



PROCEDIMENTOS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DA PARAÍBA

SAFETY PROCEDURES FOR DAMS IN THE STATE OF PARAÍBA

Airton de Oliveira Júnior¹
Luiz Felipe Muniz da Silva²
Maria Aparecida Oliveira da Silva³
Rubens Nelson Leite Cardoso dos Santos⁴
Táissa Guedes Cândido⁵

RESUMO

Os desastres ecológicos têm sido recorrentes no mundo, e no Brasil, sendo os desastres decorrentes com barragens, um problema de discussão e ponto de atenção das autoridades do país. A preocupação do setor da construção civil com esses desastres vem impulsionando pesquisas voltadas aos procedimentos para segurança de barragens. O objetivo deste artigo é abordar métodos para garantir a segurança de barragens no estado da Paraíba, explicitando como evitar que uma barragem venha a se romper, bem como, promover discursões para melhorar os processos atuais e/ou adotar métodos mais eficazes. Metodologicamente o estudo é descritivo, com abordagem qualitativa de caráter bibliográfico. Após os dados coletados conclui-se que para garantir a segurança de barragens devem-se intensificar as inspeções, com utilização de materiais e equipamentos adequados, e assim, corrigir as patologias nas estruturas da barragem, porém para tal conduta, é preciso que os engenheiros se conscientizem das suas responsabilidades sobre como estas devem ser planejadas, construídas, mantidas, utilizadas e inspecionadas de forma correta, seguindo orientações da política de segurança do estado.

Palavras-chave: Métodos. Segurança. Barragens.

ABSTRACT

Ecological disasters have been recurrent in the world, and in Brazil, with disasters resulting from dams, a problem of discussion and point of attention of the country's authorities. The construction industry's concern about these disasters has been driving research aimed at dam safety procedures. The aim of this article is to address methods to ensure the safety of dams in

¹ Graduando de Bacharelado em Engenharia Civil. E-mail: airton.oliveira.junior@gmail.com

² Graduando de Bacharelado em Engenharia Civil. E-mail: luiz.felipe01@icloud.com

³ Graduando de Bacharelado em Engenharia Civil. E-mail: cydynhanascimento@hotmail.com

⁴ Graduando de Bacharelado em Engenharia Civil. E-mail: rubens.nelsonn@hotmail.com

⁵ Professor orientador específico do curso de Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: taissa.candido@estacio.br

the state of Paraíba, explaining how to prevent a dam from breaking, as well as promoting discursions to improve current processes and/or adopt more effective methods. Methodologically, the study is descriptive, with a qualitative bibliographic approach. After the data collected it is concluded that to ensure the safety of dams, inspections should be intensified, using appropriate materials and equipment, and thus correct the pathologies in the dam structures, but for such conduct, it is necessary that engineers become aware of their responsibilities on how they should be planned, built, maintained, used and inspected correctly, following state security policy guidelines.

Keywords: Methods. Safety. Dams.

INTRODUÇÃO

Barragens são estruturas artificiais construídas pelo ser humano com o objetivo de reter grandes quantidades de água destinada para o abastecimento das diversas atividades, como: agricultura, uso doméstico, comercial, industrial e geração de energia. De acordo com a RESOLUÇÃO ANA Nº 236, DE 30 DE JANEIRO DE 2017, Barragem é qualquer obstrução em um curso permanente ou temporário de água para fins de retenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.

A LEI Nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, recentemente alterou a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e o Código de Mineração. A redação dada por essa lei incrementou a definição de barragem como qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.

Segundo Anderáos *et al* (2013), segurança de barragem é definida como condição que vise a manter a integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente, sinalizando para o espectro do que constituiria o dano potencial associado, que deverá ser classificado em alto, médio ou baixo, em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem, conforme artigo específico sobre classificação das barragens.

Após a revolução industrial, esta necessidade permanece e se ampliam como um recurso no combate a enchentes, geração de energia elétrica e para prover recreação (SCHNITTER, 1994).

Contudo como a engenharia de barragens não é uma ciência exata ao ponto de poder eliminar completamente os riscos de um acidente ou incidente, a segurança de barragens deve ser a prioridade máxima em todas as fases de seu desenvolvimento e uso, incluindo o planejamento, projeto, construção e a fase de operação e manutenção (ZUFFO, 2005).

Nos últimos anos tem-se presenciado uma sucessão de eventos de desastres, como enchentes, rompimento de barragens. Estes desastres têm um preço extremamente alto em vidas, provocam danos ambientais, e perda de milhões de dólares. Diante desse contexto, essa pesquisa aborda as principais ações estratégicas para prevenir acidentes e reduzir os riscos de segurança de barragem (PAIVA, 2006).

A responsabilidade civil para ser instaurada deve ser constatada alguns pressupostos, sendo eles: conduta/ação culpa dano e nexos de causalidade. A conduta é o comportamento humano cometido de forma comissiva ou omissiva, culpa é uma característica da conduta exercida que é obtida pelo meio da imprudência, imperícia e negligência. Já o dano consiste no prejuízo sofrido pelo agente e o nexo causal é o vínculo entre o prejuízo sofrido pela vítima e a ação praticada pelo agente (LENZA *et al*, 2018).

O engenheiro civil é o profissional legalmente habilitado, por conta de sua formação e de seus conhecimentos técnicos e científicos, para realizar atividades relacionadas ao projeto, execução e gerenciamento de obras, tais como edificações, rodovias, pontes, viadutos, barragens, entre outros (MENEZES, 2017).

A vistoria de uma barragem é uma análise compreensiva dos elementos físicos e visíveis de uma barragem e das suas estruturas. Caso detectado alguma deficiência que comprometa a segurança geral ou a operação segura da barragem, fazem-se necessárias recomendações para o estudo dela e do seu potencial. O objetivo de uma avaliação segura é primordial para determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional de uma barragem. (PRATA, *et al* 1987).

O descomissionamento não pode resultar em abandono da barragem. Caso esta não tenha sido totalmente removida e/ou demolida, ainda assim pode requerer inspeções periódicas. Uma barragem somente poderá ser abandonada se parte suficiente de sua estrutura tiver sido removida, a ponto de torná-la incapaz de acumular um reservatório que possa

representar ameaça para os habitantes, propriedades ou ao meio ambiente a jusante. (Brasil, 2021)

Após um longo período de discussão sobre o tema de segurança de barragens, foi promulgada no Brasil a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) designadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Além de estabelecer normas de controle da segurança a serem observadas pelos empreendedores e definir quais são os órgãos fiscalizadores, a Lei estabeleceu entre os seus objetivos e fundamentos o de fomentar a cultura da segurança de barragens, a gestão de riscos e a promoção de mecanismos de participação e controle social.

De acordo com a RESOLUÇÃO Nº 24, DE 04 DE MAIO DE 2020, a atividade fiscalizadora da Agência Nacional de Águas (ANA) envolve o acompanhamento e o controle de usos consuntivos ou não da água, incluindo barragens e seus aspectos de segurança, a verificação de irregularidades, a apuração de infrações, a determinação de medidas corretivas e a aplicação de penalidades no caso de cometimento de infrações previstas em Lei. E a fiscalização de segurança de barragens tem como objetivo garantir o atendimento a padrões de segurança, de maneira a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e a minimizar as suas consequências, por meio da avaliação e controle de conformidade quanto aos requisitos estabelecidos nos normativos vigentes que regulamentam a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) ou em atos normativos ou regulatórios ou em instrumentos de fiscalização lavrados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

A PNSB define ANA como instituição responsável por fiscalizar a segurança de barragens de acumulação de água localizadas em rios de domínio da União para as quais emitiu outorga, com exceção daquelas utilizadas para a geração de energia hidrelétrica, que ficam sob a responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (BRASIL, 2016).

Foi estabelecido pela Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, um Relatório de Segurança de Barragens (RSB) que é um dos instrumentos da PNSB. Seus objetivos são apresentar à sociedade um panorama da evolução da segurança das barragens brasileiras, no cumprimento da PNSB, apontar diretrizes para a atuação de fiscalizadores e empreendedores

de barragem e para a atuação da Defesa Civil, e destacar os principais acontecimentos no ano. No âmbito da PNSB, o RSB é elaborado, anualmente, sob a coordenação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que se baseia em informações enviadas pelas 33 entidades fiscalizadoras de segurança de barragens. Posteriormente, a ANA envia o Relatório ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), para apreciação. Em seguida, o CNRH o envia ao Congresso Nacional (BRASIL, 2020).

No estado da Paraíba a ação fiscalizadora cabe à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, criada pela Lei 7.779/05, a qual possui, dentre as suas atribuições, a de fiscalizar, com poder de polícia, a construção e as condições operacionais de poços, barragens e outras obras de aproveitamento hídrico, os usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e da infraestrutura hídrica pública nos corpos de água de domínio estadual e, mediante delegação expressa, nos de domínio da União que ocorrem em território paraibano (AESAs, 2021).

De acordo com o último Relatório de Segurança de Barragens emitido pela ANA, duas barragens da Paraíba indicaram comprometimento estrutural importante e estão em estado crítico (**Figura 01**). Mas a ANA destaca que a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragem no estado mostrou avanço referente ao ano de 2018 onde teve quatro barragens em estado crítico (**Figura 02**). Mucutu, em Juazeirinho: preocupava por erosões talude de jusante; Cachoeira dos Cegos, em Catingueira: preocupava por drenagem danificada; Queimadas, em Queimadas: preocupava por erosões talude de jusante e Saulo Maia, em Areia: preocupa por hidromecânica inoperante (BRASIL, 2021).

Figura 01: Dados do relatório de segurança de barragens 2019.

DADOS DO RELATÓRIO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS 2019															
Fiscalizador		Classificação				Plano de Segurança da Barragem				Atuação dos fiscalizadores					
UF	Entidade Fiscalizadora	Classificadas quanto ao CRI	Submetidas com DPA alto	Submetidas com CRI alto	Submetidas com DPA e CRI altos	com PSB	com ISR ou ISE	com RPSB	com PAE	Quantidade de vistorias in loco	Quantas barragens correspondem estas vistorias?	Quantas barragens foram fiscalizadas via documental?	Total de Autuações	Quantas barragens tiveram empreendedores autuados	Quantas preocupam
AC	IMAC	134	0	2	0	0	0	0	0	21	21	0	0	0	2
AL	SEMARH	91	26	8	7	0	0	0	0	17	35	11	0	0	2
AM	IPAAM	29	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	2
AP	SEMA	10	2	3	2	0	0	0	0	8	6	0	0	0	5
BA	INEMA	363	326	208	198	133	139	30	134	25	25	87	151	69	6
CE	SRH	156	184	17	16	0	0	0	0	85	85	60	0	0	1
DF	ADASA	103	1	0	0	0	0	0	0	8	8	17	3	3	0
ES	AGERH	204	44	54	26	8	0	0	7	138	138	80	0	0	5
GO	SEMAD	40	19	12	10	0	0	0	0	10	10	59	5	5	2
MA	SEMA	10	10	1	1	0	0	0	0	7	21	7	0	0	2
MG	IGAM	182	29	20	7	7	0	7	6	55	91	0	62	62	53
MG	SEMAD	0	0	0	0	22	19	0	22	96	199	0	0	0	2
MS	IMASUL	290	47	22	14	0	0	0	1	16	14	91	4	4	3
MT	SEMA	163	20	15	14	0	0	0	0	25	25	52	0	0	0
PA	SEMAS	149	108	131	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PB	AESA	508	247	240	208	0	0	0	0	10	10	62	64	9	2
PE	APAC	314	139	152	120	0	78	0	0	37	37	444	24	24	9
PI	SEMAR	30	23	15	13	0	0	0	0	18	13	13	0	8	4

Fonte: AESA. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/dados-rsb-2019-portal-snisb/> Acesso em: Junho de 2021.

Figura 02: Dados do relatório de segurança de barragens 2018.

DADOS DO RELATÓRIO DE SAGRANÇA DE BARRAGENS - RSB 2018													
Fiscalizador		Classificação			Plano de Segurança da Barragem				Atuação dos fiscalizadores				
UF	Entidade Fiscalizadora	Submetidas com DPA alto	Submetidas com CRI alto	Submetidas com DPA e CRI altos	com PSB	com ISR ou ISE	com RPSB	com PAE	Fiscalizadas	Autuações	Recuperadas em Virtude de Fiscalizações	Quantas preocupam	
AP	IMAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BA	INEMA	300	197	189	119	133	20	94	0	0	10	7	
CE	SRH	180	16	14	0	111	0	0	79	0	8	8	
DF	ADASA	0	0	0	0	5	0	0	2	4	0	0	
ES	AGERH	10	9	3	0	0	0	0	62	0	3	0	
GO	SECIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
MA	SEMA	10	1	1	8	8	8	8	0	0	0	2	
MG	IGAM	20	6	2	16	8	4	4	0	0	0	1	
MG	SEMAD	0	0	0	0	24	0	0	10	0	30	0	
MS	IMASUL	47	20	12	4	0	0	4	0	0	5	0	
MT	SEMA	15	10	9	1	12	0	0	0	0	0	6	
PA	SEMAS	103	125	103	9	0	0	11	0	0	0	0	
PB	AESA	226	221	187	0	0	0	0	24	0	8	4	
PE	APAC	94	121	84	0	5	0	1	27	0	0	3	
PI	SEMAR	23	15	13	0	0	0	0	9	0	0	2	

Fonte: AESA. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/dados-rsb-2018-portal-snisb/> Acesso em: Junho de 2021.

Uma medida importante que está sendo adotada é o desenvolvimento de um sistema para a inspeção regular (fichas e relatórios) para os empreendedores de barragens e o sistema de fiscalização na página da AESA. Mais segundo a ANA os principais desafios dos órgãos de fiscalização da Paraíba são a regularização das barragens antigas sem documentação e a identificação dos empreendedores de algumas barragens (BRASIL, 2021).

Neste trabalho será citado um dos acontecimentos que chamou bastante atenção aqui na Paraíba, sendo o caso da barragem de Camará localizada na divisa entre Alagoa nova-PB e Alagoa grande-PB.

A escolha do tema se justifica na verificação das ações estratégicas como forma de ações preventivas de acidentes que devem ser realizadas. Demonstrando que tais procedimentos podem influenciar na tomada de decisão e evitar que uma barragem venha a se romper, pois vemos vários acidentes em barragens principalmente por falhas humanas.

Pode-se dizer que uma barragem se rompe basicamente pela negligencia ou imprudência nos procedimentos. Seja pela falta de manutenção durante operação ou algum erro na construção das barragens. Ocasionalmente por falhas nos procedimentos, como a falta de fiscalização, falta de utilização de materiais e equipamentos adequados, bem como, o envolvimento de profissionais capacitados para identificar e corrigir as possíveis patologias nas estruturas das barragens.

O objetivo do trabalho é abordar métodos para garantir a segurança de barragens no estado da Paraíba, explicitando como evitar que uma barragem venha a se romper, bem como, promover discussões para melhorar os processos atuais e/ou adotar métodos mais eficazes. Como objetivos específicos: Entender as políticas adotadas para a segurança de barragens no estado da Paraíba; e Verificar as normas, regulamentações, procedimentos técnicos e instrumentação de barragens no estado da Paraíba.

CARACTERIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS

O estudo das falhas construtivas é feito pela ciência experimental denominada “Patologia das Construções”, que envolve conhecimentos multidisciplinares nas diversas áreas da engenharia (VITÓRIO, 2003).

Portanto, anomalia ou patologia é qualquer procedimento irregular na composição de uma estrutura, manifestando que será necessário adotar uma medida preventiva a fim de regularizar a situação da barragem para que ela opere de forma adequada.

A norma ABNT NBR 15575/2013, diz que a estrutura principal e os elementos que fazem parte do sistema estrutural, comprometidos com a segurança e a estabilidade global da edificação, devem ser projetados e construídos de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizados conforme preconizado em projeto e submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação, segundo instruções contidas no manual de operação, uso e manutenção, devem manter sua capacidade funcional durante toda a vida útil de projeto.

Ainda de acordo com a NBR 15575/2013, devem ser previstas e realizadas manutenções preventivas sistemáticas e, sempre que necessárias manutenções com caráter corretivo. Estas últimas devem ser realizadas assim que o problema se manifestar, impedindo que pequenas falhas progridam às vezes rapidamente para extensas patologias. As manutenções devem ser realizadas obedecendo-se ao manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo incorporador ou construtora e às boas práticas, de acordo com a ABNT NBR 5674.

Basicamente há duas principais razões para que uma barragem venha a se romper. A primeira delas refere-se aos fenômenos ambientais, a qual é chamada de desastre misto, por envolver a falha humana em junção com a força da natureza. Já a segunda razão refere-se apenas à falha humana durante algum processo na edificação, e essa se denomina de desastre tecnológico. Ela é a principal razão de rompimentos de barragens no Brasil e no mundo. Por esse motivo é primordial as medidas como relatórios de segurança, planos de ações emergenciais, registro de dados e constantes revisões na segurança das barragens. (Agência Nacional de Mineração – ANM, 2019). Segundo o Manual de segurança e inspeção de barragens de 2002 da ANA - Todas as barragens devem ser inspecionadas periodicamente para detectar eventuais deteriorações e recomendar ações remediáveis: Com Inspeções de Rotina; Inspeções Formais; Inspeções de Especialista e Inspeções de Emergência. Os tipos de anomalias comumente que podem comprometer a estrutura de uma barragem são: Revências (percolação); Trincas ou fraturas; Instabilidade; Depressões: Recalques localizados;

Afundamentos; Afetadas pela má manutenção: Proteção inadequada do talude; Erosão superficial; Árvores e arbustos; Tocas de animais (BRASIL, 2021).

PONTOS DETERMINANTES PARA A OCORRÊNCIA DA DEGRADAÇÃO ESTRUTURAL

Existem agentes causadores de manifestações patológicas que possuem diversas origens, desde falhas humanas entre o projeto de execução e operação de uma construção, até problemas com a estrutura química nos componentes dos materiais, e/ou ainda, ataques de agentes agressivos ao material de concreto e às armaduras. (SANTOS, 2014).

Existem três grandes grupos para se detalhar a ocorrência da degradação estrutural, que são: as causas intrínsecas de manifestações patológicas, causas extrínsecas, e processo físico de deterioração do concreto armado. Sobre as causas intrínsecas de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, (SOUZA; RIPPER, 1998) classificam essas causas como aquelas em que os processos de deterioração das estruturas são inerentes a elas mesmas, ou seja, as que se originam dos materiais e das peças estruturais, durante as fases de execução ou utilização, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas, inclusive acidentes.

As falhas humanas durante a construção apresentam tantos defeitos construtivos como defeitos de projeto, e possuem na maioria das vezes como responsáveis, devido à baixa qualidade de mão de obra. São citados como principais falhas humanas causadoras de patologias na execução; deficiências de concretagem, inadequação de escoramentos e formas, deficiência nas armaduras, utilização incorreta dos materiais de construção e inexistência de controle de qualidade. (SANTOS, 2014)

Avaliando a deficiência na concretagem, ao método de concretagem estão relacionadas, entre outras, as falhas no transporte, no lançamento e no adensamento do concreto, que podem provocar, por exemplo, a segregação entre o agregado graúdo e a argamassa, além da formação de ninhos de concretagem e de cavidades no concreto. Em termos de transporte do concreto, desde que a massa sai da betoneira até a sua aplicação final, os principais cuidados devem centrar-se na rapidez do processo, que deve ser tal que o

concreto não seque nem perca a trabalhabilidade. Além disso, o tempo de transporte não deverá provocar grandes intervalos entre uma camada de concreto e a anterior, o que provocaria, de imediato, a criação de juntas de concretagem não previstas, conduzindo à formação de superfícies sujeitas à concentração de tensões e perda de aderência. (MAZER, 2008).

De acordo com MAZER, (2008) os meios de transporte não devem provocar a segregação, não permitindo perda de argamassa ou de pasta de cimento, nem promovendo a separação entre os componentes do concreto. Diversas questões estão associadas ao lançamento do concreto nas fôrmas. O lançamento malfeito pode ocasionar o deslocamento das formas e das armaduras, bem como de chumbadores que possam estar embutidos nas peças estruturais. O lançamento em plano inclinado pode levar ao acúmulo de água exsudada, o que ocasionará a segregação entre o agregado graúdo e a nata de cimento ou a argamassa, fazendo com que surjam pontos frágeis na estrutura, facilitando, assim, a ocorrência de focos de corrosão.

Outro fator que tem grande potencial nas manifestações patológicas trata-se do adensamento. Ele desempenha o papel de reduzir ao máximo os vazios do concreto de modo a atribuir maior resistência mecânica e adaptar o concreto nas formas e por entre as armaduras. Contudo quando adensado excessivamente, causa segregação na mistura podendo provocar uma heterogeneidade da resistência mecânica. (TRINDADE, 2015).

A qualidade do lançamento e do adensamento está inteiramente vinculada à resistência, impermeabilidade e durabilidade do concreto endurecido. Esses procedimentos acontecem quase simultaneamente. Para que tal procedimento seja realizado de forma eficaz, deve-se evitar o arrastamento do concreto, e o lançamento do concreto deve ocorrer de modo uniforme, com camadas de mesmo tamanho e evitando-se lançar o mesmo em grandes pilhas e montes. A espessura das camadas lançadas deve ser compatível com o equipamento usado para o adensamento, após o lançamento de uma camada de concreto, esta deve ser adensada antes de receber a próxima, de modo a expulsar o ar aprisionado na pasta de concreto (NEVILLE, 2013).

(SOUZA; RIPPER, 1998) Classificam as causas extrínsecas como sendo aquelas que ocorrem independentemente da estrutura em si, assim como da composição dos materiais como concreto e aço e de erros de execução. De maneira geral podem ser entendidas como os fatores que atacam a estrutura de fora para dentro durante a concepção e vida útil da estrutura.

Falhas humanas durante o projeto O projeto de uma estrutura de concreto armado possui vários fatores que podem, ou não levar o mesmo ao sucesso desejado, má avaliação das cargas, as cargas em uma construção qualquer devem ser avaliadas corretamente a partir de Normas que regulamentam o valor que o engenheiro calculista irá utilizar no projeto para dimensionar as estruturas.

Caso contrário, poderão ocasionar patologias nas estruturas de concreto armado. São divididas em gravitacionais, climáticas e acidentais. Inadequação ao ambiente, a inadequação ao ambiente se refere a casos de estruturas em que o projeto é realizado de maneira correta e estruturalmente não possui falhas ou estas são insuficientes para afetar a resistência mecânica, mas devido a pouca atenção à proteção que possuem contra o meio, acabam por ter sua durabilidade comprometida. Incorreção na interação solo-estrutura é de fundamental importância que os responsáveis técnicos pelas fundações de estruturas de concreto armado entendam e estudem as interações que as mesmas terão com o solo, pois dessa maneira somente a interação entre o solo-fundação poderá ser entendida. Anteriormente as fundações eram calculadas como sendo apoiadas em vínculos indeslocáveis, sendo desconsiderada a deslocabilidade do solo, porém muitas vezes o resultado acaba por ser muito distante da realidade física (SOUZA; RIPPER, 1998).

Processos Físicos de deterioração do concreto Como efeito direto e visível da atuação dos agentes extrínsecos e intrínsecos, os processos físicos de deterioração são muitas vezes o sincretismo dos dois últimos. Fissuração As fissuras geralmente consistem nas manifestações patológicas que mais chamam atenção dos leigos, devido ao aspecto anti-estético que trazem, juntamente com a sensação de insegurança. Podem ter origem nas causas intrínsecas e extrínsecas, ou na combinação de duas ou mais. A contração Plástica do Concreto Geralmente sua ocorrência se dá em estruturas com grande área superficial, como as lajes (AMARAL, 2011).

O assentamento do concreto/ Perda de aderência esse tipo de fissura que se forma devido ao assentamento do concreto, acarreta o efeito parede, que consiste em um vazio que é formado na parte inferior da barra de aço, assim causando uma perda de aderência e fissuras. (TRINDADE, 2015 apud SOUZA; RIPPER, 1998).

As movimentações de formas e escoramentos, a fissuração por movimentação de formas, se dá geralmente pela ausência de travamento das bordas superiores, de modo que com o movimento e o peso que o processo de concretagem gera, a forma acaba por ficar

suscetível a se deformar, com sua parte superior se deslocando para fora da viga. (TRINDADE, 2015 apud MARCELLI, 2007).

Caracterizam a corrosão das armaduras caracterizam a corrosão das armaduras como sendo a deterioração da camada passivante localizada ao redor da superfície das barras (TRINDADE, 2015 apud SOUZA; RIPPER, 1998).

A desagregação do concreto consiste na desintegração do concreto, com este perdendo sua propriedade de aglomerante. (TRINDADE, 2015).

LEGISLAÇÃO VIGENTE QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS NO ESTADO DA PARAÍBA

Em Outubro de 2020 passou a vigorar A LEI Nº 14.066, DE 30 DE SETEMBRO DE 2020 que altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). (**DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, Publicado em: 01/10/2020, Edição 189, Seção 1, Página 3, Órgão: Atos do Poder Legislativo).

A AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA foi criada pela Lei nº 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia – SERHMACT. Conforme o Art. 3º da lei acima citada, “São objetivos da AESA, o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba”.

A AESA, no uso das suas atribuições legais e estatutárias, estabelece procedimentos para fiscalização para segurança de barragens e recurso hídricos de domínio do Estado da Paraíba e os a delegados pela união. Abaixo (**Quadro 01**) mostraremos as Resoluções, Decretos, Leis Federais e Estaduais, Constituição e Portarias, passando por sua

regulamentação via Conselho Nacional de Recursos Hídricos, até as regulamentações advindas dos órgãos fiscalizadores que dizem respeito à normatização no Estado da Paraíba.

Quadro 01: Legislações Atribuídas à AESA: **Resoluções** (CNRH; CONAMA; AESA; CONJUNTA ANA / AESA; CERH); **Decretos** (Estaduais; Federais); **Leis** (Estaduais; Federais), **Outros** (Portaria).

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICO – CNRH		
ANO	RESOLUÇÃO	OBJETIVO
2006	Resolução nº 68, de 07 de Dezembro de 2006 - CNRH	Estabelece a composição e define suplências para Câmaras Técnicas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
	Resolução nº 67, de 07 de Dezembro de 2006 - CNRH	Aprova o documento denominado Estratégia de Implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos.
	Resolução nº 63, de 24 de Agosto de 2006 - CNRH	Estabelece novos integrantes e define suplências para Câmaras Técnicas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
	Resolução nº 62, de 24 de Agosto de 2006 - CNRH	Estabelece a composição e define suplências para Câmaras Técnicas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
	Resolução nº 58, de 30 de Janeiro de 2006 - CNRH	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências.
2005	Resolução nº 54, de 28 de Novembro de 2005 - CNRH	Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.
	Resolução nº 48, de 21 de Março de 2005 - CNRH	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
	Resolução nº 47, de 17 de Janeiro de 2005 - CNRH	Aprova o aproveitamento hídrico do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.
2004	Resolução nº 39, de 26 de Março de 2004 - CNRH	Institui a Câmara Técnica de Educação, Capacitação, Mobilização Social e Informação em Recursos Hídricos-CTEM.
2003	Resolução nº 32, de 15 de Outubro de 2003 - CNRH	Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.
2002	Resolução nº 29, de 11 de Dezembro de 2002 - CNRH	Define diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais
2001	Resolução nº 16, de 08 de Maio de 2001 - CNRH	Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.
	Resolução nº 15, de 11 de Janeiro de 2001 – CNRH.	Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas.
CONAMA		
ANO	RESOLUÇÃO	OBJETIVO
2006	Resolução nº 377, de 09 de Outubro de 2006 - CONAMA	Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário.
2005	Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005 - CONAMA	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
2002	Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002 - CONAMA	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
	Resolução nº 302, de 20 de Março de 2002 - CONAMA	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.
2001	Resolução nº 284, de 30 de Agosto de 2001 - CONAMA	Dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos de irrigação.

AESA		
ANO	RESOLUÇÃO	OBJETIVO
2019	Resolução nº 02, de 28 de Março de 2019 - AESA	Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.
	Resolução nº 01, de 17 de Janeiro de 2019 - AESA	Dispõe sobre procedimentos administrativos para licença de obra hídrica e outorga de direito de uso de água para poço tubular, em solo cristalino, Estado da Paraíba.
2017	Resolução nº 01, de 18 de Dezembro de 2017 - AESA	Dispõe sobre o estabelecimento de restrições ao uso das águas do Rio Paraíba e dá outras providências.
2016	Resolução nº 04, de 25 de Novembro de 2016 - AESA	Estabelece a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem e da Revisão Periódica de Segurança da Barragem, conforme art. 8º, 10 e 19 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 - a Política Nacional de Segurança de Barragens-PNSB.
	Resolução nº 03, de 11 de Fevereiro de 2016 - AESA	Define a periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e nível de detalhamento das inspeções de segurança regular e especial de Barragem.
	Resolução nº 02, de 26 de Abril de 2016 - AESA	Dispõe sobre o uso de águas captadas no Canal da Redenção, proveniente do Açude Mãe D'Água, em toda a sua extensão.
	Resolução nº 01, de 12 de Abril de 2016 - AESA	Dispõe sobre o estabelecimento de restrições ao uso das águas do Rio Paraíba por seus diferentes usuários.
2015	Resolução nº 02, de 29 de Outubro de 2015 - AESA	Dispõe sobre a suspensão da captação ou retirada d'água à montante e à jusante da Barragem de Acauã, desta até o ponto de captação em Itabaiana e dá outras providências.
	Resolução nº 01, de 15 de Outubro de 2015 - AESA	Dispõe sobre o estabelecimento de restrições ao uso das águas do Rio Paraíba por seus diferentes usuários.
CONJUNTA ANA / AESA		
ANO	RESOLUÇÃO	OBJETIVO
2018	Resolução Conjunta ANA-AESA nº 87 de 05 de Novembro de 2018	Estabelece as condições de uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para o Sistema Hídrico Rio Paraíba - Boqueirão, no Estado da Paraíba, durante o período de pré-operação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF.
	Resolução Conjunta ANA-AESA nº 12 de 05 de Março 2018	Estabelece condições especiais de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) para o Rio Paraíba.
	Resolução Conjunta ANA-AESA nº 11 de 05 de março de 2018	Dispõe sobre o controle da captação de água por carro pipa em mananciais dos diferentes domínios, através de cadastramento e autorização expedida pela AESA.
2017	Resolução Conjunta ANA-AESA nº 1292 de 17 de Julho 2017	Estabelece condições de uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneas para o Sistema Hídrico Rio Paraíba - Boqueirão, durante o período de pré-operação do PISF (até o dia 26/03/2018).
2015	Resolução conjunta ANA-AESA nº 1494, de 18 de Dezembro de 2015	Dispõe sobre o controle da captação de água por carro pipa em mananciais dos diferentes domínios, através de cadastramento e autorização expedida pela AESA.
	Resolução conjunta ANA-AESA nº 960, de 17 de Agosto de 2015	Estabelece condições especiais de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) e na sua bacia hidráulica e procedimentos pertinentes.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH		
ANO	RESOLUÇÃO	OBJETIVO
2021	Resolução CERH nº 031, de 25 de novembro de 2021 - CERH	Aprovação do relatório Progestão 2020.
	Resolução CERH nº 030, de 18 de novembro de 2021 - CERH	Institui o calendário de Reuniões Ordinárias do CERH para ano de 2021.
	Resolução CERH nº 029, de 12 de novembro de 2021 - CERH	Estabelece as atribuições e composições das Câmaras Técnicas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos criados pelo Decreto Estadual nº 40.663, de 21 de outubro de 2020.
2020	Resolução CERH nº 028, de 12 de agosto de 2020 - CERH	Altera o calendário de Reuniões Ordinárias do CERH para ano de 2020.
	Resolução CERH nº 027, de 12 de agosto de 2020 - CERH	Aprova o Relatório Anual de Certificação do Alcance das Metas do período 2019 do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas - PROCOMITÊS, para o Estado da Paraíba.
	Resolução CERH nº 026, de 29 de abril de 2020 - CERH.	Aprovação do relatório Progestão 2020.
2019	Resolução CERH nº 025, de 18 de dezembro de 2019 - CERH	Institui o calendário de Reuniões Ordinárias do CERH para o ano de 2020.
	Resolução CERH nº 024, de 18 de dezembro de 2019 - CERH	O Conselho Estadual de Recursos Hídricos institui Grupo de Trabalho para acompanhamento das ações do PROCOMITÊS no âmbito da Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais e Integração de Procedimentos - CTIL.
	Resolução CERH nº 023, de 18 de junho de 2019 - CERH.	O conselho Estadual de Recursos Hídricos Aprova a certificação do ano do PROCOMITÊS.
	Resolução CERH nº 022, de 20 de maio de 2019 - CERH	Institui o calendário de Reuniões Ordinárias do CERH para o ano de 2019.
	Resolução CERH nº 021, de 23 de abril de 2019 - CERH.	Aprovação do relatório Progestão 2018
2017	Resolução CERH nº 20, de 28 de agosto de 2017 - CERH	O conselho Estadual de Recursos Hídricos Aprova o "Quadro de Metas" do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas - PROCOMITÊS, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
	Resolução CERH nº 19, de 28 de agosto de 2017 - CERH	Aprova o Quadro de Metas do Segundo Ciclo do Programa de Consolidação do Programa de Consolo do Pacto Nacional de Gestão das Águas - PROGESTÃO, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
2013	Resolução nº 18, de 17 de Julho de 2013- CERH	Aprova o Quadro de Metas do Programa de Consolidação do Pacto Nacional de Gestão das Águas- PROGESTÃO, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
2012	Resolução nº 17, de 26 de Junho de 2012- CERH	Dispõe sobre procedimentos administrativos para outorga de direito de recursos hídricos e licença para obra hídrica em poços amazonas ou tubular nos municípios afetados pela estiagem, relacionados nos Decretos no 32.935, de 07 de maio de 2012 e no 32.984, de 28 de maio de 2012, e dá outras providências.

	Resolução nº 16, de 26 de junho de 2012 - CERH	Encaminha à Casa Civil proposta de Decreto que dá nova redação e acrescenta dispositivos aos Decretos nº 32.935, de 07 de maio de 2012 e nº 32.984, de 28 de maio de 2012, que declaram situação de emergência, nas áreas dos municípios que especificam, afetadas por estiagens, e dá outras providências.
2011	Resolução nº 15, de 28 de Setembro de 2011- CERH	Aprova o Plano de Aplicação dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos para o ano 2012.
	Resolução nº 14, de 25 de Agosto de 2011- CERH	Institui a Câmara Técnica de Acompanhamento e Avaliação das Ações do Fundo Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba – CTA.
	Resolução nº 13, de 13 de Junho de 2011- CERH	Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
	Resolução nº 12, de 13 de junho de 2011 - CERH	Encaminha à Casa Civil do Governador proposta de Decreto que regulamenta o uso de água bruta de domínio do Estado, e dá outras providências.
	Resolução nº 11, de 13 de junho de 2011 - CERH	Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Resolução nº 07, de 16 de julho de 2009, que estabelece mecanismos, critérios e valores da cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, e dá outras providências.
	Resolução nº 10, de 23 de março de 2011 - CERH	Institui o calendário de Reuniões Ordinárias do CERH para o ano de 2011.
2010	Resolução nº 09, de 01 de março de 2010 - CERH	Encaminha a Casa Civil proposta de Decreto que regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH, e dá outras providências.
	Resolução nº 08, de 01 de março de 2010 - CERH	Estabelece critérios de metas progressivas obrigatórias de melhoria de qualidade de água para fins de outorga para diluição de efluentes em cursos de água de domínio do Estado da Paraíba.
2009	Resolução nº 07, de 16 de julho de 2009 - CERH	Estabelece mecanismos, critérios e valores da cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, a partir de 2008 e dá outras providências.
2007	Resolução nº 06, de 02 de julho de 2007 - CERH	Dispõe sobre a exigência de medição individualizada de água em condomínios habitacionais no âmbito do Estado da Paraíba.
	Resolução nº 05, de 05 de junho de 2007 - CERH	Dispõe sobre a instalação e as atribuições de Câmaras Técnicas no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.
2005	Resolução nº 04, de 02 de março de 2005 - CERH	Dispõe sobre diretrizes para estabelecer parâmetros e condições visando o acompanhamento e gerenciamento das ações decorrentes da Resolução Nº 687, de 03 de dezembro de 2004, da Agência Nacional de Águas – ANA, que estabelece o Marco Regulatório para a gestão do Sistema Curema - Açú.
2003	Resolução nº 03, de 05 de novembro de 2003 - CERH	Áreas de atuação dos Comitês.
	Resolução nº 02, de 05 de Novembro de 2003- CERH	Estabelece a Divisão Hidrográfica do Estado.
	Resolução nº 01, de 06 de Agosto de 2003- CERH	Estabelece diretrizes para a formação, instalação e funcionamento de Comitês de Bacias.
DECRETOS		
ANO	ESTADUAIS	OBJETIVO
2019	Decreto nº 39.014, de 26 de fevereiro de 2019	Dispõe sobre o cadastramento de obras hídricas construídas e pendentes de regularização até o advento do presente Decreto, para fins de concessão de licenciamento e dá outras providências.
2013	Decreto nº 33.861, de 22 de abril de 2013.	Faz adesão voluntária ao Pacto Nacional pela Gestão das Águas e indica a entidade estadual responsável pela coordenação da implementação do Pacto em âmbito estadual.
2012	Decreto nº 33.613, de 14 de Dezembro de 2012.	Regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, prevista na Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, e dá outras providências.

2011	Decreto Estadual nº 32.670, de 12 de dezembro de 2011	Constitui o Comitê Executivo Estadual do Programa Água para Todos e dá outras providências.
2010	Decreto nº 31.330, de 27 de maio de 2010	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Piranhas Açu como parte integrante do Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
	Decreto nº 31.215, de 30 de abril de 2010	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH, e dá outras providências.
2008	Decreto nº 29.143, de 03 de Abril de DE 2008.	Regulamenta o § 1º do art. 15 da Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, com redação dada pelo art. 3º da Lei nº 8.446, de dezembro de 2007, e dá outras providências
2006	Decreto nº 27.562, de 04 de setembro de 2006	Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul e dá outras providências.
	Decreto nº 27.561, de 04 de setembro de 2006	Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte e dá outras providências.
	Decreto nº 27.560, de 04 de setembro de 2006	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e dá outras providências.
2005	Decreto nº 26.224, de 14 de setembro de 2005	Dispõe sobre a Regulamentação e a Estrutura Básica da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e determina outras providências.
	Decreto nº 26.223, de 14 de setembro de 2005	Dispõe sobre a Estrutura Organizacional Básica da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA e dá outras providências.
	Decreto nº 25.764, de 30 de março de 2005	Dispõe sobre a criação de Câmaras Técnicas no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH e dá outras providências.
2004	Decreto nº 25.563, de 09 de dezembro de 2004	Estabelece os critérios e valores para compensação dos custos de análise do processo e vistoria para fins de outorga de direito de uso de recursos hídricos.
1997	Decreto nº 19.260, de 31 de outubro de 1997	Regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e dá outras providências.
	Decreto nº 19.258, de 31 de outubro de 1997	Regulamenta o controle técnico das obras e serviços de oferta hídrica e dá outras providências.
	Decreto nº 19.257, de 31 de outubro de 1997	Dá nova redação os dispositivos do Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, aprovado pelo Decreto n.º 18.824, de 02 de abril de 1997, e dá outras providências.
	Decreto nº 19.256, de 31 de outubro de 1997	Dá nova redação e revoga dispositivos do Decreto n.º 18.823, de 02 de abril de 1997, que regulamenta o Fundo Estadual Recursos Hídricos, e dá outras providências.
	Decreto nº 19.192 de 09 de outubro de 1997	Cria o Grupo Gestor do "Programa de Desenvolvimento de Recursos Hídricos para o Semi - Árido Brasileiro - PROÁGUA" e dá outras providências.
	Decreto nº 18.824, de 02 de abril de 1997	Aprova o Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH.
	Decreto nº 18.823, de 02 de abril de 1997	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH, e dá outras providências.
1996	DECRETO nº 18.378 DE 31 DE JULHO DE 1996	Dispõe sobre a Estrutura Organizacional Básica do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
DECRETOS		
ANO	FEDERAIS	OBJETIVO
2006	Decreto n.º 5.995, de 19 de dezembro de 2006	Institui o Sistema de Gestão do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, e dá outras providências.
	Decreto de 29 de novembro de 2006	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, com área de atuação localizada nos Estados do Rio Grande do Norte e da

		Paraíba, e dá outras providências.
2005	Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005	Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.
	Decreto de 22 de março de 2005	Institui a Década Brasileira da Água, a ser iniciada em 22 de março de 2005.
LEIS		
ANO	ESTADUAIS	OBJETIVO
2013	Lei nº 10.165, de 25 de novembro de 2013	Dispõe sobre a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, autoriza instituir o Fundo Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, e dá outras providências.
2010	Lei nº 9.130, de 27 de maio de 2010	Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, conforme especifica e adota outras providências.
2009	Lei nº 8871, de 14 de agosto de 2009	Redefine atribuições, estrutura e denominação da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA; dá nova redação e revoga dispositivos da Lei nº 7.779 de 07 de julho de 2005, que criou a Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba – AESA e da Lei nº 8.186, de 16 de março de 2007, que define a estrutura organizacional da Administração Direta do Poder Executivo Estadual e dá outras providências.
2007	Lei nº 8.446, de 28 de dezembro de 2007	Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.
2006	Lei nº 8.042, de 27 de junho de 2006	Dá nova redação a dispositivos da Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e da Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005, que criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, e determina outras providências.
2005	Lei nº 7.860, de 11 de novembro de 2005	Dá nova redação e complementa dispositivos da Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005, que cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA.
2005	Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005	Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e dá outras providências.
1999	Lei nº 6.756, de 08 de julho de 1999	Institui a Semana Estadual de mobilização em defesa da Água e dá outras providências.
1999	Lei nº 6.761, de 28 de junho de 1999	Institui registro obrigatório para transportadores de água potável e dá outras providências.
1998	Lei nº 6.678, de 19 de novembro de 1998	Proíbe queimadas nas margens das rodovias estaduais e dos mananciais existentes no Estado da Paraíba e dá outras providências.
1996	Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências.
1989	Constituição Estadual de 1989	Dispositivos Pertinentes a Recursos Hídricos.
LEIS		
ANO	FEDERAIS	OBJETIVO
2010	Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

2000	Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
1998	Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
1997	Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
1988	Constituição Federal de 1988	Dispositivos Sobre Recursos Hídricos
PORTARIA		
ANO	PORTARIA	OBJETIVO
2020	Portaria DP nº 012/2020	Estabelece procedimentos para fiscalização dos usos de recursos hídricos de domínio do Estado da Paraíba e os a ele delegados pela união.

Fonte: AESA. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/> Acesso em: Junho de 2021.

IMPACTOS CAUSADOS PELO ROMPIMENTO DE UMA BARRAGEM NUMA REGIÃO PARAIBANA

Os acidentes envolvendo barragens na maioria das vezes provocam grandes problemas sociais, ambientais e econômicos. Bem como, eventuais danos físicos, desde lesões até a morte. Por esse motivo, a atenção e regulamentação deste assunto se fazem necessário e deve ser levado muito a sério. Agora iremos abordar um dos acontecimentos que envolveram a Barragem de Camará localizada no agreste paraibano.

O projeto para a realização da obra de construção da barragem hídrica para abastecimento de água à população da região do Brejo avançou por iniciativa das autoridades locais: Prefeitura Municipal, Poder Legislativo e Poder Executivo e a Diretoria Regional da CAGEPA. A realização da construção da Barragem Hídrica do Camará, executado pelo governador da época, José Targino Maranhão (PMDB), se iniciou então no ano de 2000, e foi inaugurada em 2002 (SANTOS 2020).

Devido uma falha na estrutura da barragem com intervalo de apenas dois anos de sua inauguração entrou em colapso e se rompeu. Esse rompimento deu vazão às águas acumuladas na represa, que percorreram as cidades seguindo o curso dos rios, causando escoamento de uma grande quantidade de água, se tornando a maior tragédia ambiental já registrada no estado da Paraíba (SANTOS 2020).

O rompimento da barragem hídrica de Camará, localizada no município vizinho em Alagoa Nova/PB, ficou conhecido como o maior desastre de caráter hídrico do Estado da Paraíba, tornando-se precursor de uma grande devastação em alguns dos municípios em seu entorno, em especial Alagoa Grande. A cidade foi a primeira a ser atingida, devido a sua proximidade com a barragem, e teve sua área urbana quase que totalmente inundada, o que causou uma intensa transformação na zona urbana e rural do município, com perdas consideráveis de bens materiais e danos sociais, que são percebidos e sentidos pelos seus habitantes até os dias atuais (SANTOS 2020).

As perdas e os danos causados na cidade de Alagoa Grande afetaram 37 ruas, atingindo diretamente 810 casas, 898 famílias e 3.344 pessoas, além de prejuízos consideráveis que para serem superados, dependem da mobilização e da ação dos três níveis do Sistema Nacional de Defesa Civil, segundo Brasil (1999), que também classifica tal evento extremo quanto a sua intensidade como um desastre de nível IV, ou seja, de grande porte (PAIVA JÚNIOR, 2006).

Segundo a REVISTA DE GEOGRAFIA RECIFE, (2017) São muitas as ações movidas na justiça pelo Ministério Público Federal – MPF para responsabilizar o Governo do estado da Paraíba, bem como as construtoras que executaram a obra pelo rompimento da barragem. Além disso, as obras de reconstrução foram iniciadas em 2011, O interessante é que as obras de reconstrução estão sendo realizadas pelas mesmas empresas que construíram a barragem original e há suspeitas de que houve ilegalidades segundo relatórios do MPF no processo licitatório, o que está

De acordo com o artigo publicado pela (REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS, 2006), o rompimento da Barragem de Camará trouxe vários impactos negativos com consequências sociais ambientais e econômicos. Os impactos acarretados requerem pagamento de indenizações à população atingida, visando à reconstrução da cidade e amenização de trauma psicológico.

Impactos sociais - O impacto social é consequência de alguma ação que afetam uma sociedade de forma positiva ou negativa. As consequências de ordem psicológica no rompimento da barragem de Camará afetaram a saúde de muitos munícipes e até provocaram a morte de pessoas, as quais não suportaram a carga emocional. A morte de cinco pessoas marcou ainda mais a tragédia, das quais quatro eram idosos, o que pode ter dificultado a locomoção e fuga. Os habitantes sofreram um grande abalo psicológico e, muitos perderam a

autoestima. (REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA, 2006), Ainda segundo a revista, a solidariedade, laço ou vínculo recíproco de pessoas ou coisas independentes foi o único impacto positivo destacado pela grande maioria dos entrevistados. As ajudas que vieram não só da população local, como também de boa parte da população paraibana, de outros estados brasileiros e até mesmo de outros países, representados por meio de alimentos, roupas, colchões, medicamentos, cobertores, calçados, água potável, entre outros. Outra demonstração de solidariedade foi o fato de muitas pessoas ao saberem do rompimento, saírem às ruas avisando a população, no sentido de evitar maiores danos, através de meios de comunicação. A norma da ABNT NBR ISO 26000/2010, define que responsabilidade social é a responsabilidade de uma organização pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente, por meio de um comportamento ético e transparente que: Contribua para o desenvolvimento sustentável, inclusive a saúde e o bem estar da sociedade; Leve em consideração as expectativas das partes interessadas: Esteja em conformidade com a legislação aplicável; Seja consistente com as normas internacionais de comportamento e Esteja integrada em toda a organização e seja praticada em suas relações.

Impactos Ambientais - A resolução 001/86 da CONAMA define impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

E de acordo com a resolução 237/97 da CONAMA o Impacto Ambiental Regional é todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.

Após o ocorrido em Camará os impactos ecológicos, os pesquisados destacam o fenômeno do assoreamento devido à erosão, desencadeada também pela ausência de mata ciliar. Elas citam ainda o alargamento da margem do rio, aumentando, por conseguinte a área de destruição. Antes o curso do rio era uma reta, e agora se tornou em forma de Y, com a outra parte dentro da cidade. Desse modo, qualquer volume significativo de água (chuvas) será capaz de inundar a cidade. Outro aspecto citado foi que boa parte da fauna e da flora foi destruída, modificando totalmente a paisagem natural. As culturas agrícolas viraram bancos de areia e tornaram-se imprestáveis ao consumo. Muitos animais foram levados pela

enxurrada, alguns conseguiram sobreviver, mas, a grande maioria não resistiu, tais como: vacas, cavalos, jumentos, galinhas, papagaios, gatos, cachorros e até mesmo algumas criações de peixes. Outro impacto negativo mencionado foi à perda da reserva hídrica, pois a Barragem de Camará tinha por finalidade abastecer Alagoa Grande e municípios vizinhos no período de estiagem. A cidade foi atingida tanto direta como indiretamente, gerando uma transformação da paisagem urbana e rural, do ponto de vista geográfico e humano. (REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA, 2006).

Impactos econômicos - O conceito de impacto econômico ocorrido por uma atividade específica está associado ao resultado final sobre o sistema econômico. A tragédia ocorrida em camará mexeu negativamente com a economia da região. Na agricultura houve destruição de muitas plantações, inclusive de subsistência: milho, macaxeira, feijão, árvores frutíferas, hortas, maxixe, batata e capim; ocasionando prejuízos financeiros, ambientais e sociais, acelerando dessa forma, a problemática da fome no município.

Referente a esses impactos econômicos estão relacionados principalmente à destruição total e parcial das casas comerciais, principalmente porque o rompimento da barragem aconteceu no segundo mês mais lucrativo do ano, junho de 2004, acarretando a queda nas vendas, perda de estoque e em alguns casos, a paralisação do comércio até 72 dias após o acidente. (REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA, 2006).

De acordo com a revista foi apontada perda relacionada ao patrimônio público, devido à acentuada destruição da infraestrutura do município, atingindo galerias pluviais, esgotos, pavimentação, praças, postos de saúde, muros de contenção, pontes, prefeitura e ainda alguns impactos culturais, como a destruição da biblioteca e de algumas escolas municipais, prejuízos econômicos incalculáveis.

METODOLOGIA

Metodologicamente o estudo é descritivo, com abordagem qualitativa de caráter bibliográfico. Foi realizado no formato de revisão da literatura com o intuito de investigar dados bibliográficos acerca de pesquisas voltadas aos procedimentos para segurança de barragens. Como dito, na pesquisa descritiva é realizado um estudo detalhado, com coleta de dados, análise e interpretação dos mesmos. Não há a interação ou envolvimento do pesquisador no assunto analisado.

Segundo Silva e Menezes (2000, p.21),

[...] a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento.

A pesquisa foi desenvolvida a partir de materiais publicadas em livros, artigos, dissertações, teses e normas. Ela pode ser realizada independentemente ou pode constituir parte de uma pesquisa descritiva ou experimental. Segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007, p.61), a pesquisa bibliográfica “constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pelos quais se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme citado por Menezes (2017) o engenheiro é o profissional legalmente qualificado pela execução e gerenciamento de obras. Isso implica que ele não só ficará responsável pela solidez e segurança da obra, mas responderá civilmente por qualquer problema na estrutura. E se o problema proceder de algum desabamento, desmoronamento ou algo que ofereça risco de vida e à propriedade, o engenheiro poderá responder por medida penal ou criminal.

No caso de obras envolvendo barragens, essas na grande maioria são obras consideradas de grande parte, sendo de suma importância que o engenheiro e todos os profissionais envolvidos conheçam os procedimentos para segurança de barragens desde a construção até o controle na operação, a fim de prevenir acidentes envolvendo as barragens. Segundo Prata *et al* (1987), o objetivo de uma avaliação segura em uma vistoria é primordial para determinar as condições relativas à segurança estrutural e operacional de uma barragem. Situação defendida também pelo o Relatório de Segurança de Barragens da ANA onde descreve que todas as barragens devem ser submetidas periodicamente a uma reavaliação de suas condições de segurança, as quais devem ser instrumentadas, de acordo com o seu porte e risco. Um ponto importante descrito no RSB é que não adianta fazer uma leitura e análise de dados da instrumentação, se as medidas corretivas para restabelecer as condições de segurança não forem implementadas.

A Lei 14066/2020 alterou grande parte da Lei 12334/2010 Ela tramitou no congresso e foi sancionada pelo presidente recentemente. Esse processo de alteração da lei impacta diretamente a todos aqueles que estão envolvidos no Sistema Nacional de Segurança de Barragens. Mas isso é um passo muito importante, porque sabemos que o Governo Federal está tomando novas medidas de segurança mediante todos os acontecimentos que temos vivenciado nos últimos anos.

A implantação de Lei 14066/20 mostra que o governo federal está trilhando um caminho visando o futuro de nossas barragens. Esperamos que continuemos nessa pegada e que seja votada ampla rede envolvendo parlamentares, ONGs, companhias, associação de atingidos por acidentes em barragens, sindicatos, instituições científicas e todos os envolvidos no assunto para que novas legislações sejam criadas nos critérios de segurança e sustentabilidade ambiental.

Sabemos que a Segurança de Barragem é algo muito abrangente, e por isso os nós – Engenheiros - devemos estar cada vez mais atentos com as mudanças nesse segmento, avaliando sempre a Gestão de Risco e a Gestão das estruturas.

De acordo com o site do Jornal Correio da Paraíba em entrevista no dia 17/12/2016. A barragem de Camará apresentou trincas alguns anos depois de ter sido reformada em 2012. O entrevistado na época foi o engenheiro projetista Ricardo Holanda o qual realizou inspeção e afirmou que a Barragem não apresentava nenhum problema estrutural, e as supostas rachaduras na verdade era micro fissuras. Mas o problema é que as pessoas da região que passaram pelo desastre, estão com medo e temem nova tragédia.

Após dados analisados conclui-se que os métodos mais eficazes para garantir a segurança de barragens é manter a inspeção de rotina, utilizando os materiais e equipamentos adequados, bem como, envolver profissionais capacitados para identificar e corrigir as possíveis patologias nas estruturas da barragem,

Mas para que isso aconteça é recomendado que o governo junto aos agentes fiscalizadores redobrem a atenção e intensifiquem na qualidade e quantidade das fiscalizações nas barragens afetadas e também as que não sofreram nenhum tipo de rachadura ou perda da estrutura para que tal caso não se repita novamente e que as demais não venham ocorrer tal fato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho podemos concluir que para evitar que uma barragem venha a se romper e assim obter resultados satisfatórios no que diz respeito à segurança de barragem no estado da Paraíba, se faz necessário realizar o Plano de Segurança da Barragem, intensificando o acompanhamento e o controle das barragens desde o início da operação até a fase em curso, seguindo todos os critérios da Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba – AESA, garantindo o atendimento aos padrões de segurança com realização de inspeções regulares e/ou especiais. Estes procedimentos são essenciais para identificar alguma irregularidade, seja ela por fenômenos ambientais ou falha humana, determinando as medidas corretivas para regularização da anomalia, além das manutenções periódicas preventivas e corretivas. Seguindo todos esses procedimentos podemos reduzir assim a possibilidade de acidentes ou desastres e minimizar as suas consequências.

Os órgãos fiscalizadores devem trabalhar em conjunto com as empresas de barragem privada ou pública para minimizar os riscos nas operações que envolvem barragens, através de políticas, estudos e ações voltadas à segurança dessas estruturas no país. O Estado deve ter controle do que está sendo licenciado, monitorar regularmente as barragens, que devem se encontrar em conformidade com os documentos apresentados no licenciamento, a fim de garantir a proteção do meio ambiente e das pessoas que vivem nos entornos desses empreendimentos.

Diante do exposto, recomenda-se como trabalhos futuros a análise de segurança de outras barragens do estado da Paraíba, que causaram grandes impactos socioambientais. Além disso, é necessário analisar se a metodologia adotada pelos órgãos fiscalizadores para classificação, monitoramento e controle dessas estruturas é eficaz, e se as barragens do estado estão sendo utilizadas da forma mais segura possível na região.

A Lei nº14066/20 estabelece apuração de infração e aplicação de penalidade no caso de cometimento de infração prevista em lei. Mas pouco adianta adotar medidas de penalidades, ou fazer análise de dados da instrumentação com vistorias e inspeções se as medidas corretivas que se fizerem necessárias para estabelecer as condições de segurança não forem implantadas.

Concluiu-se que para reduzir os riscos existentes nas barragens, devem ser realizadas inspeções e fiscalizações em todas as barragens envolvendo órgãos ambientais, inclusive nas

barragens antiga sem regularização, e caso seja necessário tomar medidas para ação corretiva o quanto antes.

Segurança e Barragem pode sim, coexistir, mas para isso, é preciso que todos os envolvidos no processo de segurança de barragem se conscientizem de sua responsabilidade sobre o tema e que ponham em prática o que teoricamente parece funcionar.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5674/1999**. Manutenção de edifícios. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT. **NBR ISO 26000/2010**. Diretrizes sobre responsabilidade social. 1ª ed. 2010.

ABNT. **NBR 15575-2/2013**. Edificações habitacionais, Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, 2013.

AESA – **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/> Acesso em: Junho de 2021.

AMARAL, J. C. **Tensões originadas pela retração em elementos de concreto com deformação restringida considerando-se o efeito da fluência**. ed. rev, 113 fls, Dissertação Mestrado em Engenharia das Estruturas, Programa de Pós Graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

ANA - **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/> Acesso em: Junho de 2021.

ANDERÁOS, A.; ARAUJO, L. M. N.; NUNES, C. M. **Classificação de Barragem Quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial Associado – um Exercício**. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos dos Hídricos, Bento Gonçalves, 8p, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.334 de 20 de setembro**, Agência Nacional de Águas - ANA, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.066 de 30 de setembro**, Agência Nacional de Águas - ANA, 2020.

BRASIL, **Manual de políticas e práticas de segurança de barragens para entidades fiscalizadoras** / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2016.

BRASIL. **Manual de políticas e práticas de segurança de barragens para entidades fiscalizadoras** / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2020.

BRASIL. **Resolução nº 4, de 15 de fevereiro** / Agência Nacional de Mineração - Brasília: ANM, 2019.

BRASIL. **Resolução nº 24, de 04 de maio** / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2020.

BRASIL. **Resolução nº 236, de 30 de setembro** / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2017.

BRASIL. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro** / Ministério do Meio Ambiente. CONAMA 1997.

CERVO, A. L; BERVIAN, P. A; DA SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

LENZA, P. **Direito Constitucional Esquematizado**. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

MAZER, W. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**, Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2008.

MENEZES, M. W. A. **Responsabilidade civil do Engenheiro Civil Pelos Danos Decorrentes das Atividades por Ele Realizadas**, 2017.

NEVILLE, A. M; **BROOKS, J. J. Tecnologia do Concreto**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PAIVA JÚNIOR, H. B. **Efeitos do rompimento da Barragem de Camará na área urbana do Município de Alagoa Grande-PB**. 115 fls. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

PRATA, M. L. A.; POLLIS, H.; PAVEL, C. O. (trad). **Avaliação da Segurança de Barragens Existentes**, United States Department of the Interior. Bureau of Reclamation, Rio de Janeiro: Eletrobras: Memória da Eletricidade, 170p, 1987.

SANTOS, C. F. **Patologia de estruturas de concreto**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

SANTOS, R.D. **Crescimento Urbano de Alagoa Grande 15 Anos Após Rompimento da Barragem Hídrica do Camará**, Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba, 2020.

SCHNITZER, N. J., **A History of Dams – The Useful Pyramids**, A. A. Balkema / Rotterdam / Brookfield, 1994.

SILVA, A. F. P. **Patologias em estruturas de concreto armado**: Estudo de caso. Patorreb, 6ª Conferência sobre patologia e reabilitação de edifícios, Rio de Janeiro, 10 p., Abr 2018.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. - **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. LED/UFSC. Florianópolis, 2000.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto armado**, 1. ed. São Paulo: Pini, 1998, 259 p.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: Causas, prevenção e recuperação**, 1. Ed. São Paulo: Pini, 1986, 194 p.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Dissertação Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de tecnologia, Santa Maria, 2015.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia**. Recife, 2003.

ZUFFO, M. S. R. **Metodologia para Avaliação da Segurança de Barragens**. 192 fls. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005.