

# XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

## SEGURANÇA DE BARRAGENS: A LEI 12.334/2010 E A EXPERIÊNCIA DO CEARÁ

*Rosiel F. Leme<sup>1</sup>; Ticiania M. de Carvalho Studart<sup>2</sup>; Lucrecia N. de Sousa<sup>3</sup>; Fco Assis de Souza  
Filho<sup>2</sup> & Renata Mendes Luna<sup>2</sup>*

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta uma breve discussão a cerca da Lei Federal 12.334/10 de Segurança de Barragens, descrevendo seus principais elementos e destacando a obrigação dos órgãos governamentais no que se refere à elaboração de medidas corretivas, preventivas e mitigadoras. Discorre ainda sobre as ações em segurança de barragens desenvolvidas pela COGERH, iniciadas em 2000, antes da promulgação da Lei, abordando toda a metodologia de inspeções formais e monitoramento. Espera-se que o exemplo do Ceará sirva de norte para estados que ainda estão tentando se adaptar à nova Lei.

**ABSTRACT:** This paper presents a brief discussion about the Federal Law 12.334/10 about Dam Safety, describing its main elements and emphasizing the obligation of government agencies regarding the development of remedial, preventive and mitigating measures. Still talks about the actions undertaken by COGERH on the dam safety, initiated in 2000, before the promulgation of Law, addressing the whole methodology of formal inspections and monitoring. It is hoped that the example of Ceará could guide others states that are still trying to adapt to new law.

**PALAVRAS-CHAVE:** Barragem; Segurança, Lei 12.334/2010.

### 1. INTRODUÇÃO

As barragens são estruturas que trazem benefícios à sociedade, possibilitando a geração de energia elétrica, garantindo o abastecimento de água em períodos de estiagem, protegendo a população dos efeitos das cheias, possibilitando a recreação, a navegação e a pesca, entre outros benefícios. Espera-se, no entanto, que a construção e operação destas obras se faça de forma segura

Ocorrem, em média, dez rompimentos significativos de barragens no mundo, a cada década. No Século XX houve cerca de 200 casos notáveis de falhas, com perdas de mais de 250.000 de vidas humanas (McCully, 2001).

---

<sup>1</sup> Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e aluno do Curso de Doutorado em Recursos Hídricos da Universidade Federal do Ceará. Email: [rosiel@ymail.com.br](mailto:rosiel@ymail.com.br)

<sup>2</sup> Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental UFC. Universidade Federal do Ceará.. Campus do Pici. E-mail: [ticiania@ufc.br](mailto:ticiania@ufc.br)

<sup>3</sup> Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e aluna do Curso de Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos da Universidade Federal do Ceará. Email: [lucrecia.nogueira@cogerh.com.br](mailto:lucrecia.nogueira@cogerh.com.br)

Alguns exemplos clássicos de rupturas de barragens são os acidentes com as barragens de Teton (EUA) e Vajon (Itália). O acidente da Barragem de Vajont, ocorrido em 1963, é considerado o maior desastre na história de rompimentos de barragens, causando a morte de 3.000 pessoas. A causa da ruptura foi um deslizamento de massa rochosa para dentro do lago, provocando galgamento da barragem. O da Barragem de Teton (Idaho, nos Estados Unidos), ocorreu em junho de 1976, logo após o enchimento do reservatório. Morreram 14 pessoas e os prejuízos foram superiores a um bilhão de dólares. A barragem de terra, com 93 m de altura, rompeu por erosão regressiva (piping) no contato com a ombreira direita. O caso foi investigado em detalhes e as falhas do projeto devidamente identificadas. A barragem não foi reconstruída, mantendo-se o maciço remanescente como um monumento às vítimas da inundação resultante do rompimento.

Vários são os fatores que vem contribuindo para o aumento dos desastres com barragens: o aumento das dimensões das novas barragens, o envelhecimento das existentes e o crescimento do número delas sendo construídas em países com pouca ou nenhuma experiência na área (Pirolli e Bora, 2009).

Como respostas a estes grandes desastres, muitos países vem investindo em medidas que garantam a segurança de suas barragens. Veersaert, Cardia e Tsuzuki (2005) citam as experiências dos Estados Unidos, Inglaterra, Finlândia, Noruega, Suécia, Canadá, Itália e França. Tais iniciativas tomaram maior corpo a partir do XIII Congresso do ICOLD em Nova Delhi, no ano de 1979, quando diversos países criaram normas e diretrizes para a regulamentação da segurança das barragens existentes e futuras instalações.

Nos últimos anos, vários acidentes com barragens foram registrados no Brasil. Segundo Menescal (2004), somente em 2004 estima-se que mais de 300 barragens, de diversos tamanhos e tipos, tenham se rompido em todo o país, muitas delas pela incapacidade de suportar os eventos de cheia ocorridos. Já nos últimos oito anos, segundo a Agência Nacional de Águas - ANA, ocorreram cerca de 800 acidentes ou incidentes com barragens brasileiras. Ou seja, em média, a cada três ou quatro dias, uma barragem apresenta graves problemas no Brasil e, a grande maioria, sem divulgação na mídia nacional.

Neste contexto, foi sancionada, após quase oito anos de tramitação no Congresso Nacional, a Lei Federal nº12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Tal norma visa garantir a observância de padrões de segurança das barragens brasileiras e, conseqüentemente, reduzir os riscos de acidentes.

Muitas das barragens brasileiras têm mais de 50 anos, grande parte das quais projetadas e construídas seguindo critérios que não mais atenderiam aos requisitos atuais (Araripe e Malveira, 2011). Questões como as técnicas de compactação pouco eficientes, inexistência de drenagens e a falta de manutenção são pontos cruciais para a segurança das mesmas. Segundo Menescal (2009), algumas já estão com sua capacidade operacional limitada e, dependendo do nível de degradação sofrido, representam verdadeiras ameaças à segurança de pessoas e bens.

No Ceará, onde estima-se que existam cerca de 30.000 barragens (Menescal et. al., 2004), a situação é preocupante. São várias as barragens com mais de 50 anos. A Tabela 1 apresenta algumas de maior capacidade de armazenamento.

Tabela 1 – Capacidade e data de conclusão de algumas barragens no Ceará com cerca de 50 anos (ou mais)

Barragem	Capacidade (m <sup>3</sup> )	Ano de Conclusão
Cedro	125.694.000	1906
Gal. Sampaio	322.200.000	1935
Pereira de Miranda	395.638.000	1957
Araras	891.000.000	1958
Orós	1.940.000.000	1961
Arrojado Lisboa	1.601.000.000	1966

Fonte: <http://atlas.srh.ce.gov.br/>

Sendo assim, este artigo trata das ações desenvolvidas atualmente no Ceará, no quesito segurança de barragens, ações estas que já vêm sendo executadas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, mesmo antes da aprovação da Lei 12.334/10. Estas ações referem-se a inspeções de campo, monitoramentos, e obras de recuperação das infraestruturas das barragens.

## 2. CONCEITUAÇÃO

É apresentada a seguir a definição de alguns termos e expressões relacionadas à segurança de barragens, visando reduzir ao máximo problemas de interpretação.

*Barragem*: qualquer obstrução em um curso permanente ou temporário de água, ou talvegue, para fins de retenção ou acumulação de substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, compreendendo a estrutura do barramento, suas estruturas associadas e o reservatório formado pela acumulação. Diques para proteção contra enchentes e aterros-barragem de estradas também incluem-se nessa definição;

*Empreendedor*: agente privado, paraestatal ou governamental, com título de propriedade das terras onde se localiza a barragem, ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade;

*Segurança de Barragem*: condição em que a ocorrência de ameaças impostas por uma barragem à vida, à saúde, à propriedade ou ao meio ambiente se mantém em níveis de risco aceitáveis;

*Risco*: probabilidade de ocorrência de evento adverso, geralmente associada com a magnitude de suas conseqüências;

*Órgão Fiscalizador*: autoridade do poder público responsável pelo ato administrativo de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, de regime de aproveitamento de recursos minerais, de licenciamento ambiental, de autorização de uso de potencial hidráulico e de outras autorizações exigidas para a construção e operação da barragem, que deverá exigir do empreendedor o atendimento dos padrões necessários à segurança da obra.

*Acidente*: evento de grande porte correspondente à ruptura parcial ou total de obra e/ou a sua completa desfuncionalidade, com graves conseqüências econômicas e sociais (Vieira, 2000).

*Incidente*: evento físico indesejável, de pequeno porte, que prejudica a funcionalidade e/ ou a inteireza da obra, podendo vir a gerar eventuais acidentes, se não corrigido a tempo (Vieira, 2000).

As falhas e acidentes mais comuns que podem ocorrer em barragens são:

*Galgamento ou Overtopping*: o extravasamento de água por cima da estrutura da barragem, de montante para jusante, por causa da insuficiente capacidade de vazão ou o mau funcionamento dos órgãos de descarga de cheias, como vertedouros. Este fator corresponde a cerca de 40% dos acidentes ocorridos em barragens;

*Acidentes derivados de problemas relacionados com as fundações e/ou defeitos nas estruturas das barragens*: estes problemas são causados por percolação de água pelos interstícios do maciço de fundação ou da barragem que causam problemas como a Erosão Tubular Interna (Piping) que, em casos extremos, pode desencadear ruptura do reservatório. Os problemas relacionados com fundações e estruturas correspondem a cerca de 30% dos acidentes ocorridos em barragens;

*Sismicidade*: se a possibilidade de sismos não foram contemplados no projeto da barragem, as ocorrências dos mesmos causam vibrações que podem interferir nas estruturas da barragem.

### 3. A LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGENS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O objetivo da Lei 12.334/10 é garantir a observância de padrões de segurança de barragens, de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências, além de regulamentar as ações e padrões de segurança. O empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garantir a segurança.

A norma se aplica às 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;
- (ii) capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m<sup>3</sup>;
- (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, sendo as barragens classificadas pela lei conforme a categoria de risco e de dano potencial associado.

Estabelece ainda que a fiscalização da segurança das barragens caberá à entidade que outorgou o direito de uso dos recursos hídricos, observado o domínio dos recursos hídricos, exceto para fins de aproveitamento hidrelétrico. Também ficará a cargo da fiscalização, a entidade que concedeu ou autorizou o uso potencial hidráulico, quando se tratar de uso para fins de geração de energia.

Os principais órgãos encarregados do novo sistema são a ANA, a ANEEL, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o IBAMA, as entidades de meio ambiente estaduais e do Distrito Federal e os órgãos gestores de recursos hídricos dos Estados.

O órgão fiscalizador deverá implantar o cadastro das barragens, cuja fiscalização está sob sua responsabilidade, em um prazo de dois anos. Os empreendedores de barragens também terão prazo de dois anos, contados a partir da publicação da lei, para submeter à aprovação dos órgãos fiscalizadores relatório especificando as ações e cronograma para a implantação do Plano de Segurança de Barragem.

A Lei 12.334/10 estabelece uma série de medidas preventivas, como a elaboração do Plano de Segurança da Barragem, a execução de Inspeções de Segurança Regular e Especial e de

Revisões Periódicas de Segurança, que poderão apontar a necessidade de recuperação ou desativação da barragem que não atender aos requisitos de segurança.

Estabelece ainda a necessidade de elaboração de Plano de Ação Emergencial - PAE, quando necessário. O PAE deverá ser elaborado em função da categoria de risco e dano potencial associado a barragem, devendo ser exigido sempre para uma barragem classificada como dano potencial alto. O PAE deverá ainda estabelecer ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência.

Apesar da significativa importância do tema, observa-se que a questão de segurança de barragem vem sendo tratada de modo diverso pelos proprietários de barragem. Enquanto há empreendedores que vem realizando inspeções periódicas e bem estruturadas, outros caracterizam-se pela ausência de acompanhamento das condições de segurança e prevenção de acidentes.

#### 4. AS AÇÕES DE SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DO CEARÁ

As ações de segurança de barragens no Ceará tiveram início no ano de 2000, através da Gerência de Segurança de Infraestrutura Hídrica – GESIN, vinculada à Diretoria de Operações da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH. A GESIN executa, acompanha, analisa e planeja as intervenções necessárias à manutenção das boas condições operacionais da infraestrutura hídrica existente.

As inspeções já estão institucionalizadas na COGERH e são realizadas em duas campanhas anuais - uma antes e outra após a quadra invernal - nas barragens estaduais e nas federais que tem o Agente de Guarda e Inspeção de Reservatório – AGIR.

A COGERH monitora atualmente 136 reservatórios, e é responsável pela manutenção de 66 barragens estaduais. As ações de segurança consistem basicamente em **inspeções**, leituras e análise da instrumentação, manutenção e operação dos equipamentos hidromecânicos e **treinamentos**.

As inspeções de barragens podem ser de rotina, formal, especiais ou de emergência. As inspeções rotineiras são aquelas executadas pelas equipes locais de operação e manutenção, como parte regular de suas atividades. A frequência dessas inspeções pode ser semanal ou mensal, e não geram relatórios específicos, mas apenas comunicações de eventuais anomalias detectadas.

As inspeções formais são feitas por gerentes e técnicos, devidamente treinados e capacitados, das oito gerências regionais da COGERH no interior do Estado e/ou pelos engenheiros da GESIN.

Normalmente são realizadas obedecendo a uma lista previamente definida de itens que cubram todas as partes, estruturas, equipamentos e aspectos do funcionamento da barragem. Delas resultam relatórios contendo as observações de campo e as recomendações pertinentes. Engloba os seguintes campos de avaliação:

**Situação:** permite uma indicação da existência da anomalia e de sua evolução no tempo e no espaço, tais como: aumentou, diminuiu, permaneceu constante, o item não é aplicável, anomalia não existe, desapareceu, item não inspecionado;

**Magnitude:** (P-Pequena) determina se a correção será executada pelo responsável local da barragem (AGIR), ou se dependerá de apoio da gerência da bacia (M - Média) ou da GESIN (G - Grande) ou se a anomalia deve ser simplesmente mantida sob observação (I- Insignificante);

**Nível de Perigo:** 0 –Nenhum, 1 – Atenção, 2 – Alerta e 3 - Emergência.

A magnitude do problema é que determina a ação que será executada no local. Em anomalias insignificantes, o AGIR é acionado e mantém o problema sob observação. As anomalias pequenas são corrigidas pelo AGIR; em anomalias de porte médio, é solicitada a atuação do gerente regional da COGERH, e nos casos de anomalias de grande magnitude, a GESIN é acionada para fazer o levantamento do problema, elaborar o projeto e executar a obra de intervenção.

As inspeções especiais são aquelas executadas por especialistas da área relativa a algum problema detectado em uma inspeção rotineira ou formal. Sua realização requer o estudo prévio do projeto e de toda documentação disponível. Não existe uma frequência definida para sua realização e ocorrem sempre que um problema exija a participação de um especialista para seu diagnóstico e solução. Delas deve resultar um relatório específico capaz de orientar de forma conclusiva o encaminhamento da solução.

As inspeções emergenciais são aquelas executadas por especialistas das diversas áreas (relativas à emergência corrente), bem como por membros da equipe técnica e operacional do Estado. Devem estar presentes pessoas com autoridade suficiente para tomar as decisões que venham a se tornar necessárias no caso da situação se agravar e de medidas drásticas tenham que vir a ser tomadas.

Os resultados das inspeções são posteriormente armazenados em banco de dados para o controle e acompanhamento das magnitudes e níveis de perigo das anomalias registradas. Esse sistema é denominado de SI-POM, fruto do POM - Plano de Operação de Manutenção do Sistema de Água Bruta do Estado do Ceará, no qual foram realizados levantamentos de dados bibliográficos

(projeto e cadastro fundiário) e inspeções de campo de 160 obras hídricas (barragens, canais, adutoras e estações de bombeamento). Também foi elaborado no POM relatórios de diagnóstico de segurança, anteprojetos de recuperação, avaliação de risco e manuais de operação e manutenção genéricos e específicos de cada obra.

O fechamento do ciclo de atividades se realiza no planejamento das intervenções de segurança que são hierarquizadas com base na elaboração da matriz de risco e dos resultados das inspeções.

Na Figura 1 é apresentado o número de açudes inspecionados e o número de inspeções realizadas por ano pela COGERH, no período de 2000 a 2011.

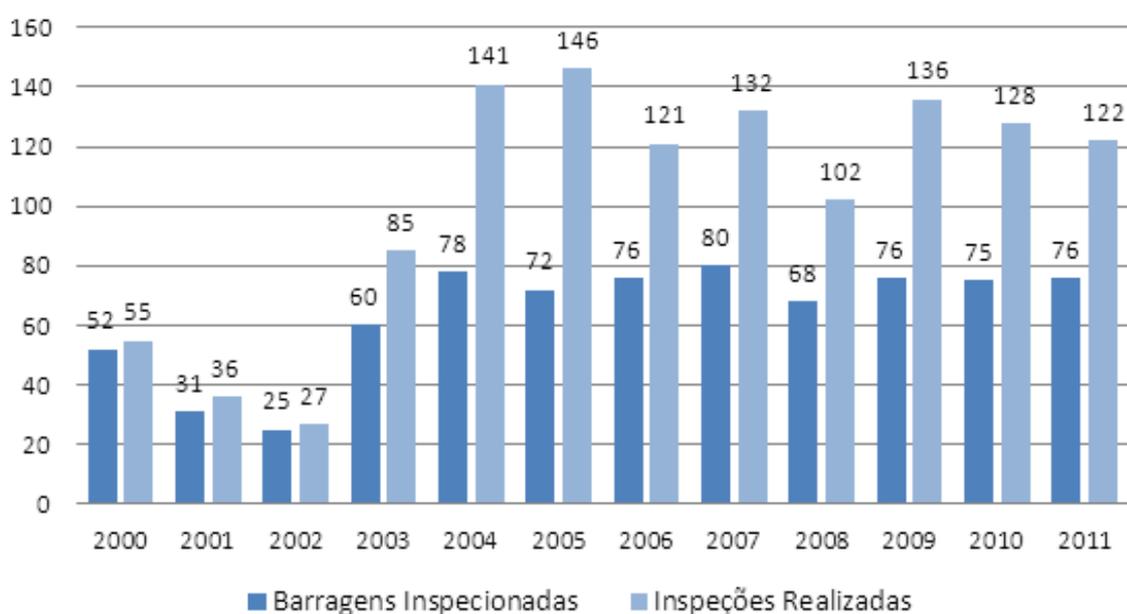


Figura 1 - Número de açudes inspecionados e o número de inspeções realizadas por ano pela COGERH (2000 a 2011)

Além das barragens monitoradas, também são realizadas inspeções formais em barramentos a sua montante (geralmente pequenos açudes particulares), para avaliação dos riscos potenciais aos reservatórios do Estado de Ceará ou da União.

As vistorias são realizadas, seguindo o preenchimento da ficha de inspeção, elaborada para orientar e auxiliar o técnico na identificação e registro das anomalias. Em anexo se encontra a Ficha de Inspeção para Barragem de Terra.

A GESIN utiliza a matriz de risco baseada na metodologia para avaliação do potencial de risco em barragens do semiárido na qual o potencial de risco é determinado em função de parâmetros de Periculosidade, Vulnerabilidade e Importância.

Além das inspeções, a COGERH realiza o monitoramento continuado das barragens por instrumentação de seus maciços de terra e/ou da fundação. O programa de instrumentação permite a leitura dos instrumentos, a avaliação dos dados e a pronta notificação ao pessoal responsável quando as observações forem atípicas ou divergirem dos critérios de projeto. Especificamente, são analisadas pela GESIN leituras de piezômetros de medidores de fluxo pelo maciço e fundação.

Atualmente são doze as barragens instrumentadas, sendo elas: Aracoíaba, Arneiroz II, Barra Velha, Faé, Flor do Campo, Gangorra, Gavião, Jaburu I, Olho D'Água, Pesqueiro, Sítios Novos e Sousa. Na Tabela 2 são apresentadas as barragens monitoradas e instrumentos instalados nos seus maciços.

Tabela 2 - Barragens monitoradas pela COGERH e instrumentos instalados

<b>Barragem</b>	<b>Instrumento</b>
Aracoíaba	Piezômetro
Arneiroz II	Piezômetro
Barra Velha	Piezômetro
Faé	Piezômetro
Flor do Campo	Piezômetro
Gangorra	Piezômetro
Gavião	Piezômetro, medidor de nível d'água
Jaburu I	Piezômetro, medidor de vazão
Olho D'Água	Piezômetro, medidor de vazão
Pesqueiro	Piezômetro
Sítios Novos	Piezômetro, medidor de nível d'água, medidor de vazão
Sousa	Piezômetro, medidor de nível d'água, medidor de vazão

O piezômetro utilizado é o tipo Casagrande, mais indicado para medida de pressões neutras devido a percolação de água. Os piezômetros e os medidores de níveis d'água são instalados a montante e a jusante de algumas seções transversais ao eixo das barragens. O medidor de vazão tem como objetivo medir a quantidade de água que percola pela fundação da barragem saindo pelo enrocamento de pé (rock-fill), no qual poderá vir (ou não) a comprometer a segurança da barragem, dependendo do grau de situação que o problema venha a apresentar.

Para o armazenamento, tratamento e análise dos dados da instrumentação, a COGERH faz uso de uma ferramenta computacional de monitoramento de barragens denominada PIEZO.

Outra ferramenta importante para as ações de segurança da obra é a existência do Diário de Ocorrências, no local da barragem, sob o poder do AGIR. A longo prazo tais anotações vão constituir a memória do reservatório. Qualquer pessoa que visitar o local pode, e deve, anotar no Diário as impressões e observações sobre as condições do açude que, se procedente, serão consideradas para acompanhamento e correção.

Cada açude possui ainda um dossiê contendo desenhos de projeto e as principais características técnicas. Esses documentos ficam disponíveis com o AGIR no local da barragem e nas sedes das gerências das bacias. Também são elaborados pela GESIN, dossiês constando as observações do Painel de Segurança desde a fase de apresentação inicial do projeto, passando pela entrega do projeto como construído (“as-built”) e pelas considerações sobre nível de qualidade das obras.

A GESIN mantém ainda um trabalho contínuo de conscientização do corpo técnico da COGERH (principalmente nas gerências regionais) sobre as responsabilidades relacionadas à segurança das obras hídricas e os riscos associados, alertando-os para :

- Sinais visuais de problemas;
- Normas e procedimentos para operar adequadamente os equipamentos eletromecânicos;
- Aptidão para respostas emergenciais, incluindo alertas e conhecimento dos princípios de instrumentação das obras.

A cada dois anos são realizados, nas sedes das gerências regionais, treinamento para o correto preenchimento das fichas das inspeções formais. O primeiro ciclo de treinamentos ocorreu em 2002, contemplando dois dias de aulas teóricas e práticas com o preenchimento do check-list no próprio local da barragem.

Outra ação importante é a determinação de áreas de risco e elaboração de mapas de inundação, gerados por simulações de rompimento do barramento, fundamentais para o desenvolvimento de planos de ações emergenciais. Já foram desenvolvidos estudos de DAM BREAK de três barragens consideradas de risco elevado (Jaburu I, Itauna e Olho d'Água).

A GESIN participa ainda de reuniões do Painel de Segurança de Barragens (PISB) apresentando sugestões em detalhes técnicos das obras, visando a melhoria de condições de operação e manutenção da futura gestão que será de responsabilidade da COGERH.

A experiência da COGERH em segurança de barragens serviu como referência para criação de manuais do Ministério de Integração Nacional, tais como o Manual de Segurança e Inspeção de Barragens (2002) e o Manual de Preenchimento de Ficha de Inspeção de Barragem (2005). A Tabela 3 apresenta as principais atividades de segurança de obras executadas pela COGERH, através da GESIN, desde o início de suas atividades até o ano de 2011.

Tabela 3 – Principais atividades realizadas pela GESIN na área de segurança de barragens no Estado do Ceará (2000 – 2011)

<b>Ano</b>	<b>Ação desenvolvida</b>
2011	Recuperação da dos Equipamentos Hidromecânicos do Açude Canoas; Obras de Recuperação das Barragens: Barra Velha (Independência-CE), Cachoeira (Aurora-CE), Flor do Campo (Novo Oriente-CE), Poço Verde (Itapipoca-CE), Santa Maria (Ererê-CE) e Sucesso (Tamboril-CE) – em execução; Construção de cercas, mata-burros e escadas em 57 Barragens do Estado do Ceará – em execução
2010	Obras de recuperação na Barragem Jaburu I (Tianguá–CE), que consistiram; Reforço da Fundação com injeções de cimento e asfalto no maciço para conter as revências existentes; Tratamento do canal do sangradouro com injeções de cimento; Recuperação da estrutura da tomada d’água e do seu entorno; Levantamento Topográfico do maciço, do canal do sangradouro e da região à jusante; Levantamento Batimétrico do reservatório, com auxílio da Gerência de Desenvolvimento Operacional – GEDOP, do reservatório; Produção de Relatório de Estudos Hidrológico com base nos dados obtidos; Mapeamento das possíveis zonas de inundação causada pela ruptura da barragem; Anteprojeto de recuperação do canal do sangradouro
2009	Recuperação da Estrutura do Sangradouro da Barragem Itaúna (Chaval - CE); Construção de passagens molhadas para conter erosões regressivas nos canais de desague dos sangradores das Barragens Angicos, Flor do Campo e Souza; Recomposição do coroamento da Barragem Angicos, com pavimentação de pedra tosca; Recomposição do talude de jusante da Barragem Cipoada, assim como pavimentação com pedra tosca do coroamento; Recuperação do canal de aproximação do sangradouro da Barragem Jaburu I; Recuperação de canais: Eixão das Águas Trechos I e II, Canal do Trabalhador - Trecho EB Itaiçaba - Açude Pacajus, Canal do Ererê - Trecho entre o Açude Pacajus e Pacoti; Recuperação da infraestrutura hídrica da captação do Canal do Trabalhador. Construção da Passagem Molhada no Sangradouro do Açude Muquém; Alteamento da Barragem Colina.
2008	Construção da Passagem Molhada no Sangradouro do Açude Muquém - em fase de licitação; Recebimento do Plano de Operação e Manutenção do Sistema de Água Bruta do Estado do Ceará (POM), bem como de seu sistema de Informações, o SI-POM.
2007	Intervenções de Segurança na Barragem Olho d’Água (Várzea Alegre – CE); Acompanhamento do Plano de Operação e Manutenção do Sistema de Água Bruta do Estado do Ceará (POM)
2006	Elaboração do “Termo de Referência de Obras de Recuperação e Intervenções de Segurança de 25 Barragens do Estado do Ceará”; Início das Intervenções de Segurança na Barragem Olho d’Água (Várzea Alegre – CE); Acompanhamento do Plano de Operação e Manutenção do Sistema de Água Bruta do Estado do Ceará (POM)

Tabela 3 – Principais atividades realizadas pela GESIN na área de segurança de barragens no Estado do Ceará (2000 – 2011)

2005	<p>Termos de Referência e Projeto Executivo de Intervenções de Segurança na Barragem Olho d'Água (Várzea Alegre – CE);</p> <p>Obras de Estabilização no Canal de Restituição do Sangradouro do Açude Rosário;</p> <p>Obras de Construção de uma Estrutura Vertedoura no Sifão 01 do Canal Adutor Sítios Novos – Pecém;</p> <p>Obras de Recuperação Emergencial de Açudes Públicos Danificados no Estado do Ceará (12 Açudes recuperados);</p> <p>Acompanhamento do Plano de Operação e Manutenção do Sistema de Água Bruta do Estado do Ceará (POM);</p> <p>Acompanhamento das Obras de Recuperação da Tomada d'água do Açude Vinícius Berredo (Pedras Brancas);</p> <p>4ª etapa: Recuperação de 11 Açudes Públicos Danificados do Estado do Ceará (São José I, Vieirão, Trapiá I, Angicos, Colina, Sucesso, Parambu, Espírito Santo, Canoas, Potiretama e Gavião).</p>
2000	<p>Recuperação da Barragem Jaburu I (2004);</p> <p>Fabricação e instalação de grades, alambrados, escadas e drenos para as tomadas d'água em sete açudes estaduais (Gangorra, Barra Velha, Monsenhor Tabosa, Olho D'água, Ubaldinho, Souza e Cauhipe);</p> <p>Recuperação e modernização da Adutora do Acarape de 56 km de extensão DN 800 mm em aço carbono – 2ª etapa;</p> <p>- 3ª etapa: Recuperação dos açudes do Sistema Metropolitano de Fortaleza (Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio);</p> <p>2ª etapa: Recuperação e modernização dos equipamentos hidromecânicos de 16 açudes estaduais (Arrebita, Quandú, Tucunduba, Jerimum, Martinópole, Carnaubal, Jaburu II, Realejo, São José II, Trapiá II, Canafístula, Cipoada, Potiretama, Parambú, Poço da Pedra e Prazeres) (1999);</p> <p>4ª etapa: Recuperação de 19 açudes de domínio estadual (Arrebita, Quandú, Realejo, Carnaubal, Jaburu I, Cipoada, Aduato Bezerra, Trapiá, São José I, Canafístula, Potiretama, Tucunduba, Valério, São José II, Jaburu II, Cupim, Sucesso, Tigre e Parambú) a partir de projeto executivo elaborado pela GESIN e acompanhamento por parte da COGERH, SRH e SOHIDRA, no qual foi dada ênfase à recuperação das estruturas do maciço e vertedouro (1997).</p>

#### 4. CONCLUSÕES

Verifica-se que o Estado do Ceará mais uma vez mostra o seu pioneirismo, adotando medidas para garantir a segurança das barragens. Tais medidas, adotadas pela COGERH, através da GESIN, atende o exigido pela Lei 12.334/2010. Com cerca de 12 anos de experiência, as ações desenvolvidas pela COGERH serviram de referência para elaboração de manuais do Ministério da Integração Nacional. Muito se avançou, mas muito ainda há que ser feito, notadamente em um estado com intensa rede de reservatórios de acumulação, com açudes de pequeno, médio e grande portes, e com idades que vão até uma centena de anos, e que exige ações continuadas de recuperação e manutenção, de modo a se evitar o uso inadequado, o desfuncionamento e a destruição parcial ou total, com fortes consequências sociais, ambientais e econômicas para a Sociedade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ARARIPE, M. T. M; MALVEIRA, V. T. C. (2011). “Árvore de eventos como ferramenta de quantificação de risco”, XXVIII Seminário Nacional de Grandes Barragens, Rio de Janeiro – RJ.

BRASIL (2010) – Lei 12.334/2010 - Política Nacional de Segurança de Barragens.

MCCULLY, P., *When Things Fall Apart: The Technical Failure of Large Dams* (2001). IN: MCCULLY, P., *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*. Disponível em <http://www.irn.org/basics/ard/pdf/srdamsafety.pdf>.

MENESCAL, R.; MIRANDA, A.; PITOMBEIRA, E. e OLIVEIRA (2004). As barragens e as enchentes. IN: *Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*, Florianópolis.

MENESCAL, R. A. (2009). *Gestão da segurança de barragens no Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará. Doutorado em Recursos Hídricos, Fortaleza.

PEREIRA, R.A; BRAZ, M.G. e CANÇADO, R.Z.L. (2011). “Análise e considerações sobre a lei 12334/2010”, XXVIII Seminário Nacional de Grandes Barragens, Rio de Janeiro – RJ.

PIROLI, C.; BORA, C. F.(2009). *Recuperação de Leituras e Mapeamento Geoestatístico do Nível de Água Subterrâneo de Uma Barragem de Terra do Estado do Paraná*, Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VEESAERT, C.; CARDIA, R.B.R. e TSUZUKI, A.L.Z. (2005). “Segurança de barragens – questões de responsabilidade”, IN: *XXVI Seminário Nacional de Grandes Barragens*, Goiânia.