



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA-UFBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SEGURANÇA DE BARRAGENS:
ASPECTOS TÉCNICOS E LEGAIS**

JOSIMAR ALVES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE E HIERARQUIZAÇÃO DE BARRAGENS USANDO
MATRIZ GUT COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DE
RISCO NO CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE
SEGURANÇA DE BARRAGENS.**

Salvador
2018

JOSIMAR ALVES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE E HIERARQUIZAÇÃO DE BARRAGENS USANDO
MATRIZ GUT COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DE
RISCO NO CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE
SEGURANÇA DE BARRAGENS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Segurança de Barragens: Aspectos Técnicos e Legais, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Segurança de Barragens.

Orientador: Professor Dr. Carlos Henrique Medeiros
Professora de Metodologia: Msc. Alzira Ribeiro Mota

Salvador
2018

JOSIMAR ALVES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE E HIERARQUIZAÇÃO DE BARRAGENS USANDO
MATRIZ GUT COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DE
RISCO NO CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE
SEGURANÇA DE BARRAGENS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do grau de Especialista em Segurança de Barragens: Aspectos Técnicos e Legais, Universidade Federal da Bahia.

Aprovado em 31 de janeiro de 2019.

Banca Examinadora



Carlos Henrique Medeiros – Orientador

PhD em Geotechnical Engineering, pela University of Newcastle Upon Tyne, Inglaterra
Ex-Titular da Universidade Estadual de Feira de Santana -UEFS



Luis Edmundo P. Campos

Mestre em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil
Universidade Federal da Bahia -UFBA

Dedico este trabalho a meus pais, João (*in memoriam*) e Maria, a minha querida esposa Ezilda e minha querida filha Yagara pelo apoio, carinho e dedicação com que me acompanharam durante o período deste curso.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Professor Carlos Henrique Medeiros, à Professora Alzira Ribeiro Mota pelas sugestões e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Curso de Especialização em Segurança de Barragens pelas sugestões e estímulo ao desenvolvimento deste trabalho.

À Diretoria e colegas da Agência Nacional de Águas – ANA, pelo apoio em diversos momentos para a realização deste curso, e pela disponibilização e acesso ao dados e informações técnicas sem os quais não seria possível a realização desta pesquisa.

Aos integrantes da banca examinadora, pelas observações e contribuições para o aprimoramento do trabalho.

Finalmente aos meus familiares, pelo apoio, paciência e compreensão nas muitas horas de ausência e dedicadas a realização deste trabalho.

RESUMO

No presente trabalho procurou-se avaliar a aplicação da ferramenta Matriz GUT (Gravidade-Urgência-Tendência) na análise de segurança de barragens e hierarquização de barragens para fins de priorização de ações de fiscalização sob a ótica do órgão fiscalizador de segurança de barragem. A ferramenta mostrou-se de fácil aplicação para avaliar a segurança de barragens, e pode ser aplicada a uma barragem individualmente ou a um conjunto de barragens. Os resultados obtidos permitiram inferir que a metodologia pode ser aplicada pelos órgãos fiscalizadores para orientar a atividades de fiscalização de barragens de modo que se pode obter uma priorização das barragens a serem vistoriadas dentro de um planejamento das ações estabelecido. A metodologia também pode ser facilmente adaptada para empreendedores que tenham um grande número de barragens que também podem aplicar a ferramenta com vistas a priorizar a aplicação de recursos de manutenção das estruturas ou mesmo suas ações inspeção de segurança de barragens. Verificou-se que os bons resultados na aplicação da ferramenta dependem essencialmente de uma boa e adequada avaliação das anomalias e da experiência do profissional de quem a utiliza. Diferentemente da metodologia de classificação de categoria de risco estabelecida pelo CNRH, onde os resultados dependem das características técnicas, do estado de conservação e do plano de segurança da barragem (PSB), a metodologia aplicada na presente pesquisa não depende do estágio de implementação do PSB ou de documentação de projeto.

Palavras-chave: matriz GUT, segurança de barragens, análise de risco.

ABSTRACT

In the present work we tried to evaluate the application of the GUT (Severity-Urgency-Trend) Matrix tool in the analysis of dam safety and dam hierarchization for the purpose of prioritizing inspection actions from the perspective of the enforcement agency. The tool has proved to be easy to apply to assess dam safety and can be applied to a dam individually or to a set of dams. The results obtained allowed to infer that the methodology can be applied by the enforcement agencies to guide the activities of dam inspection so that a prioritization of the dams to be inspected can be obtained within an established planning of actions. The methodology can also be easily adapted for dam owners who have a large number of dams that can also apply the tool with a view to prioritize the application of facilities maintenance features or even their dam safety inspection actions. It was verified that the good results in the application of the tool depend essentially on a good and adequate evaluation of the anomalies and the experience of the professional of who uses it. Differently from the risk category classification methodology established by the CNRH, where the results depend on the technical characteristics, conservation status and dam safety plan (PSB), the methodology applied in the present research does not depend on the stage of implementation of the PSB or project documentation.

Keywords: GUT matrix, dam safety, risk analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tempo de implementação de programas de segurança de barragens em países selecionados	16
Figura 2	Atividades fundamentais da gestão de riscos	21
Figura 3	Distribuição das barragens por Unidade da Federação	36
Figura 4	Distribuição das barragens por Nível de Perigo Global	36
Figura 5	Distribuição das barragens por Volume	37
Figura 6	Distribuição das barragens por Classe de Volume do CNRH	38
Figura 7	Distribuição das barragens por Altura	38
Figura 8	Distribuição das barragens por Categoria de Risco do CNRH	39
Figura 9	Distribuição das barragens por Dano Potencial Associado do CNRH	40
Figura 10	Resultado da hierarquização das barragens	43
Figura 11	Hierarquização das barragens por Categoria de Risco	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Critérios Gerais de Classificação para Categoria de Risco	22
Quadro 2	Classificação para Categoria de Risco	23
Quadro 3	Classificação para Dano Potencial Associado	24
Quadro 4	Categorias e métodos de análise de risco	25
Quadro 5	Matriz GUT	34
Quadro 6	Matriz de Nível de Priorização	35
Quadro 7	Resultado da aplicação da matriz GUT para a barragem Caldeirões/AL	41
Quadro 8	Resultado da aplicação da matriz GUT para a barragem Cocorobó/BA	41
Quadro 9	Resultado da hierarquização das barragens por Categoria de Risco	43
Quadro 10	Resultado da aplicação da matriz GUT	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

ANCOLD - Australian National Committee on Large Dams Incorporated

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ANM - Agência Nacional de Mineração

CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens

CDA - Associação Canadense de Barragens

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

COGERH - Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

CRI – Categoria de Risco

DPA - Dano Potencial Associado

FEMA - Agência Federal de Gerenciamento de Emergências dos Estados Unidos

FERC - Comissão Federal Reguladora de Energia

GUT - Gravidade, Urgência e Tendência

ISE - Inspeção de Segurança Especial

ISR – Inspeção de Segurança Regular

ICOLD – International Commission on Large Dams

NP - Nível de Perigo Global

PAE - Plano de Ação de Emergência

PNSB - Política Nacional de Segurança de Barragens

PSB - Plano de Segurança da Barragem

RP - Revisão Periódicas de Segurança.

RSB - Relatório de Segurança de Barragens

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

USBR – United States Bureau of Reclamation

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>INTRODUÇÃO</i>	<i>11</i>
1. REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1 A SEGURANÇA DE BARRAGENS NO BRASIL E NO MUNDO	14
1.2 GESTÃO, AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO EM BARRAGENS	18
1.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE BARRAGENS	20
1.4 CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO DO CNRH.....	22
1.5 ÍNDICES DE RISCO PARA PRIORIZAÇÃO DE BARRAGENS	24
1.6 O MÉTODO GUT COMO FERRAMENTA DE HIERARQUIZAÇÃO.....	30
2. METODOLOGIA	33
2.1 MATRIZ GUT	33
2.2 BARRAGENS SELECIONADAS	35
2.3 RESULTADOS E ANÁLISES.....	42
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A - Relação de Barragens e Principais anomalias detectadas	53

INTRODUÇÃO

É inegável a relevância que as barragens têm para o desenvolvimento do país, entretanto, muitas barragens rompem anualmente no Brasil pelas mais diversas causas, e isso tem preocupado cada vez a população que convive próximo das barragens e os órgãos responsáveis pela fiscalização, operação e manutenção dessas estruturas.

Um importante marco da segurança de barragens no Brasil foi estabelecido com a criação da Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB, introduzida por meio da Lei nº 12.234, de 20 de setembro de 2010, que tem como principal objetivo a garantia dos padrões de segurança das barragens e reduzir a possibilidade de acidentes e incidentes (BRASIL, 2010).

Para o cumprimento desse objetivo, a PNSB definiu os responsáveis pela fiscalização e estabeleceu os instrumentos para que os órgãos reguladores e fiscalizadores possam regulamentar os aspectos da PNSB e monitorar os barramentos existentes sob sua responsabilidade.

A PNSB conferiu responsabilidades pela segurança de barragens aos empreendedores, responsáveis legais pela segurança da barragem, e aos órgãos fiscalizadores da segurança da barragem, responsáveis pela fiscalização do cumprimento da Lei.

A Lei 12.334/2010 conferiu, também, à Agência Nacional de Águas - ANA, além da responsabilidade pela fiscalização da segurança de barragens por ela outorgadas, o papel de articulação da PNSB junto com os demais órgãos fiscalizadores, e a responsabilidade pela gestão Cadastro Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB e pela coordenação da elaboração do Relatório de Segurança de Barragens – RSB.

A Lei 12.334/2010 também atribuiu ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) a responsabilidade de zelar pela implementação da PNSB, de estabelecer diretrizes para sua implementação, bem como para aplicação de seus instrumentos, para atuação do SNISB e de apreciação o RSB e encaminhá-lo ao Congresso Nacional.

Nesse sentido, o CNRH elaborou a Resolução CNRH nº 143/2012 onde definiu os critérios gerais para classificação de categoria de risco (CRI) e de dano potencial associado (DPA) aplicadas para todas as barragens do Brasil e que devem ser seguidas por todas as entidades fiscalizadoras (CNRH, 2010).

A classificação de categoria de risco definida pelo CNRH é dividida em três níveis de risco (alto, médio e baixo) e considera as informações acerca das Características Técnicas, Estado de Conservação e Plano de Segurança da Barragem da barragem. Segundo o critério estabelecido pelo CNRH as barragens sem informações técnicas recebem pontuação máxima, entretanto, por esse motivo, pode ocorrer que algumas barragens classificadas com CRI alto nem sempre representam uma situação real de risco para a sociedade.

Segundo a Resolução CNRH nº 143/2012 o órgão fiscalizador poderá adotar critérios complementares, para a classificação de categoria de risco ou de dano potencial associado, desde que tecnicamente justificados pelo órgão. Isso dá uma maior flexibilidade aos órgãos

fiscalizadores de segurança de barragens para adaptar os critérios de classificação às suas necessidades.

Verifica-se, ainda, que a classificação de risco proposta pelo CNRH não foi criada para a finalidade de utilização como ferramenta de priorização de ações ou de apoio a decisão para direcionar recursos financeiros em manutenção das estruturas. Entretanto, o resultado da classificação de risco pode influenciar as ações e recursos que o empreendedor deve direcionar para a manutenção das barragens, e também nos critérios que os órgãos fiscalizadores utilizam para priorizar as suas atividades de fiscalização das barragens sob sua responsabilidade.

Com base no problema apresentado, esse trabalho pretende discutir a aplicação de ferramentas de análise de risco para apoiar os órgãos fiscalizadores de segurança de barragens nas ações de fiscalização da PNSB. Pretende-se utilizar a matriz de priorização GUT, proposta por Charles H. Jepner e Benjamin B. Tregoe como ferramenta de apoio à tomada de decisão em problemas complexos na área de administração (KEPNER & TREGOE, 1981). Esse método se baseia na avaliação do risco com base na avaliação da gravidade, urgência e tendência do problema e pode ser útil na avaliação de risco de barragens.

Na presente pesquisa pretende-se avaliar os resultados da aplicação da Matriz GUT como ferramenta de apoio para avaliação do risco e hierarquização de barragens sob a ótica de aplicação do órgão fiscalizador de segurança de barragem. Pretende-se, também, discutir as questões norteadoras sobre a avaliação do risco de barragens, avaliando como a falta de informações técnicas de projeto afeta a classificação de risco das barragens, considerando como a avaliação do risco pode permitir a hierarquização de barragens, e ainda como a adoção de critérios técnicos complementares aos definidos pelo CNRH para hierarquização de barragens pode melhorar a tomada de decisões pelos órgãos fiscalizadores, e consequentemente a percepção e entendimento dos riscos pela sociedade.

A relevância desse tema reside no fato de que um barramento seguro e bem monitorado reduz os riscos de acidentes, proporcionando, assim, segurança à população localizada à jusante das barragens. Ademais, estará em consonância com a política nacional de segurança de barragens do país, uma vez que há uma preocupação cada vez maior da sociedade com a segurança de barragens no presente no momento.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a aplicação da matriz GUT como ferramenta de análise de risco para avaliação e priorização de ações de segurança de barragens, no contexto da Política Nacional de Segurança de Barragens, sob a ótica do órgão fiscalizador de segurança de barragem.

Como objetivos específicos do trabalho pretende-se:

1. Contextualizar aspectos da Política Nacional de Segurança de barragens, destacando o estado da arte das metodologias de avaliação de risco de segurança de barragens.
2. Analisar as características técnicas das barragens que influenciam na avaliação da segurança de barragem.
3. Avaliar a aplicação dos critérios de classificação do CNRH para hierarquização de

barragens de acumulação de água quanto ao risco.

4. Verificar a possibilidade de aplicação da Matriz GUT como ferramenta de apoio para a priorização de ações de fiscalização de barragens.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A SEGURANÇA DE BARRAGENS NO BRASIL E NO MUNDO

O homem tem construído barragens há séculos visando promover o desenvolvimento da sociedade e para o atendimento das mais diversas demandas. Observa-se nas últimas décadas um aumento da preocupação da sociedade com a questão da gestão da segurança das barragens. Essa preocupação não era muito relevante até ocorrerem os primeiros acidentes graves com estas estruturas que aconteceram principalmente nas décadas de 60 e 70.

As barragens desempenham um papel fundamental na fixação e desenvolvimento das populações, promovendo através dos usos múltiplos, a irrigação, o controle de cheias, o abastecimento público e industrial, a produção de energia e as atividades recreativas. A regularização sazonal ou interanual e a transferência entre bacias contribuem para a minimização de assimetrias climáticas e socioeconômicas, potenciando o desenvolvimento de áreas carentes (BAPTISTA, 2008).

Segundo dados do Registro Mundial de Barragens da ICOLD o número mais recente do total de barragens no mundo com altura igual ou maior que 15 metros é superior que 59 mil barragens. Cerca de 49,5% são barragens de uso único, destas cerca de 50% são de irrigação, e os 50,5% restantes são barragens construídas para usos múltiplos, a barragem de terra é o tipo mais comum (ICOLD, 2018). Mais da metade das barragens construídas no mundo está localizada em países em desenvolvimento (BANCO MUNDIAL, 2015).

Segundo ICOLD (1995), as principais causas de acidentes em barragens de terra estão relacionadas a três fatores principais: a) o galgamento (*overtopping*), que corresponde a cerca de 49% de todas as falhas; b) a percolação excessiva e descontrolada (e conseqüente erosão) através do aterro ou da fundação (diversos estudos estatísticos estabelecem que a erosão interna ou a erosão tubular (*piping*) no aterro ou fundação contabilizam aproximadamente 45% de todos os acidentes); c) as causas restantes de acidentes estão relacionadas com a deformação excessiva (14%), deslizamentos nas encostas, a instabilidade sísmica, avaria nas comportas, má construção, etc.

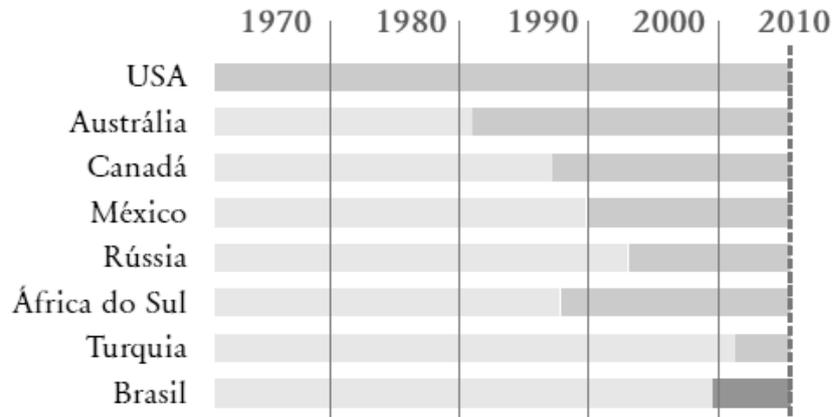
No trabalho publicado pelo Banco Mundial em 2002 (RADLOW, D.; PALMIERI, A.; SALMAN S., 2002) foi apresentada uma análise comparativa profunda do arcabouço

regulatório de segurança de barragens em 22 países, incluindo o Brasil, onde se destacou as principais semelhanças e diferenças nas abordagens adotadas nos países selecionados, ressaltando que em 13 desses países a legislação identifica o proprietário da barragem (empreendedor) com o principal responsável pela segurança e por realizar as inspeções regulares. O estudo também tece recomendações sobre o arcabouço regulatório de segurança de barragens e uma das conclusões principais do trabalho refere-se à necessidade de profissionais qualificados pela condução das inspeções e à necessidade da preparação de um plano para atuar nas situações de emergência de barragens. Os autores destacam que todas estas legislações nacionais ou provinciais de segurança de barragens vêm passando por revisões e desenvolvimento contínuos com a evolução da tecnologia de construção e o aprendizado com os acidentes e incidentes de barragem verificados ao redor do mundo.

Mas é importante notar que nem todos os países do mundo hoje possuem legislação específica sobre segurança de barragens. Os países que estão entre os que possuem normativos mais importantes são: Estados Unidos, Canadá, Austrália, Portugal e Espanha, mas há também legislação em países como Áustria, Reino Unido, Finlândia, França, Alemanha, Holanda, Indonésia, Itália, Noruega, Romênia, África do Sul e Suécia. Na Europa e Estados Unidos foram criadas legislações específicas sobre segurança de barragens em meados de 1970 e 1990 sendo que cada regulamentação observou as características e peculiaridades de cada região (BANCO MUNDIAL, 2015a).

Em relação ao tempo de implementação dos programas de segurança de barragens, verifica-se que o Brasil e a Turquia são os mais recentes, com cerca de oito anos de programa, enquanto os EUA possuem mais de 40 anos. A Figura 1 mostra um diagrama comparativo com o número de anos de existência dos programas de segurança de barragens em alguns países, desde o ano de sua criação até 2015 (BANCO MUNDIAL, 2015).

Figura 1. Tempo de implementação de programas de segurança de barragens em países selecionados. (Fonte: BANCO MUNDIAL, 2015)



Nos Estados Unidos, a segurança de barragens tem grande importância desde os anos 70, quando em 1977, foi iniciada a revisão das atividades federais sobre segurança de barragens. O Congresso Americano promulgou o “The Dam Inspection Act” de 1972, autorizando a elaboração de um programa nacional de inspeção de barragens. Já em 1979, o comitê interagência sobre segurança de barragens publicou um relatório com as primeiras diretrizes para órgãos federais empreendedores de barragens. As diretrizes federais estabeleceram normas de segurança a serem adotadas pelos órgãos federais e empreendedores de barragens reguladas por órgãos federais. As diretrizes discutem práticas e procedimentos administrativos, mas não fixam normas técnicas. O Programa Nacional de Segurança de Barragens dos Estados Unidos é administrado pela FEMA a Agência Federal de Gerenciamento de Emergências dos Estados Unidos. Como parte de sua função supervisora do programa e para garantir que tenha a atenção do Congresso para financiar os programas estaduais de segurança de barragens e as reparações das barragens de alto risco mais crítico, a FEMA apresenta um Relatório Bianual de Segurança de Barragens, com dados fornecidos por todos os órgãos reguladores federais e estaduais do país. (RADLOW & PALMIERI & SALMAN, 2002).

Como outro exemplo internacional de experiência em segurança de barragens cita-se o caso da Austrália. O ANCOLD – Australian National Committee on Large Dams Incorporated, publicou em 1994 uma revisão dos documentos intitulados: Guidelines on Dam Safety Management e Guidelines on Risk Assessment, com o objetivo de contribuir no planejamento,

projeto, construção e operação de grandes barragens e seus reservatórios (RADLOW & PALMIERI & SALMAN, 2002).

Outro país que fez grandes avanços em segurança de barragens é o Canadá, onde a gestão de recursos hídricos uma competência de suas províncias. Na falta de uma legislação provincial específica sobre a segurança de barragens, a conformidade com as diretrizes sobre a segurança de barragens emitidas pela Associação Canadense de Barragens (CDA) em 1999 é usada como evidência da adoção de boas práticas. Províncias como British Columbia, Alberta e Québec já têm suas próprias regulações de segurança de barragens. Apesar de diferenças específicas entre as províncias, a intenção geral fica alinhada com os princípios orientadores da CDA, como no caso do ANCOLD (BANCO MUNDIAL, 2015a).

Em Portugal, a segurança de barragens foi instituída no final dos anos 80 com Regulamento de Segurança de Barragens. O regulamento, inicialmente publicado pelo Decreto-lei nº 11/90 e posteriormente revisto pelo Decreto-Lei nº 344/2007, foi novamente revisto em 2018. O regulamento atual publicado em 2018 (Decreto-Lei nº 21/2018) agrega num único instrumento o Regulamento de Segurança de Barragens (ReSB) e o Regulamento de Pequenas Barragens (RePB). Nessa revisão foi feita uma importante alteração de âmbito de aplicação dos regulamentos anteriores, passando o ReSB a ficar restringido às denominadas grandes barragens, aquelas que são de altura igual ou superior a 15 m, ou que criam barragens de capacidade superior a 1 milhão de metros cúbicos (desde que de altura igual ou superior a 10 m), aplicando-se o RePB a todas as restantes barragens. O Regulamento se aplica às barragens novas (futuras) e às existentes (APA, 2018).

A legislação de segurança de barragens no Brasil foi criada com publicação de Lei 12.334 em 20 de setembro de 2010 que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Apesar da PNSB ser recente, o país possui uma rica história de construção de barragens, desde 1887 quando as foram construídas as primeiras barragens no Nordeste, pelo antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) hoje Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que é atualmente um dos maiores empreendedores de barragens no Brasil, com mais de 300 barragens (ANA, 2017a). Segundo os dados do Relatório de Segurança de Barragens de 2016 (RSB) elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA) existem no Brasil mais de 22 mil barragens construídas para as mais diversas finalidades. Cerca de 92% são barragens de acumulação de água usos múltiplos, quase 3% das

barragens são utilizadas para a geração de energia, 4% são barragens de rejeitos de mineração (ANA, 2017).

Mesmo antes da publicação da Lei 12.334/2010, já existiam documentos técnicos de segurança de barragens que continuam sendo referências de boas práticas de segurança de barragens para empreendedores e engenheiros de barragens no Brasil. Como, por exemplo, o Guia Básico sobre Segurança de Barragens do Núcleo Regional de São Paulo do Comitê Brasileiro de Barragens - CBDB (CBDB, 2001).

Outra referência técnica importante é o Manual de Segurança e Inspeções para Barragens publicado pelo Ministério da Integração Nacional (MI, 2002). Esse manual foi preparado para auxiliar órgãos oficiais vinculados ao Ministério e empreendedores de barragens existentes ou em construção, visando a operação e manutenção seguras de barragens, e contém um conjunto de diretrizes para a segurança de barragens, inclusive um sistema de classificação para categorizar as barragens de acordo com seu risco e dano potencial.

Recentemente, em 2016 a Agência Nacional de Águas publicou uma série de Manuais de Segurança de Barragens, voltados para órgãos fiscalizadores e empreendedores de barragens, incluindo um manual para barragens não abrangidas pela PNSB. Os normativos e publicações da ANA têm sido utilizados como referência para outras Agências fiscalizadoras de barragens como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Agência Nacional de Mineração (ANM) e órgãos estaduais que atuam com segurança de barragens (ANA, 2016).

1.2 GESTÃO, AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO EM BARRAGENS

Nas últimas décadas houve uma crescente preocupação a respeito do tema segurança de barragens e a necessidade de uma maior participação do Estado na garantia da segurança das barragens. Se por um lado é notória a importância das barragens para o desenvolvimento de qualquer sociedade, seja para armazenamento de água para os diversos usos, regularização de vazão, para geração de energia, retenção de resíduos minerais e industriais; por outro lado, essas estruturas podem aumentar a exposição da sociedade a níveis de riscos considerados relevantes, afinal, acidentes com barragens geralmente geram grandes problemas sociais e econômicos e prováveis perdas de vidas (ANA, 2016).

Segundo o Comitê Brasileiro de Barragens - CBDB (CBDB, 2001) risco é probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, para a propriedade ou para o meio ambiente, e pode ser estimado por expectativas matemáticas das consequências de um evento adverso. O risco pode ser entendido também como o produto da probabilidade de ruptura pelas consequências, e é computado para uma variedade de modos potenciais de ruptura, normalmente considerando uma ruptura de barragem como uma liberação descontrolada de água do reservatório (BANCO MUNDIAL, 2015).

Segundo o Manual de Segurança e Inspeção de Barragens do Ministério da Integração Nacional, a barragem (e suas estruturas) deve ser classificada de acordo com as consequências de sua ruptura, e isso se constitui na base para a análise da segurança da barragem e para fixar níveis apropriados de atividades de inspeção. Cada estrutura complementar associada à barragem, pode ser classificada separadamente, e desse modo estruturas como os diques e barragens auxiliares poderiam ser de categorias de risco diferente com relação à barragem principal, dependendo das consequências da ruptura. No caso de considerar-se sistemas de alerta, para redução do potencial de perda de vidas, a confiabilidade de tais sistemas deve ser incorporada em todas as análises e avaliações (MI, 2002).

As barragens normalmente têm sido classificadas em função de seu porte (dimensões, capacidade de acumulação ou capacidade de dispositivos de descarga) e aspectos físicos (a forma da barragem ou o material de construção) que oferecem uma indicação relativamente clara da onda de cheia provocada em caso de ruptura da barragem. No entanto, não levam a uma relação direta com as consequências de uma ruptura. Por essa razão, uma abordagem baseada no risco vem suprir essa lacuna. A abordagem baseada no risco pode ser útil para priorizar as ações a serem adotadas conforme o risco de rompimento que cada barragem apresenta. No mundo todo está havendo uma tendência gradual de migração entre a metodologia padrão básica de classificação de barragens para uma metodologia baseada no risco informado. A avaliação do risco é prática adotada ou em vias de adoção na Austrália, no Canadá, no Reino Unido e em alguns reguladores/empreendedores federais nos Estados Unidos, como o USACE, o U.S. Bureau of Reclamation (USBR) e a Comissão Federal Reguladora de Energia (FERC) (BANCO MUNDIAL, 2015).

Para BAPTISTA (2008) as abordagens orientadas para o risco têm, como grande virtude a possibilidade de avaliação integrada das ações, do desempenho e das consequências, e de

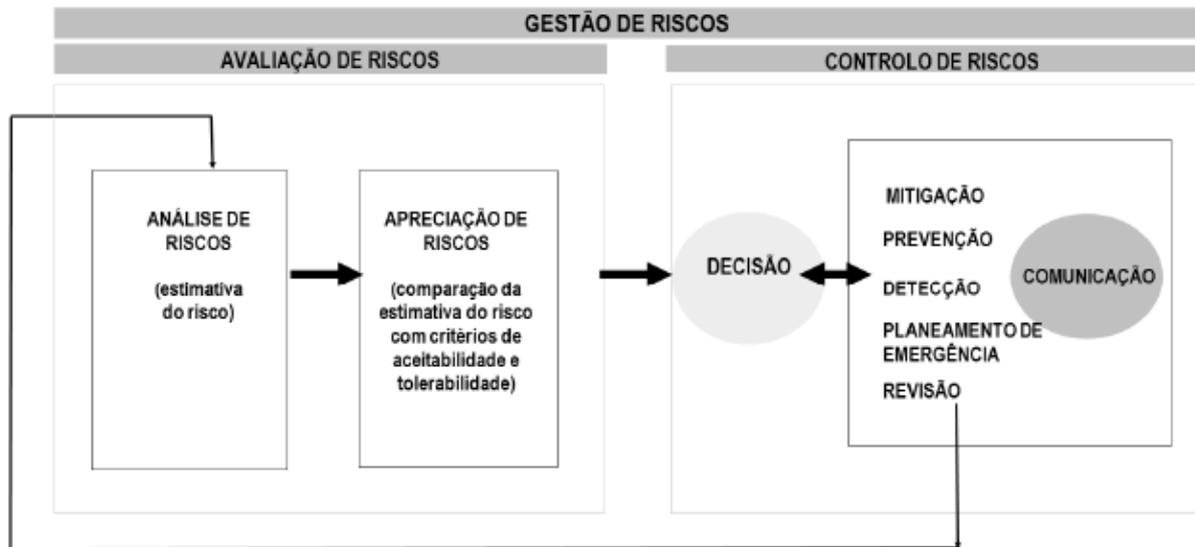
trazer para a discussão técnica e pública as incertezas inerentes aos processos de avaliação do desempenho e de identificação e quantificação de riscos. Segundo a autora, os níveis de risco estrutural, hidráulico e operacional é condicionado às normas e regulamentação em vigor e que não conduzem, naturalmente, a obras com probabilidade nula de ruptura, e portanto, estão associadas a algum nível de risco.

A abordagem baseada em risco pode ser útil para avaliar barragens individualmente ou para grupos de barragens, fazendo uma pontuação relativa do risco de cada uma. Internacionalmente, a abordagem baseada em risco é uma prática padrão. Países como a França, Portugal e Espanha utilizam a abordagem baseada em risco para classificar suas barragens e priorizar o financiamento na tomada de medidas para a redução de riscos, seja através de modificações simples ou por grandes reparos. Esses países usam também os sistemas de classificação de dano potencial para identificar as barragens de acordo com os impactos de suas consequências, mas todas as decisões sobre a segurança de barragens são administradas e tomadas através da abordagem baseada em risco (BANCO MUNDIAL, 2015a).

1.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE BARRAGENS

Para BAPTISTA (2008) a gestão de riscos consiste no desenvolvimento integrado das atividades de análise e avaliação de riscos e de decisão sobre a sua aceitabilidade e/ou tolerabilidade, mitigação, prevenção, detecção, planejamento de emergência, revisão e comunicação de riscos. Para a autora, a gestão de riscos é um conjunto de atividades multidisciplinares envolvendo, não só, os domínios da geologia e da geotecnia, das estruturas, da hidrologia e da hidráulica, dos equipamentos eléctricos e hidromecânicos e do ambiente, mas também as áreas política, social e económico-financeira, como pode-se ver no esquema apresentado na Figura 2. Estas últimas assumem particular destaque na apreciação de riscos e nos processos de decisão e de comunicação.

Figura 2. Atividades fundamentais da gestão de riscos. (Fonte: BAPTISTA, 2008)



Segundo o Banco Mundial, o sistema de classificação de barragens serve de orientação para os reguladores e fiscalizadores da segurança de barragens e tem como objetivo, em termos da segurança estrutural e operacional, a proteção da população, do meio ambiente e da infraestrutura no caso de uma ruptura por falha ou por mau funcionamento. A classificação de segurança de barragens é usada para determinar fatores como: (i) conformidade à legislação, (ii) critérios de fiscalização, (iii) datas de revisão da segurança de barragens, (iv) periodicidade das inspeções, (v) elaboração de PAE, além de outras funções necessárias para garantir a manutenção de um nível adequado de segurança (BANCO MUNDIAL, 2015).

A gestão baseada em risco é um processo que usa informações para auxiliar as decisões tomadas sobre uma ampla gama de atividades de segurança de barragens, abrangendo, por exemplo: periodicidade das inspeções, instrumentação, estudos técnicos, incertezas sobre o nível do risco, necessidade de ações de remediação, priorização de ações de remediação serão adotadas em uma determinada barragem ou grupo de barragens (BANCO MUNDIAL, 2015a).

A classificação deve levar em conta o risco efetivo de danos causado pela cheia devido a ruptura da barragem, considerando-se os seguintes fatores: (a) ruptura devido a eventos extremos, como cheias ou terremotos; (b) características permanentes ou variáveis da barragem (altura, comprimento, tipo, fundação ou idade); (c) condições efetivas da barragem (confiabilidade de seus componentes estruturais, infiltração, deformações ou estabilidade); (d)

programa de segurança da barragem (inspeções/monitoramento e/ou operação/manutenção); (e) danos potenciais causados pela geração e propagação da onda de cheia (características da barragem e do vale); (f) aqueles relacionados à ocupação do vale, em que a altura e a velocidade da onda de cheia poderão causar perda de vidas, perdas econômicas e danos ambientais; (g) danos devido à eficiência do PAE e do programa de defesa civil, inclusive sistemas de alerta e planos de evacuação (BANCO MUNDIAL, 2015).

1.4 CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO DO CNRH

A Resolução nº 143 publicada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2012) em 04 de setembro de 2012, estabelece os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334/2010. Estes critérios são aplicáveis para todas as barragens independentemente do porte ou uso preponderante da barragem.

Segundo o Anexo I.2 desta resolução, a classificação de barragens de acumulação de água quanto a Categoria de Risco considera aspectos da própria barragem que podem influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente, levando em conta os seguintes critérios gerais: (i) Características técnicas (CT); (ii) Estado de conservação (EC); e (iii) Plano de Segurança da Barragem (PS), conforme resumido no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1. Critérios Gerais de Classificação para Categoria de Risco (Fonte: CNRH, 2012 adaptado pelo autor)

Características Técnicas - CT	Estado de Conservação – EC	Plano de Segurança da Barragem – PS
a. Altura	a. Confiabilidade das estruturas extravasoras	a. Documentação de projeto
b. Comprimento	b. Confiabilidade das estruturas de adução	b. Estrutura organizacional
c. Tipo de barragem	c. Percolação	c. Procedimentos segurança
d. Tipo de fundação	d. Deformações e recalques	d. Regra operacional dispositivos descarga
e. Idade	e. Deterioração taludes	e. Relatórios Inspeção e segurança
f. Vazão projeto	f. Eclusa	-

A classificação da Categoria de Risco (CRI) estabelecida pelo CNRH para barragens de acumulação, é obtida a partir da soma ponderada dos critérios, da seguinte forma: $CRI = CT + EC + PS$, sendo classificado conforme a pontuação do Quadro 2 seguinte. Segundo a metodologia proposta pelo CNRH a barragem será automaticamente classificada como categoria de risco alto se houver uma pontuação maior ou igual a 8 em qualquer item de avaliação de Estado de Conservação (EC).

Quadro 2. Classificação para Categoria de Risco (Fonte: CNRH, 2012)

Categoria de Risco (CRI)	Pontuação
Alto	$CRI \geq 60$ ou $EC=8$
Médio	$35 < CRI < 60$
Baixo	$CRI \leq 35$

No caso da classificação de barragens de acumulação de água quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), o CNRH define quatro parâmetros a serem considerados: a) volume total do reservatório; b) potencial de perdas de vidas humanas; c) impacto ambiental; e d) impacto socioeconômico. Nesse caso deve-se considerar aspectos como: (i) existência de população a jusante com potencial de perda de vidas humanas; (ii) existência de unidades habitacionais ou equipamentos urbanos ou comunitários; (iii) existência de infraestrutura ou serviços; (iv) existência de equipamentos de serviços públicos essenciais; (v) existência de áreas protegidas definidas em legislação; (vi) natureza dos rejeitos ou resíduos armazenados; e (vii) volume da barragem.

A classificação do Dano Potencial associado (DPA) para barragens de acumulação, é obtida a partir da soma ponderada dos critérios individuais, e classificado conforme a pontuação do Quadro 3 seguinte:

Quadro 3. Classificação para Dano Potencial Associado (Fonte: CNRH, 2012)

Dano Potencial Associado (DPA)	Pontuação
Alto	$DPA \geq 16$
Médio	$10 < DPA < 16$
Baixo	$DPA \leq 10$

1.5 ÍNDICES DE RISCO PARA PRIORIZAÇÃO DE BARRAGENS

Para a implementação da análise de riscos de uma barragem, em particular, é necessário o conhecimento das barragens e suas infraestruturas associadas e dos respectivos modos potenciais de ruptura. A profundidade e nível de informação e de conhecimento que se exige depende, entre outros aspectos, dos objetivos e do tipo de análise que se pretende desenvolver. A análise de riscos está associada a uma escala de tempo, que determina a necessidade de acompanhamento da evolução do risco durante a vida da obra. (BAPTISTA, 2008).

Como exemplo de experiência internacionais, cita-se o trabalho realizado em 1995 pela South Australian Water Corporation (SAWC) que realizou uma análise de riscos de 16 grandes barragens de abastecimento público e de controle de cheias, para hierarquização e definição de prioridades das medidas estruturais e não estruturais a implementar. Os autores verificaram que, quando adequadamente aplicada, avaliação de risco pode desempenhar um papel vital na integração de outras atividades de segurança de barragens, tais como operações e manutenção, inspeções de rotina, monitoramento e vigilância, revisões periódicas, treinamento de pessoal e conscientização e planejamento de emergência. (Bowles et al., 1998).

No trabalho de BAPTISTA (2008), foi feito um resumo amplo das metodologias de análise de risco e suas aplicações para a segurança de barragens que apresentamos no Quadro 4 a seguir. Destaca-se deste quadro os “índices de riscos” que é atualmente um dos métodos de maior aplicação no âmbito das análises de riscos para barragens. Segundo o autor estes métodos têm sido muito aplicados tanto para análise de uma barragem individualmente como para avaliação de grande número de barragens, as quais se pretende hierarquizar visando à definição de prioridades de intervenção. Os métodos baseados em índices de risco, permitem, de maneira geral, a classificação da barragem (e do seu risco) tendo por base, na maioria dos casos, fontes de perigo, vulnerabilidades/confiabilidade e consequências.

Quadro 4: Categorias e métodos de análise de risco (fonte: BAPTISTA, 2008, adaptado)

Tipo de análise	Métodos	Fase de aplicação	Domínio de aplicação	Objetivos
Análise preliminar de riscos	Índices de riscos	Exploração	Grupo de barragens	<ol style="list-style-type: none"> 1. Classificação das barragens em função do seu risco. 2. Hierarquização das barragens com vista à definição de prioridades de implementação de medidas de prevenção, detecção, mitigação ou correção.
Análises qualitativas ou semi-quantitativas de riscos	Diagramas de localização, causa e indicadores das falhas (LCI)	Exploração	Barragem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação e avaliação de consequências. 2. Identificação e avaliação dos modos de rotura através de conjuntos LCI. 3. Hierarquização dos conjuntos LCI com vista à definição de prioridades de intervenção.
	Registro de riscos e Registro e criticidade de riscos	Projeto Construção Exploração	Barragem Subsistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação de eventos indesejáveis (materialização de estados limite, consequências de rupturas em outros subsistemas, etc.). 2. Identificação dos efeitos ou consequências dos eventos indesejáveis. 3. Identificação dos riscos que devem ser objeto de mitigação. 4. Identificação das medidas de controle desses riscos. 5. Na sua forma semi-quantitativa, além da identificação, promove a avaliação dos eventos indesejáveis, dos efeitos ou consequências e dos riscos.
	Análise dos perigos e da operacionalidade (HAZOP)	Construção Exploração	Subsistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação de eventos indesejáveis no subsistema em análise (estados limite ou outros) a partir de desvios de determinadas grandezas. 2. Identificação das causas desses desvios. 3. Identificação de consequências noutros subsistemas ou sistemas. 4. Identificação das medidas de controlo dos riscos.

Tipo de análise	Métodos	Fase de aplicação	Domínio de aplicação	Objetivos
	Análise do modo e efeito das falhas (FMEA) e Análise do modo, efeito e criticidade das falhas (FMECA)	Projeto Construção Exploração	Barragem Subsistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação de modos de rotura e dos respectivos acontecimentos iniciadores. 2. Identificação dos efeitos no subsistema em análise, em subsistemas interferidos e no sistema e identificação de consequências noutros sistemas. 3. Identificação de medidas de controlo de riscos (nomeadamente de detecção, prevenção e mitigação). 4. Na sua forma semi-quantitativa, além de identificação, promove a avaliação dos modos de rotura e das respectivas consequências, fornecendo informação semi-quantitativa para apoio à tomada de decisão.
Análises quantitativas de riscos	Análise de árvore de eventos	Projeto Construção Exploração	Subsistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação do desempenho expectável da barragem ou subsistema, face a um determinado acontecimento iniciador (sequências de modos de rotura e sequências de sucesso). 2. Identificação das consequências, face à materialização de um determinado modo de rotura que constitui, neste caso, o acontecimento iniciador (análise de consequências). 3. Quantificação da probabilidade de rotura. 4. Quantificação da probabilidade e magnitude das consequências. 5. Informação quantitativa para apoio à tomada de decisão.
	Análise de árvore de falhas	Projeto Construção Exploração	Subsistema Estado limite	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação das sequências que conduzem à materialização da falha (ou rotura). 2. Avaliação da probabilidade de rotura. 3. Informação quantitativa para apoio à tomada de decisão. Pode, também, ser utilizado em análises de consequências, para identificação e avaliação das sequências que conduzem a determinadas consequências.

O Bureau of Reclamation elaborou um manual direcionado para análise de risco de barragens, em que apresenta os critérios de estimativa e avaliação do risco, incluindo uma abordagem para a tomada de decisões baseada na análise de risco, contendo diretrizes para avaliação e comunicação de riscos e para priorizar ações. Como regra geral o manual recomenda o uso da probabilidade anualizada de falha e o incremento de perda de vida anualizado para justificar a urgência e a priorização das ações a serem executadas. Foi recomendado a adoção de um sistema de priorização chamado de Dam Safety Priority Rating System (DSPR) o qual é baseado em cinco níveis de prioridade para apoiar a tomada de decisão (USBR, 2011).

No trabalho de LADEIRA (2007) foi feita uma avaliação qualitativa de segurança da barragem de terra da UHE – São Simão, localizada na divisa dos estados de Minas Gerais e Goiás, sob o cenário de erosão tubular regressiva (*piping*), por métodos probabilísticos, usando o valor de probabilidade estimado pelos métodos de performance histórica (UNSW) e análise por Árvore de Eventos (ETA). O autor usou uma avaliação qualitativa justificando que a utilização de uma abordagem determinística na avaliação de um cenário de ruptura envolve a interação de inúmeras causas, as quais, caso sejam analisadas isoladamente, podem apresentar-se mais complexas do que a análise global do sistema.

No trabalho publicado por FUSARO (2003) a autora propôs uma metodologia para classificação de barragens baseada na avaliação de risco, através do uso de tabelas de índices para compor o cálculo de risco. Foram propostas as seguintes tabelas índices: (a) índices para cálculo da consequência (C), que levam em consideração a capacidade de geração, volume do reservatório e tipo de ocupação das áreas a jusante; (b) índices para cálculo da condição atual das estruturas (VM); (c) itens de projeto usados na concepção da obra comparados a critérios atualmente recomendados para estruturas de terra, estruturas de concreto e extravasores, que definem uma escala de aproximação do projeto usado em relação às recomendações atuais (VP); (d) índice potencial de risco (P), que considera o tipo de barragem, tipo de fundação e idade da obra. Esse método tem sido utilizado pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) desde 2003, para demonstrar aos gestores quais as barragens necessitam ter prioridade e tratamento dos problemas relevantes para a segurança das estruturas, pois estão correlacionadas às vulnerabilidades do empreendimento.

No trabalho de COOLE (2008) foram analisadas diferentes metodologias de análise de risco e o autor concluiu que três metodologias de cálculo dos indicadores de risco sobressaíram-se

em relação às outras por serem mais completas e abrangentes nos quesitos analisados. Essa metodologias são: (a) a proposta para obter uma classificação das barragens sob responsabilidade da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará - COGERH (MENESCAL et al., 2001); (b) a desenvolvida para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP (KUPERMAN et al., 2001); (c) a utilizada para a classificação e para o gerenciamento da segurança das barragens operadas e mantidas pela CEMIG (FUSARO, 2003).

MELO (2014) relacionou vários métodos existentes com potencial de aplicação em análise preliminar de risco de barragens, agrupando em dois subgrupos:

- a. Métodos de análise preliminar de risco em portfólio de barragens baseados em índices: Índice Global de Risco; Índice Global de Risco Modificado; Índice de Lafitte; Metodologia de Classificação de barragens da SABESP; Potencial de Risco; Metodologia de Classificação de barragens da CEMIG e Matrizes de Classificação (Lei 12.334).
- b. Métodos de análise de risco em barragens individuais: Diagramas de Localização, Causa e Indicadores de Falhas (LCI); Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA); Análise por Árvore de Eventos (ETA) e Análise por Árvore de Falhas (FTA).

O autor aplicou os métodos Índices de Risco, LCI e FMEA para hierarquização de barragens avaliando suas vantagens e limitações, realizando uma avaliação pormenorizada e sistêmica de estruturas identificadas como de maior risco. O estudo foi aplicado em uma amostra de 40 barragens de terra e enrocamento operadas pela CEMIG. O autor conclui que, em que pese a variedade e a subjetividade dos métodos qualitativos, os resultados mostram que eles tendem a convergir quanto à análise das barragens com base no risco. A metodologia de aplicação evidencia a viabilidade de avaliação em fases, abrangendo a análise preliminar para portfólio de barragens, seguida pelas análises formais e individuais de risco para as estruturas mais críticas. Segundo o autor, os resultados ratificam a aplicabilidade das técnicas de análise de risco, contribuindo para a consolidação dessa ferramenta no processo de avaliação de risco de barragens.

ZUFFO (2010) apresentou um índice de priorização de risco semi-probabilístico (IPRB) para avaliação de pequenas barragens de terra, enrocamento e mista. O índice foi fundamentado no

teorema das probabilidades totais, e leva em consideração a avaliação de dez subcritérios relacionados às barragens e combina os atributos de avaliação com cinco modos de falha. A metodologia foi aplicada a um estudo de caso de 28 pequenas barragens de material solto situadas na Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), no Estado de São Paulo. Os resultados foram comparados entre a metodologia de índice de avaliação de risco probabilístico-determinístico e os resultados de uma avaliação tradicional de segurança, realizada a partir de um método determinístico Ad Hoc. O resultado do índice de priorização IPRB ofereceu a vantagem de conseguir uma hierarquização inicial para barragens que constam em um mesmo portfólio e permitiu nortear a ordem das barragens que necessitam de estudos posteriores mais aprofundados ou para ajudar a estabelecer requerimentos de vigilância e monitoramento.

MEDEIROS & HOHLENVERGER (2003), apresentaram uma metodologia utilizando as técnicas de construção do Quadro dos Problemas, da Matriz de Conflitos, associados à Matriz GUT, e um Plano de Ação com um elenco de proposições de intervenções preventivas e corretivas, visando solucionar ou minimizar os problemas identificados na área do entorno da barragem do Apertado na Bahia, englobando aspectos de saneamento e saúde pública, de oferta d'água, uso do solo e uso adequado de irrigação. Os autores estabeleceram um Plano de Ação, indicando prioridades para os diversos tipos de intervenções propostas baseado na metodologia 3Q1POC ou 5W1H, usando listas de verificação para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de ações, diagnosticar o problema e planejar soluções. Uma vez identificados os principais problemas referentes à área de preservação permanente e recursos hídricos no entorno do reservatório, os autores apresentaram um do Plano de Ação para minimizá-los ou solucioná-los.

Recentemente, a mesma técnica baseada na matriz GUT foi aplicada por FÁVERI & SILVA (2016) como mecanismo de auxílio na análise e hierarquização de risco de desastres. Segundo os autores ao encarar os riscos como problemas, a ferramenta oferece uma pertinente apreciação das variáveis gravidade (G), urgência (U) e tendência (T), resultando no escalonamento das prioridades. Os autores concluíram que a metodologia GUT pode ser utilizada em conjunto com a técnica tradicional de hierarquização, de forma a melhorar o planejamento e o processo decisório na área.

1.6 O MÉTODO GUT COMO FERRAMENTA DE HIERARQUIZAÇÃO

Na área de administração de empresas é muito comum a utilização de ferramentas de apoio à alta administração da empresa para apoio a tomada de decisões. Uma dessas ferramentas, a matriz GUT desenvolvida por KEPNER & TREGOE (1981), tem como objetivo de orientar decisões mais complexas, isto é, decisões que envolvem muitas questões.

Para PERIARD (2011) a grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que ela auxilia o gestor a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas para o extermínio total ou parcial do problema. A Matriz GUT é uma ferramenta muito utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser atacados pela gestão, bem como para analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e/ou desenvolvidas, em situações como: solução de problemas, estratégias, desenvolvimento de projetos, tomada de decisões etc.

Para SOLILLE (2014) a matriz GUT é útil para priorizar as ações de forma racional, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do problema, permitindo a tomada de decisão menos prejudicial. Esta ferramenta se chama Matriz GUT pela sigla utilizada para resumir as palavras Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T), com base na seguinte definição:

- **Gravidade (G):** associada com a intensidade, profundidade dos danos que o problema pode causar se não atuar sobre eles;
- **Urgência (U):** associada com o tempo para acontecer os dados ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema;
- **Tendência (T):** associada com o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação.

De acordo com a metodologia, para se escalonar o impacto positivo ou negativo da correção do problema é necessário a formulação e resposta dos seguintes questionamentos (MEDEIROS & HOHLENVERGER, 2003):

- **Gravidade (G):** Qual a gravidade do problema? Que efeitos surgirão em longo prazo, caso o problema não seja corrigido? Qual o impacto do problema sobre coisas, pessoas, resultados?
- **Urgência (U):** Qual a urgência de se eliminar o problema? Qual o tempo disponível para resolvê-lo?
- **Tendência (T):** Qual a tendência do problema e seu potencial de crescimento? Será que o problema se tornará progressivamente maior? Será que tenderá a diminuir e desaparecer por si só?

Segundo SOLILLE (2014) as principais vantagens da aplicação da ferramenta GUT são:

- Permitir a alocação de recursos nos tópicos considerados importantes;
- Contribui para elaboração de um planejamento estratégico;
- É de simples implementação;
- Pode ser utilizada para classificação de assuntos diversos;
- É útil para o planejamento de atividades que devem ser realizadas em um determinado período.

Segundo PERIARD (2011) a ferramenta pode ser aplicada tanto a uma barragem individualmente ou para um grupo de barragens e a pontuação final é usada para priorizar as ações a serem tomadas. Os melhores resultados com aplicação da ferramenta dependem da correta atribuição de valores dentro dos critérios definidos e também, fundamentalmente, do conhecimento técnico acerca do problema em análise. O processo de montagem da matriz GUT deve ser feita em três etapas:

- **Primeira:** Deve-se listar todos os problemas relacionados às atividades que você terá que realizar em seu departamento, sua empresa ou até mesmo suas tarefas em casa, por exemplo. Montando uma matriz simples, contemplando os aspectos GUT e os problemas a serem analisados.
- **Segunda:** Em seguida você precisa atribuir uma nota para cada problema listado, dentro dos três aspectos principais que serão analisados: Gravidade, Urgência e Tendência.

- a. **Gravidade (G):** Representa o impacto do problema analisado caso ele venha a acontecer. É analisado sobre alguns aspectos, como: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc. Analisando sempre seus efeitos a médio e longo prazo, caso o problema em questão não seja resolvido;
 - b. **Urgência (U):** Representa o prazo, o tempo disponível ou necessário para resolver um determinado problema analisado. Quanto maior a urgência, menor será o tempo disponível para resolver esse problema. É recomendado que seja feita a seguinte pergunta: “A resolução deste problema pode esperar ou deve ser realizada imediatamente?”;
 - c. **Tendência (T):** Representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade do problema se tornar maior com o passar do tempo. É a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema. Recomenda-se fazer a seguinte pergunta: “Se eu não resolver esse problema agora, ele vai piorar pouco a pouco ou vai piorar bruscamente?”.
- **Terceira:** Após definir e listar os problemas e dar uma nota à cada um deles, é necessário multiplicar os valores de cada um dos aspectos: Gravidade, Urgência e Tendência, para então obtermos aqueles problemas que serão nossas prioridades. Aqueles que apresentarem um valor maior de prioridade serão os que você deverá enfrentar primeiro, uma vez que serão os mais graves, urgentes e com maior tendência a se tornarem piores.

2. METODOLOGIA

Na presente pesquisa foi utilizada uma metodologia de análise de risco baseada na ferramenta GUT de modo similar a proposta por MEDEIROS & HOHLENVERGER (2003) e por FÁVERI & SILVA (2016) para análise e hierarquização do risco.

Tendo em conta o objetivo principal da presente pesquisa que é avaliar a aplicação da Matriz GUT como ferramenta de hierarquização de barragens, pretende-se aplicar a ferramenta a um conjunto de barragens fiscalizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) com a finalidade de priorizar as barragens com base no risco visando orientar as atividades de fiscalização sob a ótica do órgão fiscalizador.

Para desenvolvimento da pesquisa, utilizou-se dados do levantamento de campo realizado pela ANA para a avaliação de segurança de barragens fiscalizadas pela Agência no âmbito da Política Nacional de Segurança de Barragens instituída pela Lei nº 12.334/2010. Os dados utilizados foram obtidos à partir de relatórios de avaliação de segurança das barragens elaborados após a realização de inspeções visuais em campo, onde foram identificadas e avaliadas as anomalias existentes, sua magnitude e impacto na segurança do conjunto de barragens sob responsabilidade de fiscalização da Agência (ANA, 2017).

Apresentamos neste capítulo a descrição da metodologia aplicada através da ferramenta GUT, e as características técnicas das barragens selecionadas para aplicação da metodologia. As análises dos resultados são apresentadas no item 2.3 – Resultados e Análise.

2.1 MATRIZ GUT

A matriz GUT foi escolhida para ser aplicada na presente pesquisa pelo fato de ter sido também usada com sucesso para a avaliação de risco como visto no trabalho de MEDEIROS & HOHLENVERGER (2003) e FÁVERI & SILVA (2016), e também pela sua simplicidade de aplicação como citado por SOLILLE (2014).

A metodologia aplicada foi dividida em 3 etapas, sendo que a primeira se refere ao levantamento e consolidação dos dados de cada barragem individualmente para a avaliação do

risco respectivo. Esse processo é feito com base na avaliação das anomalias de cada barragem a partir das inspeções de campo para a avaliação da segurança global da barragem.

Na segunda etapa do processo é feita a avaliação e consolidação das anomalias de cada barragem e aplicação da pontuação de cada item da matriz GUT baseada na análise do conjunto de anomalias identificadas na etapa anterior. Essa atividade é feita aplicando-se a pontuação de gravidade, urgência e tendência para o conjunto de anomalias da barragem.

A terceira etapa visa a hierarquização das barragens e é feita avaliando os resultados da matriz GUT e agrupando as barragens com base nos valores que definem cada grupo de priorização. Todas as etapas foram feitas com uso de planilhas eletrônicas para auxiliar o processo de análise e interpretação dos dados.

A matriz de pontuação usada na segunda etapa de avaliação de risco foi elaborada com base na matriz aplicada no trabalho de MEDEIROS & HOHLENVERGER (2003), em que cada item da matriz a ser avaliado (Gravidade, Urgência e Tendência) tem pontuação variando de 1 a 5 a depender do análise e situação de cada item, conforme Quadro 5 a seguir. Verifica-se que o valor da pontuação pode variar de 1 a 125, conforme valores máximos a serem aplicados.

Quadro 5: Matriz GUT (fonte: MEDEIROS & HOHLENVERGER, 2003)

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT
5	Os prejuízos ou as dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, a situação irá piorar rapidamente.	125
4	Muito grave	Com alguma urgência	Vai piorar em pouco tempo	64
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar em médio prazo	27
2	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar em longo prazo	8
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar e pode até melhorar	1

Ainda na terceira etapa, após o processo de avaliação do risco, é feita a hierarquização das barragens com base no Quadro 6 a seguir. A metodologia aqui proposta foi baseada no trabalho de MEDEIROS & HOHLENVERGER (2003), onde foi feita uma adaptação dos

níveis de prioridade e adequação dos prazos. Essa proposta estabelecida com base nas necessidades e capacidade de ação do órgão fiscalizador e considera também o tamanho da equipe de fiscalização.

Quadro 6: Matriz de Nível de Priorização (fonte: MEDEIROS & HOHLENVERGER, 2003, adaptado)

Nível de Prioridade	GUT	Prazo/Grau de Hierarquização	Período
1	≥ 100	Imediato	15 dias
2	≥ 60 e < 100	Curto	6 meses
3	≥ 40 e < 60	Médio	12 meses
4	≥ 25 e < 40	Longo	18 meses
5	< 25	Muito Longo	24 meses

2.2 BARRAGENS SELECIONADAS

A metodologia proposta foi aplicada a um conjunto de 74 (setenta e quatro) barragens fiscalizadas pela ANA que se encontram distribuídas em todo o território nacional. As principais características técnicas e as anomalias identificadas nas barragens selecionadas estão listadas no Apêndice A. As características técnicas das barragens foram consolidadas a partir dos relatórios elaborados pela ANA (ANA, 2017) e são apresentados a seguir.

As barragens estão localizadas em 13 estados como pode-se notar na Figura 3 a seguir. Verifica-se que o estado de Pernambuco, com 18 barragens, concentra a maior parte das barragens representando cerca de 24,3% do total, e, segundo lugar, o estado da Paraíba com 13 barragens representando cerca de 17,6% do total das barragens, seguido pelo estado do Rio Grande do Norte com 11 barragens representando cerca de 14,9% do total de barragens.

Quanto o nível de perigo global da barragem (NP), conforme definição da Res. ANA nº 236/2017, cerca de 31 barragens estão classificadas com NP de Alerta, e 29 barragens foram classificadas em NP de Atenção (39,2%), 8 em NP de Emergência (10,8%) e 6 com NP Normal (8,1%). A distribuição do NP da amostra está apresentada na Figura 4 a seguir.

Figura 3. Distribuição das barragens por Unidade da Federação (Fonte: autor)

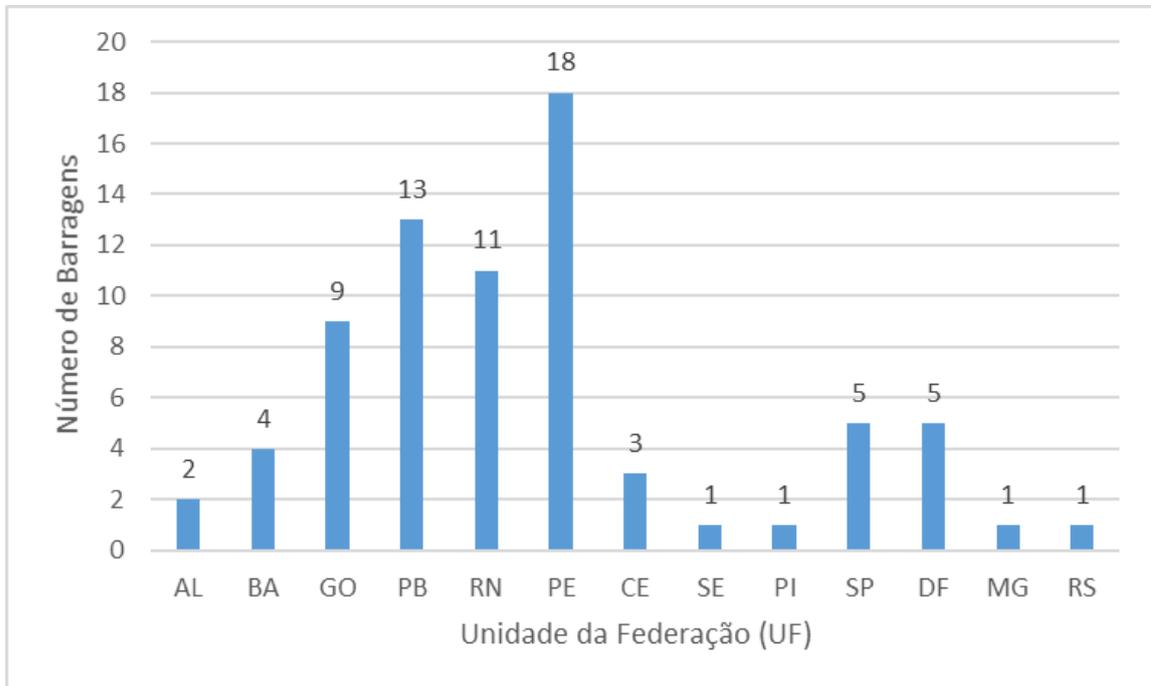
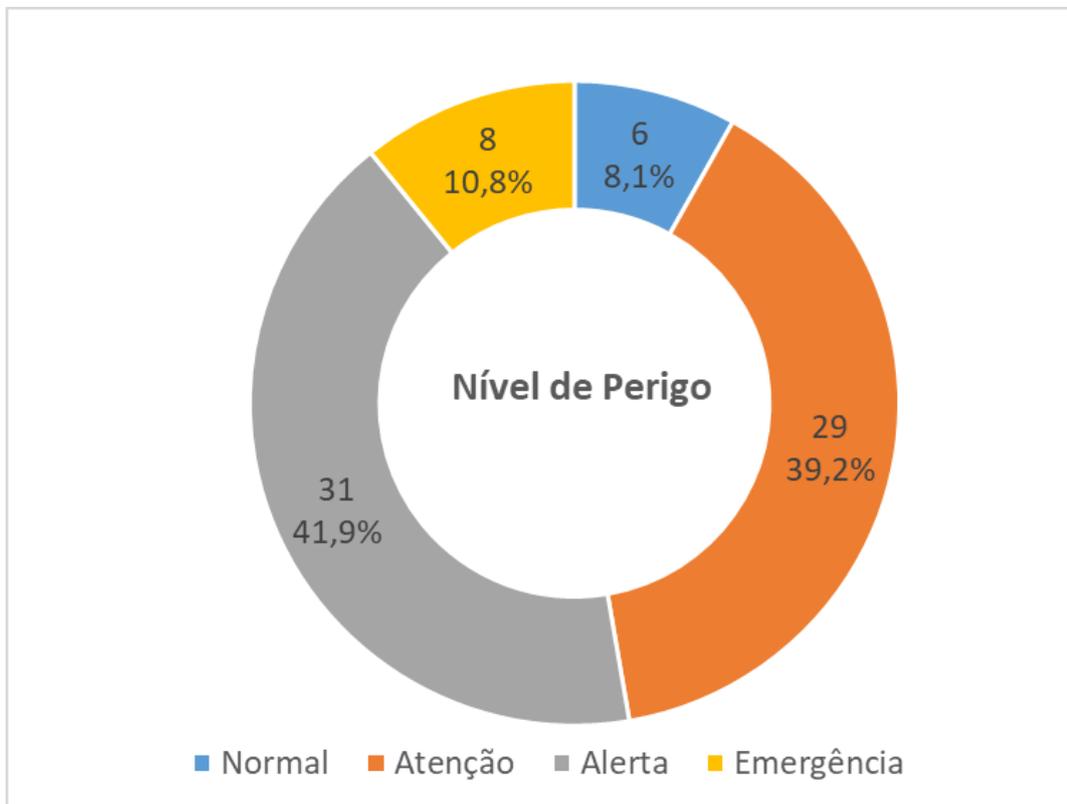
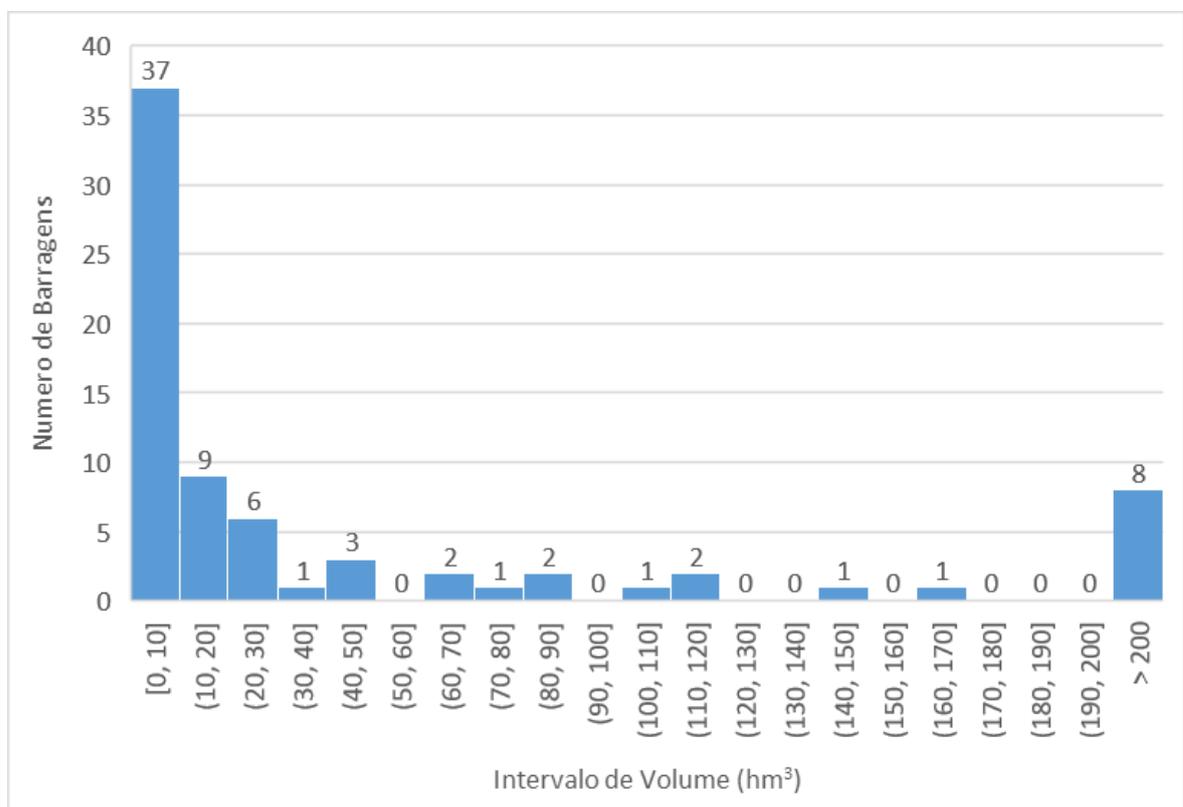


Figura 4. Distribuição das barragens por Nível de Perigo Global (Fonte: autor)



Quanto ao volume acumulado, cerca de 37 barragens (50%) têm volume menor que 10 hm³, e 13 (17,5%) barragens com volume maior que 100 hm³. A distribuição está apresentada na Figura 5 a seguir. A barragem de maior capacidade é a barragem Armando Ribeiro Gonçalves que tem 2.400 hm³.

Figura 5. Distribuição das barragens por Volume (Fonte: autor)



Quanto à classificação de volume, conforme definição da Res. CNRH n° 143/2012, cerca de 30 barragens (40,5%) estão classificadas com volume “Médio” (maior que 5 hm³ e menor que 75 hm³), e 28 barragens (37,8%) estão classificadas com volume “Pequeno” (menor ou igual a 5 hm³), e cerca 21,6% com volume “Grande ou Muito Grande” (maior que 75 hm³) conforme distribuição apresentada na Figura 6 seguinte.

Quanto à altura, cerca de 32 barragens (43,2%) têm altura menor que 15 m, e 26 barragens (35,1%) com altura entre 15 e 26 m e apenas 4 barragens (5,4%) tem altura maior que 48 m como vê-se na Figura 7 que é apresentada a seguir.

Figura 6. Distribuição das barragens por Classe de Volume do CNRH (Fonte: autor)

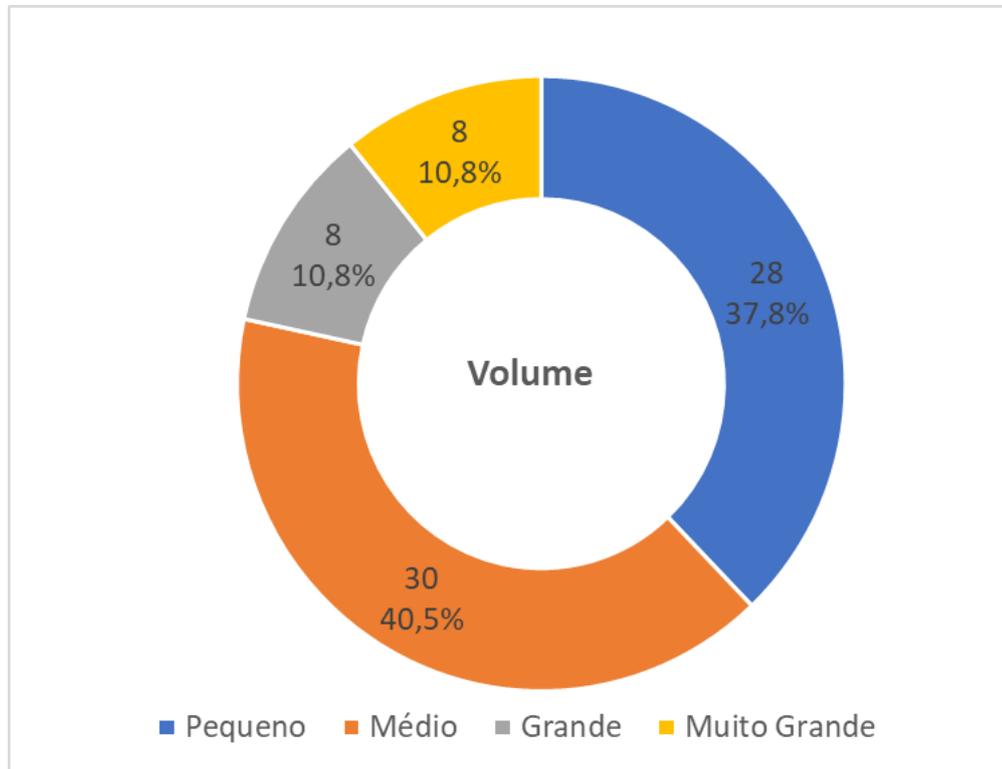
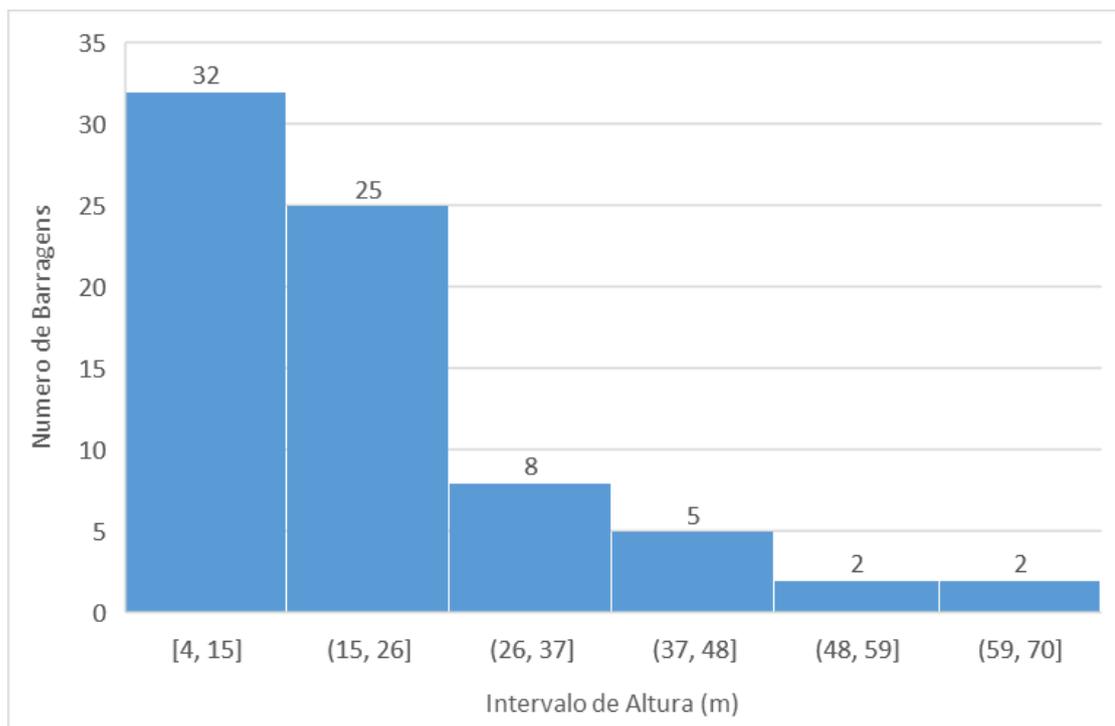
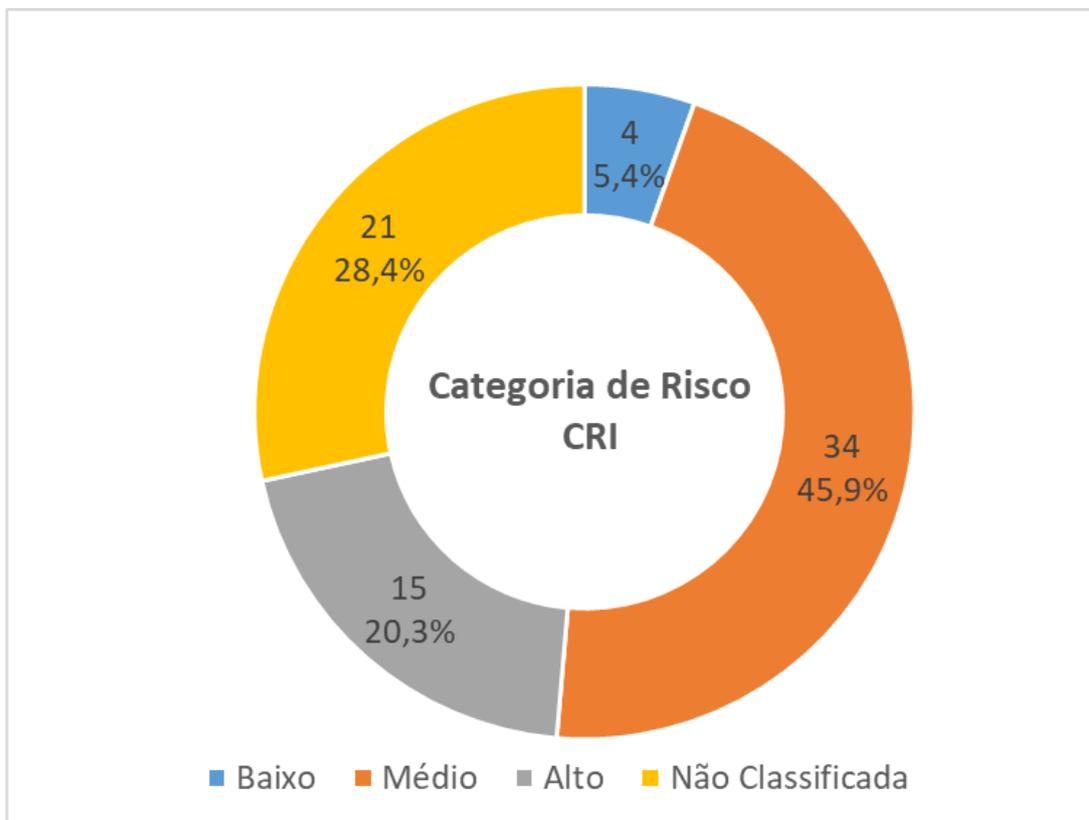


Figura 7. Distribuição das barragens por Altura (Fonte: autor)



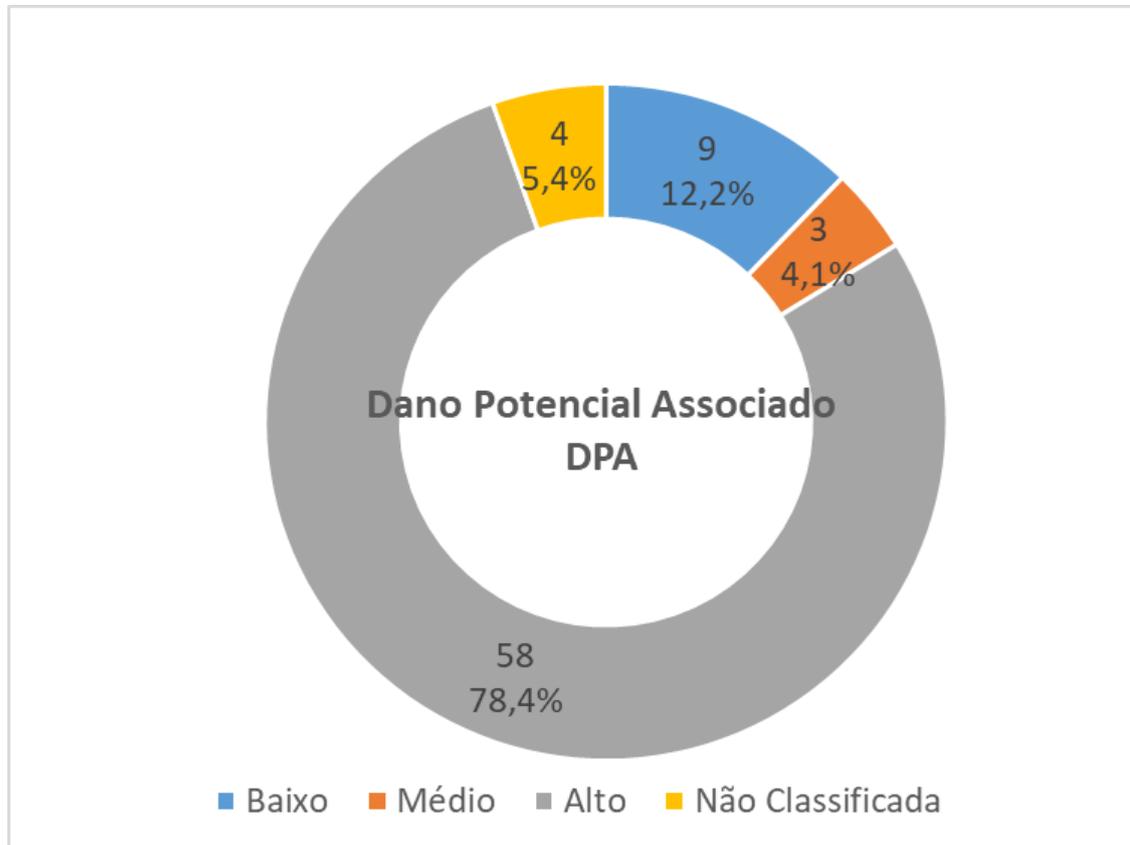
Quanto à classificação de risco, conforme definição da Res. CNRH nº 143/2012, cerca de 34 barragens (45,9%) têm CRI Médio, e 15 barragens (20,3%) têm CRI Alto e apenas 4 barragens apresentam CRI baixo (5,4%). Um total de 21 barragens (28,4%) não foram classificadas pela ANA devido a falta de informações ou estarem ainda em fase de construção. A Figura 8 apresentada a seguir vemos a distribuição das barragens por categoria de risco.

Figura 8. Distribuição das barragens por Categoria de Risco do CNRH (Fonte: autor)



Quanto a classificação de dano potencial associado, conforme definição da Res. CNRH nº 143/2012, cerca de 58 barragens (78,4%) têm DPA Alto, 9 barragens (12,2%) têm DPA Baixo e apenas 3 barragens (4,1%) tem DPA Médio. Algumas barragens não foram classificadas pela ANA devido à falta de informações ou estarem em processo de análise quando ao enquadramento. A Figura 9 apresentada a seguir vemos a distribuição das barragens quanto ao dano potencial associado.

Figura 9. Distribuição das barragens por Dano Potencial Associado do CNRH (Fonte: autor)



A título de exemplificação da metodologia aplicada, destacamos duas barragens dentre as 74 barragens selecionadas para demonstrar os resultados. Assim, apresentamos nos Quadros 7 e 8 a seguir, as principais anomalias, o resultado da análise realizada com a aplicação da matriz GUT para as barragens Caldeirões/AL e Cocorobó/BA.

Podemos observar que, com base nas anomalias identificadas na barragem Caldeirões/AL, a mesma foi avaliada com GUT igual a 24 (G-Gravidade = 2, U-Urgência = 4 e T-Tendência = 3) e prazo “muito longo”, devido à baixa influência que as anomalias encontradas têm sobre a segurança da barragem.

Já a barragem Cocorobó/BA, foi avaliada como GUT igual a 125 (G-Gravidade = 5, U-Urgência = 5 e T-Tendência = 5) e prazo “imediate”, devido à grande influência que as anomalias identificadas têm sobre a segurança da barragem. Esses dois exemplos nos permitem inferir que a aplicação da metodologia GUT tende a refletir a importância das

anomalias identificadas e os prazos avaliados também são compatíveis com a situação de segurança da barragem.

Quadro 7: Resultado da aplicação da matriz GUT para a barragem Caldeirões/AL
(fonte: Autor)

Resultado da Análise	Principais anomalias:
<p>CRI: Médio DPA: Alto G-Gravidade: 2 U-Urgência: 4 T-Tendência: 3 GUT: 24 Prazo: Muito Longo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva nos taludes e na região de jusante do barramento; - Vegetação de grande porte nos taludes do canal de aproximação; - Vegetação de pequeno e médio porte em grande densidade no canal de restituição; - A Barragem não possui leitura e registro da instrumentação de controle; - Canaletas do sistema de drenagem superficial obstruídas; - Sistema totalmente encoberto por vegetação;
 <p style="text-align: right; color: yellow; font-size: small;">23.03.2018 14:12</p> <p>Barragem Caldeirões/AL</p>	

Quadro 8: Resultado da aplicação da matriz GUT para a barragem Cocorobó/BA
(fonte: Autor)

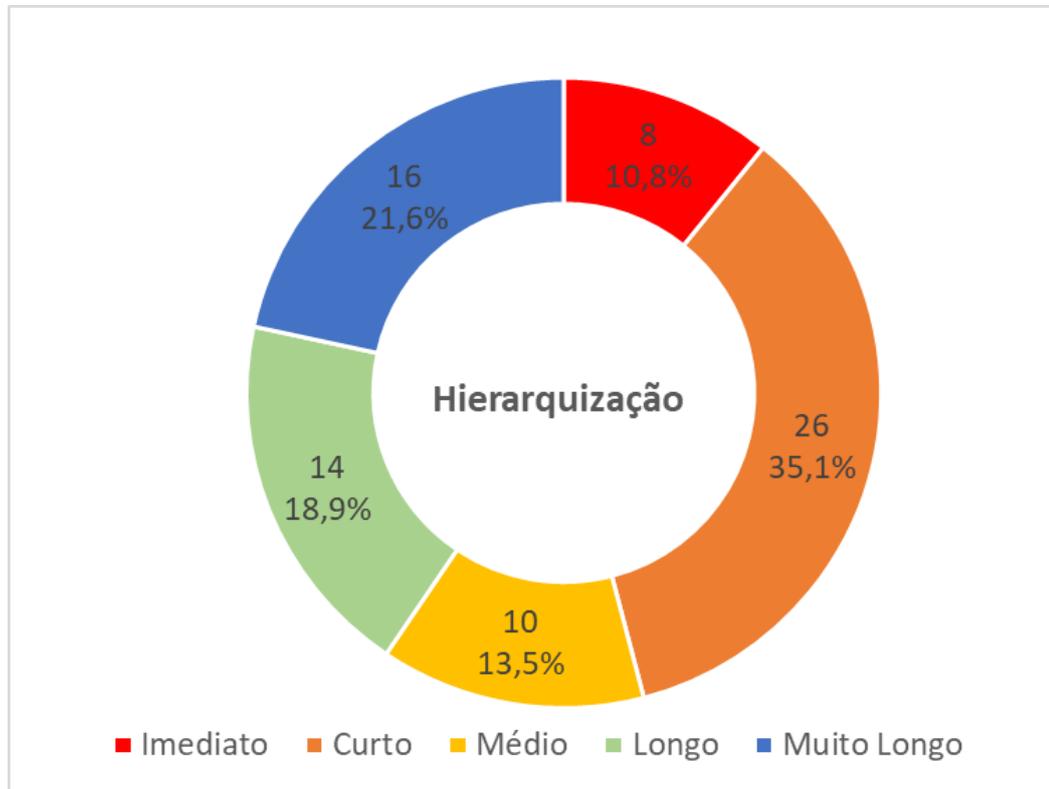
Resultado da Análise	Principais anomalias:
<p>CRI: Alto DPA: Alto G-Gravidade: 5 U-Urgência: 5 T-Tendência: 5 GUT: 125 Prazo: Imediato</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No talude de jusante da barragem principal, verificou-se a ausência do revestimento de proteção e sistema de drenagem superficial precário, fatos esses que contribuíram para o progresso de erosões difusas e concentradas generalizadas e buracos; - Substituição em curto prazo da tubulação da estrutura de descarga e recuperação dos dispositivos de controle (registros e válvulas borboletas), no lado de jusante; - Descalçamento (solapamento) de trechos de canaletas do sistema de drenagem superficial do talude de jusante da barragem principal; - Possíveis surgências de água na região de encontro do talude de

	<p>jusante da barragem principal com a ombreira esquerda;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nesse encontro, verificam-se valas de erosão, canaleta de drenagem superficial destruída, vegetação excessiva e áreas úmidas; - Falta de revestimento de proteção e tráfego excessivo de veículos no coroamento, com surgimento de trilhas, abatimentos e ondulações e pontos de acúmulo d'água; - Buraco junto ao meio fio do coroamento da barragem principal, lado jusante, no qual se criou um caminho preferencial com saída no talude de jusante para água de chuva; - Vegetação excessiva observada em várias regiões dos barramentos e junto ao “pé” do talude de jusante dos barramentos; - No talude de jusante da barragem principal, depressões provenientes da remoção de árvores; - Assoreamento das canaletas horizontais de drenagem superficial no talude de jusante e das caixas de captação de águas pluviais no coroamento da barragem principal; - A Barragem não possui instrumentação de controle;
<div style="text-align: center;">  <p>Barragem Cocoróbó/BA</p> </div>	

2.3 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados da hierarquização das barragens com a aplicação da matriz GUT estão apresentados a seguir. Na Figura 10 a seguir podemos notar que do total de 74 barragens temos 8 barragens (10,8%) agrupadas como prazo “Imediato”, 26 barragens (35,1%) com prazo “Curto”, 10 barragens (13,5%) com prazo “Médio” e cerca de 30 barragens (40,5%) com prazo “Longo” ou “Muito Longo”.

Figura 10. Resultado da hierarquização das barragens (Fonte: autor)

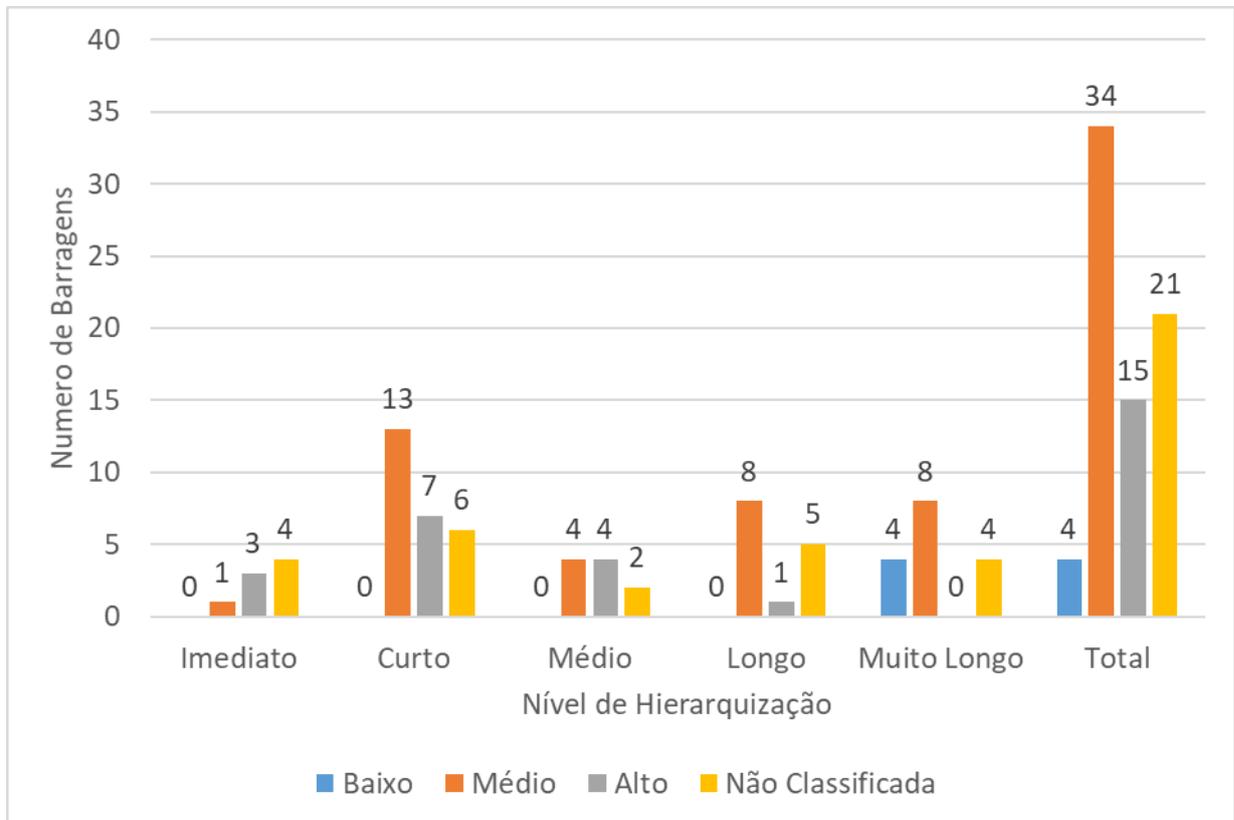


Para fins de análise do resultado da aplicação da metodologia, apresentamos no Quadro 9 e Figura 11 a seguir, a análise comparativa dos resultados obtidos.

Quadro 9: Resultado da hierarquização das barragens por Categoria de Risco (fonte: Autor)

Categoria de Risco (CNRH)	Hierarquização/Prazo					Sub-total
	Imediato	Curto	Médio	Longo	Muito Longo	
Baixo	0	0	0	0	4	4
Médio	1	13	4	8	8	34
Alto	3	7	4	1	0	15
Não Classificada	4	6	2	5	4	21
Total	8	26	10	14	16	74

Figura 11. Hierarquização das barragens por Categoria de Risco (Fonte: autor)



Verifica-se que há uma boa aderência da metodologia GUT proposta quando verificamos que grande parte das barragens classificadas como categoria de risco (CRI) “Baixo” estão com nível de hierarquização “muito longo”, aquelas com CRI “Médio” estão com nível hierárquico distribuído entre as diversas categorias, e aquelas com CRI “Alto” têm nível hierárquico distribuído principalmente entre as categorias “curto e médio”. Verificou-se, também, através dos resultados obtidos que existe um bom grau de similaridade entre a matriz GUT e o nível de perigo (NP) avaliado, considerando que as barragens avaliadas com maior NP apresentaram valores maiores na matriz GUT.

Com os dados obtidos e pela simplicidade da metodologia, verifica-se também que qualquer órgão fiscalizador ou empreendedor pode facilmente construir seu plano de fiscalização ou de vistoria, baseado na metodologia de hierarquização apresentada. Ressalte-se a metodologia pode ser aplicada mesmo naquelas barragens que não foram classificadas quanto a categoria de risco ou dano potencial pela falta de alguma informação.

No Quadro 10 a seguir apresentamos o resultado detalhado da aplicação da metodologia nas 74 barragens da amostra selecionada.

Quadro 10: Resultado da aplicação da Matriz GUT (fonte: Autor)

Nº.	Barragem	UF	CRI	DPA	NP	G	U	T	GUT	PRAZO
1	Caldeirões	AL	Médio	Alto	Alerta	2	4	3	24	Muito Longo
2	Cocorobó	BA	Alto	Alto	Emergência	5	5	5	125	Imediato
3	Rio Paranã	GO	Médio	Alto	Alerta	4	4	3	48	Médio
4	Gasparino	BA	Médio	Alto	Atenção	2	3	2	12	Muito Longo
5	Baião	PB	Alto	Alto	Alerta	3	3	3	27	Longo
6	Cacimba da Várzea	PB	Alto	Alto	Emergência	5	5	5	125	Imediato
7	Coremas	PB	Médio	Alto	Atenção	3	4	4	48	Médio
8	Curimataú	PB	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
9	Direito	PB	Não Classificada	Não Classificada	Atenção	3	3	2	18	Muito Longo
10	Escondido I	PB	Médio	Alto	Atenção	4	3	4	48	Médio
11	Engenheiro Egberto Carneiro da Cunha	PB	Médio	Alto	Atenção	4	4	4	64	Curto
12	Poleiros	PB	Alto	Alto	Alerta	4	4	5	80	Curto
13	Santa Luzia (Tartaruga)	PB	Médio	Alto	Atenção	4	4	4	64	Curto
14	São Gonçalo	PB	Médio	Médio	Alerta	2	3	3	18	Muito Longo
15	São Mamede	PB	Alto	Alto	Alerta	3	4	4	48	Médio
16	Várzea Grande	PB	Médio	Alto	Emergência	5	5	5	125	Imediato
17	Carnaúba	RN	Médio	Alto	Atenção	3	4	4	48	Médio
18	Eng. Arm. Rib. Gonçalves	RN	Médio	Alto	Atenção	4	4	4	64	Curto
19	Esguicho	RN	Médio	Alto	Atenção				0	Muito Longo
20	Itans	RN	Médio	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
21	Japi II	RN	Alto	Alto	Emergência	5	5	5	125	Imediato
22	Ministro João Alves (Boq. de Parelhas)	RN	Alto	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
23	Passagem das Traíras	RN	Alto	Alto	Alerta	5	5	4	100	Curto
24	Pedro Targino Sobrinho	RN	Não Classificada	Não Classificada	Emergência	5	5	5	125	Imediato
25	Sabugi	RN	Médio	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
26	Eng. Francisco Saboia (Poço da Cruz)	PE	Médio	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
27	Ingazeira	PE	Médio	Médio	Atenção	4	4	4	64	Curto
28	Estreito	BA	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
29	Jaburu I	CE	Alto	Alto	Alerta	4	5	3	60	Médio
30	Governador Dionísio Machado	SE	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
31	Cachoeira I	PE	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto

Nº.	Barragem	UF	CRI	DPA	NP	G	U	T	GUT	PRAZO
32	Cajarana	PE	Médio	Alto	Atenção	4	3	3	36	Longo
33	Marechal Dutra (Gargalheiras)	RN	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
34	Bonsucesso	PB	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
35	Piracuruca	PI	Não Classificada	Não Classificada	Alerta	3	4	4	48	Médio
36	Barragem no Ribeirão Samambaia - SLC	GO	Médio	Baixo	Alerta	4	4	5	80	Curto
37	Jaguari	SP	Baixo	Alto	Normal	2	2	2	8	Muito Longo
38	Cachoeira	SP	Baixo	Alto	Normal	1	1	1	1	Muito Longo
39	Pai Mané	AL	Médio	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
40	Tremedal	BA	Médio	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
41	Calabouço	RN	Alto	Alto	Alerta	4	5	5	100	Curto
42	Granjeiro	CE	Não Classificada	Não Classificada	Emergência	5	5	5	125	Imediato
43	Fundação Zoobotanica	DF	Não Classificada	Baixo	Alerta	4	5	5	100	Curto
44	Descoberto	DF	Médio	Alto	Atenção	3	3	2	18	Muito Longo
45	Barragem no rio Samambaia - Gelci	GO	Alto	Baixo	Alerta	3	4	4	48	Médio
46	Barragem no rio Samambaia - Nardi	GO	Alto	Baixo	Alerta	4	4	4	64	Curto
47	Fazenda Samambaia - Reservatório 1	GO	Alto	Baixo	Alerta	4	4	3	48	Médio
48	Barragem na Fazenda Poço Claro ou Lamerão	GO	Alto	Baixo	Alerta	4	4	4	64	Curto
49	Jacareí	SP	Baixo	Alto	Normal	2	2	2	8	Muito Longo
50	Barragem Águas Claras	MG	Médio	Alto	Normal	1	1	1	1	Muito Longo
51	Barragem II	RS	Baixo	Alto	Normal	2	2	2	8	Muito Longo
52	PCH Atibaia	SP	Médio	Alto	Normal	1	1	1	1	Muito Longo
53	Barragem Lago Hotel Bocaina	SP	Médio	Alto	Atenção	2	3	2	12	Muito Longo
54	Santa Maria	DF	Médio	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
55	São Nicolau	GO	Não Classificada	Baixo	Alerta	4	4	4	64	Curto
56	Fazenda Alvorada - Barragem 03	GO	Não Classificada	Baixo	Alerta	4	4	5	80	Curto
57	Moraes, Santa Fé, São Nicolau e Ponta Negra	GO	Médio	Baixo	Alerta	4	4	5	80	Curto
58	Pipiripau	DF	Médio	Médio	Atenção	3	3	3	27	Longo
59	Torto	DF	Médio	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
60	Tucutú	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
61	Terra Nova	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo

Nº.	Barragem	UF	CRI	DPA	NP	G	U	T	GUT	PRAZO
62	Atalho	CE	Alto	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
63	Areias	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
64	Braúnas	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	2	2	2	8	Muito Longo
65	Mandantes	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	2	3	3	18	Muito Longo
66	Salgueiro	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	2	3	3	18	Muito Longo
67	Muquém	PE	Não Classificada	Alto	Alerta	4	4	5	80	Curto
68	Cacimba Nova (Dique)	PE	Não Classificada	Alto	Alerta	4	4	5	80	Curto
69	Bagres	PE	Não Classificada	Alto	Alerta	4	4	4	64	Curto
70	Copiti	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	3	4	4	48	Médio
71	Moxotó (Dique)	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
72	Barreiro	PE	Não Classificada	Alto	Emergência	5	5	5	125	Imediato
73	Campos	PE	Não Classificada	Alto	Atenção	3	3	3	27	Longo
74	Barro Branco	PE	Não Classificada	Alto	Emergência	5	5	5	125	Imediato

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa procurou-se avaliar a aplicação da metodologia de hierarquização de barragens para fins de priorização de ações de fiscalização sob a ótica do órgão fiscalizador de segurança de barragem, através de uma ferramenta de análise de risco por meio da Matriz GUT.

A ferramenta GUT demonstrou-se de fácil aplicação para avaliação da segurança de barragens, seja de uma barragem individualmente ou de um conjunto de barragens. Os resultados obtidos permitiram inferir que a metodologia pode ser aplicada pelos órgãos fiscalizadores para orientar as suas atividades de fiscalização de barragens de modo que se pode obter uma priorização das barragens a serem vistoriadas dentro de um período estabelecido no planejamento das ações do órgão/entidade.

A metodologia também pode ser facilmente adaptada para empreendedores que tenham um número grande de barragens, uma vez que os empreendedores também utilizar desta ferramenta para planejar suas atividades, ou mesmo priorizar a aplicação de recursos para a manutenção das estruturas ou, ainda, para orientar suas ações de inspeção de segurança de barragens.

Verificou-se que as informações técnicas que são necessárias para a aplicação da metodologia GUT são de fácil aquisição e os resultados obtidos dependem essencialmente de uma boa e adequada avaliação das anomalias e, principalmente, da experiência do profissional que a utiliza.

Diferentemente da metodologia de classificação de categoria de risco estabelecida pelo CNRH, onde os resultados dependem, além do estado de conservação, das características técnicas e do plano de segurança da barragem, a metodologia GUT aplicada na presente pesquisa não depende do estágio de implementação dos planos de segurança ou da existência de documentação de projeto. Ressalta-se que é possível a aplicação da metodologia mesmo naquelas barragens que ainda não foram classificadas pelo fiscalizador quanto a categoria de risco (CRI) ou dano potencial (DPA) pela falta de alguma informação necessária.

Verificou-se, também, que os resultados da aplicação da matriz GUT apresentaram similaridade com a avaliação do nível de perigo (NP) da barragem, onde as barragens avaliadas com maior nível de perigo apresentaram valores maiores na matriz GUT.

Outra grande vantagem da metodologia é que, sob a ótica do órgão fiscalizador, foi possível conseguir resultados da priorização próximos da realidade de campo com a aplicação dessa ferramenta, atingindo uma discretização maior do risco, e permitindo que as vistorias de campo realizadas pelo fiscalizador possam ser utilizadas como subsídio para as ações de planejamento de fiscalização.

Como proposta de melhorias para ser considerado em trabalhos futuros, com foco nas necessidades dos órgãos fiscalizadores de barragens, sugere-se avaliar os resultados da metodologia usando diferentes níveis de priorização podendo, inclusive, usar parâmetros ajustados para cada tipo de uso da barragem (usos múltiplos, geração de energia ou rejeito).

Outra área de aplicação da metodologia que pode ser explorada é sob a ótica do empreendedor, onde pode-se realizar a aplicação da matriz GUT com os diferentes valores dos parâmetros (GUT) e níveis de prioridade, com foco nas ações de manutenção da barragem a serem implementadas pelo empreendedor, possibilitando a criação de planos de ação para a aplicação de recursos financeiros naquelas barragens com maior potencial de risco.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA). **Segurança de barragens: Legislação aplicável**. Disponível em: <<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=31&sub3ref=1286>>. Acesso em 25 mai. 2018.

BANCO MUNDIAL: **Segurança de barragens: engenharia a serviço da sociedade**. Banco Mundial. Série Água Brasil 11. 1ª Edição. Brasília. 2015.

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

BAPTISTA, M. L. P. **Abordagens de riscos em barragens de aterro**. 2008. 570f. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa. Orientado pela Prof. Dra. Laura Maria Mello Saraiva Caldeira.

BOWLES, D.S., ANDERSON, L.R., GLOVER, T.F. 1998, **The practice of dam safety risk assessment and management. Its roots and its fruit**, 18th USCOLD Annual Meeting and Lecture, Buffalo, New York, USA.

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

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Resolução nº 236, de 30 de janeiro de 2017**. 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.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens – volumes I a VIII**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2016. Disponíveis em: <<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/ManualEmpreendedor>>.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. 2017. **Consultoria Técnica de Segurança de Barragens: Relatório de Vistoria, Diagnóstico e Proposição de Intervenções**. Brasília. 2017.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Relatório de segurança de barragens 2016**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017a. Disponível em: <<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/rsb-2016/relatorio-de-seguranca-de-barragens-2016.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. **Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012**. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

BRASIL. **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.

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

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (CBDB). **Guia básico de segurança de barragens.** São Paulo: CBDB, 2001. Disponível em: <www.cbdb.org.br/simposio/Guia%20Seg.%20Barr%20-%20CBDB-SP.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

COOLE, G. A. **Metodologias de análise de risco para classificação de barragens segundo a segurança.** 2008. 124f. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Orientado pelo Prof. José Junji Ota.

FÁVERI, R.; SILVA, A. **Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos.** 2016. Revista Ordem Pública, v9. n.1, Jan/Jun. 2016. ISSN 1894-1809. Disponível em: <<https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/112>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

FUSARO, T. C. **Metodologia de classificação de barragens baseada no risco.** In: XXV Seminário Nacional de Grandes Barragens, Salvador-Brasil, 2003.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS (ICOLD), 1995. **Dam Failures Statistical Analysis**, Bulletin 99, Imprimerie de Montligeon, França, ISSN 0534-8293, 73 pg.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS (ICOLD). **World Register of Dams.** Disponível em: <http://www.icold-cigb.net/GB/world_register/general_synthesis.asp>. Acesso em 27 ago. 2018.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O administrador racional.** São Paulo: Atlas, 1981.

KUPERMAN, S.C.; RE, G.; FERREIRA, W.V.F.; TUNG, W.S.; VASCONCELOS, S.E.; ZÚÑIGA, J.E.V. RABELLO, M. **Análise de risco e metodologia de tomada de decisões para barragens: evolução do sistema empregado pela Sabesp.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB), 24., nov. 2001, Fortaleza, CE. XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens - Anais. Rio de Janeiro: CBDB – Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, 2001. v. 02. p. 535-548.

LADEIRA, J. E. R. **Avaliação de segurança em barragem de terra, sob o cenário de erosão tubular regressiva, por métodos probabilísticos: O caso UHE – São Simão.** 2007. 230f. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Orientado pela Profa. Dra. Terezinha de Jesus Espósito.

MEDEIROS, C. H.; HOHLENVERGER, S. C. A. **Utilização da técnica de matriz de conflitos, associada à matriz GUT, na elaboração de um plano de ação visando solucionar problemas identificados na área do entorno de reservatórios - uma proposta metodológica.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB), 15, out. 2003, Salvador, BA. XXV Seminário Nacional de Grandes Barragens - Anais. Salvador: CBDB – Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, 2003. v. 02. p. 135-148.

MELO, A. V. de. **Análises de risco aplicadas a barragens de terra e enrocamento: estudo de caso de barragens da Cemig.** 2014. 168f. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Orientado pelo Prof. Dra. Terezinha de Jesus Espósito Barbosa.

MENESCAL, R. A.; CRUZ, P.T.; CARVALHO, R. V.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F. **Uma metodologia para a avaliação do potencial de risco em barragens do semi-árido.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB), 24., 2001, Fortaleza, CE. A segurança de barragens e a gestão de recursos hídricos no Brasil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, jan. 2005, 2. ed., p. 137-153.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo,** 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

SOTILLE, M. **A Ferramenta GUT – Gravidade, Urgência e Tendência,** 2014. Disponível em: <<http://www.pmtech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION (USBR), 2011. **Dam safety public protection guidelines. A risk framework to support dam safety decision-making,** Technical Service Center, Denver, Colorado.

ZUFFO, M. S. R. **Análise de risco em barragens: um índice de priorização.** 2010. 291f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Orientado pela Profa. Dra. Ana Inés Borri Genovez.

APÊNDICE A - Relação de Barragens e Principais anomalias detectadas (fonte: ANA, 2017)

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
3	Caldeirões	AL	29,00	18,80	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva nos taludes e na região de jusante do barramento; - Vegetação de grande porte nos taludes do canal de aproximação; - Vegetação de pequeno e médio porte em grande densidade no canal de restituição; - A Barragem não possui leitura e registro da instrumentação de controle; - Canaletas do sistema de drenagem superficial obstruídas; - Sistema totalmente encoberto por vegetação;
4	Cocorobó	BA	34,00	245,40	<ul style="list-style-type: none"> - No talude de jusante da barragem principal, verificou-se a ausência do revestimento de proteção e sistema de drenagem superficial precário, fatos esses que contribuíram para o progresso de erosões difusas e concentradas generalizadas e buracos; - Substituição em curto prazo da tubulação da estrutura de descarga e recuperação dos dispositivos de controle (registros e válvulas borboletas), no lado de jusante; - Descalçamento (solapamento) de trechos de canaletas do sistema de drenagem superficial do talude de jusante da barragem principal; - Possíveis surgências de água na região de encontro do talude de jusante da barragem principal com a ombreira esquerda; - Nesse encontro, verificam-se valas de erosão, canaleta de drenagem superficial destruída, vegetação excessiva e áreas úmidas; - Falta de revestimento de proteção e tráfego excessivo de veículos no coroamento, com surgimento de trilhas, abatimentos e ondulações e pontos de acúmulo d'água; - Buraco junto ao meio fio do coroamento da barragem principal, lado jusante, no qual se criou um caminho preferencial com saída no talude de jusante para água de chuva;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva observada em várias regiões dos barramentos e junto ao “pé” do talude de jusante dos barramentos; - No talude de jusante da barragem principal, depressões provenientes da remoção de árvores; - Assoreamento das canaletas horizontais de drenagem superficial no talude de jusante e das caixas de captação de águas pluviais no coroamento da barragem principal; - A Barragem não possui instrumentação de controle;
5	Rio Paranã	GO	33,00	170,00	<ul style="list-style-type: none"> - No coroamento, a ausência de meio fio ou sarjeta em suas laterais e a deficiência do revestimento de proteção; - Formigueiros e cupinzeiros constatados no barramento; - Buracos originados por atividade animal (tocas) no coroamento; - Na região superior do talude de montante, desprotegido de rip-rap, observa-se a presença de densa vegetação excessiva (capim alto e arbustos) ao longo do talude; - O último relatório de vistoria de segurança indica uma situação crítica para o talude de montante, apresentando escorregamentos, um destes ocasionando inclinação negativa ao talude; - Vegetação excessiva observada em várias regiões do barramento e junto ao “pé” do talude de jusante; - Na ombreira esquerda a montante, verifica-se a existência de intenso processo erosivo com a presença de ravinas; - No talude de jusante observam-se erosões difusas e concentradas generalizadas propiciadas pela deficiência do revestimento de proteção (ausente em grande parte do talude); - Sistema de drenagem superficial precário; - No canal de aproximação do vertedouro complementar tipo Labirinto observa-se um aterro aparentemente com a finalidade de facilitar a passagem de

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					veículos; - Desobstrução imediata do canal de aproximação vertedouro complementar tipo Labirinto;
7	Gasparino	BA	23,00	48,60	- Ausência de energia elétrica, água encanada e sanitários funcionais para uso da equipe de operação e manutenção; - Presença de formigueiros de proporção considerável nos taludes dos diques; - Vegetação de médio porte e com alta densidade na região próxima ao pé de jusante, na ombreira direita; - Vegetação de médio e grande porte com alta densidade no canal de restituição;
17	Baião	PB	15,00	39,20	- Vegetação excessiva no barramento, principalmente no talude de montante, junto ao pé do talude de jusante e no canal de aproximação e descarga; - Pontos de deterioração e solapamento da base em alguns trechos da estrutura do vertedouro;
18	Cacimba da Várzea	PB	22,00	9,30	- Abatimentos e ondulações na superfície do coroamento; - Buraco/Erosões na lateral do coroamento; - Erosões/Escurregamentos/Buraco no talude de montante; - Erosões/Escurregamentos no talude de jusante; - Vegetação excessiva no barramento; - Riprap incompleto no talude de montante; - Sistema de drenagem superficial ineficiente; - Vegetação excessiva e assoreamento nos canais de aproximação e restituição; - Erosões na base, taludes laterais e à jusante dos canais de aproximação e restituição; - Descalçamento da estrutura da soleira de concreto do vertedor; - Sinais de instabilidade ao deslocamento da estrutura da soleira de concreto do vertedor; - Fissuras, deterioração e rompimento da superfície de concreto da soleira vertedora;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
20	Coremas	PB	50,00	720,00	<ul style="list-style-type: none"> - Trincas longitudinais no revestimento de concreto do talude de montante da Barragem Principal; - Obstruções dos drenos laterais no coroamento da Barragem Principal e da Barragem Auxiliar; - Recuperação da laje do paramento de montante; - Vertedouro complementar ainda em construção projetado para vazão de recorrência de 1.000 anos;
21	Curimataú	PB	15,00	6,00	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva verificada nos taludes e coroamento; - Talude de montante protegido apenas parcialmente com rip-rap, no trecho de sua base até metade de sua altura. A parte superior, sem nenhum tipo de proteção, apresentava processos erosivos difusos; - No talude de jusante, falta de revestimento de proteção; - Buracos constatados nos encontros do meio-fio com a sarjeta no coroamento; - Presença de formigueiros nos taludes; Na ombreira direita, superfície desprotegida e erodida; - Obstruções, solapamentos e danos em elementos do sistema de drenagem superficial da Barragem; - No canal de restituição, erosão em sua base, sendo alguns trechos com afundamentos em estágio avançado e já com sinais de instabilidade; Ausência de instrumentação de monitoramento para a Barragem; - Falta de dados técnicos da Barragem; Na margem esquerda do canal de aproximação e restituição, verificou-se a ocorrência de deslizamentos no talude, indicando falta de estabilidade local; - Solapamento/descalçamento da soleira de concreto do vertedor; - Deterioração dos elementos de tomada d'água (tubulação, grade de proteção, caixas de concreto e estruturas hidromecânicas);
22	Direito	PB	8,90	11,30	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle de acesso às pessoas não relacionadas às obras e que vivem ou transitam no entorno da Barragem;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de camada de proteção do talude de montante; Grama que compõe a camada de proteção do talude de jusante completamente seca; - Erosões e buracos no talude de jusante; Presença de vegetação nos taludes de montante e jusante e no canal de descarga; - Inexistência de dispositivos de drenagem superficial no talude de jusante e de meio-fio na crista da Barragem; - Estrutura do vertedouro com pontos de deterioração, solapamento da base e descalçamento do muro lateral esquerdo; Desconhecimento sobre a capacidade extravasora do Vertedouro;
23	Escondido I	PB	12,00	12,50	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de controle ou restrição de acesso a pessoas não autorizadas ao Empreendimento; - Erosões significativas nos taludes de montante e de jusante dos barramentos; - Erosões nas laterais dos coroamentos dos barramentos; - Ausência de revestimento de proteção nos taludes de montante e de jusante dos barramentos; - Ausência completa de sistema de drenagem superficial; - Vegetação excessiva observada nos taludes dos barramentos, na região de jusante da barragem principal, na face de montante e no canal de descarga do Vertedouro, junto à boca de entrada e à estrutura de saída da tomada d'água;
25	Engenheiro Egberto Carneiro da Cunha	PB	35,00	640,00	<ul style="list-style-type: none"> - Trinca próxima à ombreira direita na crista da estrutura vertente; - Deterioração avançada das guias de içamento das comportas de fundo; - Vegetação de pequeno e médio porte no canal de restituição do vertedouro;
26	Poleiros	PB	25,00	7,90	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de controle de acesso ao Empreendimento; - Pequenos buracos no coroamento; Vegetação excessiva em várias regiões do barramento e junto ao pé do talude de jusante; - Erosões difusas e concentradas generalizadas, buracos e escorregamentos no talude de jusante;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Ausência do revestimento de proteção no talude de jusante; - Presença de formigueiros no talude de jusante; - Obstruções de canaletas de drenagem superficial do talude de jusante e de sarjeta no coroamento; - Descalçamento de canaletas do sistema de drenagem superficial do talude de jusante; - Estrutura do vertedouro solapada e com vegetação nas faces de montante e jusante; - Ruptura e deslizamento do talude do canal de aproximação/descarga, margem direita; - Descarga da tomada d'água com estrutura hidromecânica deteriorada, com registros oxidados; - A Barragem não possui instrumentação de controle;
28	Santa Luzia (Tartaruga)	PB	15,00	11,70	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva no barramento; - Erosões no talude de jusante; Instrumentação de controle deficiente; - Vegetação de médio e grande porte e alguns trechos com sinais de erosão no canal do Vertedouro; - Tempo de recorrência de cheias da Barragem Santa Luzia não é especificado em nenhum dos documentos fornecidos;
31	São Gonçalo	PB	12,00	1,30	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de controle ou restrição de acesso a pessoas não autorizadas ao Empreendimento; - Vegetação excessiva no talude de jusante e no canal de descarga;
32	São Mamede	PB	15,00	15,80	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle de acesso às pessoas não relacionadas às obras e que vivem ou transitam no entorno da Barragem; Buracos no coroamento; Erosões na lateral, lado jusante, do coroamento; - Vegetação excessiva observada na Barragem; - Erosões e buracos no talude de jusante;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Tubulação de descarga da Tomada d'Água com sinais de oxidação avançada; - Fissuras e trincas de monta significativa em quase toda a extensão do Vertedouro; - Erosão regressiva na base do Vertedouro; - Solapamento a jusante e a montante do Vertedouro; - Vegetação de médio e grande porte em vários pontos e alguns trechos com sinais de erosão no Canal de Restituição do Vertedouro; - Registro utilizado para operação de abertura da Tomada d'Água antigo, apresentando sinais de oxidação, sem proteção ou controle de acesso e operação; - Local de instalação do registro tomado por vegetação e estrutura de concreto em estado de degradação completa;
33	Várzea Grande	PB	25,00	21,50	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle de acesso às pessoas não relacionadas às obras e que vivem ou transitam no entorno da Barragem; Segregação, deslocamento e trincas no concreto do paramento de jusante; - Concreto das paredes e teto da galeria de inspeção apresentava deterioração avançada e sinais de infiltração; - Registro de controle de Tomada d'Água sem nenhum tipo de restrição de acesso; - Necessidade de reavaliação da estabilidade do barramento para a condição de dreno inoperante; - Erosão com deslizamento de blocos de rocha, deposição de material arenoso e fraturamento do maciço na ombreira esquerda; - Processo generalizado de carbonatação e assoreamento do piso da galeria de inspeção; - Vegetação de médio e grande porte na região a jusante da Barragem;
35	Carnaúba	RN	19,00	25,70	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle de acesso às pessoas não relacionadas às obras e que vivem

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>ou transitam no entorno da Barragem;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revestimento de concreto da crista apresenta deterioração avançada, com fissuras, trincas e deslocamento ao longo de toda sua extensão; - Segregação em estado avançado, deslocamentos e trincas no concreto do paramento de jusante; - Válvula dispersora (Tomada d'Água) em estado de deterioração avançada, com oxidação generalizada e sinais de decomposição do material metálico; - Sala de operação de descarga da Tomada d'Água em situação de abandono, equipamentos eletromecânicos sem manutenção e sem ligação com a rede elétrica; - Excesso de vegetação de grande e médio porte na região a jusante da Barragem, no Canal de Restituição da Tomada D'Água e em suas nas laterais e no Canal de Restituição do Vertedouro; - Vegetação no aterro lateral ao Muro Guia Direito do Vertedouro e na borda da bacia de dissipação;
37	Eng. Armando Ribeiro Gonçalves	RN	41,00	2.400,00	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um segundo muro na lateral direita do canal de descarga completamente colapsado apoiando-se no muro do canal; - Estrutura dos muros do canal de descarga completamente deteriorada com diversas trincas, deslocamentos, armadura exposta e sinais de lixiviação; - Deterioração e trincas no concreto na estrutura da torre de tomada d'água; - Trecho da tubulação de descarga de jusante recém instalada da Tomada d'Água severamente deformada; - Intenso processo de urbanização na área de segurança da Barragem; - Passarela de acesso e escada marinheiro para acesso ao muro esquerdo do canal de descarga inutilizáveis; - Trechos com meio-fio danificado e descontinuidades, canaletas de drenagem obstruídas e deficiências na camada de revestimento do coroamento;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					- Instrumentos de controle inoperantes;
38	Esguicho	RN	20,00	27,90	- Falta de controle de acesso às pessoas não relacionadas às obras e que vivem ou transitam no entorno da Barragem; - Falta de revestimento de proteção e a vegetação excessiva nos taludes; - Erosão a montante e a jusante da ombreira esquerda; - Erosões ao longo do talude de jusante; - Vegetação excessiva no dreno de pé do talude de jusante; - Estruturas construídas em locais impróprios, como estrada de terra e cercas de arame, dentro do Canal do Vertedouro e de Restituição; - Registro utilizado para operação de abertura da descarga de fundo antigo, apresentando sinais de oxidação, sem proteção ou controle de acesso e operação;
39	Itans	RN	25,00	81,80	- Vegetações de grande porte observadas junto ao pé do talude de jusante; - Obstrução dos elementos do sistema de drenagem superficial do talude de jusante;
40	Japi II	RN	21,00	20,70	- Estrutura de concreto da torre de comando das comportas da tomada d'água em estágio de degradação avançado; - Vegetação excessiva nos taludes e no pé do talude de jusante; - Vegetação excessiva nos canais de aproximação e restituição; Inexistência de controle ou restrição de acesso a pessoas não autorizadas aos barramentos e às estruturas operacionais; - Equipamentos hidromecânicos da tomada d'água deteriorados e com características de inoperabilidade; - Escada de acesso à torre de tomada inutilizada devido ao alto grau de oxidação; - Comportas da tomada d'água assoreadas e inoperantes; - Hastes de acionamento das comportas da tomada d'água empenadas;
42	Ministro João	RN	29,00	85,00	- Não existe controle ou restrição de acesso a pessoas não autorizadas ao

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
	Alves (Boq. de Parelhas)				<p>empreendimento e às suas estruturas operacionais;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrutura da torre da tomada d'Água em estado de deterioração avançado, com trincas no concreto, armadura exposta e oxidada, falta/falha no guarda-corpo e escadas de acesso com risco eminente de rompimento; - Bases dos pilares de sustentação da talha de manobra das comportas da torre de tomada d'água com perda significativa de seção de concreto, armadura exposta e com alto grau de corrosão; - Equipamentos mecânicos e hidromecânicos de operação da tomada d'água e da descarga de fundo em estado de conservação precário e inoperantes; - Acesso precário à casa de comando de válvulas; estrutura deteriorada, com trincas, armadura exposta e desmoronamento de trecho da laje; - Vegetação excessiva nos taludes de jusante e montante e no pé do talude de jusante; - Superfície danificada do coroamento, depressões; - Atividade de mineração no entorno da Barragem, com possível extração de rochas; - Processo erosivo com escorregamento da camada de enrocamento na ombreira direita; - Estrutura de concreto do muro lateral direito da Barragem deteriorada, com trincas e desagregação de massa e certo desaprumo; - Intenso processo de urbanização na área de segurança da Barragem; - Deterioração, trincas, segregação e sinais de infiltração na estrutura de concreto do Vertedouro;
43	Passagem das Traíras	RN	26,00	49,70	<ul style="list-style-type: none"> - Não há restrição de acesso às pessoas não relacionadas ao empreendimento e que vivem ou transitam no entorno da Barragem; - Brecha horizontal no terço inferior da estrutura do muro lateral direito do Vertedouro, com grau elevado de desagregação do concreto;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Os muros laterais esquerdo e direito do Vertedouro apresentam irregularidade geométrica, deterioração e segregação do concreto em praticamente toda a face; - Desplacimento, porosidade do concreto e trincas acentuadas no muro lateral esquerdo do vertedouro; - Vertedouro de emergência projetado na margem esquerda não foi implantado; - Concreto convencional de face dos paramentos de montante e de jusante executado com pouco cimento, sendo possível desagregar a camada com as mãos; - Grande irregularidade da superfície dos degraus do Vertedouro e diversas carbonatações; - Incerteza sobre a execução de injeções na fundação do barramento;
44	Pedro Targino Sobrinho	RN	14,80	3,50	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação de médio e grande porte verificada nos taludes; - Vegetação de médio e grande porte verificada junto ao “pé” do talude de jusante; - Vegetação de médio porte verificada no coroamento; - Obstruções do sistema de drenagem superficial; - Erosão na base do canal de restituição e a sua jusante; - No talude de montante, verifica-se erosão no encontro com o muro de contenção do vertedouro, localizado na extremidade esquerda do barramento; - A base do muro lateral direito do canal de aproximação/restituição apresentava processos de erosão regressiva/solapamento, com princípio de descalçamento da estrutura no trecho mais a jusante; - Ausência de instrumentação de monitoramento para a Barragem; - Falta de dados técnicos da Barragem;
45	Sabugi	RN	20,00	65,30	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetações de grande porte observadas no encontro da ombreira esquerda com a Barragem Principal e junto ao pé do talude de jusante também da Barragem Principal; - Obstrução do sistema de drenagem superficial dos barramentos; - Bases de canaletas de drenagem superficial solapadas no talude de jusante da

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					barragem principal; - Recuperação estrutural da torre de Tomada d'Água;
46	Eng. Francisco Saboia (Poço da Cruz)	PE	42,00	504,00	- Vegetação excessiva observada na região após o pé do talude de jusante da Barragem Principal; - Erosão ao longo do talude de jusante da Barragem Auxiliar; - Sinais de deterioração avançada na estrutura de concreto da torre Tomada d'água, com deslocamento do revestimento e exposição da armadura de pilares e vigas;
47	Ingazeira	PE	16,00	4,80	- Falta de controle de acesso ao Empreendimento; - Falhas na camada de enrocamento e trecho degradado do talude de montante; - Árvores e arbustos nos taludes de montante e jusante da Barragem de Terra e na camada de enrocamento junto à saída da drenagem interna da Barragem; - Árvores no reservatório; - Canaletas de drenagem superficial do talude de jusante da Barragem de Terra assoreadas; - Trecho do talude de jusante da Barragem de Alvenaria com a camada de revestimento desagregada; - Surgência de água junto à porção esquerda da superfície do Vertedouro; - Declividade inadequada da crista da Barragem de Terra e da Barragem de Alvenaria; - Colônia de pescadores instalada a montante da Barragem de Alvenaria junto à margem esquerda, sujeita a inundações; - Ausência de instrumentação de controle;
49	Estreito	BA	28,00	75,90	- Vegetação excessiva observada ao longo da Barragem e junto ao "pé" do talude de jusante e no Coroamento, verifica-se a presença de pequenos buracos junto às bases de postes de energia; - No talude de jusante, falhas do revestimento de proteção e erosão;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Buracos no talude de jusante; - O atual sistema de drenagem superficial da Barragem é inadequado, pois as tubulações embutidas no talude de jusante ficam sujeitas a entupimentos tornando o sistema inoperante; - Assoreamento das canaletas horizontais de drenagem superficial no talude de jusante; - Os muros de contenção laterais do vertedouro apresentam trincamentos e deterioração do revestimento com deslocamentos; - Barragem não possui instrumentação de controle;
51	Jaburu I	CE	52,00	210,00	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de passagem molhada na parte alta do canal de restituição; - Degradação dos taludes do canal de aproximação devido a existência de camadas inconsistentes intercaladas no maciço rochoso predominante; - Degradação dos taludes e do fundo do canal de restituição devido a desagregação do maciço rochoso pela passagem do fluxo; - Falta de adequado sistema de impermeabilização na fundação do canal de aproximação do Vertedouro; - Falta de definição dos níveis normais, de atenção, de alerta e emergência da instrumentação instalada no maciço e fundação da barragem; - Ausência de registros atualizados da instrumentação;
52	Governador Dionísio Machado	SE	20,00	15,00	<ul style="list-style-type: none"> - A tomada d'água e o descarregador de fundo encontram-se inoperantes, sem dispositivos de controle tanto a montante quanto a jusante; - Trincas com abertura significativa no sentido longitudinal da parede de jusante da bacia de dissipação; - Inexistência de controle de acesso ao empreendimento; - Local utilizado para fins recreativos; - O empreendimento não possui equipe local de operação e manutenção; - Não envio por parte do empreendedor de documentação formal que indique os procedimentos e rotinas de manutenção periódica; - Vegetação de médio porte em grande densidade na região próxima ao pé de

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>jusante;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vegetação de médio e grande porte em grande densidade no canal de restituição; - Impossibilidade de vistoriar a galeria de drenagem e inspeção devido à falta de iluminação e de manutenção; - Com exceção das réguas limnimétricas, inexistência de instrumentação de auscultação; - Ponto de surgência de água na parede de jusante da bacia de dissipação;
53	Cachoeira I	PE	22,00	6,00	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva observada na Barragem; - Erosões na lateral, lado jusante, do coroamento;
54	Cajarana	PE	14,00	2,60	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de controle de acesso ao Empreendimento; - Diversas falhas na camada de enrocamento do talude de montante; - Diversas árvores e arbustos nos taludes de montante e jusante; - Grande irregularidade na superfície do talude de jusante, aparentemente fruto de trilhas de caminhamento de animais; - Grande quantidade de vegetação na camada de enrocamento junto ao pé do talude de jusante (que aparentemente corresponde à saída do sistema de drenagem interna); - Pequena lagoa de água parada próxima à camada de enrocamento junto ao pé do talude de jusante; - Ausência de instrumentação de controle;
55	Marechal Dutra (Gargalheiras)	RN	26,00	44,40	<ul style="list-style-type: none"> - Trincas longitudinais significativas na soleira do Vertedouro; - Processo erosivo com acúmulo de material rochoso na ligação entre o arco de concreto e o maciço na ombreira esquerda; - Fissuras, trincas de comprimento significativo, rachaduras e trechos com carbonatação e lixiviação na Galeria de Drenagem e Inspeção;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Comportas de montante da Tomada d'Água em estágio avançado de degradação; - Fissuras superficiais, diversas áreas com deterioração do concreto e carbonatação na soleira do Vertedouro;
56	Bonsucesso	PB	10,00	3,20	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de controles de manutenção periódicos do empreendimento; - Ausência da compilação de todos os dados técnicos existentes sobre o barramento e da avaliação da adequabilidade da capacidade extravasora da estrutura vertente; - O coroamento não possui revestimento de proteção, sistema de drenagem superficial e meio-fio; - Erosão, abatimentos e buracos no Coroamento; - Geometria da Crista sinaliza movimentação do maciço; - No talude de montante, ausência de rip-rap com a presença de vegetação discreta; - No talude de montante, pequenos escorregamentos e erosões; - Falha no revestimento de proteção e erosão no talude de jusante; - No talude de jusante, inclusive em sua base, vegetação de médio e grande porte; - No talude de jusante, ausência de sistema de drenagem superficial; - Barragem não instrumentada;
58	Piracuruca	PI	24,00	250,00	<ul style="list-style-type: none"> - Grande quantidade de árvores e arbustos no coroamento, taludes de montante e jusante; - Obstrução por assoreamento das canaletas do sistema de drenagem superficial; - Deslocamentos junto aos muros de aproximação de entrada da estrutura de controle de vazões do canal de adução; - Saturação da berma de jusante entra as estacas 51 e 60 e 66 e 80, com ocorrência discreta de pontos de surgência observados em março de 2016; - Surgências de água a cerca de 50 m a jusante do pé da Barragem observadas

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					em março de 2016;
67	Barragem no Ribeirão Samambaia - SLC	GO	25,00	11,70	<ul style="list-style-type: none"> - Surgências significativas em diversos pontos da superfície e do pé do talude de jusante; - Ausência de revestimento de proteção e erosões significativas no talude de montante; - Tubulação do vertedouro com alto grau de obstrução; - Canal de restituição sem nenhum tipo de manutenção, encoberto por vegetação arbustiva; - Formigueiros e cupinzeiros constatados no barramento; - Buracos originados por atividade animal nos taludes; - Vegetação excessiva no talude de jusante; - No talude de jusante, presença de falhas no revestimento de proteção e erosões difusas; - Depressões no talude de jusante, aparentemente ocasionadas pela remoção de vegetação de raízes profundas; - Pontos de erosão junto ao pé do talude de jusante; - Passarelas de acesso aos dispositivos de operação das descargas de fundo 1 e 2 em estado precário de manutenção; - Volantes e barra de içamento das comportas da descarga de fundo 1 com oxidação avançada e sem medidor de abertura;
68	Jaguari	SP	62,00	143,00	- Infiltrações na galeria de descarga de fundo com carreamento de material;
69	Cachoeira	SP	40,00	116,60	- Não houve registro no relatório sobre anomalias com prioridade alta/curto prazo para esta barragem
70	Pai Mané	AL	14,00	2,10	<ul style="list-style-type: none"> - A Barragem não possui instrumentação de controle; - Na região superior do talude de montante e regiões pontuais do talude de jusante, verifica-se a falta ou falha do revestimento de proteção; - Vegetação excessiva observada nos taludes e junto ao “pé” do talude de

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>jusante da Barragem;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Em áreas do talude de montante e a montante da ombreira direita (adjacente ao canal de aproximação e ao vertedouro), verifica-se a falta do revestimento de proteção e erosões; - No coroamento, verificam-se aberturas no meio-fio, lado montante, com a ausência de canaletas para a condução das águas pluviais; - A Barragem não possui instrumentação de controle;
71	Tremedal	BA	32,00	23,80	<ul style="list-style-type: none"> - Não existe controle ou restrição de acesso a pessoas não autorizadas ao barramento e suas estruturas operacionais; - Via partindo da Estação de Tratamento de Água até a ombreira esquerda apresenta pequena largura e pavimento irregular; - Depressões por tráfego de veículos e surgimento de fissuras no coroamento; - Vegetação excessiva observada na Barragem; - Formigueiros no coroamento e talude de jusante; - Buracos no coroamento; - Condições precárias da soleira vertente, com perda parcial do revestimento e pequeno solapamento; - Canal e muros laterais que concentram o fluxo vertente parcialmente colapsados; - Erosão e escorregamento no talude da margem direita do canal de aproximação; - Vegetação de pequeno e médio porte com média densidade no canal de descarga; - Ausência de instrumentação de monitoramento; - Vertedouro dimensionado para vazões de recorrência de 100 anos;
74	Calabouço	RN	16,00	1,40	<ul style="list-style-type: none"> - Trincas longitudinais com abertura acentuada, cavidades profundas e erosão nas laterais da crista do barramento; - Ausência de revestimento de proteção na crista; - Descontinuidades, desalinhamento acentuado, obstrução por assoreamento e

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>solapamento das canaletas e do meio fio na crista;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grande irregularidade (erosões, sulcos) na superfície do talude de jusante; - Ocorrência generalizada de erosões difusas e concentradas, afundamentos e solapamento no contato do talude de jusante com a canaleta da crista; - Sistema de drenagem superficial assoreado e completamente danificado, com desalinhamento/movimentação, solapamento, rompimento e falta de continuidade; - Dreno de pé do talude de jusante completamente assoreado; - Erosão com perda significativa de material no contato do maciço com o muro lateral (ombreira esquerda); - Trincas e fissuras, falta de verticalidade e deslocamento massivo do concreto no muro lateral esquerdo do Vertedouro; - Pontos de deterioração, solapamento da base e descalçamento parcial da estrutura do vertedouro; - Vegetação excessiva no talude de montante, no talude e pé de jusante; - Falta de controle de acesso às pessoas não relacionadas às obras e que vivem ou transitam no entorno do Empreendimento; - Ausência de instrumentação de controle; - Inexistência de sistema de tomada d'água e descarga de fundo; - Existência de edificações na região da bacia hidráulica; - Grande quantidade de arbustos crescendo na região dos canais de aproximação e descarga do vertedouro
78	Granjeiro	CE	13,60	2,90	<ul style="list-style-type: none"> - Surgências significativas com vazões não controladas ao longo do pé do talude de jusante; - Existência de sumidouro ativo a jusante do Barramento; - Vegetação excessiva de grande e médio porte em todo o barramento (coroamento, taludes de montante e jusante); - Canal do vertedouro erodido e obstruído por vegetação de grande densidade;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					- Inexistência de rotina e procedimentos de operação e manutenção.
83	Fundação Zoobotânica	DF	7,40	0,80	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de qualquer tipo de sistema de extravasamento hidromecânico operável, possuindo apenas vertedouro de soleira livre; - Surgências significativas em diversos pontos na região de jusante do barramento; - Erosões, escorregamentos e perda de seção significativa do talude de montante; - Inexistência de camada de proteção no talude de montante; - Vegetação excessiva no talude de jusante; - Canal de aproximação do vertedouro tomado por vegetação nos taludes, erosão e falta de geometria adequada; - Erosão, queda de blocos nos taludes e vegetação excessiva no canal de restituição; - Desconhecimento acerca do tempo de recorrência de cheias;
84	Descoberto	DF	32,00	113,40	<ul style="list-style-type: none"> - Surgências com fluxo contínuo e significativo no paramento de jusante da barragem; - Surgências com fluxo contínuo e significativo na galeria de drenagem;
85	Barragem no rio Samambaia - Gelci	GO	15,00	3,00	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeno buraco originado por atividade animal na crista; - No talude de montante, rip-rap incompleto e descontínuo; - Nos taludes, o capim alto com a presença de arbustos; Surgências significativas em diversos pontos do talude de jusante; - Escada dissipadora de energia com trinca transversal (localizada a direita da saída da tomada d'água/descarga de fundo entre a berma e o pé do talude de jusante); - Instrumentação de monitoramento deficiente; - De acordo com o PSB, as dimensões do canal extravasor (vertedouro) levantadas em campo são inferiores àquelas constantes no projeto e essa situação é agravada devido a um aterro feito no canal extravasor, na projeção do

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>eixo do barramento, para facilitar a passagem de veículos;</p> <ul style="list-style-type: none"> - No canal extravasor (vertedouro), seja a montante ou a jusante da projeção do eixo do barramento, observa-se a presença de uma vegetação excessiva;
86	Barragem no rio Samambaia - Nardi	GO	9,00	3,10	<ul style="list-style-type: none"> - Na região a jusante, notaram-se surgências em alguns pontos, observando-se elevado grau de saturação do solo, com formação de poças d'água; - O talude de montante não possui camada de proteção granular adequada, apresentando erosões com perda de seção transversal do talude; - Formigueiros, cupinzeiros e tocas constatados no barramento; - Os vertedouros não possuem cordão de fixação e a seção extravasora não apresentava geometria definida; - O vertedouro secundário estava reaterrado (alteado), impedindo o seu correto funcionamento; - O talude de jusante apresenta vegetação excessiva de médio porte com a presença de arbustos; - A passarela de acesso às válvulas de operação da descarga de fundo encontrava-se em estado de segurança e estabilidade estrutural inadequado, não seguindo nenhum tipo de requisito normativo de projeto estrutural; - Barragem não instrumentada;
87	Fazenda Samambaia - Reservatório 1	GO	9,00	3,80	<ul style="list-style-type: none"> - O talude de montante não possui camada de proteção granular adequada, apresentando erosões com perda de seção do talude alterando, portanto, a geometria de projeto e modificando a condição de estabilidade do barramento; - Foram observadas surgências significativas no talude e região de jusante do barramento; - Formigueiros e cupinzeiros constatados no barramento; - Nos taludes, a presença de vegetação excessiva; - No talude de jusante, a presença de falhas no revestimento de proteção contribuiu para o surgimento de erosões;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Barragem não instrumentada; - A passarela de operação das comportas sobre o vertedouro não apresenta requisitos mínimos de segurança e suporte estrutural; - Nas laterais externas dos muros do canal de restituição existem erosões em estágio avançado;
88	Barragem na Fazenda Poço Claro ou Lamerão	GO	15,00	3,40	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de um aterro feito no canal extravasor para facilitar a passagem de veículos, com conseqüente diminuição da borda livre em relação à crista da barragem; - Surgências significativas em diversos pontos do talude de jusante e a jusante do barramento; - Tubulações e dispositivos de controle de captação de água sem controle da vazão de descarga, oxidados e com vazamentos, apresentando possibilidade de rompimento pelo desenvolvimento de fissuras e trincas; - No pé do talude de jusante, verifica-se a exposição da tubulação reguladora de nível - “Ladrão” devido à erosão de seu recobrimento; Grandes falhas na cobertura vegetal, erosões e buracos (tocas) no talude de jusante; - Formigueiros e cupinzeiros constatados no barramento; - No talude de montante, constata-se rip-rap incompleto; - Em alguns pontos da parte superior do talude de montante, junto ao coroamento, observam-se erosões; - No canal extravasor, a jusante da projeção do eixo do barramento, observa-se a presença de vegetação excessiva de pequeno e médio porte, em alta densidade; - Inexistência de canaletas de sistema de drenagem superficial no barramento; - Barragem não instrumentada;
90	Jacareí	SP	62,00	894,40	<ul style="list-style-type: none"> - Infiltrações com carbonatação em parte das juntas de dilatação de concretagem e em fissuras (galeria de acesso e inspeção da descarga de fundo); - Surgência de água com material amarronzado no piso da galeria de acesso e inspeção da descarga de fundo, indicando deterioração do veda-junta;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
93	Barragem Águas Claras	MG	8,00	3,90	Não houve registro no relatório sobre anomalias com prioridade alta/curto prazo para esta barragem
129	Barragem II	RS	25,00	16,00	- Piezômetros inoperantes desde, pelo menos, 2011
130	PCH Atibaia	SP	11,00	2,80	- Não houve registro no relatório sobre de anomalias com prioridade alta/curto prazo para esta barragem
131	Barragem Lago Hotel Bocaina	SP	8,00	1,20	- Ausência de plano de operação e manutenção, PSB e PAE; - Vegetação de médio e grande porte no Barramento (coroamento e taludes); - Formigueiros e cupinzeiros no Barramento; - Ausência de instrumentação na Barragem; - Muro de aproximação direito do Vertedouro e Descarga de Fundo com armadura exposta; - Ausência do revestimento de proteção no coroamento e talude de montante, conforme previsto em projeto;
132	Santa Maria	DF	45,00	64,40	- Os muros laterais ao Vertedouro apresentavam fissuras e trincas, segregação do concreto e deslocamento de juntas; - Mancais de fixação das hastes de içamento das comportas da Tomada d'Água completamente deteriorados e sem fixação; - Capim alto e denso no talude de jusante; Grandes áreas com falta ou falhas de revestimento de proteção e erodidas no talude de jusante; - Presença de formigueiros e cupinzeiros no talude de jusante; Obstruções parciais ou totais de trechos de canaletas meia cana do talude de jusante; - Instrumentação de monitoramento incompleta; Assoreamento e presença de vegetação excessiva no enrocamento no pé do talude de jusante; - Vazamentos e falta de drenagem da caixa de concreto da estrutura de controle de descarga da Tomada d'Água a jusante; - Vegetação de médio e grande porte na bacia de dissipação do canal de restituição; Presença de densa vegetação de médio porte a menos de 10 m de distância do "pé" do talude de jusante;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Falhas no revestimento de proteção do talude de montante e vegetação rasteira; - Degradação do concreto das estruturas da torre de controle da Tomada d'Água e dos pilares de sustentação da passarela de acesso; - Deterioração do concreto, fissuras e trincas na estrutura da soleira do Vertedouro; - Pequena surgência de água logo a jusante do pé do talude de jusante;
137	São Nicolau	GO	10,00	1,70	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição significativa da capacidade extravasora do Vertedouro; - Como já indicado no Relatório da 1ª Inspeção de Segurança Regular de dezembro de 2017, na vistoria atual, também foram observadas umidades e pequenas surgências em alguns pontos da superfície e do pé do talude de jusante; - A vegetação excessiva verificada na Barragem; - A anormalidade na declividade superficial da crista da Barragem, verificando-se na região central do coroamento o ponto baixo de concentração do escoamento das águas superficiais; - Canal de restituição sem geometria definida e com vegetação arbustiva excessiva nas suas laterais; - No talude de jusante, as presenças pontuais de falhas no revestimento vegetal de proteção contribuíram para o surgimento de erosões difusas (laminares); - Formigueiros e cupinzeiros constatados no barramento; - Vegetação excessiva ao longo da região superior do talude de montante; - Pequenas erosões nas ombreiras a montante;
138	Fazenda Alvorada - Barragem 03	GO	10,00	0,80	<ul style="list-style-type: none"> - Conforme já relatado na ficha técnica da ANA, com data de vistoria de 15 de maio de 2012, foram observadas surgências em diversos pontos da superfície e do pé do talude de jusante; - Ausência de revestimento de proteção e erosões no talude de montante; - No talude de jusante, o capim alto com a presença de arbustos;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - No talude de jusante, presença de falhas no revestimento de proteção e erosões difusas; - Construção de passarela para acesso à estrutura de operação da descarga de fundo, conforme critérios de engenharia e segurança; - Pequena vegetação arbustiva observada em alguns pontos do talude de montante;
139	Moraes, Santa Fé, São Nicolau e Ponta Negra	GO	16,00	3,40	<ul style="list-style-type: none"> - Surgências em alguns pontos da superfície e do pé do talude de jusante (que já haviam sido relatadas pela ANA anteriormente); - Diminuição significativa da capacidade extravasora do Vertedouro. Cerca com arame em frente à tubulação do vertedouro e sacos de areia na soleira de concreto existente no canal de aproximação; - No talude de jusante, capim alto com a presença de arbustos; - No talude de jusante, presença de falhas no revestimento de proteção e erosões difusas; - Densa vegetação arbustiva de pequeno porte ao longo da região superior do talude de montante e trechos desprotegidos de rip-rap;
143	Pipiripau	DF	4,00	0,003	<ul style="list-style-type: none"> - Surgência com fluxo contínuo e significativo na lateral da ombreira direita, vindo da parte inferior, pelo pé do muro direito; - Acúmulo de galhos e vegetação em um dos trechos do Vertedouro, impedindo o escoamento pelo mesmo; - Elevado grau de assoreamento no reservatório;
144	Torto	DF	4,00	0,40	<ul style="list-style-type: none"> - Densa plantação de bambu recobrando o talude de jusante; - Presença de formigueiros e cupinzeiros em alguns pontos do barramento, principalmente no talude de jusante; - Fundo assoreado, rompimento da laje de fundo com exposição da armadura e vegetação em desenvolvimento no canal de restituição da descarga de fundo; - Inexistência de instrumentação de monitoramento;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					- Vegetação de médio e grande porte nas laterais dos taludes e no trecho final (parte escavada) do canal de restituição;
9901	Tucutú	PE	14,80	24,30	- Grande quantidade de árvores e arbustos no coroamento, taludes de montante e jusante; - Obstrução por assoreamento das canaletas do sistema de drenagem superficial; - Deslocamentos junto aos muros de aproximação de entrada da estrutura de controle de vazões do canal de adução; - Saturação da berma de jusante entra as estacas 51 e 60 e 66 e 80, com ocorrência discreta de pontos de surgência observados em março de 2016; - Surgências de água a cerca de 50 m a jusante do pé da Barragem observadas em março de 2016;
9902	Terra Nova	PE	10,90	8,20	- Grande quantidade de árvores e arbustos no coroamento, taludes de montante e jusante; - Crescimento de uma grande quantidade de árvores e arbustos no tapete argiloso impermeável de montante; - Erosões típicas de argilas dispersivas na crista da Barragem entre o Vertedouro e a ombreira esquerda; - Erosão do maciço no encontro da Barragem com o muro lateral direito do Vertedouro;
9908	Atalho	CE	19,50	108,30	- Estrutura da torre de tomada d'água em estado de deterioração avançado; - Casa de comando de válvulas tem acesso precário e estrutura encontra-se deteriorada; - Equipamentos mecânicos e hidromecânicos de operação da tomada d'água em estado de conservação precário e inoperantes; - Vegetação excessiva observada na Barragem; - Inexistência de controle ou restrição de acesso a pessoas não autorizadas ao barramento e suas estruturas operacionais; - Erosão a jusante da ombreira direita;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					- Obstruções das canaletas do sistema de drenagem superficial do talude de jusante;
9917	Areias	PE	14,90	6,30	- Vegetação de médio e grande porte no Barramento (coroamento, taludes de montante e jusante); - Obstrução por assoreamento das canaletas do sistema de drenagem superficial; - Fixação da caixa de proteção dos piezômetros; - Erosão no canal de restituição de montante; - Manutenção e armazenamento das estruturas metálicas da Tomada d'Água; - Manutenção da tampa metálica de acesso aos dutos de descarga; - Proteção dos dutos de acionamento hidráulico das válvulas;
9918	Braúnas	PE	37,10	14,20	- Árvores e arbustos no coroamento, talude de montante e talude de jusante;
9919	Mandantes	PE	21,40	3,80	- Erosões ao longo das laterais do coroamento e topo dos taludes; - Inexistência do sistema de drenagem superficial; Fixação da caixa de proteção dos piezômetros.
9920	Salgueiro	PE	20,70	5,30	- Erosões ao longo das laterais do coroamento e topo dos taludes; - Correção das declividades longitudinais nos Canais de Restituição do Vertedouro e do Canal de Descarga do Sistema de Usos Difusos.
9921	Muquém	PE	19,30	2,90	- Vegetação excessiva na barragem (coroamento, taludes de montante e jusante); - Trinca longitudinal no coroamento; - Assoreamento das canaletas do sistema de drenagem superficial do talude de jusante; - Caixas de saída de drenagem interna da Barragem executadas de forma inadequada; - Elementos eletromecânicos da Tomada d'Água ainda não instalados; falta de ligação com a rede elétrica; - Concretagem disforme, com trincas, falha de consolidação nas juntas de concretagem dos pilares e locais com segregação no concreto nas vigas e pilares

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>da plataforma de operação da torre da Tomada d'Água;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta de verticalidade dos pilares da plataforma de operação da torre da Tomada d'Água; - Falta de controle de acesso à galeria de duto da Tomada d'Água; - Galeria de duto da Tomada d'Água e seu entorno alagados, impossibilitando a vistoria da estrutura da edificação e de seu interior; - Vazamento na junta da tubulação de descarga da Tomada d'Água, no trecho logo antes da galeria de controle de válvulas; - Canal de Restituição da Tomada d'Água com deficiência de escoamento por gravidade; - Trincas de grande monta, fissuração e capeamento com concreto de segundo estágio na estrutura da crista do Muro Lateral Direito do Vertedouro; - Falhas de concretagem e tratamento deficiente; trechos com trincas verticais que se estendem por quase toda a totalidade da parede (Muro Lateral Direito do Vertedouro); - Diversas trincas no sentido vertical e no sentido horizontal ao longo da face de jusante do Vertedouro; - Trechos com segregação no concreto, superfície deteriorada e vários pontos com infiltração no Vertedouro; - Falta de manutenção adequada, sinais de entupimento e quantidade excessiva de lixo e entulho na base do Vertedouro; - Concreto do leito de apoio do duto com alto grau de segregação, trincas e deficiência no contato com a concretagem de 1º estágio (Tomada d'Água).
9922	Cacimba Nova (Dique)	PE	13,90	2,80	<ul style="list-style-type: none"> - Inadequado controle do piping que ocorreu; - Árvores e arbustos no coroamento, talude de montante e talude de jusante; - Plano de instrumentação inadequado;
9923	Bagres	PE	13,60	2,50	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação de pequeno e médio porte, entulhos e escavação incompleta do Canal de Aproximação e Restituição do Vertedouro; - Laje da bacia de dissipação fissurada e com indicações de problemas de

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>concretagem;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrutura de Controle inacabada; - Falha na pintura de proteção e armazenamento inadequado das comportas stop-log (Estrutura de Controle); - Concretagem de má qualidade no munhão de suporte das comportas segmento e peças de fixação oxidadas (Estrutura de Controle); - Vigas com flecha visualmente acentuada na estrutura de concreto da torre da Tomada d'Água; - Problemas de concretagem (segregação, juntas secas) nos pilares e nas vigas da estrutura da torre da Tomada d'Água; - Equipamentos mecânicos da Tomada d'Água não instalados; - Vegetação excessiva na barragem e no Dique (coroamento, taludes de montante e jusante); - Erosões ao longo das laterais do coroamento da Barragem e do Dique; - Trinca longitudinal no coroamento do Dique; - Caixas de saída de drenagem interna da Barragem e do Dique executadas de forma inadequada;
9924	Copiti	PE	17,20	6,30	<ul style="list-style-type: none"> - Afundamentos no Coroamento da Barragem; - Deficiência na drenagem superficial, verificada em várias regiões da Barragem; - Ausência das caixas de proteção para os piezômetros; Equipamentos mecânicos da Estrutura de Controle não totalmente instalados; - Construção da edificação de comando da Estrutura de Controle não iniciada; - Concretagem de má qualidade no munhão de suporte das comportas segmento (Estrutura de Controle); - Concretagem disforme, com sinais de desagregação nas vigas e pilares, fissuras e falha nas juntas de concretagem dos pilares (Tomada d'Água); - Equipamentos mecânicos da Tomada d'Água não instalados; - Água acumulada de origem desconhecida no entorno da saída da galeria da

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<p>Tomada d'Água;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Canal de restituição da Tomada d'Água com escavação incompleta e sem caimento adequado; - Falta de consolidação entre a estrutura do Vertedouro e do Muro Lateral; - Junta longitudinal formada por concretagens diferentes sem o devido tratamento para consolidação entre as etapas de concretagem (Vertedouro); - Juntas transversais com sinais de infiltração (Vertedouro); - Problemas na concretagem dos Muros Laterais, com desagregação do concreto e trincas acentuadas; - Canal de Aproximação do Vertedouro sem escavação devidamente definida; - Canal de Restituição do Vertedouro ainda com estrada de serviço com cota superior à do escoamento, entulhos e acúmulo de água;
9925	Moxotó (Dique)	PE	13,90	1,50	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetação excessiva no coroamento e nos taludes do barramento; - Ao longo da jusante e do pé do barramento, áreas com acúmulo d'água ou com surgências; - Obstrução, assoreamento ou afogamento das caixas de saída da drenagem interna da Barragem; - Deficiência na drenagem superficial no pé do talude de jusante; - Caixas de proteção dos piezômetros destampadas, alguns tubos de piezômetros destampados e marcos topográficos de concreto "jogados"; - Concretagem disforme, com fissuras, falha nas juntas de concretagem dos pilares e desagregação do concreto em alguns pontos (estrutura da Tomada d'Água); - Falta de controle de acesso à galeria de operação manual das válvulas de descarga da Tomada d'Água; local não dispõe de ligação à rede elétrica, tampouco de fontes alternativas de energia;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Edificação de operação e controle da Tomada d'Água minimamente executada e com erosões em sua lateral; - Dique provisório implantado no canal de restituição da Tomada d'Água que impede o adequado escoamento de água quando da operação do sistema e gera uma piscina de água acumulada quando não operante; - Fissuras, trincas e juntas não consolidadas no Vertedouro; - Concreto segregado e infiltrações de monta significativa e constante no Vertedouro; - Juntas disformes e com deslocamento, fissuras e trincas na face e pontos de falha na concretagem inicial do Muro Lateral Direito do Vertedouro; - Vegetação de médio e grande porte nas laterais do Canal de Restituição do Vertedouro;
9926	Barreiro	PE	14,40	3,60	<ul style="list-style-type: none"> - Desequilíbrio de carregamento a que está submetida a parede lateral e o próprio canal de aproximação da Tomada D'água de Usos Difusos, devido aos empuxos aplicados pela ensecadeira construída emergencialmente; - O encontro da Barragem de Terra com a estrutura de concreto da Tomada D'Água de Usos Difusos / estrutura de encontro do Vertedouro na margem direita apresenta-se inadequado; - O barramento pode estar vulnerável a possível ocorrência de vazões de grande magnitude junto ao empreendimento enquanto sua estrutura vertedoura encontra-se ensecada; - Árvores e arbustos nos taludes de montante e de jusante; - Edifício de Controle do Sistema de Captação de Água para Usos Difusos bastante danificado desde o acidente em março de 2017;
9927	Campos	PE	19,00	5,10	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência da canaleta de pé do talude de jusante e afogamento da caixa de saída da drenagem interna da Barragem; Caixas de proteção dos piezômetros destampadas;

Nº.	Barragem	UF	Altura (m)	Volume (hm ³)	Principais anomalias detectadas nas vistorias
					<ul style="list-style-type: none"> - Falta de instrumentação de monitoramento na região do contato entre as estruturas de concreto e do barramento; - Equipamentos mecânicos da Estrutura de Controle não totalmente instalados e edificação de comando inacabada do ponto de vista estrutural; - Afundamento do solo/princípio de erosão no contato com a galeria central da Estrutura de Controle; - Juntas de concretagem com abertura acentuada e deslocamento transversal nos Muros Laterais de jusante (Estrutura de Controle); - Falta de cobertura, instalação dos elementos mecânicos e ligação com a rede elétrica (Tomada d'Água); - Água acumulada no interior da galeria de válvulas (Tomada d'Água); - Vegetação de pequeno porte, erosões nas laterais e falta de proteção no talude escavado do canal de restituição da Tomada d'Água e do Vertedouro; - Presença de vegetação excessiva no talude de jusante; Concretagem disforme, com fissuras e falha nas juntas de concretagem dos pilares (estrutura da Tomada d'Água);
9928	Barro Branco	PE	12,60	0,30	<ul style="list-style-type: none"> - Deslocamentos junto do muro direito do canal de aproximação do Sistema de Descarga de Usos Difusos; - Falta de adequada instrumentação de controle junto ao contato da Barragem da Margem Direita com as Estruturas de concreto; - Desobstrução das canaletas do sistema de drenagem superficial;

