a serem estudados. Sem dúvida, essa publicação terá repercussão mundial e será de grande valia para a evolução do tema.

No período de 2009 a 2012, o Comitê de Segurança de Barragens da ICOLD³ fez uma pesquisa com 43 países distribuídos em todos os continentes. O objetivo era reunir conhecimentos básicos sobre as práticas existentes de gestão da segurança de barragens, incluindo um panorama dos principais regimes, tendências e diferenças. Dessa forma, a pesquisa da ICOLD constitui uma expansão e uma atualização dos dados que formaram a base do estudo publicado pelo Banco Mundial em 2002.

Uma das conclusões principais da pesquisa foi a de que os sistemas nacionais ou provinciais de segurança de barragens costumam passar por revisões e desenvolvimento contínuos.

5.2. Critérios definidores da semelhança entre países

Ao se comparar países distintos, surge o problema de que as leis (e, portanto, as expectativas em relação a seu cumprimento) diferem de um país para outro – em alguns casos, expressivamente.

Considerando-se essas limitações, os seguintes critérios foram adotados para selecionar os países passíveis de comparação pertinente com o Brasil em termos de gestão da segurança de barragens:

- (a) Portfólio de barragens;
- (b) Idade média das barragens;
- (c) Países federativos.

Além desses itens, os países pertinentes devem ter em vigor:

- (a) uma lei de segurança de barragens;
- (b) um arcabouço técnico já estabelecido em relação à segurança de barragens;
- (c) uma classificação das barragens baseada em consequências.

A partir desses critérios, a Tabela 4 apresenta alguns países que preenchem essas condições.

3 www.icold-cigb.org

Tabela 4. Lista de países selecionados para comparação.

País	Tipo de Estado	Ano de início do programa de segurança de barragens
EUA	Federação composta por 50 estados	1972
Austrália	Federação composta por seis estados e dois territórios	1991
Canadá	Comunidade de 10 províncias e três territórios	1998
México	Federação composta por 31 estados	2000
Federação Russa	85 divisões federais	2003
África do Sul	Não federativo	1998
Turquia	Não federativo	2011

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

5.3. Comparação entre países e implementação dos programas de segurança de barragens

Em relação ao tempo de implementação dos programas, nota-se que o Brasil e a Turquia são os mais jovens, com cerca de cinco anos de programa, enquanto os EUA possuem mais de 40 anos. A Figura 15 mostra um diagrama, por década, com o número de anos de existência dos programas de segurança de barragens nos países selecionados, desde o ano de sua criação até 2015.

Em relação a leis, regulamentos e regimes de fiscalização, nota-se uma divergência de um local para outro, mesmo entre países como os EUA e o Canadá. Assim como existem diferenças enormes

de um país para outro, há diferenças também entre os operadores de barragens e regiões administrativas do mesmo país.

O Canadá⁴, por exemplo, tem uma longa história de engenharia de barragens. Pode até ser surpreendente, mas – à exceção da província de Quebec – há poucas leis ou regulamentos na área de segurança de barragens. De fato, apenas esta província possui uma lei de segurança de barragens e apenas três províncias instituíram regulamentos de segurança de barragens. Seria extremamente difícil comparar o Brasil e o Canadá (isso sem contar que a lei brasileira de segurança de barragens ainda é relativamente nova).

Uma comparação com os EUA seria igualmente difícil. As leis e os regulamentos de segurança de barragens nos Estados Unidos também variam

⁴ Dr. Des Hartford, cientista-chefe de Engenharia, Segurança de Barragens, BC Hydro, comunicação pessoal.

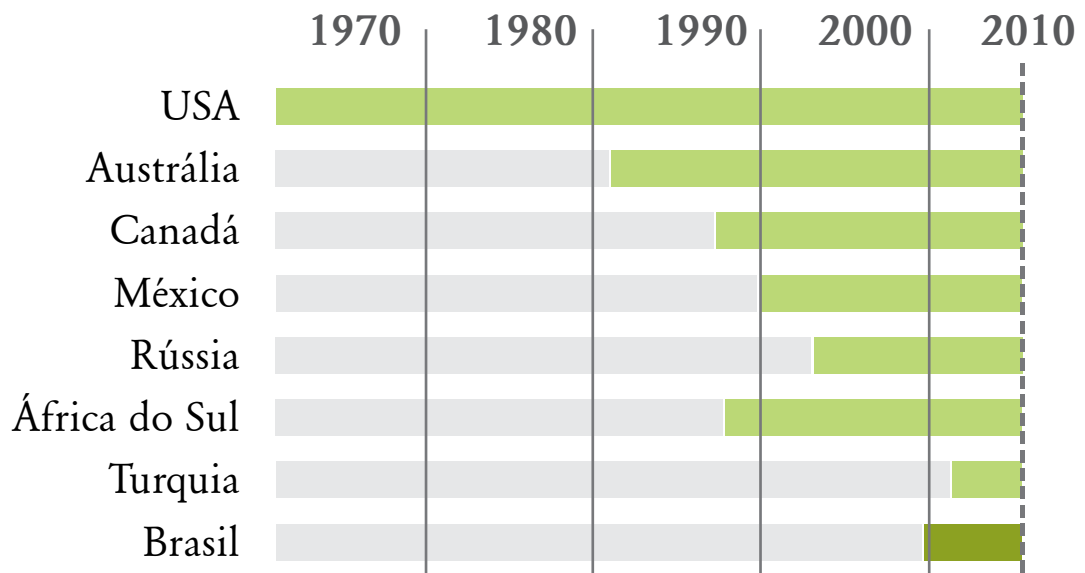


Figura 15. Tempo de implementação de programas de segurança de barragens em países selecionados.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

enormemente. Além disso, nos EUA existem três grandes organizações operadoras de barragens, que trazem uma grande distorção para o panorama nacional. Há grandes diferenças entre os estados dos EUA em termos de seus regulamentos de segurança de barragens – desde a Califórnia, com um arcabouço sólido, até o Alabama, sem regulamento algum.

Uma comparação pertinente entre o progresso dos diferentes países requer acesso às avaliações dos reguladores nacionais ou operadores de barragens. Infelizmente, também há grandes diferenças entre os países nesse sentido e qualquer tentativa de tecer comparações informadas esbarraria, inevitavelmente, na inadequação dos dados.

Em resumo, a comparação entre os países deve limitar-se a aspectos gerais e objetivos, como a existência de uma lei de segurança de barragens, de um arcabouço técnico para implementar a lei e o tempo de existência da lei/programa de segurança de barragens.

A Figura 16 traz uma comparação entre os programas de segurança de barragens do Brasil e os de outros países “semelhantes em termos de segurança de barragens”, com base na idade de cada programa. À exceção dos EUA, os países listados possuem, em média, cerca de 20 anos de implementação de programas, enquanto o Brasil possui somente cinco anos.

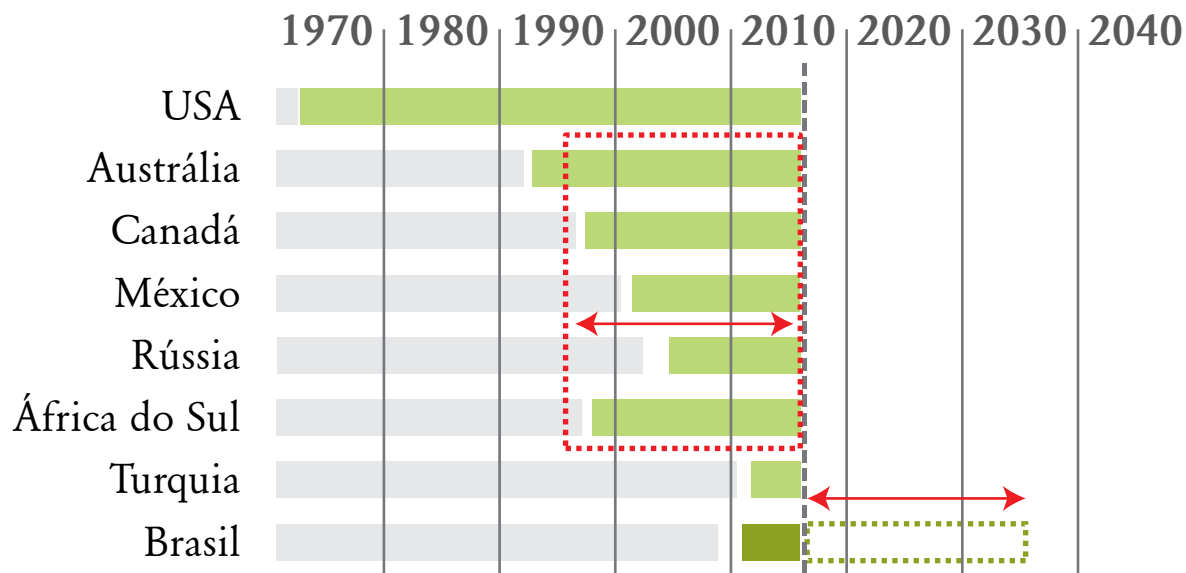


Figura 16. Comparação entre o tempo médio de implementação de programas de segurança de barragens.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

Conclui-se que qualquer tentativa de comparar / relacionar o Brasil aos programas de segurança de barragens de outros países não faria sentido antes de meados de 2030 – ou seja, 25 anos após a promulgação da lei. As experiências de outros países demonstram que cerca de 25 anos é um prazo razoável para ter-se uma boa compreensão do progresso na consecução de uma melhora significativa da segurança de barragens no Brasil. Depois desse período, com a devida atenção à inspeção e à implementação de melhorias prioritárias nas barragens, devem ser constatadas mudanças expressivas.

Pelo menos inicialmente, portanto, recomenda-se que os esforços do Brasil incidam internamente e sejam seguidos de uma análise comparativa e seletiva durante os próximos anos, a ser avaliada em uma periodicidade de 5 anos.

Para maiores detalhes sobre a experiência internacional em segurança de barragens, o Anexo V apresenta uma abordagem geral relacionando vários países por meio de tabelas comparativas de seus sistemas de classificação.

6

Considerações finais

Ao final da assistência técnica prestada pelo Banco Mundial, a Agência Nacional de Águas saiu fortalecida no seu papel de articuladora das entidades fiscalizadoras de segurança de barragens e na difusão de uma melhor comunicação com a sociedade. Dessa forma, a agência vem contribuindo para aumentar o arcabouço técnico disponível a outras entidades fiscalizadoras e a empreendedores públicos e privados na construção e na difusão da cultura de boas práticas na segurança de barragens.

Esta publicação coroa o esforço despendido ao longo de três anos de trabalho intenso e espera contribuir, principalmente, para um público ávido por conhecimento, informações iniciais e estimulantes sobre o tema segurança de barragens.

A conscientização dos empreendedores e a integração de procedimentos entre os fiscalizadores são alguns dos principais desafios a serem enfrentados. Para determinados setores, o desempenho das novas atribuições implicará em uma mudança de cultura.

Outro desafio não menos importante consiste em despertar o interesse de acadêmicos,

estudantes universitários e profissionais com formação técnica e conhecimentos afins para o tema da segurança de barragens. Além de ser um campo de trabalho inovador e promissor, existem poucos profissionais no mercado para se dedicarem a causa. Constatase a necessidade de promover a conscientização da sociedade civil em relação ao tema da segurança de barragens.

Cabe à sociedade em geral, ainda que indiretamente, uma mudança de comportamento porque a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) exige o estabelecimento de um programa de educação e comunicação com o objetivo de conscientizá-la da importância da segurança de barragens.

A implementação dos instrumentos da PNSB são fundamentais para o sucesso da política e o Relatório de Segurança de Barragens é, sobretudo, a ferramenta adequada para fundamentar a necessidade de recursos tanto financeiros como humanos.

Em um olhar mais amplo para o tema, comparando-se a política de segurança de barragens entre o Brasil e outros países, é razoável considerar que essa política no Brasil

ainda é “jovem”. Em outras palavras, cinco anos é ainda um curto período de tempo para obter resultados eficientes sobre segurança de barragens. Ao mesmo tempo, a maioria dos países considerados mais “maduros”, onde tais políticas foram iniciadas há 20 ou mais anos, ainda têm muitos desafios pela frente.

As experiências de outros países demonstram que cerca de 25 anos é um prazo razoável para ter-se uma boa compreensão do progresso na consecução de uma melhora significativa da segurança de barragens em todo o Brasil. Depois desse período, com a devida atenção à inspeção e à implementação de melhorias prioritárias nas barragens, devem ser constatadas mudanças expressivas.

Referências e bibliografia consultada

ARAUJO, L.M.N. A Política Nacional de Segurança de Barragens - Implicações e Mudanças Sociais Culturais Associadas. XX Congresso Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, RS, 2013.

ANDERÁOS, A; ARAUJO, L.;NUNES, C.M.. Classificação de Barragens quanto a categoria de risco e dano potencial - um exercício. XX Congresso Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, RS, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Relatório de Segurança de Barragem - 2011. Brasília: ANA, 2012.

..... Relatório de Segurança de Barragem - 2014. Brasília: ANA, 2015a.

..... Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos - 2014. Brasília: ANA, 2015b.

BANCO MUNDIAL, Serviços Analíticos e Consultivos em Segurança de Barragens: Volumes 1 a 15. Brasília: Banco Mundial, 2015.

BRADLOW, D.; PALMIERI, A.; SALMAN S. Regulatory Frameworks for Dam Safety - a comparative study. Washington DC. World Bank, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, Secretaria de Infraestrutura Hídrica. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasil, 2002.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética, Balanço Energético Nacional - Relatório Síntese, Brasília, 2015

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS (ICOLD). Bulletin on Dam Safety Management (Draft). 2010.

..... Design, Surveillance, and Rehabilitation. Bulletin 143, 2011.

..... website http://www.icold-cigb.org/GB/World_register/general_synthesis.asp, visto em 01/10/2015.

MEDEIROS, C. H. de A. C.. A regulamentação da Lei de Segurança de Barragens e seus Desafios: Relato de uma Experiência. XXIX Seminário Nacional de Grandes Barragens, Pernambuco, PE, 2013.

MEDEIROS, Carlos H. (CERB). Segurança de Barragens e Gestão de Risco: Um Relato da Experiência da CERB, apresentado no I Workshop de Segurança de Barragens: Soluções e Desafios para Empreendedores de Barragens de Uso Múltiplo, 2012.

MENESCAL, R. A. Regulamentação de Segurança de Barragens no Brasil. Simpósio de Segurança de Barragens e Riscos Associados. Salvador: CBDB, 2008.

MENESCAL, R. A. Gestão da Segurança de Barragens no Brasil - Proposta de um Sistema Integrado, Descentralizado, Transparente e Participativo, tese de mestrado. Ceará, Brasil, 2009.

MENESCAL, R,A et all. Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, 2004.

NUMES, C. M. Regulamentação da Lei de Segurança de Barragens. Palestra realizada no XXVIII Seminário Nacional de Grandes Barragens, Rio de Janeiro, 2011.

RESTELLI, Fabián. La Seguridad de Presas en Argentina. Comité Argentino de Presas, 2006.

UEDA, Satoro. Toward Developing and Enhancing Dam Safety Framework, Second Internacional Dam World Conference, Portugal, Lisboa, 2015.

USACE, Primeiro Treinamento em Segurança de Barragens. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/barragens/Eventos.aspx>. Brasília, DF, 2013.

THE WORLD BANK. Reimbursable Advisory Services to The National Water Agency to Support the Implementation of Brazil's National Dam Safety Law. Internal Completion Report. Brasil, 2015.

THE WORLD BANK. Safety of Dams: Operational Policy, OP 4.37. and Best Practice BP 4.37.

Material para consulta

1. Presidência da República, Lei Nº 12.334, de 10 de setembro de 2010

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm, acesso em maio de 2016

2. Agência Nacional de Águas, Segurança de Barragens

<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/cnbarragens.aspx>, acesso em maio de 2016

3. Agência Nacional de Águas, Relatórios de Segurança de Barragens

<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/barragens/RelatoriodeSegurancadeBarragens.aspx> acesso em maio de 2016

4. Agência Nacional de Águas, Manuais para Empreendedores

<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/ManualEmpreendedor.aspx>, acesso em maio de 2016

5. Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Resolução Nº 143, de 10 de julho de 2012

http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14, acesso em maio de 2016

6. Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Resolução Nº 144, de 10 de julho de 2012

http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14, acesso em maio de 2016

7. Agência Nacional de Águas, Resolução Nº 91, de 02 de abril de 2012
<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2012/91-2012.pdf>, acesso em maio de 2016
8. Agência Nacional de Águas, Resolução Nº, de 17 de outubro de 2011
<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/742-2011.pdf>, acesso em maio de 2016
9. The World Bank, Operational Policy OP 4.37 - Safety of Dams
www.worldbank.org/safeguards

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTSAFEPOL/0,,contentMDK:20543999~menuPK:1286674~pagePK:64168445~piPK:64168309~theSitePK:584435,00.html>, acesso em maio de 2016
10. Dam Safety Rehabilitation Revolving Fund Program
www.damsafety.org, acesso em maio de 2016
11. Regulatory Frameworks for Dam Safety - a comparative study.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/2002/10/2058274/regulatory-frameworks-dam-safety-comparative-study>, acesso em maio de 2016
12. Washington State Department of Ecology

Dam Safety Guidelines - Dam Break Inundation Analysis and Downstream Hazard Classification

<http://www.ecy.wa.gov/biblio/9255e.html>, acesso em maio de 2016
13. The World Bank, Operational Policies OP 4.37 - Safety of Dams

<https://policies.worldbank.org/sites/ppf3/PPFDocuments/Forms/DispPage.aspx?docid=1576&ver=current>
14. The World Bank, Bank Procedures BP 4.37 - Safety of Dams

<https://policies.worldbank.org/sites/ppf3/PPFDocuments/Forms/DispPage.aspx?docid=1586&ver=current>

Anexo I

Equipe participante da assistência técnica em segurança de barragens

Agência Nacional de Águas

Diretoria da Área de Regulação – AR

Superintendência de Regulação –SRE

Superintendência de Fiscalização – SFI

Superintendência de Tecnologia da Informação – STI

Coordenação de Regulação de Serviços Públicos e Segurança de Barragens – COSER

Coordenação de Fiscalização de Serviços Públicos e Segurança de Barragens – COFIS

João Gilberto Lotufo Conejo	Diretor da Área de Regulação
Rodrigo Flecha Alves	Superintendente da SRE
Flávia Gomes Barros	Superintendente da SFI
Francisco Vianna	Superintendente da SRE até 2013
Sérgio Augusto Barbosa	Superintendente da STI
Maurício Cordeiro	Especialista em Recursos Hídricos da STI – Superintendente Adjunto
Carlos Motta Nunes	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE – Coordenador até 2013 e em 2015
Josimar de Oliveira	Especialista em Infraestrutura da COFIS/SFI – Coordenador
Lígia Maria Araújo	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE – Gerente de Projeto e Coordenadora entre 2013 e 2014
Alexandre Anderáos	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE – Gerente de Projeto
André Onzi	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE
José Aguiar de Lima Jr.	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE

André Pante	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE
Fernanda Laus Aquino	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE
Cintia Araújo	Especialista em Recursos Hídricos da COSER/SRE
Márcio Bomfim	Especialista em Geoprocessamento da COSER/SRE
Nádia Menegaz	Especialista em Recursos Hídricos da COFIS/SFI
Marcos Vinícius A. de Oliveira	Especialista em Recursos Hídricos da COFIS/SFI
Sergio Salgado	Especialista em Recursos Hídricos da COFIS/SFI
Marco Antonio Silva	Especialista em Geoprocessamento da STI
Marcus Vinicius de Oliveira	Especialista em Geoprocessamento da STI

Equipe do Banco Mundial

Equipe Principal

Erwin De Nys	Líder do Projeto – Especialista Sênior em Recursos Hídricos
Paula Freitas	Co-líder do Projeto – Especialista Sênior em Recursos Hídricos
Maria Inês Muanis Persechini	Especialista em Recursos Hídricos

Equipe Sênior

Alessandro Palmieri	Ex-Especialista líder em Barragens
Satoru Ueda	Especialista líder em Barragens
Richard Abdulnour	Especialista Sênior em Abastecimento de Água e Saneamento
Rikard Liden	Especialista Sênior em Hidroelétricas

Consultores Individuais e Revisores de Qualidade

Marcelo Salles	Oficial do Comando Sul do USACE
José Hernández (Pepe)	Engenheiro especialista em Segurança de Barragens do USACE
Gilberto Valenti Canali	Especialista na área institucional e de Segurança de Barragens
Francisco Andriolo	Engenheiro especialista em Barragens
Manuel Freitas	Geotécnico especialista em Barragens
João Francisco Silveira	Engenheiro especialista em Barragens
Orlando Vignoli Filho	Engenheiro especialista em Barragens
Alexis Massenet	Especialista em Tecnologia da Informação

Equipe de Consultores da COBA Engenharia

Ricardo Oliveira	Doutor em Geologia de Engenharia
Lúcia Almeida	Coordenadora - Eng. Civil - Mestre em Mecânica dos Solos
José Rocha Afonso	Engenheiro Civil
Pedro Seco e Pinto	Engenheiro Civil - Doutor em Engenharia Geotécnica
José Oliveira Pedro	Engenheiro Civil - Doutor em Barragens e Concreto
Flávio Miguez	Engenheiro Civil - Mestre em Hidráulica
Christianne Bernardo	Jurista
Luís Gusmão	Engenheiro Mecânico
António Pereira da Silva	Engenheiro Civil - Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos
António Alves	Engenheiro Civil
Pedro Grácio Santo	Engenheiro Mecânico
Jorge Faria	Engenheiro Mecânico

Equipe de Consultores do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal - LNEC

Carlos Pina	Diretor
Laura Caldeira	Investigadora Coordenadora, Diretora do Departamento de Geotecnia
Teresa Viseu	Investigadora Auxiliar - Doutora em Hidráulica e Recursos Hídricos
Eliane Portela	Pesquisadora - Doutora em Engenharia Civil
José Barateiro	Pesquisador especialista em Tecnologia da Informação
Nuno Charneca	Pesquisador especialista em Tecnologia da Informação
José Melo	Pesquisador
Joao Bilé Serra	Pesquisador
Joao Marcelino	Investigador Principal - Doutor em Geotécnica
José Falcão de Melo	Pesquisador
Lourenço Sasseti Mendes	Engenheiro Civil
Manuel Oliveira	Pesquisador

Equipe Complementar do Banco Mundial

Carmen Molejón	Especialista em Recursos Hídricos
Frederico Pedroso	Especialista em Gerenciamento de Riscos
Joaquim Toro	Especialista Sênior em Gerenciamento de Riscos
Vinícius Cruvinel Rêgo	Consultor Júnior Engenheiro Civil
Cybelle Frazão Costa Braga	Consultora Especialista em Recursos Hídricos
Ana Maria Bezerra Santos	Assistente
Carla Zardo	Assistente
Carolina A. dos Santos	Assistente
Sofia Keller Neiva	Assistente

Treinadores

José Hernández (Pepe)	Coordenador-Especialista em Segurança de Barragens do USACE
Brian McCallum	Coordenador-Diretor de Dados - Engenheiro Civil do USGS
Jerry Webb	Engenheiro Hidráulico do USACE
David Paul	Engenheiro Civil do USACE
William Empson	Especialista em Segurança de Barragens do USACE
Robert Taylor	Especialista em Segurança de Barragens do USACE
Charle Redlinger	Engenheiro Geotécnico do USACE
Scott Shewbridge	Engenheiro Geotécnico do USACE
Brian McCallum	Engenheiro Civil do USGS
Wesley Crosby	Engenheiro Hidráulico do USACE
J. Toby Minear	Hidrologo do USGS
Alexandra Ubben	Cartógrafa do USACE
Jesse Morrill-Winter	Economista do USACE
Molly Wood	Engenheira especialista em Águas Superficiais do USGS
Toby Feaster	Pesquisador, Hidrologo do USGS
Arthur J. Horowitz	Pesquisador, Geólogo do USGS
Mark Landers	Engenheiro Chefe do Projeto Federal de Sedimentos do USGS

Intérpretes e Tradutores inglês/português/inglês

Andre Niccollis

David Hathway

George Aune

Leonardo Padovani

Cecile Vossenaar

Instituições federais participantes da assistência técnica

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CODEVASF Parnaíba	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IME	Instituto Militar de Engenharia
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
MI	Ministério da Integração Nacional
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
MPF	Ministério Público Federal
PR	Escritório da Presidência da República
SP	Secretaria de Portos

Instituições estaduais participantes da assistência técnica

ALAGOAS

SEMARH Secretária de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

BAHIA

INEMA Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

CEARÁ

SRH Secretaria dos Recursos Hídricos

COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
UFC	Universidade Federal do Ceará
DISTRITO FEDERAL	
ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
ESPÍRITO SANTO	
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
GOIÁS	
SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
MARANHÃO	
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais
MATO GROSSO DO SUL	
SEMAC	Secretaria de Estado de Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia
MINAS GERAIS	
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
PARÁ	
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
PARAÍBA	
SERHMACT	Secretaria dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
PARANÁ	
GSI	Gabinete de Segurança Institucional
ÁguasParaná	Instituto das Águas do Paraná

PERNAMBUCO

APAC Agência Pernambucana de Água e Clima

PIAUÍ

SEMAR Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

RIO DE JANEIRO

INEA Instituto Estadual do Ambiente

RIO GRANDE DO NORTE

SEMARH Secretária de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

IGARN Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte

RIO GRANDE DO SUL

SEMA Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

RONDÔNIA

SEDAM Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental

SÃO PAULO

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DAEE Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

SERGIPE

SEMARH Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

Anexo II

Aspectos da legislação brasileira

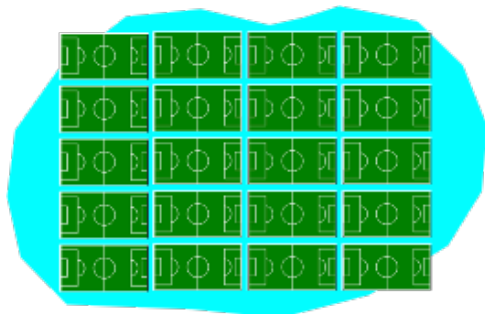
Crítérios para enquadramento das barragens na lei

A lei estabelece que as barragens a serem reguladas devem enquadrar-se em critérios relativos a dimensões, quanto ao dano potencial associado e quanto ao tipo de resíduo que armazenam.

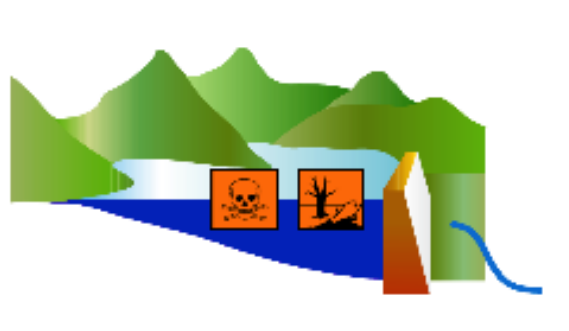
Altura do maciço 15 metros



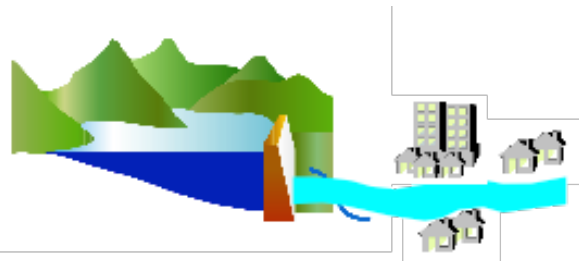
Capacidade do reservatório 3 milhões de m³



Tipo do resíduo armazenado – resíduos perigosos



Dano Potencial Associado – DPA alto ou médio



Disposições gerais

Art. 1º Esta Lei estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Parágrafo único.

Esta Lei aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características:

- I - altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros);
- II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos);
- III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;
- IV - categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 6º.

Entidades fiscalizadoras

O Art. 5º da Lei Nº 12.334/2010 definiu as entidades responsáveis pela fiscalização da segurança de barragens.

A maior parte do universo das barragens brasileiras, identificadas sob o escopo da Lei deve ser regulada e fiscalizada por entidades estaduais que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Essas barragens são destinadas a usos múltiplos.

Outra parte das barragens será fiscalizada pela ANA (barragens para usos múltiplos), pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (barragens cujo uso preponderante seja a geração de energia) e pelo Departamento

Nacional de Produção Mineral - DNPM (barragens contendo rejeitos minerários).

Por fim, uma parte menor das barragens, em princípio, será regulada e fiscalizada pelos órgãos que compõem o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), isto é, no âmbito federal, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e, nos âmbitos estadual e municipal, pelos órgãos ambientais licenciadores (barragens de contenção de resíduos industriais).

A Figura 17 procura exemplificar, de forma organizada, as competências em relação à fiscalização nos níveis federal, estadual e dos municípios.

Da fiscalização

Art. 5º A fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama):

I - à 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 - à entidade que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico, quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica;

III - à entidade outorgante de direitos minerários para fins de disposição final ou temporária de rejeitos;

IV - à entidade que forneceu a licença ambiental de instalação e operação para fins de disposição de resíduos industriais.



Figura 17. Entidades responsáveis pela fiscalização da segurança de barragens.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

Instrumentos da lei

A lei brasileira de segurança de barragens, ao estabelecer seus instrumentos, normatiza também procedimentos inter-relacionados que devem ser adotados com o objetivo de se considerar uma barragem segura.

Assim, a criação de um sistema de classificação de barragens visa a explicitar a categoria de risco a que cada barragem está exposta e, também, a avaliar o dano que pode ocorrer à jusante de uma barragem em caso de rompimento.

O Plano de Segurança de Barragem (PSB), que deve ser implantado pelo empreendedor, é um instrumento chave que visa a orientar a segurança da barragem na fase de operação, sendo constituído por um conjunto de documentos.

A lei dá especial importância à gestão das informações acerca da segurança das barragens e à elaboração de um relatório, de periodicidade anual, sobre a situação e a evolução da segurança das barragens existentes em todo o País.

À ANA cabe, além da fiscalização da segurança de barragens sob a sua jurisdição, organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) e coordenar a elaboração e o envio do Relatório de Segurança de Barragens (RSB), de periodicidade anual, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

O Sinima é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, ligado ao MMA, responsável pela gestão da informação no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama). É uma plataforma conceitual baseada na integração e no

Dos instrumentos

Art. 6º São instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

- I - o sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado;
- II - o Plano de Segurança de Barragem;
- III - o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
- IV - o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima);
- V - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
- VI - o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
- VII - o Relatório de Segurança de Barragens.

compartilhamento de informações entre os diversos sistemas existentes ou a construir no âmbito do Sisnama.

O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental estão vinculados ao IBAMA.

Competências da fiscalização

No Capítulo V da Lei Nº 12.334/2010, são indicadas as competências dos

empreendedores e dos órgãos fiscalizadores como principais agentes do controle de segurança e suas atribuições legais.

A atividade de fiscalização é essencial para estabelecer o quadro de segurança das barragens sob jurisdição da entidade fiscalizadora.

A entidade fiscalizadora exerce sua missão especialmente por meio da verificação de conformidade do atendimento da lei pelo empreendedor e de vistorias às barragens.

O Art. 16 trata exclusivamente das competências dos órgãos fiscalizadores. Entre

Responsabilidades dos órgãos fiscalizadores

Art. 16 O órgão fiscalizador obriga-se a:

I - manter cadastro das barragens sob sua jurisdição, com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB;

II - exigir do empreendedor a anotação de responsabilidade técnica, por profissional habilitado pelo Sistema Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) / Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Crea), dos estudos, planos, projetos, construção, fiscalização e demais relatórios citados nesta Lei;

III - exigir do empreendedor o cumprimento das recomendações contidas nos relatórios de inspeção e revisão periódica de segurança;

IV - articular-se com outros órgãos envolvidos com a implantação e a operação de barragens no âmbito da bacia hidrográfica;

V - exigir do empreendedor o cadastramento e a atualização das informações relativas à barragem no SNISB.

§ 1º O órgão fiscalizador deverá informar imediatamente à Agência Nacional de Águas (ANA) e ao Sistema Nacional de Defesa Civil (Sindec) qualquer não conformidade que implique risco imediato à segurança ou qualquer acidente ocorrido nas barragens sob sua jurisdição.

elas, ressalta-se a responsabilidade por manter o cadastro das barragens sob sua jurisdição. Esses dados são fundamentais para alimentar o SNISB.

O cadastro consiste na identificação, no levantamento de informações e na consolidação de base de dados digital das barragens reguladas pela entidade.

Como aspectos particulares da organização e da legislação brasileira, relativamente à questão da dominialidade dos cursos de água, observa-se que certas entidades estaduais assumem simultaneamente os papéis de órgão fiscalizador da segurança das barragens, em rios de domínio do respectivo ente, e também de empreendedor. Isso não é incomum também em outros países, mas merece sempre a consideração da separação possível de funções dentro da própria entidade.

Competências do empreendedor

Aos empreendedores no Brasil cabe o papel central no controle da segurança das barragens, uma vez que são responsáveis por cumprir a legislação e responder perante a entidade fiscalizadora, assegurando o controle efetivo da segurança nas várias fases da vida da barragem.

Na fase de operação, os empreendedores são responsáveis por providenciar os recursos, manter o serviço especializado, manter a organização e os registros, efetuar as inspeções e revisões, fazer a manutenção e as obras necessárias, adotar procedimentos

de emergência e informar a entidade fiscalizadora de acordo com o estabelecido na legislação.

De forma genérica, pode-se dividir os empreendedores de barragens de acordo com vários critérios:

- (a) quanto à natureza jurídica: públicos e privados;
- (b) quanto ao uso da barragem: usos múltiplos da água, geração de energia hidroelétrica, contenção de resíduos industriais e contenção de rejeitos de mineração;
- (c) quanto ao porte da barragem: pequena ou grande.

Observa-se que, em certas situações, um mesmo empreendedor poderá estar sujeito à ação fiscalizadora de mais de uma entidade, caso tenha barragens em rios de distintos domínios ou de diferentes usos, aspecto que dificultará sua ação, caso não haja similaridade entre os regulamentos e procedimentos a seguir, estabelecidos pelas diversas entidades fiscalizadoras.

Como exemplo, pode-se citar o empreendedor DNOCS, que está sujeito à fiscalização da ANA e de outras entidades, pois suas barragens estão localizadas em rios de domínio federal e estadual em nove Unidades da Federação.

Responsabilidades do empreendedor

Art. 17 O empreendedor da barragem obriga-se a:

- I - prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;
- II - providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;
- III - organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;
- IV - informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
- V - manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem;
- VI - permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do Sindec ao local da barragem e à sua documentação de segurança;
- VII - providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem, observadas as recomendações das inspeções e as revisões periódicas de segurança;
- VIII - realizar as inspeções de segurança previstas no art. 9º desta Lei;
- IX - elaborar as revisões periódicas de segurança;
- X - elaborar o PAE, quando exigido;
- XI - manter registros dos níveis dos reservatórios, com a respectiva correspondência em volume armazenado, bem como das características químicas e físicas do fluido armazenado, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;
- XII - manter registros dos níveis de contaminação do solo e do lençol freático na área de influência do reservatório, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;
- XIII - cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB.

Parágrafo único. Para reservatórios de aproveitamento hidrelétrico, a alteração de que trata o inciso IV também deverá ser informada ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Arranjo institucional

Das competências estabelecidas na Lei Nº 12.334/2010 para fiscalizadores e empreendedores, assim como para outros entes governamentais, resulta um arranjo

institucional e o estabelecimento de fluxos de informações. Esse arranjo, apresentado na Figura 18, se inicia com as ações das entidades fiscalizadoras e empreendedores e termina com as informações atingindo o Congresso Nacional e a sociedade civil.

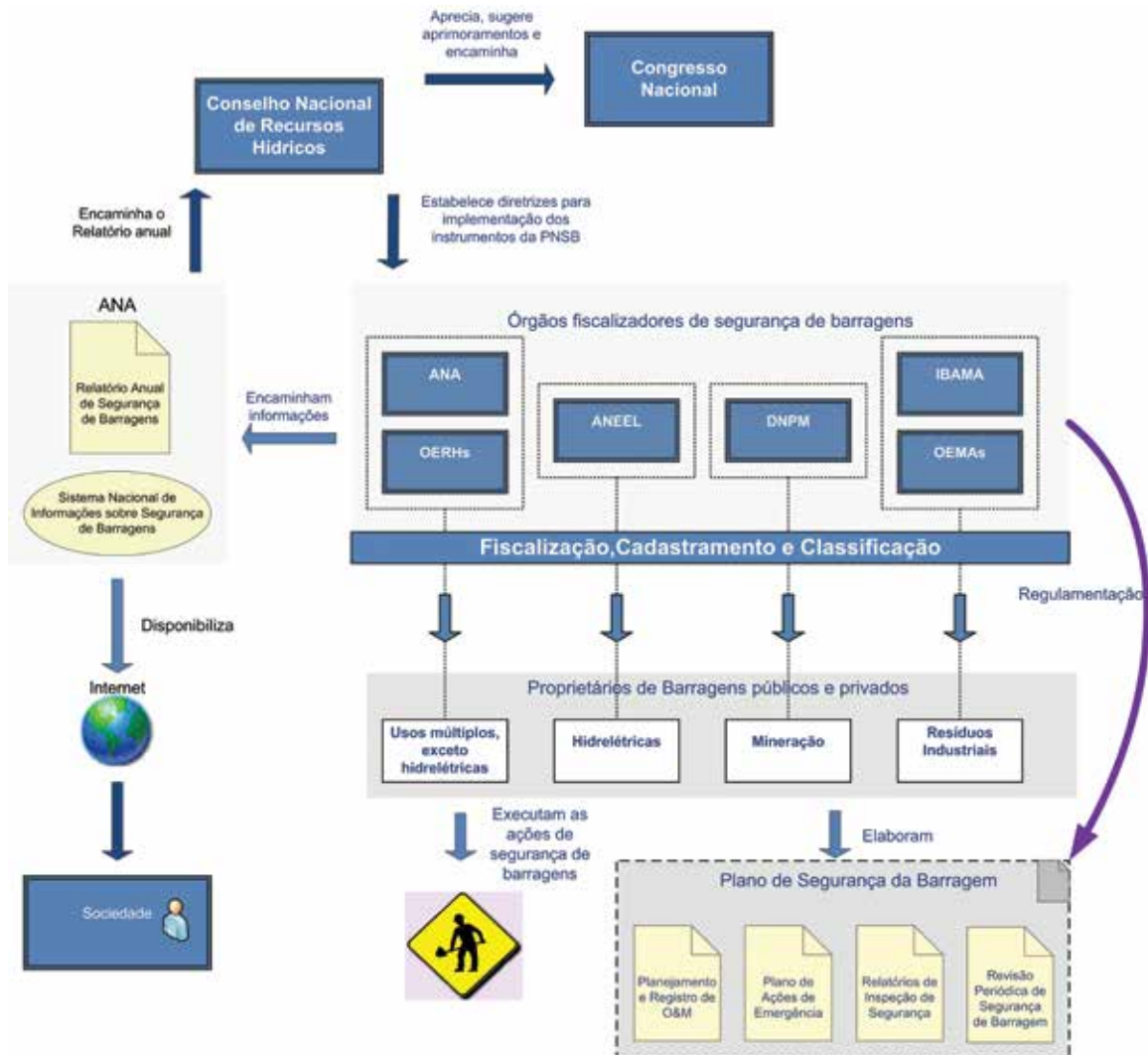


Figura 18. Arranjo institucional estabelecido no Brasil para regulação da segurança de barragens.

(Fonte: Banco Mundial, 2015).

A regulamentação da Lei de Segurança de Barragens

A emissão de regulamentações da Lei de Segurança de Barragens é etapa inicial e essencial para implementação da PNSB. Essa regulamentação iniciou-se em 2011 e 2012, com resoluções elaboradas pela ANA, pelo CNRH e pelo DNPM, seguidas por outras regulamentações de entidades fiscalizadoras em nível estadual. Os Relatórios de Segurança de Barragens emitidos pela ANA acompanham a implementação dos regulamentos, atualizando-os ano a ano.

Tendo em vista os artigos da lei que requerem regulamentação e o número de entidades fiscalizadoras que devem emitir seus regulamentos, observa-se que a evolução da

emissão desses normativos ainda é lenta.

O CNRH publicou duas importantes regulamentações que se aplicam a todas as entidades fiscalizadoras e a todos os empreendedores de barragens: a Resolução N° 143/2012 e a Resolução N° 144/2012.

Em relação às entidades fiscalizadoras, citam-se os regulamentos publicados pela ANA e DNPM em nível federal e INEMA (BA) e ADASA (DF) em nível estadual e distrital, respectivamente.

Observa-se que os regulamentos produzidos pelas entidades fiscalizadoras destinam-se somente às barragens por elas reguladas. A Tabela 5 apresenta os principais artigos da lei que necessitam de regulamentação.

Tabela 5. Principais artigos da Lei de Segurança de Barragens que necessitam de regulamentação.

Artigo	Objeto	Matéria	Ato da entidade de fiscalização
Art. 7º	Classificação das barragens quanto à categoria de risco, ao dano potencial associado e ao volume	Classificar por categoria de risco e dano potencial associado e pelo seu volume de acordo com critérios gerais estabelecidos pelo CNRH e critérios específicos regulamentados pela entidade fiscalizadora.	Resolução N° 143/2012 do CNRH Resolução N° 132/2016 da ANA Resolução N° 696/2015 da ANEEL
Art. 8º	Plano de Segurança de Barragem	Regulamentar a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento, e orientar os empreendedores para a apresentação do relatório de implantação do PSB.	Resolução N° 91/2012 da ANA Portaria N° 4672/20123 do INEMA Resolução N° 696/2015 da ANEEL
Art. 8º, 11º, 12º	Plano de ação de emergência	Regulamentar a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento.	Portaria N° 526/2013 do DNPM

Artigo	Objeto	Matéria	Ato da entidade de fiscalização
Art. 9º	Inspeção de segurança regular	Regulamentar a periodicidade, qualificação da equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento.	Resolução Nº 742/2011 da ANA Portaria Nº 416/2012 do DNPM Portaria Nº 4672/20123 do INEMA
Art. 9º	Inspeção de segurança especial	Regulamentar a periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento.	Portaria Nº 416/2012 do DNPM
Art. 10	Revisão periódica de segurança de barragem	Regulamentar a periodicidade, a qualificação técnica da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem.	Resolução Nº 91/2012 da ANA Portaria Nº 416/2012 do DNPM Portaria Nº 4672/20123 do INEMA Resolução Nº 696/2015 da ANEEL
Art. 20, XII	Diretrizes para implementação da PNSB	Estabelecer diretrizes para a implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos, e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).	Resolução Nº 144/2012 do CNRH
Art. 22	Infrações e Penalidades	Não há	Sem regulamentação até o momento
Geral	Procedimentos para obtenção de outorga	Estabelece procedimentos gerais para requerimento e obtenção de registro e outorga para implantação e regularização de barragens em corpos de água de domínio do Distrito Federal e em outros delegados pela União.	Resolução Nº 10/2013 da ADASA

(Fonte: adaptado de Araujo, 2014).

Anexo III

Conceitos introduzidos pela lei de segurança de barragens

Os conceitos descritos neste anexo visam a orientar o leitor na compreensão do tema segurança de barragens, mas não visa a ser exaustivo e nem definitivo.

Categoria de Risco (CRI)

Conjunto de atributos pontuados e graduados para classificação quanto ao risco de ruptura de uma barragem, levando-se em consideração as características técnicas, o estado de conservação e a documentação existente sobre a barragem, conforme critérios estabelecidos na Resolução Nº 143/2012 do CNRH.

Dano Potencial Associado (DPA)

Dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais, conforme os critérios estabelecidos na Resolução Nº 143/2012 do CNRH.

Inspeção especial

Inspeção realizada pelo empreendedor com o objetivo de verificar uma anomalia considerada grave, em condições específicas, tais como após a ocorrência de um evento adverso que possa colocar em risco a segurança da barragem ou em situações críticas da vida da barragem, sendo o órgão fiscalizador responsável por estabelecer os critérios.

Inspeção regular

Inspeção realizada pelo empreendedor, conforme risco e dano potencial da barragem, com intuito de monitorar anomalias de barragens, conforme previsto no Art. 9º da Lei Nº 12.334/2010, sendo o órgão fiscalizador responsável por estabelecer os critérios.

Plano de Ação de Emergência (PAE)

Documento elaborado pelo empreendedor que contém os procedimentos para atuação em situações de emergência, bem como os mapas de inundação com indicação do alcance de ondas de cheia e respectivos tempos de chegada, resultantes da ruptura da barragem.

Plano de Segurança de Barragem (PSB)

Instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens previsto no Art. 6º da Lei Nº 12.334/2010. O Plano de Segurança de Barragem é um conjunto de informações e documentos sobre o projeto da barragem, procedimentos de inspeção, regra operacional e relatório de inspeção, entre outros. Sua abrangência e complexidade variam conforme a classificação da barragem e suas características.

Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)

Estabelecida pela Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, é o conjunto de normas destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais e que cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

Relatório de Segurança de Barragens (RSB)

Instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens previsto no Art. 6º da Lei Nº 12.334/2010, cuja elaboração deve ser coordenada pela Agência Nacional de Águas. Este relatório deve ser entregue anualmente ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), contendo informações sobre a segurança das barragens no País. Cabe ao CNRH apreciar o Relatório de Segurança de Barragens fazendo, se necessário, recomendações para melhoria da segurança das obras, bem como encaminhá-lo ao Congresso Nacional.

Revisão periódica

Revisão realizada pelo empreendedor com o objetivo de verificar o estado geral de segurança de uma barragem (Art. 10, Lei Nº 12.334/2010), sendo o órgão fiscalizador responsável por estabelecer os critérios.

Segurança de Barragens (SB)

Condição que vise a manter a integridade estrutural e operacional de uma barragem e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente (Art. 2º da Lei Nº 12.334/2010.)

Sistema de classificação de barragens

Instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens previsto no Art. 6º da Lei Nº 12.334/2010. São critérios que visam a diferenciar as barragens levando-se em consideração a categoria de risco, o dano potencial associado e o volume do reservatório.

Sistema Nacional de Informações

sobre Segurança de Barragens

(SNISB)

Instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens previsto no Art. 6º da Lei Nº 12.334/2010. O Sistema informatizado tem como objetivo registrar as condições de segurança de barragens em todo o território nacional.

Anexo IV

Manuais e guias sobre segurança de barragens

Como parte da assistência técnica que o Banco Mundial prestou à ANA, foi solicitado apoio analítico e de assessoramento na elaboração de manuais, guias e termos de referência destinados a auxiliar os diferentes públicos envolvidos com segurança de barragens no cumprimento de suas atividades, em especial (i) a ANA e outras entidades reguladoras e fiscalizadoras, (ii) proprietários de barragens ou operadores e gestores de recursos hídricos, e (iii) consultores e pessoas envolvidas com segurança de barragens.

Manual para a ANA e entidades fiscalizadoras

Esse manual contribui para a atividade de segurança de barragens da ANA na sua função reguladora e fiscalizadora de segurança de barragens, com atribuições definidas na Lei Nº 12.334/2010, podendo interessar também a outras entidades fiscalizadoras. Abrange os principais procedimentos a serem desenvolvidos por essas entidades relacionadas com o cadastro de barragens, a classificação, a regulação, a fiscalização, os procedimentos em casos de emergência, a preparação do Relatório de Segurança de

Barragens, a utilização do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), educação e comunicação, assim como uma avaliação de desempenho institucional. Esse manual aborda também uma análise crítica das regulamentações da ANA e propõe minutas de novas regulamentações.

Manual do Empreendedor

Esse manual estabelece orientações gerais quanto a metodologias e procedimentos a adotar pelos empreendedores, visando a assegurar-se adequadas condições de segurança para as barragens de que são responsáveis, ao longo das diversas fases da vida das obras, designadamente, as fases de planejamento e projeto, de construção e primeiro enchimento, de operação e de descomissionamento (desativação).

O manual aplica-se às barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos.

Os procedimentos, os estudos e as medidas com vista à obtenção ou à concessão de licenças ambientais necessárias para a implantação dos empreendimentos não são considerados nesse manual, bem como os

procedimentos para a gerência das obras ou das empreitadas que regem a construção.

O Manual do Empreendedor compreende oito volumes⁵:

Volume I – Instruções para apresentação do Plano de Segurança da Barragem, no qual se apresenta um modelo padrão e respectivas instruções para elaboração do Plano de Segurança da Barragem.

Volume II – Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem, nos quais se estabelecem procedimentos, conteúdo e nível de detalhamento e análise dos produtos finais das inspeções de segurança.

Volume III – Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem orientar as revisões do Plano de Segurança da Barragem, com o objetivo de verificar-se o estado de sua segurança.

Volume IV – Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência – PAE, no qual se apresenta o conteúdo e a organização de um Plano de Ação de Emergência (PAE).

Volume V – Guia para a Elaboração de Projetos de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem ser contemplados nos projetos do ponto de vista da segurança.

Volume VI – Guia para a Construção de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem ser respeitados, de forma a garantir a segurança das obras durante e após a construção.

Volume VII – Guia para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais para a elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação, que devem orientar a execução dessas atividades, de modo a assegurar um adequado aproveitamento das estruturas construídas, respeitando as necessárias condições de segurança.

Volume VIII – Guia Prático de Pequenas Barragens, no qual se descrevem procedimentos práticos de operação e manutenção, inspeção e emergência para barragens de terra de até 15 metros de altura e volume de até 3 hm³.

5 <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/ManualEmpreendedor.aspx>

Anexo V

A experiência internacional em segurança de barragens

As melhores práticas internacionais em segurança de barragens, com foco na classificação de barragens, foram descritas pela equipe do Banco Mundial. O objetivo é chamar a atenção do leitor para as diferentes práticas e os critérios adotados em diferentes países, mas, em última análise, todas as práticas visam a garantir a segurança das estruturas e evitar danos, em especial a perda de vidas humanas, caso ocorra um rompimento ou o mau funcionamento de uma barragem.

A bibliografia especializada mostra que o assunto vem evoluindo à medida que os procedimentos passam a ser divulgados. Uma das principais referências internacionais em segurança de barragens são os Boletins Técnicos da Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD), que atualizam e consolidam o conhecimento sobre o assunto.

A primeira questão que se coloca é a seleção de quais barragens devem ser contempladas em um marco regulatório. De forma geral, a definição que identifica quais barragens devem ser inseridas em um marco regulatório se baseia nos seguintes aspectos: características físicas da barragem (altura) e do reservatório (volume) e/ou danos em caso

de ruptura da barragem. Segundo a ICOLD, as regulamentações devem ser aplicadas a qualquer estrutura definida como uma grande barragem.

A ICOLD define uma grande barragem como qualquer barragem com mais de 15 metros de altura (do nível mais profundo da fundação até o nível mais alto da crista), ou qualquer barragem com altura de 5 a 15 metros que tenha uma das seguintes características: comprimento da crista maior que 500 metros, volume do reservatório maior que 3 milhões de metros cúbicos, capacidade de descarga maior que 2 mil metros cúbicos por segundo ou barragens com fundações pouco usuais.

Em relação às pequenas barragens, o objetivo de se buscar uma clareza na sua definição é devido à importância que o tema tem para a questão de sua segurança, pois a ruptura de uma pequena barragem pode ser tão fatal quanto a de uma grande. Na média, as pequenas barragens rompem mais frequentemente do que as grandes. As características técnicas para definição de pequenas barragens têm diferentes parâmetros no mundo. Segundo a ICOLD, pequenas barragens representam mais que 90% de todas as barragens.

Em boletim recente (ICOLD Boletim N^o 143), as pequenas barragens são definidas pelas seguintes características:

$2,5 \text{ m} < A < 15 \text{ m}$ e $A^2 < 200$, sendo:

A = altura em metros entre o leito do rio e o nível máximo da crista;

V = volume do reservatório em milhões de metros cúbicos no nível operacional.

Critérios para barragens sujeitas à regulação

Apesar dos critérios sugeridos pela ICOLD, cada país adota os próprios critérios. A Tabela 6 apresenta uma relação dos critérios de altura e volume para barragens sujeitas à regulação em vários países. A maioria dos países usa também outros critérios além da altura e do volume da barragem, como, por exemplo, o dano potencial. Noruega, Suécia, Suíça e Inglaterra usam somente a altura e o volume.

Tabela 6. Critérios de regulação de barragens em alguns países.

País	Critérios para aplicar a legislação (Altura (A) e Volume (V))
África do Sul	$A > 5 \text{ m}$ e $(V) > 50.000 \text{ m}^3$
Alemanha	$A > 5 \text{ m}$ ou $V > 100.000 \text{ m}^3$
Austrália	$A > 10 \text{ m}$ e $V > 20.000 \text{ m}^3$ ou $A > 5 \text{ m}$ e $V > 50.000 \text{ m}^3$
Áustria	$A > 15 \text{ m}$ ou $V > 500.000 \text{ m}^3$
Canadá	$A > 7,6 \text{ m}$ e $V > 61.670 \text{ m}^3$
Eslovênia	$A > 15 \text{ m}$ ou $A > 10 \text{ m}$ e $V > 1.000.000 \text{ m}^3$
Espanha	$A > 15 \text{ m}$ ou $A > 10 \text{ m}$ e $V > 1.000.000 \text{ m}^3$
Estados Unidos	$A > 7,6 \text{ m}$ e $V > 18.500 \text{ m}^3$ ou $A > 6 \text{ m}$ e $V > 62.000 \text{ m}^3$
Finlândia	$A > 3 \text{ m}$
Inglaterra	$V > 25.000 \text{ m}^3$
Itália	$A > 15 \text{ m}$ ou $V > 1.000.000 \text{ m}^3$
Noruega	$A > 4 \text{ m}$ ou $V > 500.000 \text{ m}^3$
Portugal	$A > 15 \text{ m}$ ou $V > 100.000 \text{ m}^3$
Suécia	$A > 15$ ou $V > 500.000 \text{ m}^3$
Suíça	$A > 10 \text{ m}$ ou $A > 5 \text{ m}$ e $V > 50.000 \text{ m}^3$
Zimbábue	$A > 8 \text{ m}$
Brasil	$A > 15 \text{ m}$ ou $V > 3.000.000 \text{ m}^3$

(Fonte: USACE, 2013).

Por que classificar

Os sistemas de classificação de barragens são usados principalmente para orientar os reguladores e fiscalizadores da segurança de barragens. As classificações são mais usadas na regulação da segurança de barragens para determinar fatores como: (i) conformidade à legislação, (ii) critérios de fiscalização, (iii) datas de revisão da segurança de barragens, (iv) periodicidade das inspeções, (v) elaboração de PAE, além de outras funções necessárias para garantir a manutenção de um nível adequado de segurança.

A intenção da classificação de barragens, em termos da segurança estrutural e operacional, é proteger a população, o meio ambiente e a infraestrutura no caso de uma ruptura por falha ou por mau funcionamento.

Dessa forma, têm-se duas vertentes a considerar ao classificar uma barragem: uma quanto aos danos que uma possível ruptura pode causar à jusante e outra relativa aos riscos estruturais de rompimento.

Deve-se classificar uma barragem de acordo com o risco efetivo de danos em função de uma liberação descontrolada de água (onda de cheia) causada por uma ruptura da barragem, considerando-se os seguintes fatores:

- (a) ruptura devido a eventos extremos, como cheias ou terremotos;
- (b) características permanentes ou variáveis da barragem (altura, comprimento, tipo, fundação ou idade);
- (c) condições efetivas da barragem (confiabilidade de seus componentes estruturais, infiltração, deformações ou estabilidade);
- (d) programa de segurança da barragem (inspeções/monitoramento e/ou operação/manutenção)
- (e) danos potenciais causados pela geração e propagação da onda de cheia (características da barragem e do vale);
- (f) aqueles relacionados à ocupação do vale, em que a altura e a velocidade da onda de cheia poderão causar perda de vidas, perdas econômicas e danos ambientais;
- (g) danos devido à eficiência do PAE e do programa de defesa civil, inclusive sistemas de alerta e planos de evacuação.

Classificação por dano potencial

O dano potencial é definido como o potencial de perda de vidas humanas e de danos a bens no caso da ruptura de uma barragem. Em alguns casos, também são consideradas perdas ambientais, de serviços vitais ou causadas por algum tipo de desorganização social, mesmo sendo difíceis de quantificar.

Ressalta-se que o dano potencial não é uma medida da integridade da barragem e nem da probabilidade de sua ruptura. Essa abordagem ressalta os danos à jusante e normalmente é motivada por considerações quanto à perda de vidas humanas, embora, por vezes, agrupe

em uma mesma categoria um dano causado a poucas pessoas ou a dezenas de milhares delas.

Em certos lugares, são adotadas mais de uma categoria de dano potencial, para corresponder melhor à relação constante entre dano potencial e magnitude de uma cheia de projeto.

Os conceitos de dano e perda de vidas humanas, no caso da ruptura de uma barragem, são amplamente usados para a classificação de barragens em classes de dano potencial associado, normalmente em baixo, médio e alto. Os danos são determinados para a área inundada em função de um evento de cheia causado pela ruptura de uma barragem. Os parâmetros mais importantes para se determinar a cheia resultante de uma ruptura são o volume armazenado pela barragem, a profundidade da água no paramento a montante e o tempo de desenvolvimento da ruptura.

A maioria dos países com leis federais e/ou estaduais de segurança de barragens adotaram sistemas de classificação levando-se em consideração os danos potenciais. Esses sistemas reconhecem que uma ruptura ou um mau funcionamento de qualquer barragem, seja qual for seu tamanho, coloca em perigo a vida e os bens à jusante.

Esses sistemas consideram como improvável a perda de vida onde a presença de pessoas é apenas temporária, na área potencial de inundação. Com base na classificação quanto ao dano potencial associado da barragem, são selecionadas as condições a

que a barragem precisa ser capaz de resistir (como um terremoto ou uma inundação de projeto), para garantir que ela não seja um perigo inaceitável para a população ou o meio ambiente.

A classificação de qualquer barragem por dano potencial pode variar ao longo do tempo, pois as condições podem se modificar. Por exemplo, novas construções podem surgir à jusante, a elevação de uma barragem pode ser alterada para armazenar mais ou pode haver a mudança no uso da terra à jusante. Em consequência, a classificação das barragens tem que ser periodicamente revista e atualizada em relação à documentação da classificação em vigor. Os órgãos reguladores normalmente preveem em seus regulamentos a revisão das classificações de dano potencial, em sincronia com a periodicidade das inspeções.

Abordagem baseada em riscos

As barragens normalmente vêm sendo classificadas em função de seu porte (dimensões das estruturas, capacidade do reservatório, capacidade de vazão de vertedouros e dispositivos de descarga). Também são classificadas de acordo com seu uso, principais características ou aspectos físicos (a forma da barragem ou o material de construção). O porte e os aspectos físicos oferecem pistas relativamente claras da onda de cheia que surgiria em caso de ruptura da barragem. No entanto, não levam a uma relação direta com as consequências de uma ruptura. Por essa razão, uma abordagem baseada no risco vem suprir essa lacuna.

Entende-se aqui como risco o produto da probabilidade de ruptura pelas consequências. O risco é computado para uma variedade de modos potenciais de ruptura, normalmente considerando uma ruptura de barragem como uma liberação descontrolada de água do reservatório.

Apesar de a abordagem baseada no risco, por definição, não ser um sistema formal de classificação de barragens, prioriza as ações a serem providenciadas de acordo com o risco de rompimento que cada barragem apresenta. A abordagem pode ser útil para barragens individuais e para conjuntos de barragens, fazendo uma pontuação relativa do risco de cada uma.

Gradualmente, está havendo uma tendência de migração entre uma metodologia padrão básica de classificação de barragens para uma metodologia baseada no risco informado.

A abordagem baseada no risco é hoje uma prática padrão ou em vias de adoção na Austrália (por exemplo, New South Wales), no Canadá (Ontário), no Reino Unido e em alguns reguladores/empreendedores federais nos Estados Unidos, como o USACE, o U.S. Bureau of Reclamation (USBR) e a Comissão Federal Reguladora de Energia (FERC).

Outros países, como a França, Portugal e Espanha, já estão examinando essa abordagem para classificar suas barragens com base no risco e priorizar o financiamento na tomada de medidas para a redução de riscos. Esses países ainda usam os sistemas de classificação de dano potencial para identificar as barragens de acordo com os impactos de suas

consequências, mas todas as decisões sobre a segurança de barragens são administradas e tomadas por meio da abordagem baseada em risco.

Nos países onde se aplica essa abordagem pelo risco, as decisões são tomadas por pessoas ou grupos com uma ampla gama de experiência técnica e administrativa na segurança de barragens e em operações de projetos. As informações qualitativas ou quantitativas sobre riscos para a segurança de barragens são consideradas em conjunto com outras informações específicas ao projeto. As decisões baseadas em riscos podem ser tomadas buscando eficiência no equilíbrio entre os custos da redução de riscos e a priorização dos maiores riscos.

O U.S. Bureau of Reclamation inaugurou, em 1995, a análise quantitativa do risco para apoiar suas decisões sobre a segurança de barragens. Isso porque acreditava que a análise quantitativa do risco, aplicada coerente e compreensivamente, facilitaria a identificação de riscos, melhoraria a qualidade das decisões e ajudaria a priorizar as ações de segurança de barragens, reduzindo mais o risco público pelo dinheiro investido. As decisões tomadas com análise do risco, avaliação do risco e gestão do risco – acredita-se – são melhores em dois sentidos:

- (a) Alcança-se uma compreensão melhor dos problemas e das vulnerabilidades de uma barragem por meio da identificação do modo de falha e da avaliação sistemática dos sistemas da barragem em seu conjunto, permitindo que a equipe de segurança de barragens

desenvolva e proponha alternativas melhores para a redução do risco ou que recomende cursos de ação mais adequados para responder a problemas levantados pertinentes à segurança da barragem;

(b) O uso de avaliações quantitativas do risco e a consideração de fatores específicos do local aumentam a capacidade de priorizar e planejar ações de redução do risco para a segurança de barragens.

Observa-se que, no contexto da Política Nacional de Segurança de Barragens no Brasil (PNSB), o conceito de risco diverge do formalmente definido e encontrado na literatura⁶. Na PNSB, é estabelecido que a classificação por categoria de risco, em alto, médio ou baixo, será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem. A categoria de risco, tal como expressa na Lei Nº 12.334/2010, informaria o grau de propensão de uma barragem a incidentes ou acidentes (maior ou menor probabilidade de ocorrência) e o dano potencial associado expressaria a magnitude de suas consequências.

Critérios internacionais de classificação de barragens

Apresenta-se na Tabela 7 um resumo das principais características de sistemas de classificação de barragens internacionalmente, a maioria deles baseados em dano potencial ou em consequências. Essa tabela é útil para comparar práticas internacionais e extrair tanto os aspectos comuns quanto as diferenças entre seus respectivos critérios.

Observa-se que muitos países com programas de segurança de barragens estabeleceram sistemas de classificação baseados em três a cinco categorias relacionadas às consequências da ruptura. O risco apresentado por uma barragem tem a ver tanto com as consequências como com a probabilidade de ocorrência da ruptura.

Países como Austrália, Canadá e Estados Unidos não possuem uma única legislação uniforme.

⁶ O conceito de risco mais difundido e aceito atualmente está formalizado em NBR ISO 31000:2009 (ABNT, 2009).

Tabela 7. Comparação de sistemas de classificação por dano potencial em alguns países.

Pais ou Estado/Província	Classes ou Categorias	Nomes das Classes	Níveis de Danos Potenciais	Consequências	Observações	Situação em relação à perda de vidas
EUA/FEMA	3	Alto, significativo e baixo	Equivalentes às classes	PdV e perdas econômicas, ambientais e de serviços vitais	PdV implica classe alta	As categorias de PdV são definidas para “nenhuma esperada” e “provável, uma ou mais esperadas”.
EUA/Estados	Existe um sistema de classificação para cada um dos 50 estados e Porto Rico					
EUA/USACE	3	Alto, significativo e baixo	Equivalentes às classes	PdV e perdas econômicas, ambientais e de serviços vitais	PdV implica categoria alta	PdV alto sempre que houver a perda de uma ou mais vidas.
EUA/USBR	3	Alto, significativo e baixo	Equivalentes às classes	PeR e perdas econômicas	PeR > 6 implica classe alta	Considera a PdV em faixas, de “nenhuma”, de “1 a 6 vidas em perigo” e “maior do que 6”.
Austrália/New South Wales	6	Extremo, alto A, alto B, alto C, significativo e baixo	Equivalentes às classes	Cinco faixas de PeR e quatro níveis de severidade de perdas e danos	Classificação baseada em 2 matrizes com valores PeR e PdV versus gravidade de dos níveis de danos e perdas; prevalece PdV	Estabelece faixas para uma probabilidade de PdV.
Austrália/Queensland	2	1 e 2	Alto e Baixo equivalente às categorias 2 e 1	PeR	Aplicável a barragens reguladas; não é regulada se PeR < 2	Não define a categoria em função da PdV mas em função da PeR.
África do Sul	3	I, II e III	Alto, significativo e baixo	PdV, perdas econômicas e impacto adverso sobre qualidade de recursos	Classificação em 3 níveis baseada em matriz com classe de tamanho versus pontuação de dano potencial	As categorias de PdV são definidas como “nenhuma”, “não maior do que 10” e “maior do que 10”.

Continua

Continuação

Pais ou Estado/Província	Classes ou Categorias	Nomes das Classes	Níveis de Danos Potenciais	Consequências	Observações	Situação em relação à perda de vidas
Canadá/British Columbia	5	Muito alto, alto, médio, baixo, e muito baixo	Equivalentes às classes	PdV, perdas econômicas e sociais, e perdas ambientais e culturais	PdV implica classes alta e muito alta; usa subclasses para a avaliação de riscos	Considera cinco níveis para a PdV, variando de acordo com os seguintes intervalos: “sem possibilidades”, “baixo potencial para a perda de múltiplas vidas”, “10 ou menos pessoas”, “100 ou menos pessoas”, “mais de 100 pessoas”.
Canadá/Québec	Sistema de classificação baseado em matriz de risco, que combina vulnerabilidade e consequências em função de ponderações. A definição dos riscos é comparada no relatório com uma prática nacional.					
Argentina	3	I, II e III	Alto, significativo e baixo (equivalente às categorias na mesma ordem)	PdV e danos socioambientais e econômicos	Possível PdV implica Classe I	População em risco encontra-se em zonas próximas à barragem e/ou em zonas habitadas distantes da barragem, onde, mesmo com alerta imediato, a perda de vidas é possível.
Espanha	3	A, B e C	Alto equivalente a A; baixo a C	PeR e danos materiais ou ambientais	PeR equivalente à população residente em pelo menos um centro urbano	Não define a categoria em função da PdV, mas em função da PeR.
Portugal	3	Alto, significativo e baixo	Equivalentes às classes	PeR e danos socioambientais e econômicos	PeR > 25 implica classe alta	Não define a categoria em função da PdV, mas em função da PeR.
BRASIL	3	Alto, médio e baixo	Equivalentes às classes	PdV e perdas econômicas, ambientais e de serviços vitais	PdV implica classe alta	Existência de população à jusante com potencial de perda de vidas humanas.

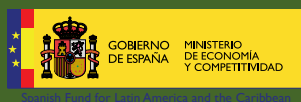
Fonte: USACE, 2013

PeR= população em risco

PdV = perda de vidas (Fonte: USACE, 2013).

SÉRIE Água Brasil 11

SEGURANÇA DE BARRAGENS
ENGENHARIA A SERVIÇO DA SOCIEDADE



Ministério do
Meio Ambiente



Para informações adicionais sobre o Banco Mundial consulte:

www.bancomundial.org.br

www.worldbank.org/br

ou diretamente em nosso escritório:

Banco Mundial

SCN Quadra 02 - Lote A

Ed. Corporate Financial Center - Salas 702/703

Brasília Brasil

Telefone +55 (61) 3329-1000

Fax: +55 (61) 3329-1010

