



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

OTHON FIALHO DE OLIVEIRA

**DESAFIOS DA GOVERNANÇA NA IMPLEMENTAÇÃO DA  
POLÍTICA PÚBLICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:  
o caso da Barragem de Jucazinho, em Pernambuco**

Recife  
2024

OTHON FIALHO DE OLIVEIRA

**DESAFIOS DA GOVERNANÇA NA IMPLEMENTAÇÃO DA  
POLÍTICA PÚBLICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:  
o caso da Barragem de Jucazinho, em Pernambuco**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Orientadora: Profa. Dra. Suzana Maria Gico Lima Montenegro

Recife

2024

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

O48d Oliveira, Othon Fialho de  
Desafios da governança na implementação da política pública de  
segurança de barragens: o caso da Barragem de Jucazinho, em  
Pernambuco / Othon Fialho de Oliveira, 2024.

305 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Suzana Maria Gico Lima Montenegro.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2024.  
Inclui referências apêndices e anexos.

1. Engenharia Civil. 2. Segurança de barragens. 3. Política pública.  
4. Governança. I. Montenegro, Suzana Maria Gico Lima (Orientadora).  
II. Título.

624 CDD (22. Ed.)

UFPE  
BCTG / 2024 - 117

OTHON FIALHO DE OLIVEIRA

**DESAFIOS DA GOVERNANÇA NA IMPLEMENTAÇÃO DA  
POLÍTICA PÚBLICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS:  
O CASO DA BARRAGEM DE JUCAZINHO, EM PERNAMBUCO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Engenharia Civil. Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovada em: 18 / 03 / 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Almir Cirilo (examinador interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Melissa Cristina Pereira Graciosa (examinadora externa)  
Universidade Federal do ABC

---

Profa. Dra. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros (examinadora externa)  
Universidade Federal da Bahia

---

Profa. Dra. Simone Rosa da Silva (examinadora externa)  
Universidade de Pernambuco

---

Prof. Dr. Artur Paiva Coutinho (examinador interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que tornou possível a realização deste projeto, e à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde tive a oportunidade de desenvolvê-lo.

Expresso minha sincera gratidão à Professora Suzana Montenegro, cuja orientação e exemplo inspirador como pesquisadora dedicada a encontrar soluções para os desafios da sociedade enriqueceram minha jornada acadêmica.

Sou grato aos servidores da ANA, Alan Lopes, Josimar Alves e Sérgio Salgado, pelo apoio, assim como aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFPE, Almir Cirilo, Jaime Cabral, Alfredo Ribeiro e Roberto Azevedo, por compartilharem seus valiosos conhecimentos e experiências. Agradeço ao professor Anderson Paiva e às equipes de apoio administrativo das instituições envolvidas, pelo suporte diversificado que me ofereceram ao longo do doutorado.

Agradeço à Agência Pernambucana de Águas e Clima pela acolhida e pela oportunidade de aprendizado durante minha estadia, com um reconhecimento especial a Fellipe Alves, Eduarda Casanova, Ricardo Valente e Simone Freitas pela enriquecedora troca de experiências.

Ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, agradeço o acesso concedido à Barragem de Jucazinho e a hospitalidade durante minha estadia em suas instalações, em especial ao engenheiro Marcos George pela generosidade em compartilhar seu vasto conhecimento e experiência profissional.

Um reconhecimento especial à Engenheira Simone Rosa, que esteve presente em vários momentos da minha trajetória profissional e serviu como referência na área de gestão de recursos hídricos.

Sou grato aos colegas de profissão, do meio acadêmico e profissional, incluindo aqueles que não estão mais entre nós, pelo legado que deixaram e que utilizei como base para este trabalho. Este documento representa minha modesta contribuição.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha família pelo suporte emocional inestimável. À minha esposa, Maria das Mercês, pelo companheirismo, e aos meus filhos, Heloísa e Daniel, pelas alegrias cotidianas. Um agradecimento especial aos meus pais e incentivadores, José Vieira e Silvia Fialho, aos meus irmãos e grandes amigos Silvio e José, e à memória dos meus avós Júlio Vieira e Maria Gomes, meus eternos exemplos de amor e generosidade.

When The Levee Breaks  
(Memphis Minnie e Kansas Joe McCoy, 1929)

If it keeps on rainin', levee's goin' to break  
And the water gonnna come in and we'll have no place to stay

Well all last night I sat on the levee and moan  
Thinkin' 'bout my baby and my happy home

If it keeps on rainin' levee's goin' to break  
And all these people will have no place to stay

Now look here mama what am I to do?  
I ain't got nobody to tell my troubles to

I worked on the levee, mama, both night and day  
I ain't got nobody to keep the water away

Oh cryin' won't help you, prayin' won't do no good  
Whenever the levee breaks momma, you got to lose

I worked on the levee, mama, both night and day  
I worked so hard to keep the water away

I had a woman, she wouldn't do for me  
I'm going back to my used to be

Oh, mean old levee taught me to weep and moan  
Told me leave my baby and my happy home

Canção produzida em 1929 pelo casal Kansas Joe McCoy e Memphis Minnie, depois regravada por renomados artistas e bandas, entre eles Bob Dylan e Led Zeppelin. Foi inspirada em eventos ocorridos durante a devastadora enchente que assolou o Estado americano do Mississippi em 1927. Retrata o drama de desamparados trabalhadores rurais afro-americanos, lutando para evitar o rompimento de um dique (ROLLING STONE LLC, 2023; SONGFACTS LLC, 2023).



Trabalhadores reforçando o dique perto da plantação de Lakeport, no condado de Chicot, em 1927 (ENCYCLOPEDIA OF ARKANSAS, 2023)

## RESUMO

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida pela Lei nº 12.334/2010, representa um marco significativo na legislação. Ela estabelece ações a serem realizadas visando garantir a segurança das barragens. Porém, a implementação da PNSB enfrenta desafios, principalmente em termos de eficácia para empreendedores de pequeno porte e públicos, relacionados sobretudo à falta de manutenção. Tragédias marcantes como as de Cocal/PI em 2009, Mariana/MG em 2015 e Brumadinho/MG em 2019 motivaram o aperfeiçoamento da legislação visando a prevenção de futuros acidentes. Desde então, já foram realizadas duas avaliações da PNSB: uma pela Agência Nacional de Águas em 2015 e outra pelo Ministério do Desenvolvimento Regional em 2021, fornecendo uma visão do progresso da PNSB e trazendo recomendações para aprimoramento. As avaliações tiveram ênfase nas instituições federais, contudo, há uma disparidade entre a implementação da política em nível federal e estadual, em virtude das diferentes regulamentações, características das barragens e condições hidrológicas regionais. Essa pesquisa parte da hipótese de que é possível identificar subsídios para o aprimoramento da política em nível nacional a partir de um estudo de caso relevante, englobando: validação da avaliação nacional da PNSB no Estado; avaliações organizacionais do empreendedor e fiscalizador; avaliação participativa pela população na área potencialmente afetada pela ruptura da barragem; e a realização de vistorias para monitorar a evolução do estado de conservação. O estudo de caso selecionado foi a barragem de Jucazinho, que é a mais alta do Brasil classificada simultaneamente na categoria de risco “alto” e dano potencial associado “alto” e que não se destina à contenção de rejeitos de mineração. Apesar da barragem ter papel estratégico no abastecimento de água e no controle de inundações, ela passou quase dezessete anos em estado de “alerta” devido a problemas estruturais. Jucazinho é de responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), que é o empreendedor responsável pelo maior número de barragens no Brasil. Em relação aos resultados, quanto à validação da avaliação da PNSB pela Apac/PE, verificou-se que há uma concordância considerável com o diagnóstico e iniciativas propostas, satisfatoriedade com os resultados, mas a efetividade da estrutura da política e a qualidade da governança foram consideradas regular. Além disso, a gestão de riscos foi identificada como um ponto crítico. Sobre as avaliações organizacionais, verificaram-se limitações

enfrentadas pelo fiscalizador, como falta de recursos para cobrir todo o universo de barragens reguladas, sendo necessário priorizar as ações. Pelo empreendedor, verificou-se que, de uma forma geral, as barragens do Dnocs no Estado estão em mau estado de conservação devido à inconsistência na gestão, à falta de reposição de mão de obra e de recursos para manutenção e recuperação. Como alternativas, é recomendável que se busque envolver mais o ministério ao qual o Dnocs está vinculado e buscar novas fontes de recursos para custear a operação e manutenção da infraestrutura. Pelo lado da população, verificou-se que os principais problemas em relação aos recursos hídricos são poluição, inundações e segurança de barragens, respectivamente, e que há necessidade de aprimorar a comunicação e a educação ambiental. Por fim, destaca-se a importância de uma abordagem interinstitucional, integrada, colaborativa e participativa para melhorar a efetividade da PNSB e conscientizar a população sobre os riscos.

**Palavras-chave:** segurança de barragens; política pública; governança.

## ABSTRACT

The National Dam Safety Policy (PNSB), established by Law No. 12,334/2010, marks a significant milestone in legislation. It sets forth actions to ensure dam safety. However, the implementation of the PNSB faces challenges, particularly in terms of its effectiveness when applied to small-scale and public dam owners, mainly due to maintenance shortcomings. Notable tragedies such as those in Cocal/PI in 2009, Mariana/MG in 2015, and Brumadinho/MG in 2019 spurred improvements in legislation to prevent future accidents. Since then, two evaluations of the PNSB have been conducted: one by the National Water Agency in 2015 and another by the Ministry of Regional Development in 2021, providing insights into the progress of the PNSB and recommendations for enhancement. The evaluations focused on federal institutions, but there is a disparity in policy implementation at federal and state levels, due to different regulations, dam characteristics, and regional hydrological conditions. This research hypothesizes that it is possible to identify enhancements for the national policy through a relevant case study, encompassing: validation of the national evaluation of PNSB in the State; organizational assessments of the dam owner and the regulatory authority; participatory evaluation by the population in the area potentially affected by the dam break; and surveillance campaigns to monitor the conservation status. The selected case study was the Jucazinho Dam, which is the tallest dam in Brazil not used for mining waste containment that is simultaneously classified in the “high” risk category and “high” potential associated damage category. Despite its strategic role in water supply and flood control, the dam remained in an “alert” state for nearly seventeen years due to structural issues. Jucazinho is managed by the National Department of Works Against Droughts (Dnocs), which manages the largest number of dams in Brazil. Regarding the results, in terms of validating the evaluation of the PNSB by Apac/PE, it was found that there is considerable agreement with the diagnosis and proposed initiatives, satisfaction with the outcomes, but the effectiveness of the policy framework and the quality of governance were considered to be average. Additionally, risk management was identified as a critical issue. Organizational assessments revealed limitations faced by the regulatory authority, such as lack of resources to cover all regulated dams, necessitating prioritization of actions. For the dam owner, it was found that Dnocs dams in the State of Pernambuco are generally in poor condition due to inconsistent management, lack of workforce

replacement, and insufficient resources for maintenance and recovery. As alternatives, it is advisable to seek further involvement from the ministry to which the DNOCS is linked and to look for new funding sources to cover the operation and maintenance of the infrastructure. From the population's perspective, the main issues concerning water resources are pollution, floods, and dam safety, highlighting the need to improve communication and environmental education. Finally, the importance of an interinstitutional, integrated, collaborative, and participatory approach is emphasized to enhance the effectiveness of the PNSB and to raise public awareness of the risks.

**Keywords:** dam safety; public policy; governance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes do Modelo do TCU para Avaliação de Governança em Políticas Públicas .....	42
Figura 2 – Total de grandes barragens por finalidade.....	55
Figura 3 – Classificação das grandes barragens por tipo .....	55
Figura 4 – Construção anual de grandes barragens em todo o mundo desde 1900 .....	56
Figura 5 – Evolução do número de acidentes e incidentes por RSB.....	60
Figura 6 – Órgão fiscalizador da segurança por tipo de barragem.....	69
Figura 7 – Arranjo institucional da PNSB .....	71
Figura 8 – Principais usos das barragens e enquadramento na PNSB.....	72
Figura 9 – Altura mediana das barragens por finalidade de uso e enquadramento na PNSB .....	73
Figura 10 – Volume mediano das barragens por finalidade de uso e enquadramento na PNSB .....	74
Figura 11 – Empreendedores identificados por finalidade de uso.....	75
Figura 12 – Situação dos empreendedores em relação às barragens enquadradas na PNSB .....	75
Figura 13 – Situação dos empreendedores em relação às grandes barragens .	76
Figura 14 – Principais anomalias observadas em barragens de usos múltiplos	85
Figura 15 – Idade dos programas de segurança de barragens em alguns países.....	112
Figura 16 – Progressos alcançados até março de 2015 com a Lei nº 12.334/2010 .....	113
Figura 17 – Análise de Impacto Cruzado .....	114
Figura 18 – Maiores barragens na Bacia do Rio Capibaribe .....	132
Figura 19 – Diagrama ilustrativo da disposição das principais barragens da bacia.....	133
Figura 20 – Paramento de jusante da Barragem de Jucazinho .....	135
Figura 21 – Área de inundação a jusante da Barragem de Jucazinho no cenário de ruptura extrema .....	138
Figura 22 – Área de inundação na cidade de Recife decorrente da ruptura da Barragem de Jucazinho no cenário de ruptura extrema.....	139

Figura 23 – Organograma da Apac/PE .....	141
Figura 24 – Estrutura organizacional básica do Dnocs .....	143
Figura 25 – Recorte do organograma do Dnocs, com destaque às áreas técnicas.....	144
Figura 26 – Mapa Estratégico Dnocs 2021-2024 .....	149
Figura 27 – Relação entre o ciclo da política pública e os modelos de avaliação e governança.....	150
Figura 28 – Esquema ilustrativo do procedimento adotado na pesquisa .....	152
Figura 29 – Distribuição de frequência de respostas na escala de 7 níveis.....	175
Figura 30 – Distribuição de frequência de respostas na escala de 5 níveis.....	175
Figura 31 – Distribuição de frequência de respostas na escala de 3 níveis.....	175
Figura 32 – Análise da Apac/PE sobre a avaliação ex-post da PNSB realizada pelo MDR .....	180
Figura 33 – Barragens do Dnocs em Pernambuco .....	185
Figura 34 – Atividades identificadas da Apac/PE em segurança de barragens .	186
Figura 35 – Localização das entrevistas .....	213
Figura 36 – Histograma de idade dos entrevistados .....	214
Figura 37 – Histograma de estado civil dos entrevistados .....	214
Figura 38 – Histograma de escolaridade dos entrevistados.....	214
Figura 39 – Histograma de tipo de domicílio .....	214
Figura 40 – Histograma de residentes por domicílio .....	214
Figura 41 – Histograma de natureza de ocupação.....	214
Figura 42 – Importância do rio para o entrevistado .....	215
Figura 43 – Como utiliza a água.....	215
Figura 44 – Principais problemas associados ao rio .....	215
Figura 45 – Instituições conhecidas (pesquisa espontânea).....	216
Figura 46 – Instituições conhecidas (pesquisa estimulada) .....	216
Figura 47 – Tipos de críticas .....	220
Figura 48 – Sugestões .....	220
Figura 49 – Precipitação média em postos pluviométricos na bacia do rio Capibaribe.....	221
Figura 50 – Evolução do nível da água do reservatório de Jucazinho e datas das vistorias .....	222
Figura 51 – Indicador de melhoria na conservação da barragem .....	223

Figura 52 – Evolução do número de barragens fiscalizadas <i>in loco</i> pelos órfãos fiscalizadores .....	245
Figura 53 – Panorama geral dos principais obstáculos à efetividade da PNSB no estudo de caso .....	246

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da consistência interna a partir do coeficiente alfa de Cronbach.....	51
Tabela 2 – Classificação do grau de concordância a partir do coeficiente Kappa.....	52
Tabela 3 – Distribuição de grandes barragens no mundo.....	56
Tabela 4 – Lista dos principais acidentes com barragens no Brasil.....	60
Tabela 5 – Quantidade de barragens por faixa de altura.....	73
Tabela 6 – Quantidade de barragens por faixa de volume.....	74
Tabela 7 – Natureza jurídica dos empreendedores.....	76
Tabela 8 – Classificação quanto ao CRI e DPA.....	78
Tabela 9 – Lista de empreendedores com maior número de barragens e de empreendedores com mais barragens classificadas com CRI e DPA altos.....	79
Tabela 10 – Quantidade de barragens com PSB e PAE.....	83
Tabela 11 – Anomalias mais relevantes registradas em 96 relatórios de inspeção de barragens.....	85
Tabela 12 – Comparação das classificações do Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB) indicadas nos relatórios de inspeção dos consultores da ANA e das equipes dos empreendedores.....	88
Tabela 13 – Comparativo entre Plancon e PAE.....	91
Tabela 14 – Principais resultados da implementação da PNSB.....	123
Tabela 15 – Questões sobre governança realizadas no estudo da Enap.....	126
Tabela 16 – Riscos avaliados no estudo da Enap.....	129
Tabela 17 – Principais reservatórios da Bacia do Rio Capibaribe.....	134
Tabela 18 – Ficha Técnica da Barragem de Jucazinho.....	136
Tabela 19 – Formulário para entrevista de funcionários do órgão fiscalizador ...	155
Tabela 20 – Formulário para entrevista das pessoas em áreas potencialmente afetadas pela ruptura da Barragem de Jucazinho.....	169
Tabela 21 – Avaliação do Estado de Conservação.....	171
Tabela 22 – Respostas do formulário para entrevista de funcionários do órgão fiscalizador.....	174

Tabela 23 – Valores médios das pontuações dos funcionários do órgão fiscalizador .....	176
Tabela 24 – Avaliação da consistência interna do formulário .....	177
Tabela 25 – Avaliação da probabilidade observacional de concordância entre os avaliadores .....	179
Tabela 26 – Declaração dos entrevistados sobre como a segurança de barragens afeta suas vidas.....	218
Tabela 27 – Opinião dos entrevistados sobre como esse assunto vem sendo tratado pelos órgãos competentes .....	218
Tabela 28 – Avaliação do Estado de conservação da Barragem de Jucazinho a cada vistoria .....	223
Tabela 29 – Principais aspectos da avaliação da PNSB, do âmbito nacional ao local.....	247

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIN	Agência Brasileira de Inteligência
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
Apac/PE	Agência Pernambucana de Águas e Clima
ASDSO	Associação de Oficiais Estaduais de Segurança de Barragens dos Estados Unidos
CAV	Curva Cota x Área x Volume
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CERH/PE	Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco
CEST/PE	Coordenadoria Estadual do Dnocs em Pernambuco
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Controladoria-Geral da União
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
Cobrade	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
Codecipe	Coordenadoria de Defesa Civil Estadual de Pernambuco
Codevasf	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
Compesa	Companhia Pernambucana de Saneamento
CRAB	Comissão Regional dos Atingidos por Barragens
CRI	Categoria de risco
CTF/AIDA	Cadastro Técnico Federal de Atividades e Ferramentas de Defesa Ambiental
CTF/APP	Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Usuários de Recursos Ambientais
Dnocs	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DPA	Dano potencial associado
EC	Estado de Conservação da barragem
Enap	Escola Nacional de Administração Pública
EUA	Estados Unidos da América
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Icold	Comissão Internacional de Grandes Barragens
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
ISE	Inspeção de Segurança Especial de Barragem
ISO	Organização Internacional de Normalização
ISR	Inspeção Regular de Segurança de Barragem
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MAB	Movimentos do Atingidos por Barragens
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MPF	Ministério Público Federal
MI	Ministério da Integração Nacional
NPA	Nível de Perigo da Anomalia
NPGB	Nível de Perigo Global da Barragem
OCDE/OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PAE	Plano de Ação de Emergência
PDM	Plano Diretor Municipal
PE3D	Programa Pernambuco Tridimensional
PEI	Plano Estratégico Institucional do Dnocs
Plancon	Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil
Planerb	Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de Barragens da União
PLC	Projeto de Lei da Câmara dos Deputados
PLS	Projeto de Lei do Senado Federal
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PSB	Plano de Segurança de Barragens
RIMA	Relatório de Impacto do Meio Ambiente
RPSB	Revisão Periódica de Segurança de Barragem
RSB	Relatório de Segurança de Barragens
SDEC/PE	Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
Seinfra/PE	Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos

SIAFI	Sistema Integrado de Administração Financeira
Sinima	Sistema Nacional de Informação Ambiental
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SRHE/PE	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos do Estado de Pernambuco
Sudene	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TCU	Tribunal de Contas da União
TED	Termo de Execução Descentralizada
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UHE	Usina Hidrelétrica
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
USBR	<i>United States Bureau of Reclamation</i>
WISE	Serviço Mundial de Informação sobre Energia
ZAS	Zona de autossalvamento
ZSS	Zona de segurança secundária

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	21
1.2	HIPÓTESE .....	24
1.3	OBJETIVOS .....	25
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>25</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>26</b>
2.1	EPISTEMOLOGIA.....	26
2.2	POLÍTICAS PÚBLICAS.....	30
2.3	GOVERNANÇA PÚBLICA.....	38
2.4	PERCEPÇÃO DE RISCO.....	43
2.5	PSICOMETRIA.....	45
2.6	SEGURANÇA DE BARRAGENS .....	54
<b>2.6.1</b>	<b>Barragens pelo mundo .....</b>	<b>54</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Histórico de acidentes com barragens.....</b>	<b>58</b>
2.6.2.1	Repercussão dos acidentes e o papel dos meios de comunicação ....	61
2.6.2.2	Acidentes de barragens e chuvas intensas.....	64
<b>2.6.3</b>	<b>Legislação de segurança de barragens .....</b>	<b>66</b>
2.6.3.1	Arranjo institucional .....	69
2.6.3.2	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens ....	72
2.6.3.3	Classificação de barragens .....	77
2.6.3.4	Enquadramento das pequenas barragens .....	81
2.6.3.5	Plano de Segurança de Barragens.....	82
2.6.3.6	Inspeções de segurança: principais anomalias .....	84
2.6.3.7	Inspeções de segurança: a importância de auditorias externas .....	87
2.6.3.8	Relação entre PAEs e Plancons.....	90
2.6.3.9	Atingidos por barragens .....	92
2.6.3.10	Regulação responsiva .....	93
<b>2.6.4</b>	<b>Perspectiva internacional .....</b>	<b>94</b>
2.6.4.1	Agenda ambiental internacional .....	94
2.6.4.2	Contribuição do Banco Mundial.....	96
2.6.4.3	International Commission on Large Dams.....	100

<b>2.6.5</b>	<b>Pesquisas acadêmicas .....</b>	<b>101</b>
2.7	AVALIAÇÕES NACIONAIS DA PNSB .....	108
<b>2.7.1</b>	<b>Avaliação promovida pela ANA/Banco Mundial .....</b>	<b>108</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Auditorias do Tribunal de Contas da União .....</b>	<b>116</b>
2.7.2.1	Setor de Mineração .....	116
2.7.2.2	Setor de Energia Elétrica.....	116
2.7.2.3	Setor de Usos Múltiplos.....	117
<b>2.7.3</b>	<b>Avaliação Executiva Ex Post promovida pelo MDR/Enap .....</b>	<b>120</b>
2.7.3.1	Diagnóstico do problema.....	121
2.7.3.2	Desenho da política.....	122
2.7.3.3	Avaliação dos resultados.....	123
2.7.3.4	Estrutura e processos de governança.....	126
2.7.3.5	Sistema de gestão de riscos .....	129
2.7.3.6	Ponderações finais sobre o trabalho da Enap.....	131
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>132</b>
3.1	BARRAGEM DE JUCAZINHO.....	132
<b>3.1.1</b>	<b>Dados técnicos da barragem .....</b>	<b>135</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Impacto Potencial.....</b>	<b>137</b>
3.2	AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA .....	140
3.3	DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS .....	142
<b>3.3.1</b>	<b>Coordenadoria Estadual - CEST-PE/Dnocs.....</b>	<b>145</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Comitê de Governança, Riscos e Controles .....</b>	<b>145</b>
3.4	METODOLOGIA PROPOSTA .....	150
<b>3.4.1</b>	<b>Validação estadual da avaliação nacional da PNSB .....</b>	<b>153</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Avaliação do funcionamento das instituições.....</b>	<b>164</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Avaliação participativa.....</b>	<b>166</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Avaliação do Estado de Conservação da Barragem .....</b>	<b>170</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>173</b>
4.1	VALIDAÇÃO ESTADUAL DA AVALIAÇÃO NACIONAL DA PNSB .....	173
<b>4.1.1</b>	<b>Consistência interna do formulário .....</b>	<b>177</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Equivalência entre as avaliações.....</b>	<b>179</b>
4.2	AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DAS INSTITUIÇÕES .....	184
<b>4.2.1</b>	<b>Perspectiva do Dnocs .....</b>	<b>184</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Perspectiva da Apac/PE.....</b>	<b>186</b>

4.2.3	<b>Análise documental e de conteúdo .....</b>	<b>192</b>
4.3	AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA .....	212
4.4	AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE JUCAZINHO ....	221
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>224</b>
5.1	VALIDAÇÃO ESTADUAL DA AVALIAÇÃO NACIONAL DA PNSB .....	224
5.2	AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DAS INSTITUIÇÕES .....	227
<b>5.2.1</b>	<b>Perspectiva do Dnocs .....</b>	<b>227</b>
5.2.1.1	Responsabilização do empreendedor .....	232
5.2.1.2	Informações conflitantes.....	235
<b>5.2.2</b>	<b>Perspectiva da Apac/PE.....</b>	<b>236</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Análise documental e de conteúdo .....</b>	<b>238</b>
5.3	AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA .....	242
5.4	AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE JUCAZINHO ....	244
5.5	SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	246
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>248</b>
6.1	CONCLUSÕES .....	248
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	250
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>252</b>
	<b>APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DOS BOLETINS DA ICOLD MAIS RELACIONADOS AO TEMA DA PESQUISA .....</b>	<b>269</b>
	<b>APÊNDICE B – ALTERNATIVAS DE CÁLCULO DA CONCORDÂN- CIA .....</b>	<b>278</b>
	<b>APÊNDICE C – COMENTÁRIOS SOBRE OS RESULTADOS DAS VISTORIAS.....</b>	<b>279</b>
	<b>ANEXO A – LISTA DOS PRINCIPAIS ACIDENTES COM BARRA- GENS .....</b>	<b>283</b>
	<b>ANEXO B – TRECHOS DO ACÓRDÃO N°1257/2019–TCU–PLENÁ- RIO.....</b>	<b>287</b>
	<b>ANEXO C – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS VISTORIAS.....</b>	<b>291</b>
	C.1 VISTORIA REALIZADA EM 14/12/2020 .....	291
	C.2 VISTORIA REALIZADA EM 17/06/2021 .....	293
	C.3 VISTORIA REALIZADA EM 16/12/2021 .....	296
	C.4 VISTORIA REALIZADA EM 14/07/2022 .....	299
	C.5 VISTORIA REALIZADA EM 06/01/2023 .....	302

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

No Brasil, das mais de 20 mil barragens identificadas, aproximadamente metade não possui informações sobre seus proprietários. Em termos de capacidade de armazenamento e altura, cerca de 90% dessas barragens podem ser consideradas como de pequeno porte. Uma parcela expressiva dessas estruturas é antiga, tendo sido projetadas e construídas com padrões técnicos considerados inadequados atualmente. Além disso, muitas delas não passam por manutenções periódicas, o que frequentemente resulta no surgimento de anomalias estruturais. Essa combinação de fatores eleva significativamente o risco de acidentes, os quais podem ter sérias consequências tanto para as populações locais quanto para o meio ambiente.

A maioria dos acidentes envolvendo barragens ocorre em pequenos empreendimentos e é desencadeada por chuvas intensas. No entanto, são os acidentes de maior magnitude que evidenciam as falhas de segurança e impulsionam o aprimoramento da legislação. O acidente ocorrido em março de 2003 na barragem de rejeitos da indústria de papel Cataguases, em Minas Gerais, motivou a criação de uma lei sobre segurança de barragens. Após o acidente em maio de 2009 na barragem de Algodões, no município de Cocal, no Piauí, o projeto de lei ganhou força e deu origem à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), implementada pela Lei nº 12.334/2010. Esta lei estabeleceu diversas ações a serem realizadas visando garantir a segurança dessas estruturas. As diretrizes de implementação da PNSB são definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e devem ser seguidas tanto pela União quanto pelos estados, que também passaram a desenvolver legislações próprias sobre segurança de barragens. Após os trágicos eventos envolvendo barragens de rejeitos de mineração em Mariana, em novembro de 2015, e em Brumadinho, em janeiro de 2019, ambas em Minas Gerais, a lei foi revisada e atualizada, incluindo um capítulo específico sobre infrações e sanções.

Desde a implementação da PNSB, já foram conduzidas duas avaliações significativas. A primeira, em 2015, foi realizada pelo Banco Mundial em contrato com a Agência Nacional de Águas (ANA). A segunda avaliação ocorreu em 2021, conduzida pela Escola Nacional de Administração Pública (Enap), sob contrato do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Ambas contaram com a participação

de dezenas de profissionais experientes e ofereceram uma visão abrangente do progresso alcançado com a implementação da PNSB, além de fornecerem recomendações para seu aprimoramento. É importante mencionar ainda as contribuições do Tribunal de Contas da União (TCU) resultantes de auditorias operacionais. No entanto, é importante destacar que essas avaliações enfatizaram a perspectiva das instituições federais e não envolveram a participação da sociedade.

A implementação da PNSB não é uniforme em todo o país devido às regulamentações feitas nos Estados e às próprias características das barragens em termos de finalidade, tamanho e capacidade de acumulação, que refletem as necessidades de projeto e as condições hidrológicas regionais. Assim, nem sempre a experiência em âmbito federal é representativa da realidade local, o que implica que uma avaliação nacional também pode não refletir necessariamente as condições de todas as regiões. Portanto, uma validação estadual da avaliação nacional pode contribuir para identificar desafios relevantes e oportunidades de melhoria que não foram considerados na avaliação nacional.

Além disso, como mencionado, a discussão sobre a segurança de barragens ganha força após acidentes de grande impacto e repercussão na mídia. Porém, várias outras situações graves têm ocorrido, mas que, felizmente, não resultaram em tragédias. Portanto, avaliar a PNSB com base em estudos de casos críticos também pode fornecer lições importantes para o aprimoramento dessa política pública.

No meio acadêmico, tradicionalmente, a maioria dos estudos sobre barragens aborda aspectos eminentemente técnicos de engenharia. No entanto, nos últimos anos, tem sido observado um notável crescimento do interesse pela gestão, especialmente evidenciado pela criação de novos cursos e pela crescente visibilidade do tema. Apesar disso, percebe-se uma lacuna em relação a uma abordagem mais abrangente da governança, que inclua tanto as instituições envolvidas quanto a população, especialmente em contextos de casos de grande relevância e criticidade.

Assim, este estudo se propõe a discutir a avaliação da política pública de segurança de barragens em nível nacional sob a perspectiva do fiscalizador estadual e a analisar a efetividade das ações em um estudo de caso emblemático. O objetivo é fornecer uma avaliação detalhada da PNSB, examinando a estrutura organizacional e as atividades dos atores-chave (empreendedor e fiscalizador), bem como a percepção da população afetada. Este enfoque possibilita uma compreensão mais

ampla e aprofundada dos principais desafios enfrentados e das oportunidades de melhoria na governança da gestão da segurança de barragens.

O estudo de caso selecionado é o da barragem de Jucazinho, localizada no Estado de Pernambuco, que possui várias características que o destaca: é a barragem mais alta classificada simultaneamente na categoria de risco “alto” e dano potencial associado “alto” e que não se destina à contenção de rejeitos de mineração; pertence ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), que é o empreendedor encarregado em manter o maior número de barragens no Brasil; apesar da barragem possuir papel estratégico no abastecimento público e no controle de cheias, permaneceu em estado de “alerta” por quase dezessete anos devido às condições críticas de segurança; um acidente em Jucazinho pode afetar milhares de pessoas e, mesmo que não cause a ruptura em cascata da Barragem de Carpina, localizada a jusante, a onda de cheia gerada pode atingir a populosa capital do Estado – a cidade de Recife, e assim escalar o nível de desastre para um patamar catastrófico; a barragem possui um Plano de Ação de Emergência elaborado em 2017; o órgão fiscalizador, a Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac/PE) é o quinto fiscalizador com o maior número de grandes barragens sob sua responsabilidade.

Por fim, destaca-se que este estudo não apenas busca preencher lacunas significativas na literatura, mas também fornece análises valiosas sobre a eficácia da política pública de segurança de barragens no Brasil. As conclusões e recomendações provenientes desta pesquisa têm como objetivo contribuir para o aprimoramento das práticas de governança e segurança em barragens, prevenindo acidentes e, conseqüentemente, protegendo o meio ambiente e a sociedade.

## 1.2 HIPÓTESE

A definição da hipótese do estudo é apoiada em uma questão norteadora, que representa o “problema da pesquisa”.

**Questão norteadora:** Como a avaliação da eficácia da implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens em um caso específico pode contribuir para o aprimoramento dessa política em nível nacional?

**Hipótese:** Ao avaliar a eficácia da implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens em um estudo de caso de grande relevância, utilizando uma abordagem “de baixo para cima” e considerando as avaliações organizacional e participativa, é possível identificar subsídios para o aprimoramento da política em nível nacional, contribuindo para a consolidação de boas práticas de gestão.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar uma metodologia abrangente para avaliar a governança da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) a partir de uma abordagem “de baixo para cima”, validando a avaliação nacional em nível estadual, integrando análises organizacionais e participativas, e considerando o resultado prático da implementação desta política em uma barragem de grande porte e relevância, com o objetivo de obter recomendações que possam contribuir para o aprimoramento da política em âmbito nacional.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Realizar uma validação da avaliação nacional da implementação da PNSB sob a ótica do órgão estadual responsável pela fiscalização da segurança de barragens em Pernambuco, a Apac/PE, avaliando como a perspectiva nacional se alinha às realidades locais e propondo iniciativas de melhoria;
2. Efetuar avaliações organizacionais do empreendedor responsável pela segurança da barragem de Jucazinho – Dnocs e do órgão fiscalizador – Apac/PE, buscando identificar práticas de excelência e áreas críticas que requerem aprimoramento, visando o alinhamento às diretrizes da PNSB;
3. Promover uma avaliação participativa da implementação da PNSB no caso da barragem de Jucazinho, envolvendo diretamente as comunidades em áreas de risco, para coletar impressões autênticas e proposições visando ao aperfeiçoamento da PNSB;
4. Avaliar em campo o desempenho do Dnocs na implementação de ações corretivas na Barragem de Jucazinho, focando em uma análise crítica da efetividade do processo e identificando pontos de melhoria.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 EPISTEMOLOGIA

A palavra "epistemologia" deriva dos termos gregos "*episteme*" e "*logia*", sendo compreendida como o "*estudo do conhecimento*". Em termos práticos, é a "*teoria do conhecimento*", o ramo da filosofia que se dedica a entender como o ser humano "*adquire conhecimento*". Oliva (2011, p. 13) ressalta que a epistemologia aborda a natureza (o que é) do conhecimento, suas fontes (onde procurá-lo) e sua validação (como comprová-lo), prestando especial atenção aos meios e procedimentos mais seguros para obtê-lo. Assim, a epistemologia relaciona-se ao método científico, desde a formulação de hipóteses até a apresentação dos resultados, sendo, portanto, um elemento básico preliminar para orientar o desenvolvimento de uma pesquisa.

Ao longo da história, filósofos têm adotado diversas abordagens que fornecem uma visão rica e complexa da natureza do conhecimento humano. Por exemplo, a abordagem do *racionalismo* defende que a razão é a principal fonte de conhecimento, enquanto a do *empirismo* argumenta que todo o conhecimento é adquirido através da experiência sensorial. Por sua vez, o *criticismo* busca conciliar essas duas perspectivas, argumentando que o conhecimento humano resulta da interação entre experiência e a estrutura inata da razão. Já a *fenomenologia* busca descrever a realidade a partir da experiência do sujeito, enfatizando a intencionalidade da consciência e o sentido que é dado aos objetos (SILVESTRI, 2019, p. 68-73).

Na análise lógica e na formação do conhecimento, distinguem-se dois métodos principais de inferência: dedução e indução (COPI, IRVING M, 1978, p. 35). O raciocínio dedutivo, também conhecido como silogismo, parte de premissas universais para alcançar uma conclusão específica. Quando se baseia em premissas verdadeiras e segue uma estrutura lógica correta, a conclusão dedutiva é incontestavelmente verdadeira. Já o raciocínio indutivo começa com observações individuais e, a partir delas, propõe generalizações ou "verdades mais abrangentes". Embora este método não possa afirmar com certeza absoluta a veracidade de suas conclusões, a probabilidade de acerto cresce conforme mais observações são feitas.

Quanto ao posicionamento epistemológico do pesquisador em relação ao objeto de estudo, Lessa (2008, p. 2-3) destaca duas abordagens principais: o Positivismo (quantitativo) e o Interpretacionismo (qualitativo). Na abordagem

Positivista, o estudo do homem pode ser realizado por meio dos métodos das ciências naturais, utilizando dados de levantamentos amostrais ou outras práticas de contagem, focando o comportamento humano em termos de variáveis dependentes e independentes. Por outro lado, na abordagem interpretacionista, considera-se que o ser humano, diferente dos objetos, não é passivo, mas sim interage e interpreta continuamente o mundo em que vive, devendo o pesquisador levar em conta o contexto sociocultural.

Soares, Pereira et al. (2011, p. 15) avaliaram a utilização de técnicas das ciências sociais nas análises qualitativas de dados em pesquisas sobre a administração pública. Concluíram, entre outras coisas, que a Análise de Conteúdo (AC), seguida da Análise Documental (ADOC), são as técnicas de análise de dados mais popularmente utilizadas, enquanto a Análise do Discurso (AD) é a menos utilizada devido à sua complexidade. Em termos abreviados: A ADOC considera a fonte da informação material disponível para consulta, incluindo a compreensão de como o autor se insere no contexto histórico. A AC interpreta as fontes de informação seguindo uma lógica dedutiva em busca do significado. Finalmente, a AD considera o "*não-dito*", o que "*foi esquecido*", as intenções, as contradições e o simbolismo nos gestos e no modo de se comunicar.

Bonini e Quaresma (2005, p. 69) destacam que, nas pesquisas qualitativas da sociologia, uma investigação científica se inicia com o levantamento de dados, que passa por três etapas essenciais: *pesquisa bibliográfica*, *observação dos fatos ou fenômenos* e *contato com pessoas*. A última etapa frequentemente envolve entrevistas, as quais permitem a obtenção de informações objetivas e subjetivas, como valores, opiniões e sentimentos.

O planejamento de uma entrevista envolve a seleção criteriosa do entrevistado e a definição de um roteiro ou formulário com as questões. Esse roteiro deve seguir uma estrutura lógica de pensamento, permitindo a continuidade natural na conversa (BONI e QUARESMA, 2005, p. 72). Existem diversos tipos de entrevistas, cada um com seus propósitos específicos:

- Entrevista projetiva: utiliza recursos visuais, nos quais o entrevistador pode mostrar documentos, fotos e vídeos para resgatar e aprofundar as memórias do entrevistado, permitindo que este discorra sobre o que observa.

- Entrevistas com grupos focais: são reuniões com pequenos grupos para debater um tema específico, onde o entrevistador atua como moderador, direcionando a conversa e garantindo a participação de todos.
- História de vida: encoraja o entrevistado a contar suas experiências sem pressa, muitas vezes exigindo vários encontros para criar um ambiente confortável para o relato da história.
- Entrevista estruturada: realizada por meio de um questionário completamente estruturado, podendo dispensar a presença do entrevistador. É crucial que as perguntas sejam as mesmas e feitas da mesma maneira para cada entrevistado.
- Entrevista aberta: conduzida como uma conversa informal, na qual o entrevistador introduz o tema e permite que o entrevistado fale livremente, buscando obter o maior número de informações.
- Entrevista semiestruturada: combina perguntas abertas e fechadas, seguindo um conjunto de questões previamente definidas, mas permitindo que o entrevistado discorra sobre o tema, enquanto o entrevistador faz perguntas complementares para esclarecer determinados aspectos

Neste trabalho, adota-se um raciocínio *indutivo*, a fim de buscar identificar estruturas lógicas entre o planejamento e a execução das ações da política pública de segurança de barragens, bem como assume-se uma postura *crítica* em relação ao objeto de estudo, uma vez que são considerados o planejamento “*racional*” e a experiência prática “*empírica*”.

Além disso, reconhece-se que, no campo da política pública, as pessoas (gestores, fiscais e a população em geral envolvida) influenciam e são influenciadas pelo ambiente dinâmico em que se encontram, conquanto as estruturas regulatórias do Estado possuem uma inércia considerável, que as fazem operar num ritmo próprio mais lento ao ponto de aparentarem estar sempre agindo de forma reativa aos problemas que surgem.

O reconhecimento, mapeamento e caracterização desse contexto decisório contribuem para fundamentar o aprofundamento da política pública de segurança de barragens. O risco inerente neste tipo de estudo é o “*viés de confirmação*” (NICKERSON, 1998, p. 175-176), que ocorre quando o pesquisador, mesmo que involuntariamente, confunde o conhecimento com sua opinião pessoal e incorre na

busca de argumentos para validar ideias pré-estabelecidas, sem realizar um julgamento crítico sobre as fontes de informação consultadas, ou mesmo quando tem sua capacidade de percepção e julgamento comprometida por envolvimento emocional com algum aspecto estudado. Particularmente em segurança de barragens, o pesquisador pode ser influenciado, por exemplo, quando se deixa sensibilizar pela empatia em relação às pessoas afetadas por um acidente ou em situação de vulnerabilidade social que residem nas áreas de risco.

Em resumo, a compreensão da epistemologia, como teoria do conhecimento, estabelece alicerces essenciais para conduzir e interpretar investigações científicas, principalmente aquelas atreladas às ciências sociais e humanas. A diversidade de abordagens epistemológicas, como o racionalismo, empirismo, criticismo e fenomenologia, demonstra a complexidade e riqueza do entendimento humano sobre a natureza do conhecimento. As metodologias dedutivas e indutivas, juntamente com as abordagens quantitativas e qualitativas, indicam diferentes caminhos que os pesquisadores podem trilhar para chegar às suas conclusões.

## 2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS

Políticas públicas representam o fluxo de decisões públicas (natureza decisória), tomadas por uma autoridade legalmente constituída (natureza institucional), com o objetivo de manter o equilíbrio social ou introduzir desequilíbrios destinados a modificar essa realidade (natureza causal). Durante a implementação dessas políticas, surgem reações e alterações na sociedade, influenciadas pelos valores, ideias e visões das partes envolvidas na decisão (natureza comportamental) (SARAVIA e FERRAREZI, 2006).

Podemos encará-las como estratégias que visam diversos fins, todos desejados, de alguma forma, pelos grupos que participam do processo decisório. A finalidade última dessas estratégias pode ser a consolidação da democracia, a justiça social, a manutenção do poder ou a busca pela felicidade das pessoas. Sob uma perspectiva mais operacional, podemos definir políticas públicas como sistemas de decisões públicas que buscam ações ou omissões, de caráter preventivo ou corretivo, com o intuito de manter ou modificar a realidade de um ou mais setores da vida social. Isso é feito por meio da definição de objetivos, estratégias de atuação e alocação dos recursos necessários para alcançar esses objetivos (SARAVIA e FERRAREZI, 2006).

O ciclo de políticas públicas envolve as fases de formulação, implementação e avaliação, sendo que esta última fase pode servir para retroalimentar o processo. Alguns autores, como Wu, Ramesh *et al.* (2014, p. 21) e Lopes, Amaral e Caldas (2008, p. 10), ampliam esse ciclo de forma a detalhar etapas relevantes, que podem ser determinantes para a implementação e sucesso da política pública. Dessa forma, em uma visão mais abrangente desse ciclo, considerando várias referências técnicas, podemos considerar os seguintes estágios:

- Identificação do problema: reconhecimento de que algo não está adequado, seja por percepção própria ou por eventos externos;
- Definição de agenda: seleção dos problemas considerados prioritários pelas autoridades competentes para intervenção, influenciada por questões políticas, institucionais e sociais;
- Formulação de políticas: discussão das alternativas para lidar com os problemas incluídos na agenda, envolvendo atores governamentais e não governamentais. Nesse estágio, são definidas estratégias, planos,

programas, projetos e instrumentos regulatórios, bem como os indicadores de desempenho e resultados esperados;

- Tomada de decisão: nesta etapa, as autoridades competentes decidem se adotarão ou não um conjunto de ações;
- Implementação de políticas: efetivação das ações planejadas;
- Monitoramento e avaliação: acompanhamento, avaliação e alinhamento das ações com base nos resultados alcançados.

É importante ressaltar que diferentes políticas públicas podem interagir e afetar umas às outras, como ocorre no caso da segurança de barragens (Lei nº 12.334/2010), que é influenciada por políticas públicas de recursos hídricos (Lei nº 9.433/1997), defesa civil (Lei nº 12.608/2012), ambiental (Lei nº 6.938/1981), florestal (Lei nº 12.651/2012), urbana (Lei nº 10.257/2001), entre outras.

O processo de políticas públicas muitas vezes é marcado por irracionalidades, inconsistências e falta de coordenação, o que pode gerar tensões e desafios para os envolvidos. Em especial, gestores públicos<sup>1</sup> que não compreendem plenamente a natureza e o funcionamento desse processo podem enfrentar dificuldades para desenvolver estratégias eficazes e assegurar a integração dos resultados (WU, RAMESH, *et al.*, 2014).

A seguir, apresentam-se exemplos de problemas comuns em políticas públicas:

- Políticas públicas ineficazes, porém, populares, frequentemente recebem mais atenção dos formuladores de políticas, enquanto políticas necessárias, mas impopulares, encontram resistência;
- Muitas políticas públicas são criadas em resposta a crises, com os formuladores de políticas atuando como "*bombeiros*", enquanto políticas preventivas recebem menos prioridade;
- Falhas em políticas públicas levam à substituição de lideranças políticas, mas as causas subjacentes das falhas frequentemente não são adequadamente abordadas;

---

<sup>1</sup> Gestor público (TRIBUNAL DE CONTAS DE RONDÔNIA, 2017): aquele que é designado, eleito ou nomeado formalmente, conforme previsto em lei e/ou em regulamento específico, para exercer a administração superior de órgão ou entidade integrante da Administração Pública, que compreende todas as atividades relacionadas à definição de políticas e metas de atuação do ente público, bem como à tomada de decisões, visando ao atendimento dos objetivos e das finalidades definidas nas normas legais reguladoras da sua atuação.

- Políticas públicas defendidas por um órgão governamental podem ser sabotadas por estratégias de outros órgãos, intencionalmente ou não;
- Políticas públicas muitas vezes são moldadas para garantir o apoio de grupos politicamente poderosos, em detrimento dos interesses de longo prazo do público em geral, que têm pouca representação no sistema político;
- Desacordos entre diferentes níveis de governo podem resultar em políticas públicas contraditórias e mutuamente prejudiciais;
- Políticas públicas implementadas por burocratas de nível operacional ("*street-level bureaucrats*") frequentemente se afastam significativamente do que foi planejado na fase de formulação;
- A avaliação de políticas públicas, apesar de sua importância, não é usada para a maioria das decisões e, quando realizada, muitas vezes é motivada por procedimentos burocráticos ou por uma atuação política limitada.

Além desses desafios, há algumas questões críticas mais controversas, por exemplo, alguns autores apontam a questão federativa como um obstáculo na implementação de políticas públicas no Brasil, sob a perspectiva de que o desenvolvimento destas políticas públicas e os recursos financeiros são centrados na União e acreditam que a descentralização pode torná-las mais efetivas (LOPES, AMARAL e CALDAS, 2008). Por outro lado, há defensores da concentração de autoridade no governo federal, argumentando que isso facilita a coordenação dos objetivos das políticas públicas em nível nacional, reduz conflitos entre os diferentes níveis de governo, diminui os custos de implementação e permite resultados redistributivos para reduzir desigualdades (SARAVIA e FERRAREZI, 2006).

Em 2018, o Tribunal de Contas da União (TCU) avaliou a qualidade da implementação de programas e ações governamentais relacionados a dezoito temas de grande relevância (TCU, 2018c). Dentre eles, destacam-se "Planejamento de investimentos em infraestrutura hídrica", "Programa Minha Casa Minha Vida", "Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)" e o "Programa de Apoio à Política Nacional de Desenvolvimento Urbano". Como resultado, o TCU identificou deficiências críticas no processo de implementação das políticas públicas:

- Falta de diagnóstico adequado dos problemas que as políticas públicas pretendem enfrentar, comprometendo a concepção, formulação e tomada de decisão;
- Ausência reiterada de institucionalização das políticas públicas, prejudicando a atuação conjunta das partes interessadas e a legitimidade e qualidade das decisões governamentais;
- Formulação inadequada das políticas públicas, dificultando a implementação eficaz e o alcance dos objetivos e resultados esperados;
- Deficiências de coordenação entre setores e/ou entre esferas de governo e falta de articulação entre os atores envolvidos, prejudicando a entrega de soluções integradas para os problemas da sociedade;
- Limitações no processo de monitoramento e avaliação, dificultando o acompanhamento dos resultados das políticas públicas e comprometendo a transparência da atuação governamental.

O relatório do TCU resultou no Acórdão nº 2608/2018 – TCU – Plenário (TCU, 2018b), que recomendou a ampla adoção do Guia de Análise *Ex Ante* do Governo Federal nos processos de criação, aperfeiçoamento e expansão de políticas públicas.

Corroborando essa perspectiva em nível internacional, a OCDE considera a avaliação de políticas públicas um componente vital para assegurar a efetividade das políticas públicas. Ela conecta os formuladores da política, os executores e os cidadãos, ajudando a garantir que as decisões estejam embasadas em evidências confiáveis e produzam os resultados desejados (OECD, 2020, p. 4, 83). Como resultado de uma pesquisa da OCDE sobre as práticas de avaliação de políticas públicas em 42 países membros, destacam-se:

- Mais de metade dos países possui uma definição formal de avaliação de política pública, com alguns elementos em comum, tais como “o que deve ser medido”, o objetivo da avaliação, quando fazer (ex-ante ou ex-post) e os atores envolvidos. Os critérios mais comuns avaliados são os processos e atividades (processes), produtos ou serviços prestados (outputs), resultados diretos de médio prazo (outcomes) e consequências de longo prazo (impacts) (OECD, 2020, p. 12-13);
- Fundamentos para viabilizar as avaliações: uma estrutura institucional (institucionalização) pode dar o incentivo para garantir que as avaliações

sejam feitas, assim como aprimorar sua qualidade por meio de ferramentas de gestão e controle; dois terços estabeleceram uma estrutura legal para exigir e possibilitar a realização das avaliações no governo de forma sistemática; quase metade dos países desenvolveram uma estrutura política para fornecer as diretrizes e dar apoio são necessários; em vários países os ministérios do planejamento e de finanças tiveram um papel importante nas avaliações, assim como agências autônomas para conduzir avaliações responsáveis, independentes e transparentes contribuem para uma maior confiança nos resultados (OECD, 2020, p. 34-35).

Desse modo, tanto em nível nacional quanto internacional, verifica-se a importância dada à etapa de avaliação das políticas públicas para o aprimoramento da implementação delas visando atingir resultados efetivos.

Na literatura, é possível encontrar uma variedade de terminologias para os tipos de avaliação de políticas públicas (STUFFLEBEAM e CORYN, 2014; SIMÕES, 2019; RUA, 2011; CAVALCANTI, 2007). Não é objetivo deste estudo determinar a "melhor nomenclatura", no entanto, é relevante apresentar alguns padrões de classificação de avaliação pertinentes a esta pesquisa. Estes padrões incluem a *posição do avaliador*, podendo ser atores *internos* ou *externos* ao governo no caso das políticas públicas; o *âmbito* em que são realizadas as avaliações, que pode ser *administrativo*, *político* ou *judicial*; o *momento* em que ocorrem – *ex-ante*, *durante* ou *ex-post*; e a metodologia da avaliação, que pode ser *quantitativa*, *qualitativa* ou uma *combinação* de ambas.

Mesmo dentro de cada classe de avaliação, é possível ter diferentes enfoques. Por exemplo, considerando uma avaliação realizada no âmbito de um órgão integrante da administração pública, poderia ser empreendida uma avaliação administrativa. Segundo Wu et al. (2014), as avaliações administrativas podem ser:

- 1) Avaliação de esforço: mede a quantidade de insumos utilizados e serve como base para avaliações mais detalhadas;
- 2) Avaliação de desempenho: examina os produtos gerados pela política pública e fornecem base para avaliações mais aprofundadas;
- 3) Avaliação de processo: analisa os métodos e procedimentos operacionais, visando simplificá-los;
- 4) Avaliação de eficiência: avalia se é possível atingir resultados similares a custos inferiores;

- 5) Avaliação de eficácia: compara o desempenho da política em relação ao proposto.

Verifica-se que este autor usa os *termos esforço, desempenho, processo, eficiência e eficácia* no contexto da avaliação administrativa. Particularmente em relação a estes 2 últimos termos, alguns autores costumam relacioná-los também a termo *efetividade* – conjunto conhecido como “os 3 Es” (SANO e MONTENEGRO FILHO, 2013), da seguinte forma: *eficiência* se relaciona à execução de determinada atividade da melhor forma possível, com o menor gasto de recursos e tempo, evidenciando o foco na otimização da realização da atividade; *eficácia* se refere ao atingimento dos objetivos e metas, enfatizando o resultado; e a *efetividade* seria a combinação destes 2 conceitos – a utilização racional dos recursos disponíveis para atingir os objetivos. Independente da nomenclatura considerada, entende-se que o mais importante é que o avaliador declare o objetivo e escopo de seu trabalho.

A avaliação pode ser classificada pelo momento em que é feita, com diferentes enfoques. A avaliação “*ex ante*”, conduzida antes da implementação, permite antecipar o desempenho da política proposta e previne erros de formulação. Ela fornece uma avaliação da viabilidade e eficácia da abordagem planejada, contribuindo para o ajuste de estratégias antes da alocação de recursos. Por outro lado, a avaliação “*durante*” (*pari-passu* ou *de processo*) proporciona uma oportunidade de ajustes progressivos durante a implementação, melhorando a eficiência e a eficácia da política em tempo real. Já a avaliação “*ex post*”, realizada após a implementação, oferece uma análise retrospectiva dos resultados, permitindo a identificação de sucessos, desafios e áreas de melhoria para futuras iniciativas políticas. Cada momento de avaliação tem seu próprio conjunto de vantagens e contribui para um ciclo contínuo de aprendizado e aprimoramento das políticas públicas.

Ainda sobre o aspecto do momento em que ocorrem as avaliações, a Casa Civil da Presidência da República (2018b; 2018c) publicou dois guias abrangentes e complementares sobre avaliação de políticas públicas *ex ante* e *ex post*, sendo que a avaliação *durante* foi englobada na avaliação *ex post*, conforme descrito a seguir:

- 1) O volume 1 (2018b) trata da avaliação *ex ante* cujo objetivo é promover uma reflexão sobre a criação, expansão ou aperfeiçoamento da política pública. As etapas desta avaliação são o diagnóstico do problema, caracterização da política pública, o desenho da política pública, estratégia de construção de confiabilidade e credibilidade, a estratégia de

implementação, as estratégias de monitoramento, de avaliação e de controle, a análise de custo-benefício e mensuração do impacto econômico e social;

- 2) O volume 2 trata da avaliação *ex post* (2018c), que auxilia na tomada de decisão ao longo da execução da política pública na medida em que informa ao gestor o que pode ser aprimorado e, em alguns casos, como fazê-lo. É sugerida que a avaliação se inicie pela *avaliação executiva*, que é responsável por dar um panorama geral da política e, em seguida, aprofundada em componentes da política pública, tais como análise de eficiência, de desenho, de implementação, econômica, de impacto, de resultados e de governança.

Em relação ao *posicionamento do avaliador*, A Casa Civil (2018c, p. 14) recomenda que a avaliação seja conduzida por entidades independentes, não diretamente envolvidas na execução das políticas públicas, como órgãos centrais, o Tribunal de Contas da União (TCU), universidades e fundações privadas. Essas avaliações mais independentes podem contribuir para o aprimoramento das políticas públicas e fornecer à sociedade informações para um debate mais fundamentado sobre os gastos públicos. A avaliação se baseia na reflexão crítica e, quando necessário, na proposição de mudanças na condução das políticas públicas.

Quanto à estratégia de avaliação, podem ser: “*participativa*”, promovendo o debate entre os atores envolvidos, levando em conta a percepção particular de cada um sobre o tema, e propiciando um ambiente em que os participantes percebam melhor o valor da informação e contribuam com indicadores mais significativos de avaliação (WESTPHAL e MENDES, 2009); “*meta-avaliação*”, que busca avaliar a qualidade da avaliação, tendo em vista suas deficiências (SANTOS e SILVA, 2017); “*mapeamento organizacional*”, com o foco na identificação das relações entre os agentes envolvidos e das contradições, superposições e lacunas de atuação; “*marco lógico*”, busca avaliar a compatibilidade lógica entre a finalidade (impacto da ação governamental), o objetivo, os produtos e as atividades (TCU, 2001); “*custo-benefício*”, busca estimar os benefícios tangíveis e intangíveis e os custos associados; “*mapeamento cognitivo*” (ENSSLIN e MONTIBELLER NETO, 1998), busca identificar os principais atores, realizar entrevistas com cada um individualmente para identificar como o mesmo percebe as relações entre as causas e efeitos das ações, consolidar um mapa lógico coletivo dos atores e proceder a identificação das vantagens e

desvantagens globais identificadas; “*mystery shopping*”, na qual se busca avaliar a qualidade do serviço colocando-se como usuário deste (“cliente-oculto”); “*impacto social*”, busca mensurar os resultados e distinguir o que é “mudança provocada” pelas ações da política pública da “mudança natural”, que ocorreria independentemente das ações empreendidas.

Apesar de existe diferentes abordagens para avaliar a política pública, Santos, Azevedo e Marcelino (2017, p. 10) consideram que no Brasil ainda predominam abordagens quantitativas com pouca ou nenhuma participação dos sujeitos-beneficiários envolvidos no ciclo da política. Os autores argumentam que a avaliação participativa emerge como uma abordagem significativa e inovadora nas pesquisas qualitativas para análise e avaliação de políticas públicas.

Concluindo esta seção, destaca-se que a avaliação de políticas públicas é uma ferramenta indispensável para garantir a eficácia, eficiência e efetividade das ações governamentais. Com uma variedade de métodos e enfoques disponíveis, é essencial escolher a abordagem mais apropriada para cada contexto e política específica. A inclusão de avaliações independentes, que promovam reflexão crítica, pode enriquecer o processo decisório e orientar futuras políticas, proporcionando uma governança mais transparente e responsável. Ao analisar e compreender os desafios, nuances e potenciais das avaliações, estamos dando um passo importante para a construção de políticas públicas que respondam efetivamente às demandas da sociedade e contribuam para o desenvolvimento sustentável do país.

## 2.3 GOVERNANÇA PÚBLICA

Osborne (2010) analisou a evolução das teorias de implementação e entrega de políticas públicas, identificando três regimes distintos. O regime da “*Administração Pública*” prevaleceu até o começo dos anos 1980, caracterizando-se por um foco em regras e burocracia. No entanto, esse regime foi criticado por sua rigidez e ineficiência. Em resposta, surgiu a “*Nova Gestão Pública*” até o início do século XXI, inspirando-se em práticas do setor privado e enfatizando controle de desempenho. Essa abordagem também recebeu críticas por seu foco intraorganizacional em um mundo cada vez mais plural e pela aplicação de técnicas desatualizadas do setor privado. A última fase, a “*Nova Governança Pública*”, emerge como uma tentativa de abordar os desafios do serviço público contemporâneo de forma mais integrada, enfatizando a colaboração interorganizacional e a governança de processos, buscando equilibrar eficiência e eficácia na prestação de serviços.

Nesta mesma linha, Salamon (2002) também chama de “*nova governança*” essa forma de abordar questões públicas que prioriza a colaboração em detrimento da tradicional hierarquia, de modo a promover a sinergia entre diferentes níveis de governo, estabelecer conexões e formar redes de cooperação entre instituições públicas e privadas. A cooperação para implementar as ações da política pública ocorre por meio de diferentes mecanismos, tais como subsídios, contratos, seguros, garantias, regulamentações etc.

Em um estudo do Banco Mundial, Kaufmann e Kraay (2007) esclarecem que a governança é um conceito antigo, cujas raízes remontam a 400 a.C. com o “*Arthashastra*”, um tratado sobre governança atribuído a um ministro-chefe do rei da Índia. Segundo os autores, neste Tratado foram delineados os pilares fundamentais da “*arte da governança*”, destacando princípios como justiça, ética e resistência à autocracia, ressaltando a obrigação do governante em proteger e potencializar a riqueza do Estado e de seus súditos. Ao longo dos anos, o conceito de governança evoluiu e se diversificou, levando a várias interpretações e definições. Embora não exista um consenso definitivo sobre sua definição, muitos concordam com sua importância para um estado capaz que opera sob o “*império da lei*”. De modo geral, a governança refere-se às tradições e instituições pelas quais a autoridade em um país é exercida, englobando processos de seleção, monitoramento e substituição de

governos, a capacidade de formular e implementar políticas eficazes e o respeito mútuo entre cidadãos e instituições estatais.

A governança refere-se à maneira como os assuntos de um país são geridos através de mecanismos e instituições, sendo essencial para o desenvolvimento humano e a erradicação da pobreza, especialmente porque os mais vulneráveis são frequentemente os mais afetados. Globalmente, a corrupção e déficits democráticos são reconhecidos como desafios centrais, destacando a necessidade de sistemas de governança mais robustos e democráticos. Os avanços na tecnologia da informação, em particular, transformaram a administração pública em alguns países e alteraram o equilíbrio de poder entre cidadãos e Estado. Juntamente com a evolução tecnológica, há uma demanda crescente por parte dos cidadãos por maior transparência e participação, muitos utilizando novos canais de comunicação proporcionados pelas novas tecnologias (UNITED NATIONS, 2012).

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2023), a governança no setor público desempenha um papel fundamental na capacidade de um país fornecer infraestrutura de qualidade para seus cidadãos. Há um consenso de que existe uma lacuna significativa entre as necessidades de infraestrutura e os investimentos atuais. Esse déficit pode ser atribuído, em parte, às dificuldades de atrair investimentos privados em determinados ativos ou regiões. No entanto, a qualidade da governança é uma causa substancial desse descompasso. Mesmo projetos viáveis só atraem financiamento adequado quando inseridos em um contexto favorável de políticas públicas e ambiente de negócios.

De acordo com Peters (2013), o termo governança, originário do grego, significa “direção” e representa o processo de direcionar a sociedade em prol de objetivos coletivos, que envolve a identificação e consecução de metas. Em sua visão, a governança possui quatro funções: estabelecimento de metas, coordenação dessas metas, implementação e avaliação. Para que as metas coletivas sejam eficazes, elas devem ser legitimadas democraticamente. No entanto, estabelecer e coordenar essas metas apresenta desafios, como possíveis conflitos ideológicos e organizacionais. A implementação, um aspecto vital, tem evoluído de um modelo de comando e controle para um de negociação. Por fim, a responsabilização e avaliação são fundamentais para garantir que a governança seja efetiva e adapte-se conforme necessário.

O conceito de governança não se restringe apenas às instituições públicas. Pode-se definir a “*governança corporativa*” de maneira mais abrangente como o

sistema pelo qual as organizações são dirigidas e controladas, sustentadas por três pilares fundamentais: transparência (*openness*), integridade (*integrity*) e responsabilização (*accountability*). A aplicação destes princípios se adapta conforme as particularidades de cada entidade. As entidades públicas, em particular, enfrentam o desafio de atender a um leque amplo e complexo de objetivos políticos, econômicos e sociais. Além desses três pilares, para aqueles que ocupam cargos públicos, são estabelecidos os seguintes princípios de conduta: altruísmo (*selflessness*), integridade (*integrity*), objetividade (*objectivity*), responsabilidade (*accountability*), transparência (*openness*), honestidade (*honesty*) e liderança (*leadership*) (THE INTERNATIONAL FEDERATION OF ACCOUNTANTS, 2001).

Os conceitos internacionais de governança foram assimilados pelas instituições públicas brasileiras, tanto que há guias e normas versando sobre o tema, de forma muito parecida. Por exemplo, o Decreto nº 9.203/2017 (BRASIL, 2017), que dispõe sobre a política de governança da administração pública federal, traz conceitos sobre a governança na administração pública, a seguir resumidos:

- Governança pública corresponde ao conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade;
- Os princípios da governança são: capacidade de resposta, integridade, confiabilidade, melhoria regulatória, prestação de contas e responsabilidade e transparência;
- As diretrizes da governança pública incluem: a busca pelos resultados; a simplificação administrativa; o monitoramento do desempenho e a avaliação da concepção e implementação da política pública; a articulação das instituições; a incorporação de padrões elevados de conduta pela alta administração; controles internos fundamentados na gestão de risco; edição e revisão dos atos administrativos pautadas nas boas práticas regulatórias; a definição formal das funções, competências e responsabilidades das estruturas e dos arranjos institucionais; e a promoção da comunicação aberta e transparente das atividades;
- Como mecanismos para o exercício da governança pública, são considerados: liderança, estratégia e controle. O controle busca a minimização dos riscos com vistas ao alcance dos objetivos institucionais.

A Casa Civil lançou “*O Guia da Política de Governança Pública*” (2018a), no qual discute as principais motivações para a criação da política de governança: i) a necessidade de se fortalecer a confiança da sociedade nas instituições públicas; ii) a busca por maior coordenação das iniciativas de aprimoramento institucional; e iii) a utilidade de se estabelecer patamares mínimos de governança. O guia traz ainda uma discussão sobre “*O Estado que queremos*” e dá orientações sobre “*Como chegar lá*”, inclusive, com detalhes sobre os princípios estabelecidos no Decreto nº 9.203/2017.

A Casa Civil (2018a) destaca ainda que a governança tem sido vista como uma espécie de solução definitiva para os desafios da gestão pública e para o sucesso das políticas governamentais. Porém, essa visão vasta e abstrata pode torná-la um ideal inatingível, mesmo sendo altamente almejado. Desse modo, é necessária a busca por um modelo de governança equilibrado, no qual as necessidades dos cidadãos são mais bem identificadas e atendidas, reconhecendo que nem sempre o que é eficaz em uma situação pode ser generalizado. Assim, boas práticas de governança não são fórmulas fixas, devendo ser continuamente avaliadas.

O TCU (2014b) elaborou um documento no qual sugere dez passos para a boa governança: 1) escolha líderes competentes e avalie seus desempenhos; 2) lidere com ética e combata os desvios; 3) estabeleça sistema de governança com poderes de decisão balanceados e funções críticas segregadas; 4) estabeleça modelo de gestão da estratégia que assegure seu monitoramento e avaliação; 5) estabeleça a estratégia considerando as necessidades das partes interessadas; 6) estabeleça metas e delegue poder e recursos para alcançá-las; 7) estabeleça mecanismos de coordenação de ações com outras organizações; 8) gerencie riscos e institua os mecanismos de controle interno necessários; 9) Estabeleça uma função de auditoria interna independente que adicione valor à organização; e, 10) Estabeleça diretrizes de transparência e sistema de prestação de contas e responsabilização.

Para a avaliação da governança em políticas públicas, no livro “*Referencial para avaliação de governança políticas públicas*”, o TCU (2014a) sugere modelos de fichas com questionários para cada um dos oito componentes integrantes do modelo de governança proposto pelo tribunal (Figura 1). O procedimento busca sistematizar as informações coletadas de forma a permitir verificações posterior do trabalho e reprodução do método em outros casos.

Figura 1 – Componentes do Modelo do TCU para Avaliação de Governança em Políticas Públicas



Fonte: Tribunal de Contas da União (2014a)

Entre os componentes, destaca-se que a Organização Internacional de Normalização (ISO) editou uma norma específica tratando dos princípios e diretrizes da “*gestão de riscos*”, que foi traduzida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, originando a norma ABNT NBR ISO 31000 (2009). Segundo esta norma, a gestão de risco envolve ações estratégicas adotadas por instituições para administrar situações de incertezas (“riscos”) relacionadas a fatores internos e externos que possam impactar o alcance de seus objetivos. Para gerenciar esses riscos, as organizações conduzem processos de identificação, análise, avaliação e monitoramento dessas situações. Quando bem implementada, essa gestão fortalece a resiliência organizacional, otimiza a tomada de decisões e amplia a probabilidade de atingir objetivos estabelecidos.

## 2.4 PERCEPÇÃO DE RISCO

Percepção de risco é o processo pelo qual as pessoas avaliam e interpretam os riscos associados a uma determinada situação ou atividade. Isso envolve a análise de informações disponíveis, bem como fatores psicológicos e sociais que influenciam a forma como as pessoas percebem e avaliam os riscos. A percepção de risco pode variar de pessoa para pessoa e pode ser influenciada por fatores como experiências passadas, emoções, valores culturais e informações disponíveis. Compreender a percepção de risco é importante para a tomada de decisões informadas e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gerenciamento de risco (SLOVIC, 2000).

Para compreender como as pessoas interpretam e reagem a diferentes riscos, Slovic (2000) sugere a utilização da *psicometria*. Mesmo reconhecendo suas limitações, ele considera que essa abordagem contribui significativamente para entender decisões tomadas tanto no âmbito individual quanto coletivo. Pela perspectiva psicométrica, as noções de risco são subjetivamente formadas por indivíduos, sendo moldadas por diversos fatores, entre eles aspectos psicológicos, sociais e culturais. Essa visão permite uma análise mais profunda e abrangente das reações humanas aos riscos enfrentados. A utilização da psicometria para avaliação da percepção de risco pela população também é recomendada por Li et al. (2014).

Em outro estudo, Slovic (1987) destaca a importância da colaboração entre especialistas e o público em geral, valorizando as perspectivas de ambos. Ele observa que, enquanto especialistas tendem a se concentrar em dados quantitativos, como probabilidades de fatalidades, o público em geral considera uma variedade de fatores, incluindo aspectos tanto quantitativos quanto qualitativos, ao avaliar riscos. Isso proporciona uma visão mais ampla do perigo. Slovic argumenta que a simplificação do entendimento de risco a apenas métricas pode ser limitante e não representativo. Ele ressalta que as discussões sobre risco transcendem as estatísticas, incorporando nuances socioculturais e ideológicas.

A análise de riscos enfrenta o desafio de compreender por que alguns riscos, tecnicamente considerados menores por especialistas, provocam preocupações públicas significativas e impactos marcantes na sociedade e economia. Esse fenômeno, denominado “*amplificação do risco*”, acontece quando a percepção sobre um risco específico é intensificada ou atenuada conforme é processada por diferentes atores sociais. A maneira como a informação é veiculada pelas “*estações de*

*amplificação*”, que incluem cientistas, especialistas, meios de comunicação e grupos, pode alterar a percepção do risco. Essa transmissão é afetada por fatores como credibilidade da fonte, clareza da linguagem e contexto em que a informação é apresentada (KASPERSON, RENN, *et al.*, 1988).

A consciência do risco e a adoção de medidas preventivas nem sempre caminham juntas. Burningham et al. (2008) investigaram essa dicotomia ao estudar indivíduos em áreas propensas a inundações no Reino Unido. Surpreendentemente, muitos residentes nessas áreas não estavam cientes dos riscos associados, ou acreditavam que suas propriedades estavam seguras. Alguns chegaram a contestar a classificação oficial de suas propriedades como áreas de risco, apontando para a subjetividade e as incertezas presentes em qualquer esforço de mapeamento de risco. O estudo sugere a necessidade de ampliar a conscientização sobre riscos de inundação através de campanhas que valorizem o conhecimento e as vivências das comunidades atingidas. Em vez de apenas transmitir informações, é fundamental envolver-se com as experiências e percepções preexistentes da população.

Souza, Souza et al. (2021, p. 505), ao estudarem a percepção de risco de ruptura da barragem Gargalheiras e a vulnerabilidade da população em Acari/RN, concluíram que, apesar da população ter recursos para morar fora da área de risco, muitos escolhem permanecer devido à falta de memória dos últimos danos causados por cheias e à crença em monitoramento e reparos periódicos na barragem.

Amorim, Alves e Andrade (2024, p. 583-587) analisaram a percepção de risco à erosão costeira dos moradores da Ilha do Combú, em Belém/PA. Além de quantificar a percepção da população quanto ao risco da erosão, foi traçado o perfil socioeconômico da população. Em sua abordagem, os autores adotaram o paradigma psicométrico na busca de compreender como as pessoas percebem os riscos e destacaram: a “heurística do afeto”, que diz respeito a influência das emoções nas percepções e tomadas de decisão em relação aos riscos, muitas vezes ignorando o conhecimento técnico objetivo sobre os riscos; a “amplificação social do risco”, relativo ao aumento ou redução na percepção de risco devido a divulgação de informações por meio da mídia ou de outros agentes; e a “teoria cultural do risco”, que diz respeito à influência da cultura, crenças e valores das pessoas, com base na visão de mundo e nas relações sociais, na percepção e aceitação do risco.

## 2.5 PSICOMETRIA

A análise de dados oriundos de entrevistas ou do preenchimento de formulários de pesquisa pressupõe intrinsecamente certo conhecimento de *psicometria*, que é a área da ciência que engloba os métodos de medição de variáveis de natureza psicológica. De antemão, é importante contextualizar a psicometria no âmbito da ciência que cuida precipuamente deste tema, que é a *psicologia*.

Etimologicamente, do grego, *psicologia* significa “*estudo da alma*”. Porém, a psicologia lida não somente com situações mentais, mas também com toda manifestação do ser humano. Assim, de uma forma mais ampla, a psicologia pode ser conceituada como uma ciência biopsicossocial, que se relaciona com outras ciências, sobretudo a biologia, medicina, filosofia e sociologia (CHIARATTI, 2013, p. 3).

Já na metade do século XX havia se estabelecido as grandes escolas da psicologia: *Behaviorismo*, com foco no estudo do comportamento; *Humanismo*, centrada no potencial de cada pessoa; *Gestalt/Forma*, enfatiza a percepção do “todo psicológico”, que por esta visão não pode ser apreciada apenas pela soma das partes; e a *Psicanálise*, que está dedicada ao estudo da influência do inconsciente na conduta das pessoas (CHIARATTI, 2013, p. 19, 28 e 32).

Do ponto de vista do desenvolvimento humano, destacam-se as seguintes teorias da Psicologia: *Bioecológica*, de Bronfenbrenner, pela qual o desenvolvimento se dá pela influência recíproca da pessoa com o ambiente; *Afetividade*, de Wallon, segundo a qual a afetividade desempenha um papel essencial para a formação da personalidade; *Processos psicodinâmicos* de Freud, segundo os quais a personalidade é formada por três sistemas – *id* (componente inato que contém os impulsos instintivos), *ego* (parte racional formada a partir do *id* pela influência do mundo exterior) e *superego* (consciência moral formada a partir do *ego*); e *Desenvolvimento Psicossocial*, de Erikson, que, partindo da perspectiva de Freud, considera o impacto do ambiente social no desenvolvimento da identidade pessoal (CHIARATTI, 2013, p. 98, 104, 112-114 e 118).

A avaliação psicológica é um processo, geralmente complexo, que tem por objetivo produzir hipóteses ou diagnósticos sobre uma pessoa ou um grupo. A avaliação pode se basear em dados obtidos em testes, entrevistas (estruturadas, semiestruturadas e informais) e de observação do comportamento seguindo um procedimento sistemático (HUTZ, BANDEIRA e TRENTINI, 2015, p. 11, 16-19).

É importante que a avaliação utilize técnicas de mensuração que permitam testar empiricamente as hipóteses e modelos estudados, bem como quantificar a efetividade de intervenções. Além disso, a quantificação facilita a reprodutibilidade da pesquisa e a verificação por outros pesquisadores, proporcionando uma crítica mais apurada das conclusões das pesquisas (HUTZ, BANDEIRA e TRENTINI, 2015, p. 25).

A *medição* consiste em atribuir números a quantidades do atributo dos objetos, segundo determinadas regras. Os atributos são quantificados usando um sistema de números, porém alguns atributos são de difícil mensuração por não possuírem uma definição operacional precisa (VIANNA, 1984, p. 7). A escala adotada depende da natureza do objeto medido e do procedimento que se deseja empregar, podendo ser classificada, da mais simples à mais complexa, como (STEVENS, 1946, p. 677-680):

- *Nominal*: é a escala mais limitada entre as quatro sugeridas, pela qual os números atribuídos representam apenas “rótulos” e, desta forma, a única estatística relevante é a quantidade de ocorrências. Desse modo, esta escala permite estabelecer relações de “*igualdade*”;
- *Ordinal*: esta escala deriva da ordenação e é provavelmente a mais utilizada por psicólogos. Uma vez que o tamanho dos intervalos sucessivos é constante, esta escala não é apropriada para o cálculo das estatísticas de média e desvio padrão, porém pode ser usada para o cálculo de percentis, com ressalvas quanto à interpolação entre classes. Assim, esta escala permite estabelecer a “*importância relativa*”;
- *Intervalar*: esta é a *escala quantitativa* em seu sentido literal, podendo-se aplicar todas as estatísticas usuais. Um valor “zero” é arbitrado como referência por conveniência ou convenção e, dessa forma, não há sentido em se referenciar uma medida a outra, como, por exemplo, destacando que uma medida é tantas vezes superior ou inferior a outra. Sendo assim, a escala permite avaliar os “*intervalos entre classes*”;
- *Razão*: esta é possivelmente a representação de escala mais utilizada na *Física*, a qual, além das características da escala intervalar, possui uma referência do “zero”. A escala pode ser distinguida em fundamental (ex.: peso, comprimento etc) e derivada (ex.: densidade, velocidade etc), sendo as medidas deste segundo grupo obtidas por funções matemáticas em função do primeiro. Essa escala permite todas as operações das escalas anteriores, adicionada da possibilidade de se estabelecer “*proporções*”.

Cada tipo de escala apresenta possibilidades em termos de operações empíricas e análises estatísticas. Qualquer nível de mensuração admite sempre todas as operações e tipos de análises dos níveis inferiores, mas não o contrário. Assim, a escala *razão*, que é a mais completa, permite avaliar *proporções*, *distâncias entre intervalos de classe*, *importância relativa* e *equivalência*, enquanto a escala *nominal* permite apenas avaliar *equivalência* (HUTZ, BANDEIRA e TRENTINI, 2015, p. 30).

A escala *Likert* é um tipo de escala *ordinal* usada amplamente em pesquisas da área de psicologia. Em um estudo sobre a coleta de dados qualitativos, Costa Júnior, Cabral *et al.* (2024, p. 371) afirmam que “a escala *Likert* parece ser *imprescindível na catalogação dos dados qualitativos de percepção*”.

Segundo Edmondson (2005, p. 127), a ideia original da escala *Likert* no ano de 1932 era ampliar o conhecimento sobre os procedimentos relativos à escala de *Thurstone*. Por sua vez, as etapas para definição da escala *Thurstone* partem da geração de uma grande quantidade de potenciais itens a compor a escala associados ao que se deseja medir, seguida da reunião de muitas pessoas (juízes) para julgar quanto favorável é cada item e, por fim, da utilização dos itens correspondentes à mediana e interquartis para comporem a escala. Por conta da imensa quantidade de trabalho e as suposições que eram necessárias para desenvolver a escala, *Likert* propôs mudanças radicais na metodologia, basicamente desconsiderando a necessidade dos juízes e simplificando a necessidade de se levantar uma grande quantidade de potenciais itens a comporem a escala.

Likert (1932, p. 44-46) propôs um método para construir a escala de atitude:

- Seleção das declarações: devem ser formuladas sentenças claras, precisas e diretas sobre o assunto pesquisado de forma que as pessoas com diferentes pontos de vista respondam de forma diferenciada. É essencial que as sentenças representem uma atitude ou comportamento desejado presente e não um fato passado;
- Construção da escala: é desejável selecionar mais declarações do que provavelmente usará, pois, após aplicar a um grupo pode ser que alguma questão seja insatisfatória para o que se pretende e seja descartada. Em seguida atribuir valores numéricos, sendo o menor e maior valor os extremos da escala. Entre os exemplos de escala de resposta, *Likert* (1932) utiliza o de “aprovação”: aprovo fortemente (valor 1), aprovo (valor 2), indeciso (valor 3), desaprovo (valor 4) e desaprovo fortemente (valor 5).

Sobre o número de categorias a utilizar na escala, Costa Júnior, Cabral *et al.* (2024, p. 366) pesquisaram o posicionamento de vários pesquisadores sobre o assunto e verificaram que há uma grande variação de opiniões. Alguns argumentam que a confiabilidade da escala não depende do número de opções disponíveis, enquanto outros sugerem a necessidade de mais de 20 categorias para capturar informações completas das respostas.

Por outro lado, é interessante que a definição do número de categorias leve em conta o esforço requerido aos respondentes e a capacidade deles em atribuir escores mais precisos para intervalos curtos de escala. A esse respeito, Cicchetti et al. (1985) utilizaram simulação pelo Método de *Monte Carlo* para avaliar o número de categorias de escala e o efeito na confiabilidade entre examinadores. Concluíram que um formato dicotômico causa grande perda de confiabilidade, inclusive nem atingindo uma significância estatística em alguns casos, enquanto entre 3 e 6 categorias há uma perda intermediária de confiabilidade e somente a partir de 7 categorias o ganho de confiabilidade incremental passa a ser menos relevante.

Vieira e Dalmoro (2008) entrevistaram 211 pessoas utilizando 4 modelos de questionários utilizando a escala *Likert*, sendo 3 variando as escalas com 3, 5 e 7 categorias e o quarto questionário utilizando 5 categorias com a escala em disposição invertida. Os resultados indicaram que a escala de 3 categorias é menos confiável e que a escala de 5 categorias teve em média a mesma precisão da escala de 7 categorias. Ademais, a escala de 5 categorias se mostrou mais fácil e mais rápida de ser aplicada. Em relação a escala com categorias invertidas, verificou-se que isso pode causar confusão já que alguns entrevistados mudaram de posição, porém, o efeito médio não foi considerado estatisticamente significativo.

Do ponto de vista metodológico, um aspecto questionável dos estudos de Cicchetti et al. (1985) e Vieira e Dalmoro (2008) é que os autores realizaram operações matemáticas e testes estatísticos que em princípio não seriam apropriados para serem feitos em dados estruturados em escala ordinal. Sobre isso, transcreve-se a seguir uma passagem do estudo de Edmondson (2005):

No entanto, com a criação da escala Likert surgiram várias outras questões, como a confusão do pesquisador sobre se essa escala é de natureza ordinal ou intervalar. Essa confusão leva muitos indivíduos a utilizarem métodos estatísticos como médias e desvios-padrão que não são apropriados para escalas Likert (EDMONDSON, 2005) (tradução nossa).

Por outro lado, não há consenso na literatura sobre qual a melhor maneira de medir fenômenos psicológicos. Existe, inclusive, argumentação sugerindo que atributos psicológicos, embora medidos em escalas ordinais, seriam, em seu âmago, atributos de natureza intervalar (HUTZ, BANDEIRA e TRENTINI, 2015).

Essa discussão sobre a tentativa de quantificar fenômenos psicológicos, de certa forma, remete à discussão que existe na área das ciências exatas sobre metodologias multicritérios de apoio ou de tomada de decisão. Esses métodos muitas vezes combinam critérios quantitativos e qualitativos representados por meio de descritores com uma escala de nível de impacto. O valor numérico associado a cada nível pode ser estimado por meio de uma *função de valor (utilidade ou preferência)*, que pode ser obtida de diversas formas, entre as quais por *pontuação direta, bissecção, função matemática* ou *juízo semântico*. Esta última classe se baseia na comparação da importância ou atratividade entre as diversas alternativas, critérios ou níveis de uma escala e a aplicação de um procedimento matemático de cálculo dos pesos, citando-se como exemplo desses métodos o bastante difundido “*Analytic Hierarchy Process (AHP)*” (SAATY, 1980), que pelo seu alcance possui até sociedade (*International Society of the AHP*), revista (*IJAHP*) e eventos (*ISAHP*) próprios.

As metodologias multicritério constituem um grupo muito vasto de técnicas, as quais muitas vezes colidem conceitualmente, até em aspectos fundamentais, como no que diz respeito ao paradigma adotado – *racionalista* ou *construtivista*, que se relaciona à forma como a metodologia é aplicada, se para “*tomada de decisão*” ou para “*suporte à decisão*”, o que repercute na abordagem das técnicas. Com isso, verifica-se que há um espaço enorme para pesquisas do uso dessas técnicas na avaliação de Políticas Públicas e até mesmo em buscar compatibilizar essas abordagens com elementos da psicometria, o que fugiria ao escopo desta pesquisa, registrando aqui apenas a menção para instigar futuros trabalhos. Em todo caso, ao se optar por um método qualquer, como o da escala *Likert*, assume-se todas as limitações inerentes ao mesmo, o que deve ser considerado pelo pesquisador.

Além disso, os procedimentos podem afetar a qualidade dos resultados e, por isso, é importante avaliar a *confiabilidade* (requisito 1) e *validade* (requisito 2) dos instrumentos utilizados. Ressalta-se que esses atributos não são propriedades fixas e, portanto, variam de acordo com as circunstâncias, população, tipo e finalidade do estudo (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

A *confiabilidade* ou *fidedignidade* (requisito 1) se traduz como a capacidade de reproduzir um resultado de forma consistente no tempo e no espaço, ou a partir de observadores diferentes, indicando aspectos sobre coerência, precisão, estabilidade, equivalência e homogeneidade. A escolha dos testes estatísticos usados para avaliar a confiabilidade pode variar, dependendo do que se pretende medir. Entre os testes mais utilizados pelos pesquisadores se destacam *estabilidade* (requisito 1.1), *consistência interna* (requisito 1.2) e *equivalência* (requisito 1.3) (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

A *estabilidade* (requisito 1.1) de uma medida é o grau em que resultados similares são obtidos em dois momentos distintos. O coeficiente de *correlação intraclassa (ICC)* é um dos testes mais utilizados para estimar a estabilidade de variáveis contínuas, pois leva em consideração os erros de medida, sendo, portanto, mais recomendado do que a utilização dos coeficientes de correlação de *Pearson* ou *Spearman* (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

A *consistência interna* ou *homogeneidade* (requisito 1.2) indica se todas as subpartes de um instrumento medem a mesma característica. A maioria dos pesquisadores avalia a consistência interna de instrumentos por meio do *coeficiente alfa de Cronbach*, que vem sendo usado desde a década de 1950. O coeficiente reflete o grau de covariância entre os itens de uma escala, sendo que quanto menor a soma da variância dos itens, mais consistente é considerado o instrumento (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

O *coeficiente alfa de Cronbach* (CRONBACH, 1951) pode ser calculado pela sua fórmula geral (Equação 1):

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{V_t} \right) \quad \text{Equação 1}$$

Onde: “ $\alpha$ ” é o coeficiente de *Cronbach*; “ $n$ ” é o número de itens; “ $V_i$ ” é a variância das respostas dos avaliadores no item “ $i$ ”; “ $V_t$ ” é a variância dos resultados do teste.

Valores negativos do *coeficiente alfa* são possíveis, porém, isto indica que a escala utilizada em alguns itens está medindo o oposto da escala de outros (GEORGE e MALLERY, 2019). É possível realizar o ajuste invertendo a escala do item.

Estudos indicam que valores do coeficiente acima de 0,70 são considerados ideais, embora alguns autores considerem até 0,60 como satisfatório (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017). George e Mallery (2019, p. 438) sugerem uma regra geral de classificação que se aplica à maioria situações (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação da consistência interna a partir do coeficiente alfa de Cronbach

<b>Coeficiente alfa de Cronbach</b>	<b>Consistência interna</b>
$\alpha < 0,50$	Inaceitável
$0,50 \leq \alpha < 0,60$	Ruim
$0,60 \leq \alpha < 0,70$	Questionável
$0,70 \leq \alpha < 0,80$	Aceitável
$0,80 \leq \alpha < 0,90$	Bom
$\alpha \geq 0,90$	Excelente

Fonte: George e Mallery (2019)

A *equivalência* (requisito 1.3) se refere ao grau de concordância entre dois ou mais observadores quanto aos resultados de um instrumento. Quando existe elevada concordância entre os avaliadores, infere-se que os erros de medição foram minimizados (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017).

Uma das ferramentas mais utilizadas para medir a concordância entre observadores é o *coeficiente Kappa* (LANDIS e KOCH, 1977, p. 163). Jacob Cohen introduziu esse conceito em 1960 para quantificar a concordância entre dois avaliadores de maneira que levasse em conta mais do que simples coincidências aleatórias. Em 1971, Joseph Fleiss expandiu essa ideia, tornando-a aplicável a situações com múltiplos avaliadores. Seu cálculo (Equação 2) é feito a partir da probabilidade observacional de concordância, que é a frequência de vezes que os avaliadores concordam, descontada da probabilidade de concordância hipotética.

$$\kappa = \frac{\pi_0 - \pi_e}{1 - \pi_e} \quad \text{Equação 2}$$

Onde: “ $\kappa$ ” é o *coeficiente de concordância Kappa*; “ $\pi_0$ ” é a probabilidade observacional de concordância; “ $\pi_e$ ” é a probabilidade esperada de concordância hipotética.

A avaliação da concordância pelo coeficiente Kappa funciona bem quando as categorias de medições são nominais, sem uma ordem inerente. Para escalas ordinais ou intervalares, uma alternativa é a utilização do coeficiente Kappa ponderado, que Cohen propôs em 1968 (FLEISS, LEVIN e PAIK, 2003, p. 608). Ao invés de simplesmente contar quantas vezes as pessoas concordam ou discordam, o Kappa ponderado leva em conta quão próximas ou distantes suas opiniões estão entre si. Por exemplo, se uma pessoa diz que algo é “bom” e outra diz que é “ótimo”, elas não concordam perfeitamente, mas suas opiniões são mais próximas do que se uma delas dissesse “ruim”. Atribuindo “pesos” a essas diferenças, tem-se uma medida de concordância que considera não apenas a concordância exata entre as respostas, mas também quão semelhantes elas são.

As formas de ponderação mais comuns são a linear e a quadrática. A ponderação linear considera as diferenças entre as categorias de forma proporcional, enquanto a quadrática dá maior peso às discrepâncias maiores, tornando a medida de concordância mais sensível às variações significativas entre as avaliações.

A partir do coeficiente Kappa, pode-se avaliar o grau de concordância segundo a Tabela 2 (LANDIS e KOCH, 1977, p. 165):

Tabela 2 – Classificação do grau de concordância a partir do coeficiente Kappa

<b>Coeficiente Kappa</b>	<b>Grau de concordância</b>
$\kappa < 0,00$	Ruim
$0,00 \leq \kappa < 0,20$	Fraca
$0,21 \leq \kappa < 0,40$	Razoável
$0,41 \leq \kappa < 0,60$	Moderada
$0,61 \leq \kappa < 0,80$	Substancial
$0,81 \leq \kappa < 1,00$	Quase perfeita

Fonte: Landis e Koch (1977)

A medida de concordância é muito útil quando se deseja certificar que as avaliações de múltiplos avaliadores são consistentes e comparáveis, tal como se houvessem sido feitas por uma única pessoa, seguindo um certo padrão de qualidade desejado. Entre outras funções, pode ser utilizado para identificar se há necessidade de aperfeiçoar os diagnósticos de saúde realizados por diferentes médicos, as sentenças emitidas por diferentes juízes, a coerência na interpretação de exames laboratoriais realizadas por diferentes técnicos.

A *validade* (requisito 2) refere-se à capacidade de um instrumento medir exatamente o que se propõe a medir. Um instrumento não confiável não pode ser considerado válido, entretanto, um instrumento confiável pode ser ou não válido. A validade pode ser avaliada quanto a diferentes aspectos (SOUZA, ALEXANDRE e GUIRARDELLO, 2017), entre os quais:

- Conteúdo (requisito 2.1): o instrumento utilizado deve permitir abordar os principais aspectos relativos ao tema. A validade pode ser verificada por meio da avaliação do instrumento por um grupo de especialistas no tema. Quanto maior a concordância entre os especialistas, mais válido pode ser considerado o instrumento;
- Critério (requisito 2.2): associar os resultados do instrumento a algum critério externo de referência. Quanto maior for a concordância do resultado do instrumento com o critério externo, mais válido pode ser considerado o

instrumento. Quando o critério se situa no futuro, tem-se a *validade preditiva*, e quando é contemporâneo, tem-se a *validade concorrente*;

- Construto (requisito 2.3): o construto representa o significado ou interpretação de algo. Neste caso, a validade se refere a verificação se o conjunto de variáveis utilizadas no instrumento representa o construto a ser medido. Pode ser subdivida em *teste de hipóteses*, *validade estrutural ou fatorial* e *validade transcultural*. A validade do construto depende de várias pesquisas e evidências sobre o objeto investigado, sendo que quanto mais abstrato for o conceito explorado, mais difícil é avaliar a validade do construto.

## 2.6 SEGURANÇA DE BARRAGENS

### 2.6.1 Barragens pelo mundo

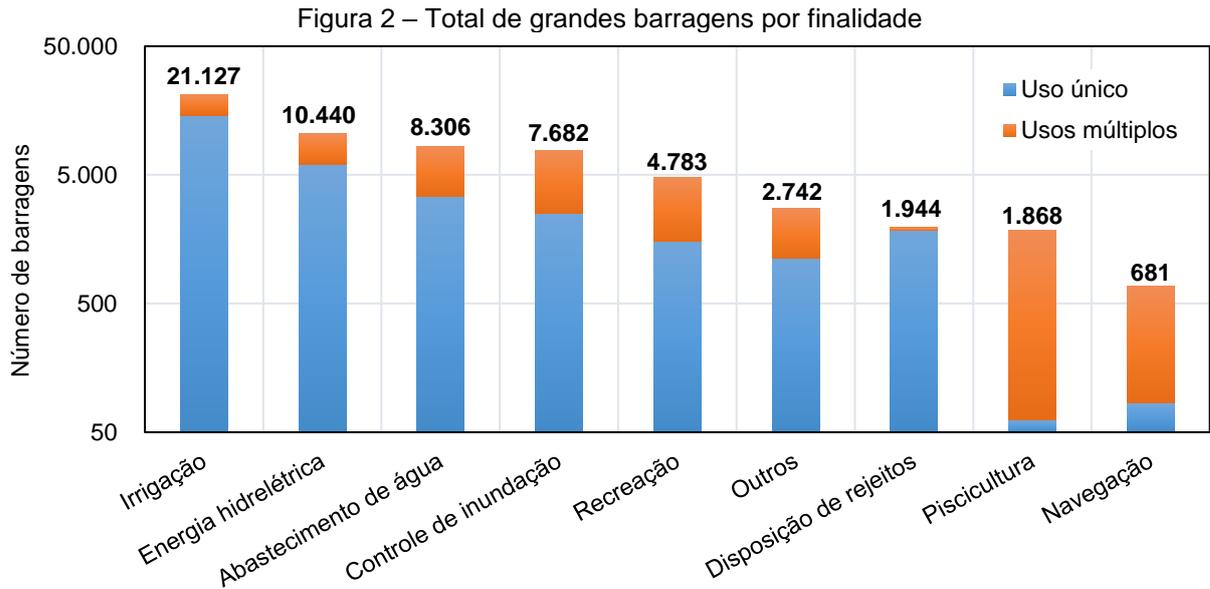
Há evidências da construção das primeiras pequenas barragens há cerca de 5.000 anos na Jordânia, 4.600 anos no Egito e entre 3.250 e 3.500 anos na Turquia, Iêmen e Grécia. Os romanos, conhecidos por suas grandes construções, edificaram várias barragens a cerca de 2.000 anos na Itália e em vários países próximos ao Mar Mediterrâneo, incluindo as barragens de Proserpina e Cornalbo na Espanha, que ainda estão em operação após obras de reforço e reabilitação (ICOLD, 2013, p. 19).

No Brasil, as primeiras barragens foram provavelmente construídas na região Nordeste como fonte de energia para os moinhos dos engenhos de açúcar. Há informações de que a lagoa conhecida atualmente como Apipucos foi construída originalmente antes da ocupação holandesa, possivelmente no final do século XVI (CBDB, 2011, p. 18; ICOLD, 2013, p. 55).

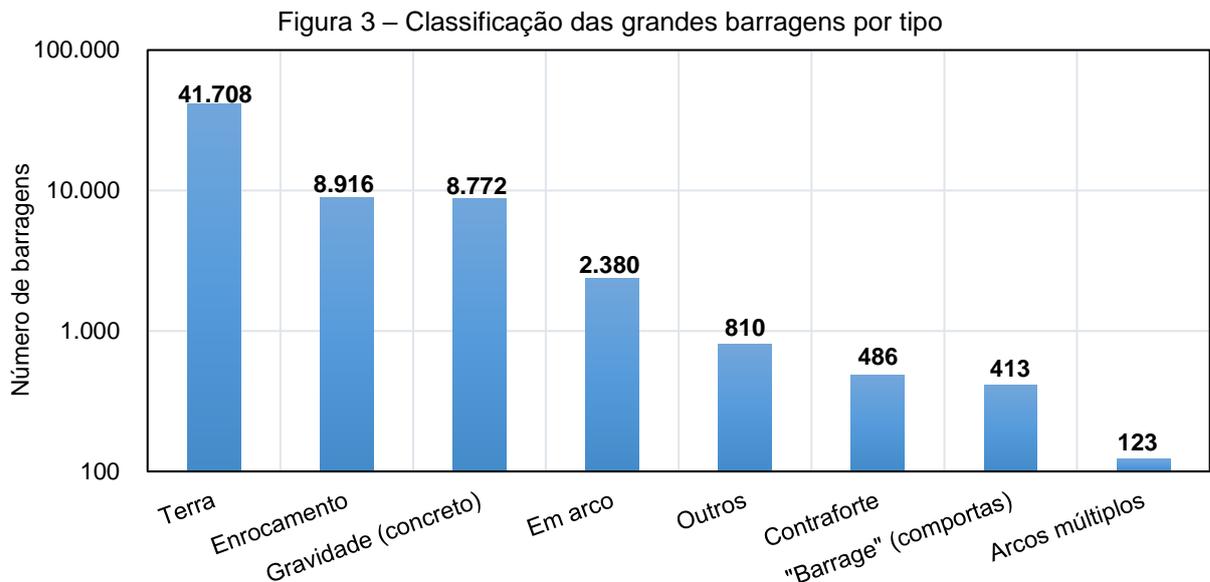
Segundo a Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD, 2020), até abril de 2020, estavam catalogadas cerca de 62 mil grandes barragens no mundo. Apesar da falta de alguns dados, sua base de dados é amplamente reconhecida como a melhor do mundo. Esta base de dados engloba as barragens que possuem mais de 15 metros de altura contados a partir do ponto mais baixo da fundação até a crista e as barragens com altura entre 5 e 15 metros com capacidade de armazenamento superior a 3 milhões de metros cúbicos.

Cerca de 35% das grandes barragens são usadas principalmente para irrigação (Figura 2), seguido por 18% para geração de energia hidroelétrica, 14% para abastecimento de água, 13% para controle de inundações e os demais 20% divididos entre outros usos (ICOLD, 2020).

As barragens podem ser classificadas também em função do principal material de construção utilizado ou em função de sua forma (Figura 3). As barragens de terra são o tipo mais antigo e abrangem 66% (41.708) das grandes barragens, seguidas pelas barragens em enrocamento com 14% (8.916), gravidade com 14% (8.772) e os demais 7% (4.212) referem-se a outros tipos. Ressalta-se que as barragens de gravidade, em arco e contraforte se referem, em geral, a barragens de concreto.



Fonte: adaptado de Icold (2020)



Fonte: adaptado de Icold (2020)

A Tabela 3, elaborada a partir de dados Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD, 2020), apresenta uma síntese da distribuição das grandes barragens por continente e destaca o país com a maior quantidade de barragens em cada região. Nota-se que a Ásia lidera com 34.870 barragens, representando 59,1% do total global. Dentre os países asiáticos, a China destaca-se com 24.089 barragens, o que equivale a 69,1% do total do continente. A América do Norte, com os Estados Unidos da América, e a Europa, liderada por Espanha, seguem com 21,7% (12.787) e 10,3% (6.092), respectivamente. África, América do Sul e Oceania apresentam proporções menores, sendo a África do Sul, Brasil e Austrália os países com mais barragens em suas regiões.

Tabela 3 – Distribuição de grandes barragens no mundo

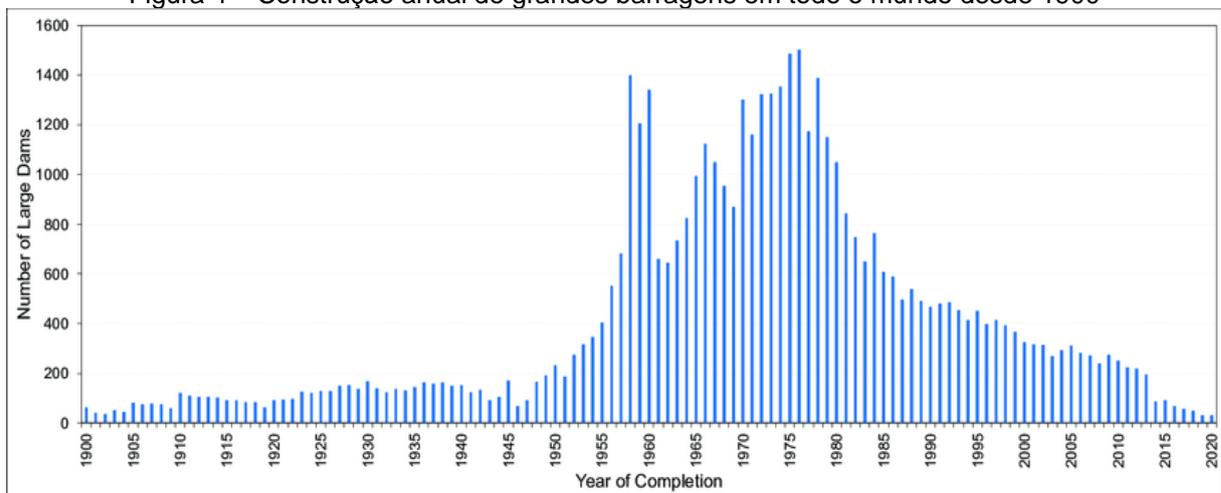
Continente	Barragens	Proporção	País com mais barragens	Qtde
Ásia	34.870	59,1%	China	24.089
América do Norte	12.787	21,7%	Estados Unidos da América	10.158
Europa	6.092	10,3%	Espanha	1.066
África	2.588	4,4%	África do Sul	1.428
América do Sul	1.870	3,2%	Brasil	1.280
Oceania	833	1,4%	Austrália	730

Fonte: O autor, baseado nos dados de Icold (2020)

É importante ressaltar que o número total de grandes barragens pode ser significativamente maior. Para exemplificar, dados do Relatório de Segurança de Barragens da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2023) mostram que no Brasil há pelo menos 23.977 barragens, das quais 2.351 se enquadram nos critérios de grandes barragens da Icold (mais detalhes no item 2.6.3.2), o que representa quase o dobro do que foi efetivamente registrado no sistema da Icold.

A Figura 4 apresenta a evolução da construção de grandes barragens desde o ano de 1900. A figura mostra uma tendência global de diminuição na construção de novas barragens desde a segunda metade da década de 1970. Outro dado importante é que a maioria das barragens foi construída durante a década de 1970 e, por este motivo, a idade média das grandes barragens já ultrapassou a marca dos 50 anos de vida útil (PERERA, WILLIAMS, *et al.*, 2021).

Figura 4 – Construção anual de grandes barragens em todo o mundo desde 1900



Fonte: Perera, Williams, *et al.* (2021) a partir de dados do *World Register of Dams* da Icold.

Com o passar do tempo, essas estruturas vão sendo submetidas a diferentes ações climáticas e ambientais, tais como chuva, ciclos de enchimento e esvaziamento do reservatório, insolação, temperatura, umidade, vegetação e atividades de animais. Tais elementos podem contribuir para a deterioração da estrutura da barragem, causando erosão dos taludes, cavidades no maciço, aumento da percolação interna, desgaste dos materiais de construção, ferrugem e entupimento de dispositivos hidromecânicos, entre outros. Se não devidamente tratados, estes processos podem comprometer a integridade da barragem, tornando-a mais suscetível a falhas e, conseqüentemente, o risco de acidentes aumenta significativamente.

O descomissionamento (desativação ou descaracterização) de barragens antigas surge como uma solução econômica ao problema, mas o processo é complexo, e poucos grandes projetos foram descomissionados até o momento (PERERA, WILLIAMS, *et al.*, 2021).

No Brasil, os principais projetos de descaracterização referem-se às barragens de rejeito de mineração construídas pelo método de alteamento a montante. Está prevista a completa descaracterização dessas estruturas até 2027 (ANM, 2019, p. 4). Até 2019, foram cadastradas 74 barragens no Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM) como alteadas por esse método, e até fevereiro de 2022, 10 dessas estruturas já haviam sido descaracterizadas, enquanto outras 4 sofreram alterações no seu método construtivo (ANM, 2022, p. 14).

Uma barragem de mineração descaracterizada é uma estrutura que não recebe continuamente resíduos ou sedimentos provenientes de sua atividade principal, perdendo assim suas características e função originais. Esse processo de descaracterização envolve várias etapas: descomissionamento – encerramento das operações e remoção das infraestruturas associadas, excetuando-se as que são necessárias para garantir a segurança da estrutura; controle hidrológico e hidrogeológico – adoção de medidas para reduzir ou eliminar o fluxo de águas superficiais e subterrâneas para o reservatório; estabilização – execução de medidas para garantir a estabilidade física e química a longo prazo das estruturas remanescentes; monitoramento – acompanhamento durante o período que for necessário para verificar a eficácia das medidas de estabilização. Essas ações visam garantir a segurança ambiental e a minimização dos impactos após o encerramento das atividades de mineração (ANM, 2017, p. 3-4).

## 2.6.2 Histórico de acidentes com barragens

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2012, p. 1) define acidentes com barragens como situações em que há comprometimento da integridade estrutural devido a um colapso parcial ou total da barragem ou estrutura anexa, resultando em liberação incontrolável do conteúdo do reservatório. Diferentemente, incidentes são eventos que têm potencial para causar acidentes, se não forem adequadamente gerenciados.

Bernard-Garcia e Mahdi (2020) compilaram um levantamento global de acidentes com barragens, identificando um total de 3.861 acidentes até o final de 2019. O registro mais antigo data de uma barragem no Lêmen em 575 d.C. Em termos de distribuição geográfica, os EUA lideram com 2.654 acidentes, enquanto o Brasil tem 13. Os dados mostram ainda que 134 acidentes causaram mais de 10 vítimas fatais<sup>2</sup>. Além disso, 19 acidentes se referem a barragens de rejeito de mineração.

Contudo, é importante ressaltar que esses números podem estar subestimados. Como ilustração, Mello, Sandroni e Guidicini (2021) documentaram ocorrências em 160 barragens brasileiras. Além disso, o Serviço Mundial de Informação sobre Energia (WISE), fundado em 1978, mantém um banco de dados com os maiores acidentes com barragens de mineração desde 1961, contabilizando 157 registros até o momento da presente pesquisa (WISE, 2023).

Nos EUA, a Associação de Oficiais Estaduais de Segurança de Barragens (ASDSO) começou a coletar dados sobre acidentes com barragens a partir de 2010. Fundada após o rompimento da barragem Kelly Barnes em 1977, que resultou em 39 mortes, a ASDSO reconhece que sua base de dados não é exaustiva. Seus registros, atualmente, incluem 1.243 eventos, dos quais 444 são acidentes. Destes, 37 resultaram em fatalidades, sendo que 15 tiveram mais de 10 vítimas<sup>2</sup> (ASDSO, 2023).

O Wikipedia (2023) também mantém uma lista atualizada de acidentes com barragens, contendo, até a presente data, 118 registros, incluindo incidentes recentes na Líbia e Ucrânia em 2023. Destes, 61 eventos resultaram em mais de 10 mortes<sup>2</sup>.

Ao tentar consolidar esses registros, encontraram-se inconsistências em datas e nomes de barragens. Portanto, priorizou-se a informação proveniente da ASDSO

---

<sup>2</sup> Nesta pesquisa, focou-se nos acidentes que resultaram em mais de 10 vítimas com o intuito de destacar os eventos mais graves em termos de perdas de vidas humanas. Contudo, é importante lembrar que houve outros acidentes graves que provocaram danos de naturezas diversas.

para os EUA, Bernard-Garcia e Mahdi para outros países, e a lista do Wikipedia foi usada como referência complementar. É importante estar ciente de possíveis duplicidades, especialmente quando barragens próximas se rompem simultaneamente devido a eventos climáticos extremos. Por exemplo:

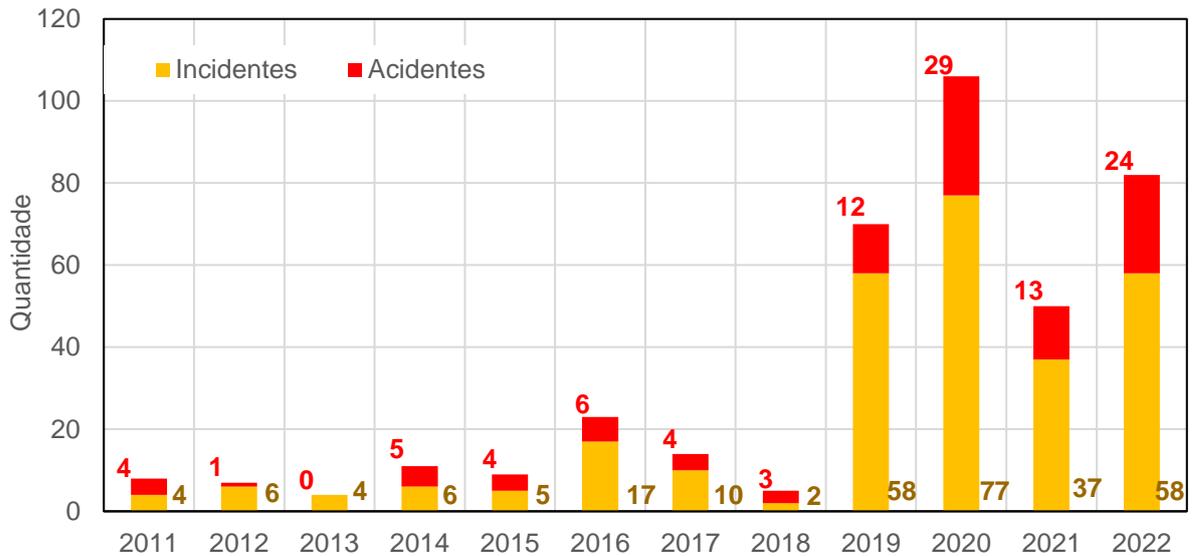
- O “*Furacão Joaquim*” em 2015 levou à ruptura de 6 barragens nos EUA e resultou em 19 mortes, conforme relatado por Bernard-Garcia e Mahdi (2020). A base de dados considera um registro para cada barragem, contudo, o número de fatalidades está repetido;
- O “*Tufão Nina*” na China em 1975 provocou a ruptura de 62 barragens menores e 2 maiores, Banqiao e Shimantan. Estima-se que o evento causou a morte direta de 26.000 pessoas, deixou 10 milhões desabrigadas e, posteriormente, resultou na morte de mais de 100.000 devido a fome e doenças (YANG, LIU, *et al.*, 2017).

Ao consolidar esses dados, o número de acidentes com mais de 10 vítimas<sup>2</sup> totalizou 146. A lista completa, apresentada no Anexo A, é composta por 122 registros de Bernard-Garcia e Mahdi (2020), 16 registros da ASDSO (2023) e 8 registros da Wikipedia (2023). A quantidade total de acidentes por país segue a seguinte ordem: 40 – China; 32 – Estados Unidos; 8 – Japão; 7 – Índia e Itália; 5 – Reino Unido; 3 – Espanha e Canadá; 2 – Alemanha, França, Brasil, Indonésia, Turquia, Colômbia, Romênia e Áustria; 1 – outros 25 países. A presença da China e dos EUA no topo da lista não surpreende, visto que são os países com o maior número de barragens.

No Brasil, além dos registros de acidentes e incidentes documentados por Mello, Sandroni e Guidicini (2021), destaca-se o trabalho da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em consolidar os registros desde 2011, em virtude de responsabilidade legal atribuída pela Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010a). A ANA publica a síntese dos dados mostrando a evolução do número de ocorrências anualmente em seu Relatório de Segurança de Barragens.

A Figura 5, elaborada com base nos dados do Relatório de Segurança de Barragens de 2022 – RSB/2022 (ANA, 2023), demonstra um aumento significativo no número de registros nos últimos anos. Esse crescimento é notavelmente acentuado a partir de 2019, ano em que ocorreu o acidente mais letal envolvendo barragens no Brasil: a tragédia da barragem de Brumadinho, em Minas Gerais, que culminou na morte de 270 pessoas (WIKIPEDIA, 2023; WISE, 2023; MACHADO, VASCONCELLOS e SALGADO, 2020, p. 29).

Figura 5 – Evolução do número de acidentes e incidentes por RSB



Fonte: adaptado de ANA (2023, p. 63)

Os eventos de grande magnitude normalmente causam comoção pública e impulsionam as autoridades a tomarem medidas para aprimorar a segurança das barragens. Nesse contexto, torna-se relevante enumerar alguns acidentes de grande repercussão no Brasil, organizados cronologicamente na Tabela 4.

Tabela 4 – Lista dos principais acidentes com barragens no Brasil

BARRAGEM	DATA	LOCAL	DETALHES
Pampulha	Abr/1954	Belo Horizonte/MG	Paralisação do aeroporto da Pampulha
Orós	Mar/1960	Orós/CE	50 mortos e 170 mil afetados
UHE Euclides da Cunha e UHE Armando de Salles (Limoeiro)	Jan/1977	São José do Rio Pardo/SP	Ruptura em cascata de Limoeiro.
Mina de Fernandinho	Mai/1986	Itabirito/MG	7 mortos
Mineração Rio Verde	Jun/2001	Nova Lima/MG	5 mortos
Indústria Cataguases de Papel	Mar/2003	Cataguases/MG	600 mil pessoas sem água
Camará	Jun/2004	Alagoa Nova/PB	5 mortos e 3.000 desabrigados
Mineradora Rio Pomba Cataguases	Jan/2007	Mirai/MG	4.000 desalojados
Usina de Espora	Fev/2008	Aporé/GO	Afetou pontes e fazendas
Barragem da CSN	Mar/2008	Congonhas/MG	40 famílias desalojadas
Algodões	Mai/2009	Cocal/PI	15 mortos e 499 famílias afetadas
Mineradora Herculano	Set/2014	Itabirito/MG	3 mortos
Germano e Fundão, Mineradora Samarco	Nov/2015	Mariana/MG	19 mortos; 12 milhões de pessoas sem água, 663 km de rios e 1.469 ha de mata atingidos
Mina Córrego do Feijão	Jan/2019	Brumadinho/MG	270 mortos

Fonte: O autor

### 2.6.2.1 Repercussão dos acidentes e o papel dos meios de comunicação

Nos últimos anos, vários eventos de ruptura de barragens causaram danos significativos, incluindo a perda de vidas humanas, impactos ambientais, prejuízos econômicos e danos à infraestrutura urbana. Os casos mais devastadores ocorreram no subdistrito de Bento Rodrigues, em Mariana, Minas Gerais, em 5 de novembro de 2015, e em Brumadinho, Minas Gerais, em 25 de janeiro de 2019. Ambos os desastres envolveram grandes empreendimentos de mineração.

Entretanto, a maioria dos casos de ruptura de barragens se referem a pequenos empreendimentos na zona rural usados sobretudo para irrigação. Em períodos de chuvas intensas, algumas destas estruturas colapsam por não terem sido dimensionadas para suportar vazões associadas a um período de recorrência maior. Além disso, muitos desses empreendimentos sequer recebem manutenção periódica, o que os deixam ainda mais vulneráveis a falhas.

De qualquer forma, o tema tem ganho cada vez mais destaque na imprensa e manchetes como “*Barragem se rompe e inunda parte de cidade*” têm estampado os principais meios de comunicação. Logo que uma barragem se rompe, ocorre uma ampla cobertura do evento pelas diversas mídias (televisão, rádio, internet, jornal, redes sociais etc.), destacando os vários impactos ocorridos. A seguir são indicadas algumas manchetes relativas ao rompimento de pequenas barragens:

- Barragem Guilherme Pontes (Sairé/PE) em 15/06/2020: *Barragem se rompe e atinge três cidades em Pernambuco* (UOL, 2020); *Rompimento de barragem de Sairé deixa mais de 1,2 mil desalojados em Barra de Guabiraba* (NE10 INTERIOR, 2020); *Moradores de Sairé relatam caos, após rompimento da barragem* (FOLHA DE PERNAMBUCO, 2020); *Barragem Guilherme Pontes rompe em Sairé, no Agreste do Estado, após fortes chuvas* (DIARIO DE PERNAMBUCO, 2020);
- Barragem no Distrito de Santa Cruz de Irupi/ES em 24/01/2020: *Represa rompe e inunda distrito em Irupi, no Caparaó capixaba* (FOLHA VITÓRIA, 2020); *IRUPI, Represa se rompe e inunda a cidade* (ESPÍRITO SANTO NOTÍCIAS, 2020); *Chuva causa rompimento de represa e alaga casas no município de Irupi* (ES HOJE, 2020);

- Barragem do Quati (Pedro Alexandre/BA) em 11/07/2019: *Barragem se rompe e atinge duas cidades na Bahia* (R7, 2019); *Rompimento de barragem na Bahia aconteceu após ruptura em açudes menores, diz Defesa Civil* (G1 BAHIA, 2019); *Cidade inundada após barragem se romper registrou maior tragédia em 57 anos, diz prefeito - 1.500 pessoas estão desalojadas e 400 desabrigadas* (G1 BAHIA, 2019); *Barragem do Quati se rompeu em razão da falta de sangradouro* (JORNAL DA USP, 2019).

No geral as notícias colocam a ruptura da barragem como evento causador da inundação nas cidades, sendo que poucas indicam que a barragem falhou como consequência de um evento hidrológico extremo, mesmo nos casos em que há vídeos mostrando o galgamento da barragem. É raro encontrar notícias que detalhem os fatores que contribuíram para o desastre, como a intensidade da chuva, a capacidade e o estado dos dispositivos de descarga da barragem, a adequada manutenção da barragem ou a ocorrência de rupturas em cascata.

Ao se avaliar as notícias, é fundamental considerar o contexto em que foram elaboradas. Durante períodos críticos, há uma tendência de priorizar a divulgação rápida das informações, frequentemente em detrimento da qualidade dos dados apresentados. A divulgação dessas informações, sem uma abordagem técnica adequada, pode comprometer a compreensão precisa do risco pela comunidade.

As informações podem ser divulgadas pela mídia, por meio de interações com outras pessoas ou por comunicações oficiais das autoridades públicas. É importante destacar a cautela necessária ao transmitir informações sobre a segurança de barragens, pois isso pode criar uma percepção gradual de insegurança e perigo constante entre a população, estigmatizando empreendimentos que historicamente têm contribuído para o desenvolvimento socioeconômico.

A transmissão de informações pelas mídias pode ser bastante útil para os tomadores de decisão e população. Apenas para exemplificar, podem ser citadas as seguintes ações (OLIVEIRA, MONTENEGRO e SALGADO, 2024, p. 18):

- Antes do evento: a divulgação de informações quanto ao risco de desastres causados por inundações naturais ou por ruptura de barragens pode ser combinada com ações de preparo da população, envolvendo desde medidas mitigadoras, como o planejamento para evitar perdas de bens de valor monetário significativo, até treinamento para evacuação da área de maior risco;

- Durante o evento: em situações envolvendo rios de grande extensão, é possível realizar uma avaliação contínua da evolução da onda de inundação (ou da lama de rejeito da mineração) desencadeada pela ruptura da barragem. Isso pode auxiliar na implementação de medidas de minimização dos impactos por parte dos diversos agentes envolvidos, tais como o bloqueio de acesso a pontes e estradas marginais, a remoção de equipamento público das áreas de maior risco e a colaboração na execução e no acompanhamento das ações previstas no plano de contingência. Além disso, a disseminação das informações em diferentes meios de comunicação possibilita alcançar um maior número de pessoas em um menor tempo, permitindo que elas adotem medidas individuais de prevenção diante dos impactos iminentes, como sair das áreas de risco e proteger itens de maior valor;
- Após o evento: pode contribuir na identificação de impactos não detectados pelas partes envolvidas, o que pode ser particularmente relevante no contexto do resgate de pessoas desaparecidas. Além disso, a coleta detalhada de informações sobre as causas subjacentes da falha pode contribuir para o contínuo aprimoramento das técnicas e práticas de manutenção de barragens. Esses registros desempenham um papel adicional na promoção de uma cultura de segurança mais sólida em relação às barragens, influenciando a implementação da política pública de segurança de barragens e impulsionando melhorias na regulamentação e na fiscalização dessas estruturas.

Há grande espaço para iniciativas envolvendo os meios de comunicação, desde campanhas educativas sobre gestão de risco, utilizando mapas de risco, passando pela utilização dos diversos recursos eletrônicos disponíveis e mídias sociais. Pode-se pensar também em formas de capacitar as pessoas para que contribuam como “*agente do Estado*” denunciando as infrações, ajudando a localizar os proprietários das barragens e buscando alternativas de gerir os empreendimentos utilizados pela própria população, mas que se encontram em mau estado de conservação.

### 2.6.2.2 Acidentes de barragens e chuvas intensas

Ao discutir o risco proporcionado pelas pequenas barragens, é importante conhecer o contexto dos acidentes. Normalmente, os relatos de acidentes envolvendo pequenas barragens estão associados à ocorrência de chuvas intensas prévias. Muitas vezes, ao comparar o volume da barragem e o impacto resultante do desastre, surgem questionamentos sobre até que ponto essas barragens de capacidade reduzida podem ser responsabilizadas por um impacto de grande magnitude. Entretanto, conforme mostrado por Oliveira, Montenegro e Salgado (2020), na prática, a população e muitos órgãos públicos ainda não têm clareza suficiente para entender o grau de contribuição da barragem frente a esses eventos. Esse assunto normalmente nem chega a ser abordado, mesmo quando há fortes evidências de que uma barragem pequena esteja sendo precipitadamente responsabilizada como a maior causadora de um desastre.

Como consequência, a desinformação tem prevalecido na mídia, enraizando na população uma cultura “*antibarrageira*” muitas vezes sem fundamento, a despeito de sua importância socioeconômica. Isso pode causar uma mobilização contrária a esses empreendimentos além do que seria justificadamente razoável, gerando custos relativamente significativos para os pequenos empreendedores, podendo até inviabilizar suas atividades; em muitos casos, eles praticam a pequena agricultura familiar de subsistência ou com pouco resultado comercial.

No contexto da regulação de pequenas barragens na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), observa-se uma lacuna na abordagem deste assunto. Sem excluir a necessidade de realizar perícias técnicas detalhadas em casos reais de rompimento, é imprescindível desenvolver métodos práticos para estimar preliminarmente a contribuição da ruptura da barragem ao impacto ocorrido a jusante. Uma possibilidade é a utilização de indicadores calculados a partir de modelos hidrológicos e hidráulicos simplificados representando o processo de transformação chuva-vazão e a propagação da vazão de ruptura da barragem até a área afetada.

Uma proposta de indicadores foi feita por Oliveira, Montenegro e Salgado (2024), com base nas diretrizes do *United States Bureau of Reclamation* (USBR) para classificação do dano à jusante devido a falhas de barragens (USBR, 1988).

A metodologia proposta considera a simulação de 3 cenários: 1 – inundação provocada apenas pelas chuvas intensas, sem ruptura de barragem; 2 – ruptura do reservatório cheio sem a contribuição de chuvas – “dia ensolarado”; 3 – efeito combinado da inundação natural provocada pelas chuvas intensas e a ruptura da barragem. As simulações simplificadas são feitas pelos métodos: Hidrograma Unitário, com as perdas estimadas pelo método do *Curve Number*, ambos do *Soil Conservation Service* (SCS/EUA); ruptura a partir das equações de *Froehlich*; e propagação da inundação pelo método de *Muskingum*. Ao final calculam-se 3 indicadores:

- 1) O indicador 1 representa a contribuição, em termos de volume, da barragem para a formação da inundação. Seu cálculo é feito pela relação entre o volume total de água a montante da barragem, que é dado pela soma do volume do reservatório com o volume precipitado a montante da barragem, dividido pelo volume total precipitado a montante do local de interesse. Quanto mais distante o local de interesse estiver da barragem, maior é a área de drenagem, menor o valor do indicador e menor o potencial da barragem causar um impacto significativo. O cálculo do indicador é simples, mas não considera a propagação da onda de cheia.
- 2) O indicador 2 mostra, em termos proporcionais, quanto apenas a ruptura da barragem representaria em relação à inundação causada apenas pela chuva. Seu cálculo é feito pela divisão da vazão de pico no cenário 2 pela vazão de pico no cenário 1. Quanto menor o valor do indicador, menor o potencial de uma ruptura ser mais grave que uma inundação natural.
- 3) O indicador 3 representa a contribuição marginal da ruptura para a formação da inundação. O cálculo é feito pela relação entre a diferença da vazão de pico combinada no cenário 3 menos a vazão de pico no cenário 1 dividido pela vazão de pico do cenário 1. Quando o indicador vale 100% significa que a ruptura da barragem dobrou a magnitude da inundação em relação àquela que seria naturalmente causada apenas pelas chuvas.

Os três indicadores se complementam, fornecendo uma compreensão ampla do efeito da barragem em relação ao impacto a jusante. O incremento do impacto devido à ruptura (indicador 3) pode ser usado, inclusive, como uma referência preliminar da estimativa da parcela de responsabilidade da barragem em relação aos danos observados. Estes indicadores são um exemplo de ferramentas que poderiam apoiar a classificação do dano potencial associado a uma ruptura de barragem.

### 2.6.3 Legislação de segurança de barragens

Em termos mundiais, pode-se dizer que a regulamentação da segurança de barragens não é um assunto novo. Por volta de 1780 a.C., o rei Hammurabi da Babilônia, em seu famoso código de leis, determinou:

53. Se alguém for negligente em manter sua barragem em boas condições e ocorre uma ruptura e a água destrói terras cultivadas, então o dono da barragem deve compensar as perdas. 54. Se ele não puder compensar, então ele e suas posses deverão ser vendidos e o resultado da venda repartido entre os prejudicados (HARPER, 1904, p. 29) (tradução nossa).

Na época contemporânea, foi a partir da década de 1980 nos EUA que se iniciou a análise de risco em segurança de barragens, seguida na década de 1990 no Canadá e Austrália e, posteriormente, em vários outros países, como Noruega, África do Sul, Holanda, entre outros (SILVEIRA, 2002, p. 4). Nesta ótica da análise de risco, leva-se em conta o contexto do problema, a relação entre a probabilidade de ruptura e as consequências a jusante e o estudo de alternativas estruturais e não-estruturais.

No Brasil, a história mostra que a ação governamental tende a se mobilizar após um evento de grande comoção pública:

- O Açude do Cedro no Ceará, em operação desde 1906, é considerado a primeira grande obra hídrica realizada pelo Governo Brasileiro. A ordem de construção foi dada ainda no reinado de D. Pedro II motivado pelo impacto da seca no Nordeste do Brasil de 1877 a 1879 (CEARÁ, 2021)<sup>3</sup>;
- Após a ruptura da Barragem de Euclides da Cunha, o Governo do Estado de São Paulo promulgou o Decreto nº 10.752/1977, instituindo a Auditoria Técnica Externa Permanente nas autarquias e companhias em cujo capital o Estado tenha participação majoritária e que sejam responsáveis pela construção e operação de barragens, visando a segurança destas nas fases de projeto, construção e operação (SÃO PAULO, 1977);
- Após o acidente na Indústria de Papel de Cataguases em março de 2003, a Câmara dos Deputados elaborou o Projeto de Lei nº 1181/2003 para segurança de barragens (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2003), que

---

<sup>3</sup> As mortes no Ceará entre 1877 e 1878 são estimadas em 500.000 pessoas, mais da metade da população da região na época, sendo cerca da metade devido à fome e o restante por febre, beribéri, varíola e outras doenças (SMITH, 1879);

tramitou ao Senado Federal apenas em setembro de 2009 como Projeto de Lei da Câmara PLC nº 168/2009, após o rompimento da Barragem de Algodões em maio de 2009, e foi sancionada como Lei nº 12.334/2010 em setembro de 2010 pelo Presidente da República;

- Após o rompimento da barragem de Mariana em novembro de 2015, o Senado Federal propôs o Projeto de Lei do Senado PLS nº 224/2016<sup>4</sup> com o intuito de aperfeiçoar a Lei de segurança de barragens. Esse desastre também motivou a edição do Decreto nº 8.572/2015, que alterou o Decreto nº 5.113/2004, passando a considerar “*como natural o desastre decorrente do rompimento ou colapso de barragens que ocasiona movimento de massa, com danos a unidades residenciais*”<sup>5</sup>;
- Após o rompimento da barragem de Brumadinho em janeiro de 2019, o Senado Federal propôs o Projeto de Lei nº 550/2019, que originou a Lei nº 14.066/2020<sup>6</sup>.

A Lei nº 12.334/2010 (BRASIL, 2010a), que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), aplica-se a barragens que atendam a pelo menos um dos seguintes critérios: altura maior que 15 metros; armazenamento superior a 3.000.000 m<sup>3</sup>; presença de resíduos perigosos dentro do reservatório; dano potencial associado médio ou alto em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas; categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador.

Aqui cabe um comentário sobre a criação de leis e atos normativos. O Decreto Federal nº 9.191/2017 (BRASIL, 2017) orienta, em seus artigos 26 e 27, que as propostas de tais normativos devem ser acompanhadas de uma exposição de motivos contendo a justificativa do problema que se pretende solucionar, a identificação dos grupos afetados, e, caso a norma resulte em aumento de despesas ou redução de receitas, a demonstração da compatibilidade com as exigências da Lei Complementar nº 101/2000, também conhecida como Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF).

---

<sup>4</sup> A Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal decidiu pela prejudicialidade do PLS nº 224/2016 em virtude da aprovação do projeto de lei nº 550 de 2019.

<sup>5</sup> A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) considera Rompimento/Colapso de barragem como desastre tecnológico relacionado a obra civil. A inusitada inclusão de rompimento de barragens no grupo de desastres naturais do ponto de vista legal foi feita para permitir que a população utilize recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) em caso de situação de emergência ou estado de calamidade pública.

<sup>6</sup> A Lei nº 14.066/2020 alterou a Lei nº 12.334/2010.

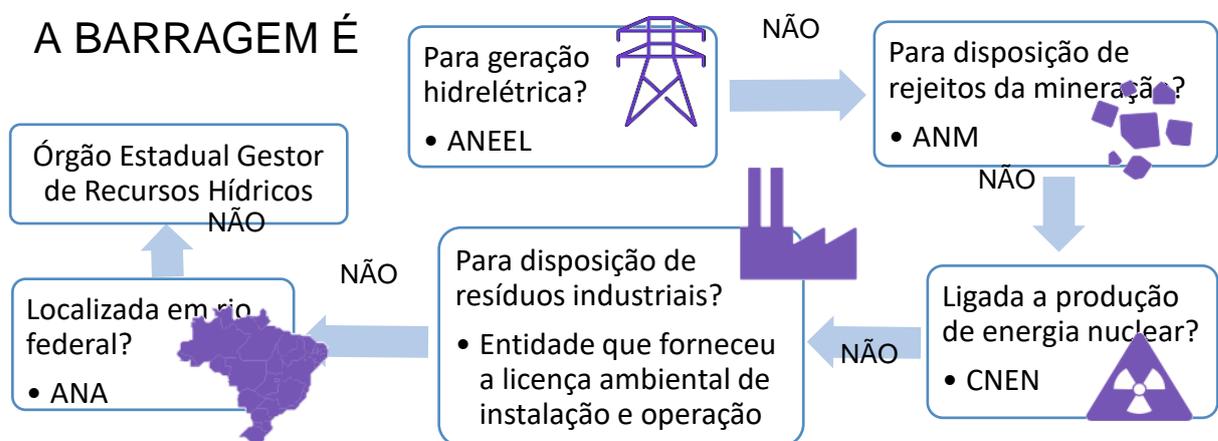
Por sua vez, o artigo 16 da LRF estabelece que qualquer iniciativa para criar, expandir ou aprimorar políticas governamentais que acarrete aumento de despesa deve ser acompanhada de uma estimativa do impacto orçamentário-financeiro e deve estar em conformidade com o plano plurianual, a lei de diretrizes orçamentárias e a lei orçamentária anual (BRASIL, 2000). Nesse contexto, a operacionalização efetiva da PNSB está intrinsecamente vinculada a esse rigor orçamentário, pois, caso contrário, o Estado terá dificuldade de exercer adequadamente suas funções de fiscalização ou de garantir a segurança das barragens enquanto entidade empreendedora pública.

### 2.6.3.1 Arranjo institucional

O empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, pelos danos decorrentes de seu rompimento, vazamento ou mau funcionamento e, independentemente da existência de culpa, pela reparação desses danos. A instituição fiscalizadora é aquela que concedeu permissão, outorga, licença ou regula o exercício da atividade exercida pelo empreendedor, tais como, acumulação de água para usos múltiplos, exploração do potencial hidráulico para geração hidrelétrica ou disposição de rejeitos mineral ou industrial (BRASIL, 2010a).

A Figura 6 ilustra o processo de identificação da entidade responsável pela fiscalização da barragem, realizado a partir da finalidade de uso prioritário do empreendimento (ANA, 2021). Em se tratando apenas de acumulação de água para usos múltiplos, a responsabilidade recai sobre o órgão gestor de recursos hídricos na jurisdição da dominialidade do corpo hídrico (União, Estados ou Distrito Federal).

Figura 6 – Órgão fiscalizador da segurança por tipo de barragem



Fonte: adaptado de ANA (2021).

Instrumentos de uma política pública são os métodos pelos quais a ação coletiva é estruturada para abordar um problema público (SALAMON, 2002, p. 66), em busca de concretizar os objetivos da política. Incluem-se entre os instrumentos da PNSB: o sistema de classificação de barragens por categoria de risco (CRI) e por dano potencial associado (DPA); o Plano de Segurança de Barragens (PSB), incluído o Plano de Ação de Emergência (PAE); o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); o Relatório de Segurança de Barragens (RSB); os guias de boas práticas em segurança de barragens (BRASIL, 2010a).

A atuação dos órgãos envolvidos com a segurança de barragens e a aplicação dos instrumentos constituem o “arranjo institucional da PNSB”. O diagrama apresentado na Figura 7 apresenta a estrutura hierárquica e relacional envolvendo a segurança de barragens no Brasil. Os poderes legislativo e executivo formulam a política pública, fazem o planejamento orçamentário e acompanham a execução das ações. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabelece normas e diretrizes para a PNSB, aprecia o RSB e encaminha ao Congresso Nacional. Por sua vez, os órgãos fiscalizadores como ANA, ANEEL, DNPM, IBAMA e Órgãos estaduais de recursos hídricos e meio ambiente supervisionam e classificam as barragens sob sua jurisdição. A ANA é responsável também por gerir o SNISB, coordenar a elaboração do RSB e encaminhá-lo anualmente ao CNRH. Os proprietários de barragens (empreendedores), sejam eles públicos ou privados, são responsáveis pela segurança da barragem, desenvolvendo e implementando os PSBs.

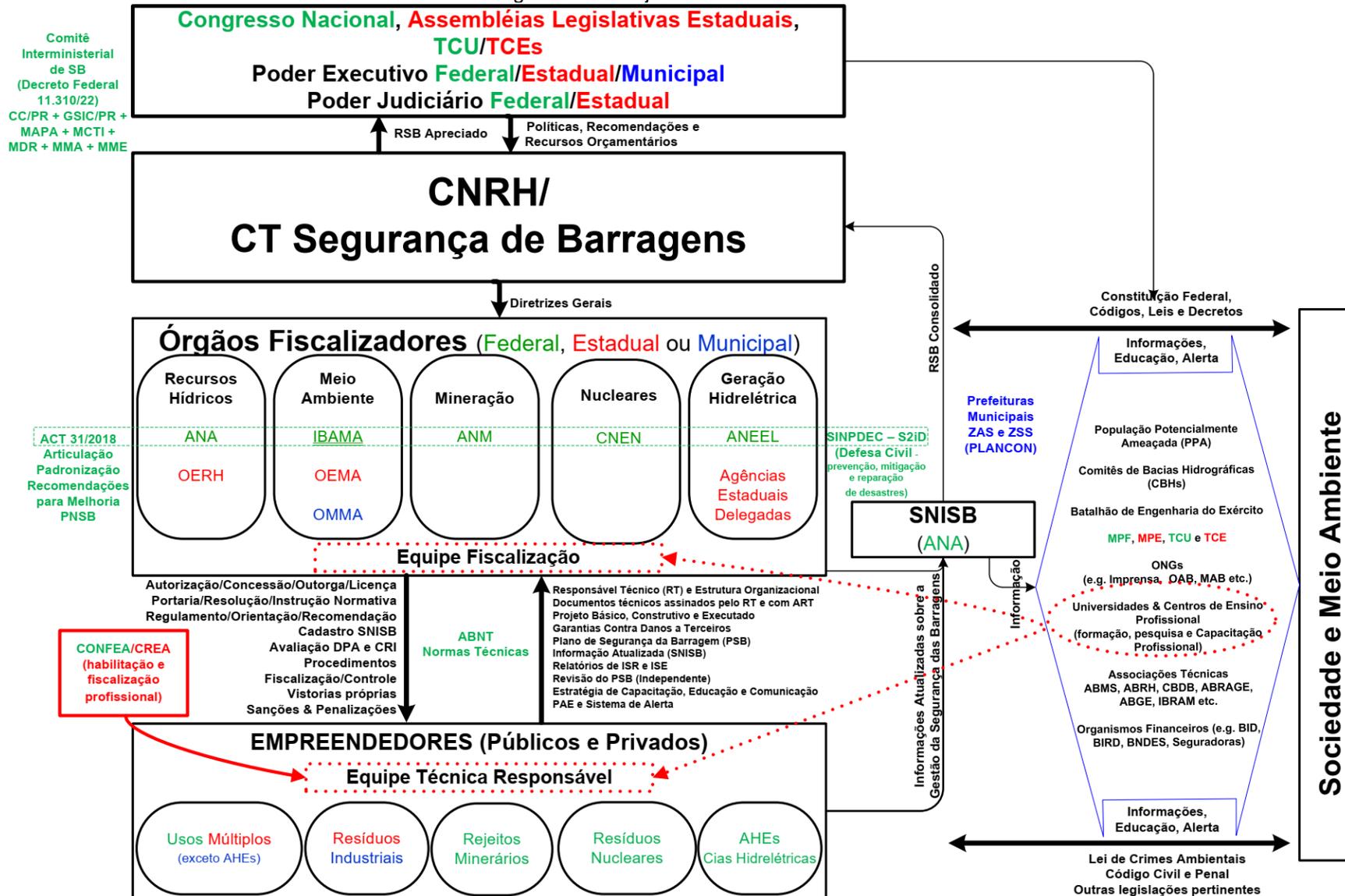
Sobre a função do empreendedor, cabe ressaltar a alteração na definição que trouxe a Lei Federal nº 14.066/2020 (BRASIL, 2020), esclarecendo que na ausência de ato da autoridade legalmente constituída autorizando a operação do empreendimento, a responsabilidade recai subsidiariamente sobre aquele com direito sobre as terras onde a barragem se localiza, conforme trecho a seguir:

Art. 2º (...) IV - empreendedor: pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente (BRASIL, 2020).

Outra contribuição relevante desta Lei foi especificar que os empreendedores são responsáveis pelos danos decorrentes do rompimento, vazamento ou mau funcionamento da barragem e, independentemente da existência de culpa, pela reparação desses danos (BRASIL, 2020).

Para aprimorar a governança da PNSB, o Decreto Federal nº 11.310/2022 (BRASIL, 2022) instituiu em 2022 o Comitê Interministerial de Segurança de Barragens, vinculado à Casa Civil da Presidência da República, com natureza deliberativa e executiva. Suas competências englobam a coordenação das atividades em nível federal e a proposição ao CNRH e ao órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil de diretrizes para compatibilizar as políticas públicas setoriais.

Figura 7 – Arranjo institucional da PNSB



Fonte: atualizado e cedido pelo Engenheiro Civil Rogério Menescal, baseado em Menescal (2009)

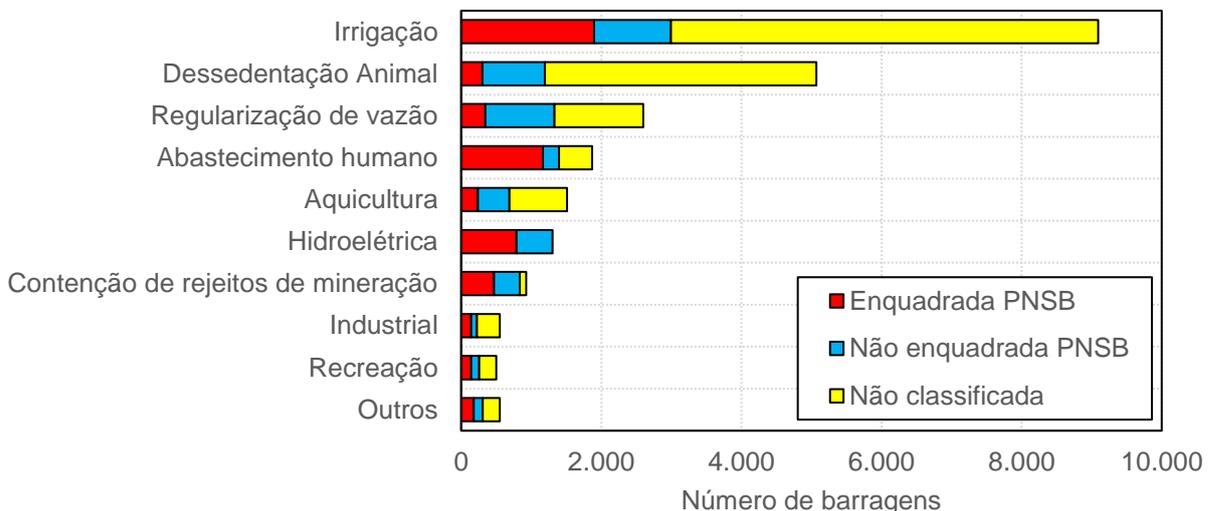
### 2.6.3.2 Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

A ANA é o órgão encarregado de organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Também cabe a ela promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens, coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens (RSB) e encaminhá-lo, anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (BRASIL, 2010a).

Desse modo, os dados do SNISB podem ser atualizados em tempo real, enquanto os dados do RSB são consolidados apenas anualmente. Considerando os dados do RSB/2022, no Brasil existem 23.977 barragens cadastradas por 33 órgãos fiscalizadores. Do total de barragens cadastradas, 5.665 (24%) estão submetidas à PNSB, 4.874 (20%) não estão submetidas e para as 13.438 restantes (56%), não há informações suficientes para definir se estão ou não submetidas à PNSB (ANA, 2023).

A maioria das barragens registradas no RSB/2022 (Figura 8) é destinada à irrigação (9.095), dessedentação de animais (5.069) e regularização de vazões (2.601). A grande quantidade destas barragens não enquadradas e não classificadas reflete o fato de serem em sua maioria barragens de menor porte na zona rural.

Figura 8 – Principais usos das barragens e enquadramento na PNSB

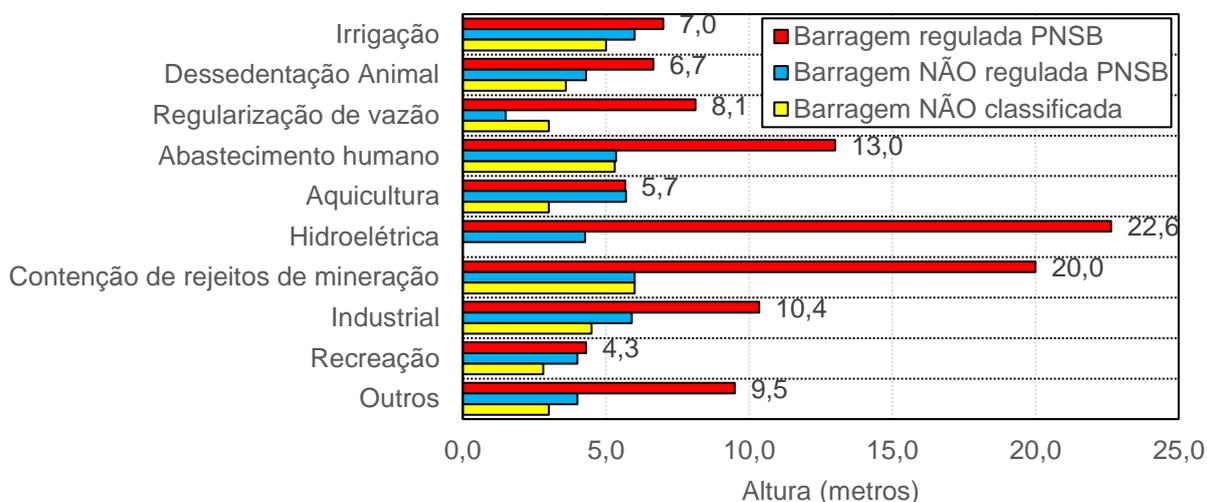


Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Em relação às barragens enquadradas na PNSB, representadas na Figura 8 por barras na cor vermelha, as que estão em maior número são para irrigação (1.895), abastecimento humano (1.167), hidroelétrica (788) e contenção de rejeitos de mineração (469).

A altura mediana (Figura 9) das barragens é maior naquelas reguladas pela PNSB e menor nas não classificadas. As alturas mais elevadas são observadas nas barragens destinadas à geração hidroelétrica, à contenção de rejeitos de mineração e ao abastecimento humano, respectivamente. Ressalta-se que esta informação pode estar distorcida, uma vez que 43% das barragens não têm a informação da altura (Tabela 5) e, apenas no caso da irrigação e dessedentação de animais, esse número é da ordem de 60%.

Figura 9 – Altura mediana das barragens por finalidade de uso e enquadramento na PNSB



Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

A Tabela 5 categoriza barragens conforme faixas de altura, sem levar em conta sua finalidade de uso. Ao considerarmos apenas o critério de altura na PNSB, que corresponde a uma altura superior a 15 metros, identificam-se 1.892 barragens que atendem a esse requisito. Destaca-se ainda que aproximadamente 14% das barragens reguladas pela PNSB não têm informação de altura e foram enquadradas por outros requisitos.

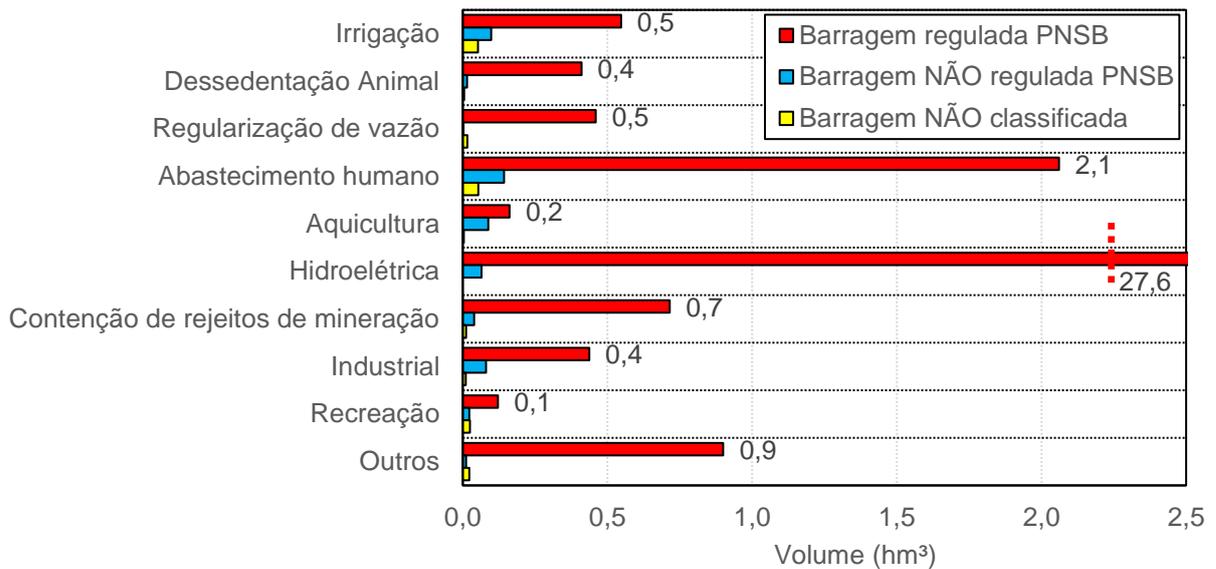
Tabela 5 – Quantidade de barragens por faixa de altura

Faixa de altura	Total		Regulada PNSB	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem
Sem Informação	10.429	43,50%	820	14,47%
$h < 7,5$ m	8.887	37,06%	1.670	29,48%
$7,5 \text{ m} \leq h < 15$ m	2.769	11,55%	1.283	22,65%
$15 \text{ m} \leq h < 30$ m	1.283	5,35%	1.283	22,65%
$30 \text{ m} \leq h < 60$ m	445	1,86%	445	7,86%
$60 \text{ m} \leq h < 100$ m	115	0,48%	115	2,03%
$100 \text{ m} \leq h$	49	0,20%	49	0,86%
<b>TOTAL</b>	<b>23.977</b>	<b>100%</b>	<b>5.665</b>	<b>100%</b>

Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

O volume mediano das barragens hidroelétricas é significativamente superior ao das demais barragens (Figura 10). Estas barragens e as de abastecimento humano são as únicas que possuem volume mediano superior a 1 hm<sup>3</sup>. Diferente do que acontece para a altura, no caso do volume, apenas 12% das barragens não possuem esta informação (Tabela 6). Além disso, o volume das barragens não reguladas e não classificadas é proporcionalmente bem inferior aos das barragens reguladas.

Figura 10 – Volume mediano das barragens por finalidade de uso e enquadramento na PNSB



Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

A Tabela 6 apresenta a distribuição das barragens conforme sua capacidade volumétrica. Ao avaliar o critério da PNSB que engloba barragens com volume superior a 3 milhões de metros cúbicos (3 hm<sup>3</sup>), nota-se que 1.925 barragens se enquadram nessa categoria. Adicionalmente, destaca-se que quase metade das barragens reguladas pela PNSB apresenta um volume pequeno, inferior a 1 hm<sup>3</sup>.

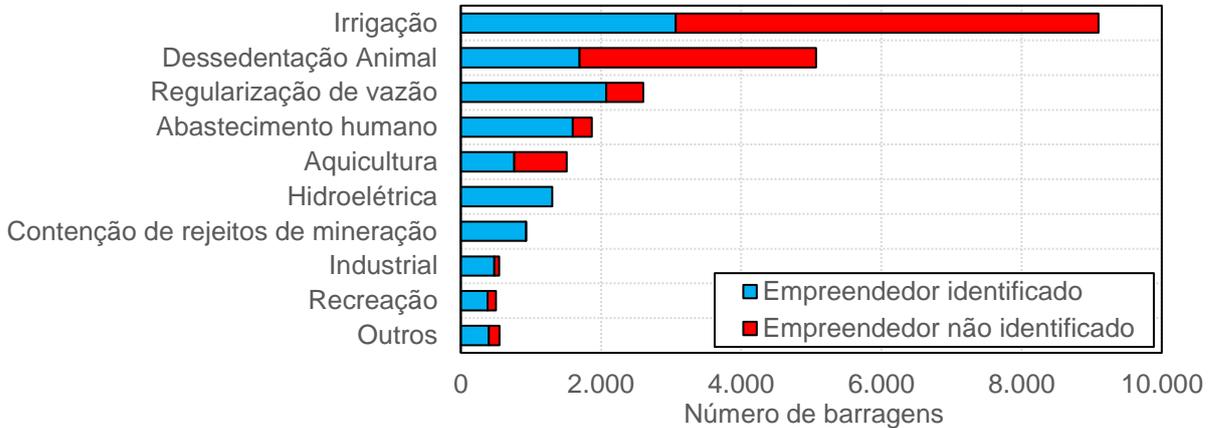
Tabela 6 – Quantidade de barragens por faixa de volume

Faixa de volume	Total		Regulada PNSB	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem
Sem Informação	2.980	12,43%	150	2,65%
Pequena Vol < 1 hm <sup>3</sup>	17.571	73,28%	2.808	49,57%
Pequena 1 hm <sup>3</sup> ≤ Vol < 3 hm	1.500	6,26%	782	13,80%
Pequena 3 hm <sup>3</sup> ≤ Vol < 5 hm	461	1,92%	460	8,12%
Média 5 hm <sup>3</sup> ≤ Vol < 75 hm	952	3,97%	952	16,80%
Grande 75 hm <sup>3</sup> ≤ Vol < 200 hm	164	0,68%	164	2,89%
Muito grande 200 hm <sup>3</sup> ≤ Vol	349	1,46%	349	6,16%
<b>TOTAL</b>	<b>23.977</b>	<b>100%</b>	<b>5.665</b>	<b>100%</b>

Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Das barragens cadastradas, 12.693 (53%) têm empreendedor identificado (ANA, 2023). As barragens para irrigação, dessedentação de animais e aquicultura são as que possuem mais empreendedores desconhecidos (Figura 11).

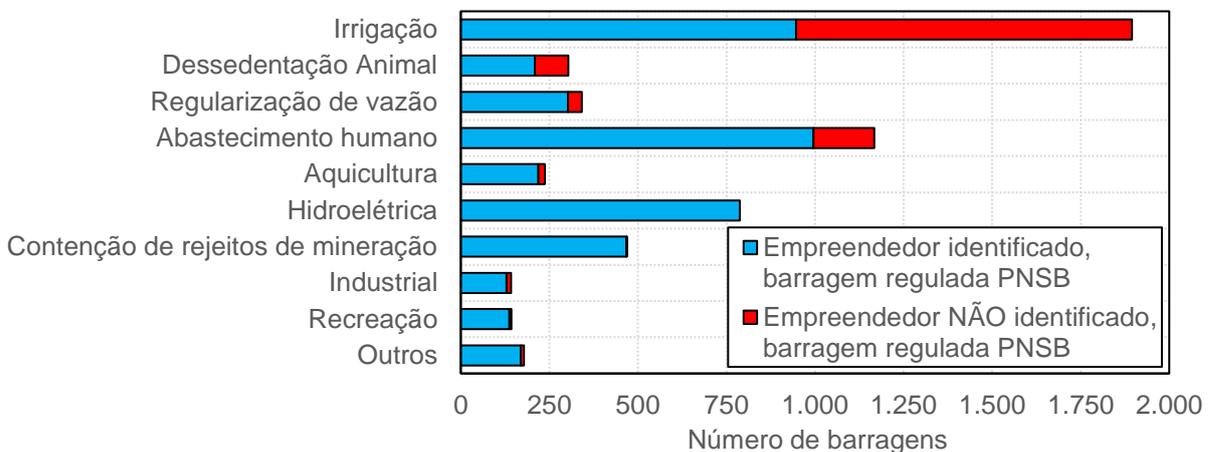
Figura 11 – Empreendedores identificados por finalidade de uso



Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Considerando apenas as barragens enquadradas na PNSB, há 1.300 sem empreendedores identificados, sendo que a grande maioria são barragens utilizadas para irrigação, abastecimento humano e dessedentação de animais (Figura 12).

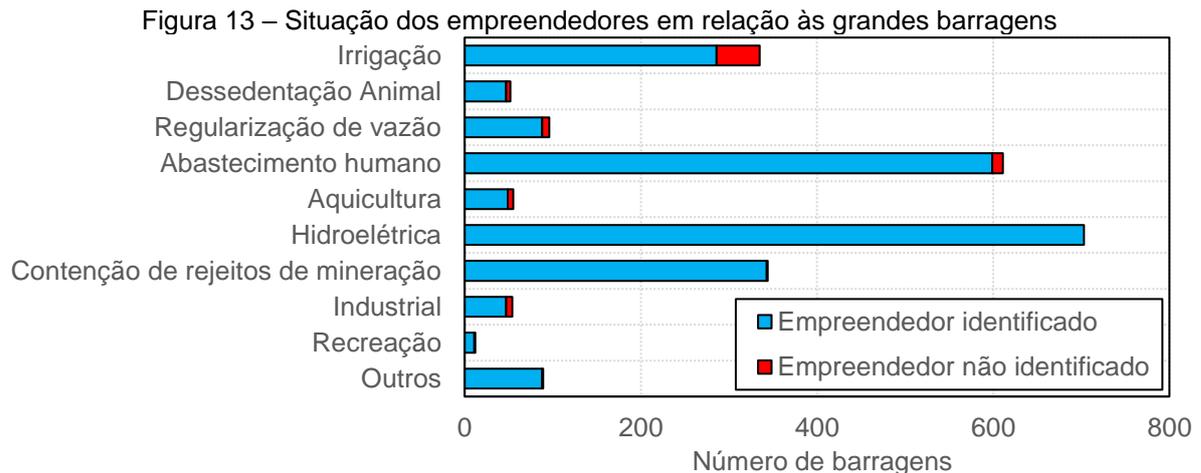
Figura 12 – Situação dos empreendedores em relação às barragens enquadradas na PNSB



Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Conforme citado no item 2.6.1, a Icold (2020) define como grande barragem aquela com mais de 15 metros de altura, ou com altura entre 5 e 15 metros e capacidade de armazenamento acima de 3 milhões de metros cúbicos. Ao analisar os dados de altura e volume do RSB/2022, observa-se que, além das 1.892 barragens que possuem altura acima de 15 m, existem outras 459 que atendem ao segundo critério da Icold, que combina altura e volume. Isso totaliza 2.351 grandes barragens no Brasil, correspondendo a 10% do total de barragens no país.

A maioria das grandes barragens possuem a função de hidroelétrica, abastecimento humano, contenção de rejeitos da mineração e irrigação. Conforme os dados do RSB/2022, a "CGH Fazenda Maracanã - CGH Franor", localizada em São Desidério/BA, é a única dessas barragens que não está regulada pela PNSB. Das grandes barragens, 90 delas não têm empreendedores identificados, com a maioria sendo destinada à irrigação (Figura 13).



Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Quanto à natureza jurídica dos empreendedores (Tabela 7), tanto as grandes barragens quanto as reguladas pela PNSB predominantemente estão sob responsabilidade de entidades privadas. As grandes barragens são, em sua maioria, operadas por empresas, enquanto as barragens menores, reguladas pela PNSB, geralmente são mantidas por pessoas físicas. Considerando todas as barragens, a representatividade das pessoas físicas passa a ser maior, desconsiderando-se os casos sem informação.

Tabela 7 – Natureza jurídica dos empreendedores

TIPO DE EMPREENDEDOR	BARRAGENS						
	TODAS		PNSB		GRANDES		
Privado	Pessoa Física	4.390	18,3%	961	17,0%	219	9,3%
	Empresas em Geral	2.224	9,3%	1.254	22,1%	922	39,2%
	Fundações Privadas	15	0,1%	13	0,2%	7	0,3%
	Entidades Paraestatais	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	Outros	309	1,3%	85	1,5%	31	1,3%
	Associações	12	0,1%	0	0,0%	0	0,0%
Público/Privado	Sociedade de Economia Mista	325	1,4%	244	4,3%	175	7,4%
	Órgãos	551	2,3%	353	6,2%	212	9,0%
Público	Autarquias	277	1,2%	252	4,4%	195	8,3%
	Empresas Públicas	171	0,7%	78	1,4%	46	2,0%
–	Sem Informação	15.702	65,5%	2.425	42,8%	544	23,1%
<b>TOTAL</b>		<b>23.977</b>	<b>100%</b>	<b>5.665</b>	<b>100%</b>	<b>2.351</b>	<b>100%</b>

Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

### 2.6.3.3 Classificação de barragens

A classificação de risco permite identificar e hierarquizar as barragens que requerem mais atenção. A Lei nº 12.334/2010 (BRASIL, 2010a) determinou que os agentes fiscalizadores devem classificar as barragens por categoria de risco (CRI), por dano potencial associado (DPA) e pelo volume. O CNRH detalhou o processo de classificação das barragens pela Resolução CNRH nº 143/2012 (CNRH, 2012).

A CRI considera características técnicas<sup>7</sup>, métodos construtivos, estado de conservação<sup>8</sup>, idade do empreendimento e o atendimento ao Plano de Segurança da Barragem (PSB)<sup>9</sup>. Por sua vez, o DPA avalia a presença de população a jusante da barragem, a existência de áreas de interesse ambiental, de instalações residenciais, comerciais, agrícolas, industriais, infraestrutura, rejeitos minerais ou industriais no reservatório e pelo volume total. De uma forma geral, pode-se associar o DPA aos efeitos de um acidente e a CRI às causas.

Cada critério recebe uma pontuação, sendo a CRI e o DPA enquadrados nas faixas baixo, médio ou alto. A combinação do CRI e DPA indica a classe da barragem. As classificações individuais das barragens estão disponíveis no SNISB, com dados consolidados apresentados anualmente no RSB.

Considerando os dados do RSB/2022 (ANA, 2023), há 2.635 barragens com CRI alto e 3.789 barragens com DPA alto (Tabela 8). Ressalta-se que todas as barragens com DPA alto estão reguladas pela PNSB.

O número total de classificações de DPA alto supera em muito o número de classificações de CRI alto (ANA, 2023, p. 28). O maior número de barragens com DPA alto é para irrigação, abastecimento humano, hidroelétricas e contenção de rejeitos de mineração. Em relação às barragens com CRI alto, a maior quantidade fica com as barragens para irrigação e abastecimento humano (Tabela 8).

---

<sup>7</sup> A pontuação das características técnicas leva em conta altura, comprimento, material da barragem, fundação, idade e vazão de projeto.

<sup>8</sup> Para a avaliação do estado de conservação, consideram-se: a confiabilidade das estruturas extravasoras e das estruturas de adução, bem como a presença de anomalias (percolação, deformações e recalque, deterioração dos taludes/paramentos e a situação da eclusa, caso exista).

<sup>9</sup> Para o PSB são avaliados existência de documento de projeto, estrutura organizacional do empreendedor, qualificação da equipe técnica responsável, procedimentos de inspeção e monitoramento, regras operacionais dos dispositivos de descarga e a elaboração dos relatórios de inspeção de segurança.

Tabela 8 – Classificação quanto ao CRI e DPA

USO PRINCIPAL	CRI ALTO			DPA ALTO		
	Todas	PNSB	Grandes	Todas	PNSB	Grandes
Irrigação	632	381	109	1.147	1.147	124
Dessedentação Animal	262	169	29	194	194	28
Regularização de vazão	312	154	29	231	231	54
Abastecimento humano	630	576	184	984	984	524
Aquicultura	140	92	17	120	120	18
Hidroelétrica	315	3	3	588	588	542
Contenção de rejeitos de mineração	51	49	41	252	252	186
Industrial	73	47	8	82	82	26
Recreação	103	53	3	89	89	4
Outros	117	71	42	102	102	60
<b>TOTAL</b>	<b>2.635</b>	<b>1.595</b>	<b>465</b>	<b>3.789</b>	<b>3.789</b>	<b>1.566</b>

Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Do total de barragens classificadas, 1.235 estão simultaneamente com DPA e CRI altos. “Os empreendedores com maior número de barragens nessa situação são o Dnocs (72), a Compesa/PE (54), a Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional/BA (CAR) (40), a Codevasf (34), a Semarh/RN (33) e a Seirhma/PB (29)”. É preocupante que, em aproximadamente 20% dos casos, nem o nome do empreendedor é conhecido (ANA, 2023, p. 27 e 28).

Observando a Tabela 9, que lista os empreendedores com o maior número de barragens com CRI e DPA alto, nota-se que as primeiras posições são ocupadas por entidades da administração pública, seja direta ou indireta. O Dnocs lidera a lista de empreendedores com o maior número de barragens sob sua responsabilidade, bem como do empreendedor com o maior número de barragens reguladas pela PNSB e de grandes barragens com a classificação simultâneas de DPA e CRI altos.

Um detalhe é que o quarto colocado da lista – a Codevasf e o Dnocs estão vinculados ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR), do Governo Federal. Então, na prática, a União é que detém o maior número de barragens em situação mais preocupante. Na estrutura do Ministério ainda estão a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, responsável por coordenar as ações de proteção e defesa civil em todo o território nacional, e a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica, que apoia a construção, operação e manutenção de obras de infraestrutura hídrica, voltadas ao abastecimento de água (MDR, 2023).

Tabela 9 – Lista de empreendedores com maior número de barragens e de empreendedores com mais barragens classificadas com CRI e DPA altos

Barragens do SNISB		Barragens reguladas pela PNSB com CRI/DPA altos		Grandes barragens com CRI/DPA altos	
Empreendedor	Qtd	Empreendedor	Qtd	Empreendedor	Qtd
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas	241	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas	72	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas	56
CMPC Celulose Riograndense Ltda	175	Companhia Pernambucana de Saneamento - Compesa/PE	54	Companhia Pernambucana de Saneamento - Compesa/PE	31
Vale S.A.	132	Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional - CAR/BA	40	Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SEIRHMA/PB	25
Companhia Pernambucana de Saneamento - Compesa/PE	129	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf	34	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf	21
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf	111	Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte	33	Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte	19
Agência Tocantinense de Saneamento	97	Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SEIRHMA/PB	29	Vale S.A.	19
Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SEIRHMA/PB	96	Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos de PE	19	Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos de PE	10
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos	91	Vale S.A.	19	Instituto de Desenvolvimento do Piauí	8
Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte	65	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária	14	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba	5
Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos de PE	56	Suzano S.A.	14	Usinas Reunidas Seresta S/A	5
Agriter Agronegócios Ltda	50	Prefeitura Municipal de Juazeiro	10	Helio Benicio de Paiva Sobrinho	4
Suzano S.A.	50	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.	9	Agropecuária Sorgatto LTDA.	3
Sem Informação	11.284	Sem Informação	245	Sem Informação	10
<b>Total Geral</b>	<b>23.977</b>	<b>Total Geral</b>	<b>1.235</b>	<b>Total Geral</b>	<b>338</b>

Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

Enquanto a estimativa da CRI é feita pela avaliação da barragem, o DPA depende de um estudo de cenários de inundação a jusante associados à ruptura da barragem, que possui um elevado nível de incerteza. As características da onda de inundação dependem, entre outras coisas, do modo como ocorreu a falha (galgamento, instabilidade, *piping*<sup>10</sup> e liquefação), das características da brecha (tempo de formação, formato e largura), das características geomorfológicas da região e das condições hidrológicas (chuva-vazão).

Além das dificuldades de ordem técnica, a tarefa de classificar as barragens quanto ao DPA no Brasil tem se mostrado desafiadora, principalmente devido à vasta quantidade de barragens e à escassez de dados precisos sobre o projeto e o relevo. Para contornar essas dificuldades, a ANA junto ao Banco Mundial e ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal (LNEC) criaram uma metodologia simplificada para levantamento da mancha de inundação utilizando dados básicos de altura, volume e localização e usando o modelo digital de elevação (PETRY, LAUS, *et al.*, 2018). O modelo foi utilizado para classificar várias barragens fiscalizadas pela ANA, porém, as classificações podem ser revisadas a qualquer momento desde que sejam apresentados estudos técnicos mais aprofundados.

O processo de classificação das barragens traz à tona os principais desafios, inclusive situações em que as ações regulatórias possam ser insuficientes, como por exemplo: empreendimentos em cascata com múltiplos empreendedores; complexidade em implementar o PAE devido a necessidade de envolvimento da população em zonas de risco; execução de intervenções estruturais auxiliares para redução do risco; e situações em que o empreendedor não possui condições de cumprir plenamente com os requisitos legais.

Além disso, se por um lado a classificação permite identificar as barragens que oferecem maior risco, por outro mantém milhares de barragens pequenas “desreguladas” da PNSB. Lima, Pinto e Fais (2020) avaliaram que muitas dessas barragens podem causar impactos relevantes e, por isso, deveria haver uma regulação específica que considere as particularidades dessas barragens para garantir que os proprietários gerenciem a segurança.

---

<sup>10</sup> O *piping* é um tipo de erosão interna caracterizado pela formação de caminho preferencial por onde a água percola internamente no maciço da barragem, funcionando como um *entubamento*.

#### 2.6.3.4 Enquadramento das pequenas barragens

A PNSB se aplica a barragens que possuem características específicas, como altura mínima de 15 metros, capacidade de armazenamento igual ou superior a 3 hm<sup>3</sup>, reservatórios com resíduos perigosos, ou barragens com Dano Potencial Associado (DPA) médio ou alto, ou Categoria de Risco (CRI) alta. As barragens sujeitas a essa política devem elaborar um Plano de Segurança de Barragem (PSB) e, se classificadas com DPA médio ou alto ou CRI alta, também um Plano de Ação de Emergência (PAE). Assim, o enquadramento na PNSB implica na necessidade de estudos técnicos específicos, elevando o custo operacional do empreendimento.

De acordo com os critérios de classificação estabelecidos pelo CNRH, que consideram características técnicas, estado de conservação e PSB, uma pequena barragem pode ser enquadrada na PNSB por apresentar uma CRI alta, mesmo sem graves anomalias. Além disso, devido ao DPA, a presença de uma estrada vicinal, rodovia ou pequenas concentrações residenciais, comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área potencialmente afetada também pode contribuir para o enquadramento na PNSB e até mesmo determinar a obrigatoriedade de elaborar PAE.

A maioria das barragens de usos múltiplos no Brasil é de pequeno porte. Com a alta demanda por classificação de barragens após a criação da PNSB, alguns fiscalizadores adotaram uma postura conservadora ao estimar o DPA, baseando-se em cálculos simplificados que frequentemente superestimam a área afetada pela inundação. Isso resultou num grande número de empreendimentos a serem regulados pela PNSB e, em alguns casos, levou à obrigatoriedade de elaboração de PAE, equiparando as exigências feitas aos empreendedores de barragens de pequeno porte com as feitas aos empreendedores de barragens de grande porte.

Adicionalmente, no que diz respeito às duas dimensões da gestão de riscos na PNSB – DPA e CRI –, é importante ressaltar que as ações regulatórias atuam sobre a CRI, pois estão relacionadas à gestão da barragem pelo empreendedor. Por outro lado, a dinâmica populacional nas margens dos rios pode aumentar o DPA a longo prazo, um fator que escapa ao controle do empreendedor. Dessa forma, é possível que mais empreendimentos de pequeno porte venham a ser enquadrados na PNSB. Isso destaca a necessidade de uma abordagem integrada com outras políticas públicas para enfrentar os desafios associados ao uso do solo e à expansão urbana nas áreas a jusante das barragens.

### 2.6.3.5 Plano de Segurança de Barragens

De acordo com a Lei nº 12.334/2010, o conteúdo mínimo do Plano de Segurança da Barragem (PSB) deve compreender a identificação do empreendedor, os dados técnicos do empreendimento, a estrutura organizacional e a qualificação da técnica da equipe de segurança, os manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções e de monitoramento, as regras operacionais dos dispositivos de descarga, a área do entorno das instalações a serem resguardadas de uso ou ocupação, o Plano de Ação de Emergência (PAE), os relatórios das inspeções de segurança regular (ISR) e especial (ISE), as revisões periódicas de segurança (RPSB), a identificação e avaliação dos riscos com a definição das hipóteses e dos possíveis cenários de acidente, o mapa de inundação do pior cenário identificado, os dados técnicos de monitoramento.

Cada elemento do Plano requer um detalhamento específico. Para promover a capacitação em segurança de barragens de empreendedores e órgãos fiscalizadores, a ANA disponibilizou eletronicamente alguns manuais (ANA, 2021). Entre eles, estão os Manuais do Empreendedor, que fornecem recomendações sobre o conteúdo do PSB, incluindo RPSB, PAE, instrumentação e inspeções de segurança<sup>11</sup>.

A maioria das barragens que possuem PSB no Brasil são destinadas à geração de energia hidrelétrica e contenção de rejeitos de mineração. Das 5.665 barragens submetidas à PNSB, aproximadamente 28% possuem PSB e 23% possuem PAE. Dentre as 2.351 grandes barragens, 51% possuem PSB e 43% têm PAE. Em relação às barragens que estão com CRI e DPA altos simultaneamente, apenas 7% das barragens reguladas pela PNSB e 13% das grandes barragens possuem PSB e PAE (Tabela 10).

---

<sup>11</sup> Os manuais disponibilizados pela ANA constituem uma referência valiosa sobre o tema, porém não é o propósito desta pesquisa entrar nos detalhes técnico-operacionais dos instrumentos da PNSB.

Tabela 10 – Quantidade de barragens com PSB e PAE

Uso principal	Barragens com PSB			Barragem com PAE			Com PSB/PAE e CRI/DPA Altos		
	SNISB	PNSB	Grandes	SNISB	PNSB	Grandes	SNISB	PNSB	Grandes
Irrigação	65	63	29	48	45	17	9	9	5
Dessedentação Animal	6	6	4	6	5	4	2	2	2
Regularização de vazão	92	89	28	75	72	21	18	18	4
Abastecimento humano	211	205	152	175	171	126	21	21	12
Aquicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hidroelétrica	722	667	613	644	615	570	0	0	0
Contenção de rejeitos de mineração	452	447	327	309	308	227	20	20	19
Industrial	34	34	18	31	31	18	2	2	0
Recreação	19	18	3	14	13	2	1	1	0
Outros	39	38	28	40	39	29	10	10	2
<b>Total</b>	<b>1.640</b>	<b>1.567</b>	<b>1.202</b>	<b>1.342</b>	<b>1.299</b>	<b>1.014</b>	<b>83</b>	<b>83</b>	<b>44</b>
<b>Total de barragens por categoria</b>	<b>23.977</b>	<b>5.665</b>	<b>2.351</b>	<b>23.977</b>	<b>5.665</b>	<b>2.351</b>	<b>1.235</b>	<b>1.235</b>	<b>338</b>
<b>%Barragens por categoria</b>	<b>6,8%</b>	<b>27,7%</b>	<b>51,1%</b>	<b>5,6%</b>	<b>22,9%</b>	<b>43,1%</b>	<b>6,7%</b>	<b>6,7%</b>	<b>13,0%</b>

Fonte: O autor, baseado nos dados de ANA (2023)

### 2.6.3.6 Inspeções de segurança: principais anomalias

Anomalias em barragens são qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa afetar a segurança da barragem (ANA, 2017, p. 1). Os empreendedores de barragens enquadradas na PNSB devem encaminhar periodicamente relatórios descrevendo o estado de conservação da barragem com a descrição das anomalias e as ações a serem adotadas para manutenção. Esses relatórios devem ser elaborados por equipe técnica habilitada para o serviço e devem conter a ciência do proprietário da barragem (BRASIL, 2010a; ANA, 2017).

Dentro do relatório de Inspeção Regular de Segurança de Barragem (ISR) (ANA, 2017), cada anomalia recebe um nível de perigo (NPA): “normal” se a anomalia não impactar a segurança da barragem; “atenção” quando determinada anomalia não influencia imediatamente a segurança da barragem, mas deve ser controlada, monitorada ou reparada; “alerta” quando compromete a segurança da barragem e deve ser eliminado imediatamente; e “emergência” se a anomalia tiver um alto potencial para causar o rompimento da barragem.

Após a identificação e avaliação de todas as anomalias, deve ser apontado qual o “*Nível de Perigo Global da Barragem*” (NPGGB), que representa a avaliação do efeito conjugado das anomalias, que é no mínimo igual ao NPA de maior gravidade. Além disso, as situações que podem comprometer a segurança devem ser avaliadas e classificadas de acordo com o “*nível de resposta*” necessário para lidar com a situação, que devem ser previstas no Plano de Ação Emergencial (PAE).

Oliveira et al. (2020, p. 6) elencaram as principais anomalias em barragens de acumulação de água para usos múltiplos utilizando dados de 96 relatórios de inspeções de segurança de barragens, referentes a inspeções conduzidas entre os anos de 2017 e 2019 por consultores externos contratados pela ANA. Os dados são apresentados na Tabela 11 e alguns exemplos são mostrados na Figura 14.

Ressalta-se que algumas barragens possuem mais de uma anomalia considerada relevante simultaneamente e, por isso, nestes casos, a barragem é contabilizada para mais de uma anomalia. Da mesma forma, há anomalias comuns a várias barragens que não são contabilizadas mais vezes por não terem sido consideradas relevantes, tais como a ausência de instrumentação (medidores de vazão, piezômetros, sensores de deslocamento etc.), falta de documentação de projeto e plano de segurança e a capacidade hidráulica insuficiente do vertedouro.

Tabela 11 – Anomalias mais relevantes registradas em 96 relatórios de inspeção de barragens

<b>ANOMALIA OBSERVADA*</b>	<b>BARRAGENS</b>	
Vegetação excessiva	74	77,1%
Erosões e buracos	55	57,3%
Deficiência no sistema de drenagem superficial e / ou proteção da crista e taludes	55	57,3%
Obstrução parcial ou total do vertedouro	35	36,5%
Rachaduras e deterioração do concreto	31	32,3%
Ausência de instrumentação de monitoramento para a barragem	28	29,2%
Surgências, vazamentos ou área úmida a jusante	25	26,0%
Problemas hidromecânicos ou infiltração no sistema de descarga	24	25,0%
Deformação na crista	20	20,8%
Tocas de animais, formigueiros e / ou cupinzeiros	14	14,6%
Ausência de informações técnicas	10	10,4%
Capacidade do vertedouro subestimada	9	9,4%
Vazamentos e deterioração na galeria de inspeção	6	6,3%
Movimentação de terra nas barragens	4	4,2%
Ausência de sistema de descarga	2	2,1%
<b>TOTAL DE BARRAGENS AVALIADAS</b>	<b>96</b>	<b>100%</b>

\* Uma barragem pode ter várias anomalias consideradas relevantes simultaneamente.

Fonte: Oliveira et al. (2020)

Figura 14 – Principais anomalias observadas em barragens de usos múltiplos



Da esquerda para a direita, de cima para baixo: excesso de vegetação na barragem, erosões e deficiências no sistema de drenagem superficial, rachaduras, buracos e cavidades, *pipping* e vazamentos, deterioração do concreto e obstrução de vertedor.

Fonte: O autor

Como a maioria de barragens analisadas é de terra, a tabela acaba dando maior ênfase aos problemas de vegetação e erosões. Nestas barragens as estruturas de concreto normalmente se referem a muro lateral de vertedor, soleira do vertedor e torre de tomada d'água, cujos efeitos da falta de manutenção se manifestam no deterioramento dos materiais.

Apesar da frequência de ocorrência dessas anomalias, o perigo de colapso da estrutura associado a cada uma é variável. A equipe de inspeção é que deve apontar em seus relatórios qual o NPA de cada uma e como o conjunto de anomalias pode comprometer a segurança de barragens.

Apesar de não ser a anomalia mais frequente indicada na Tabela 11, a obstrução do vertedor é talvez o principal fator de risco de falha de uma barragem de terra ou enrocamento, já que a Icold apontou o transbordamento de barragens devido à insuficiência do vertedor como a principal causa de colapsos nestes tipos de barragens (ICOLD, 1995, p. 17). Corroborando essa perspectiva, Menescal e Vieira (1999, p. 4) avaliaram a ineficiência hidráulica do sangradouro do Açude Jerimum no Ceará e concluíram que, por falta de manutenção, os vertedores podem perder capacidade de escoamento devido à crescimento de vegetação e deslizamentos dos taludes das margens e que o risco associado pode atingir valores quatro vezes superiores ao risco hidrológico implícito considerando a vazão milenar de projeto.

### 2.6.3.7 Inspeções de segurança: a importância de auditorias externas

Os empreendedores detêm a responsabilidade legal pela segurança das barragens e por quaisquer danos resultantes (BRASIL, 2010, art. 4º - III). Em observância a essa obrigação, devem realizar inspeções regulares de segurança por meio das quais demonstra o acompanhamento da situação de uma barragem ao longo do tempo, especialmente em relação à evolução das anomalias e da efetividade das ações de recuperação. Apesar da obrigação legal, ainda é comum se verificar que muitos empreendedores sequer possuem equipes técnicas para realizar a tarefa.

Por sua vez, os órgãos fiscalizadores têm sua função circunscrita à fiscalização do atendimento dos empreendedores às normativas legais vigentes, segundo análises documentais e vistorias pontuais (BRASIL, 2010, art. 5º - §2º). Numa situação ideal, todas as informações prestadas nos relatórios de inspeção seriam verificadas nas vistorias do fiscalizador, contudo, isso se mostra inviável, já que a administração pública necessitaria de um grande contingente de funcionários para vistoriar regularmente todos os empreendimentos, bem como de substanciais recursos financeiros para arcar com as campanhas de vistoria.

Além disso, a autoridade fiscalizadora não possui prerrogativa para impor soluções técnicas, já que estas devem partir de recomendações técnicas contidas nos relatórios de inspeção gerados pelo próprio empreendedor (BRASIL, 2010, art. 9º - §1º, §2º, §3º, §4º). Entretanto, o fiscalizador pode solicitar inspeções especiais e aprofundadas sobre aspectos de risco identificados (BRASIL, 2010, art. 9º - §2º) ou ainda contratar, por sua conta, consultores externos com experiência e conhecimento técnico especializado para fazer uma avaliação independente, que pode ser usada para verificar se a inspeção realizada pela equipe do empreendedor está coerente.

Como exemplo da importância da avaliação independente, destaca-se a avaliação de Oliveira et al. (2020), que comparou os resultados de inspeções realizadas por consultores externos contratados pela ANA com aqueles apresentados pelos próprios empreendedores. Os consultores avaliaram 96 barragens, sendo que havia relatório do empreendedor em 75 delas. Para essas barragens que havia ambos os relatórios, foram comparados o Nível de Perigo Global das Barragens (NPGGB) declarado pelo empreendedor e avaliado pela consultoria externa contratada pela ANA. Os resultados dessa análise comparativa são detalhados na Tabela 12.

Tabela 12 – Comparação das classificações do Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB) indicadas nos relatórios de inspeção dos consultores da ANA e das equipes dos empreendedores

Inspeções dos consultores da ANA						
	NPGB	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	TOTAL
Inspeções dos empreendedores	Normal	3	2	3	1	9
	Atenção	3	28	21	5	57
	Alerta	0	1	6	1	8
	Emergência	0	0	1	0	1
	TOTAL	6	31	31	7	75

	Casos em que a classificação do NPGB feita pelos consultores da ANA coincide com a dos empreendedores (37 barragens)
	Casos em que a classificação do NPGB feita pelos consultores da ANA foram consideradas mais graves do que a dos empreendedores (33 barragens)
	Casos em que a classificação do NPGB feita pelos consultores da ANA foram consideradas menos grave do que a dos empreendedores (5 barragens)

Fonte: Oliveira et al. (2020)

Os resultados mostraram que: em 37 barragens (49%) a classificação do NPGB foi igual entre os consultores da ANA e as equipes dos empreendedores; em 33 barragens (44%) os consultores da ANA consideraram o NPGB mais grave; e apenas em 5 barragens (7%) os consultores da ANA consideraram o NPGB menos grave. Os autores atribuíram as diferenças entre as classificações, entre outras coisas, aos seguintes fatores (OLIVEIRA, SALGADO, *et al.*, 2020):

- Experiência anterior das equipes técnicas: enquanto a equipe técnica do proprietário da barragem pode ter mais conhecimento sobre a história de uma barragem específica, as equipes de consultores externos podem agregar experiências de outros casos;
- Disponibilidade de profissionais: algumas regiões mais distantes dos centros urbanos apresentam pouca disponibilidade de profissionais técnicos capacitados. Por outro lado, os consultores externos do órgão fiscalizador foram contratados numa concorrência nacional para atender várias inspeções, com rigorosos critérios de escolha da equipe técnica, o que pode ter contribuído para elevar a qualidade técnica das inspeções;
- Análise independente: os consultores externos podem se sentir mais livres para expressar sua opinião técnica, pois não estão subordinados ao empreendedor e tampouco são influenciados por aspectos regulatórios pertinentes aos órgãos gestores de recursos hídricos.

Complementando a análise, ao considerar os dados da Tabela 12 juntamente com os conceitos de psicometria discutidos no Capítulo 2.5, podemos calcular o grau de concordância entre os consultores contratados pela ANA e os técnicos das equipes dos empreendedores. Utilizando a Equação 2, chegamos a um coeficiente Kappa de **0,197**. Ao comparar esse resultado com as faixas de referência da Tabela 2, concluímos que a concordância entre os consultores externos e os técnicos das equipes dos empreendedores é classificada como “**Fraca**”.

Esse resultado indica que as equipes técnicas dos empreendedores podem ter uma abordagem de avaliação menos rigorosa comparada à dos especialistas externos, o que ressalta a importância de conduzir auditorias externas. Entre os benefícios dessas auditorias, destacam-se a avaliação imparcial realizada por profissionais independentes do contexto empreendedor-fiscalizador e a capacidade de realizar uma análise mais completa e minuciosa, envolvendo uma equipe multidisciplinar especializada, algo que geralmente falta à equipe do empreendedor. Por outro lado, o custo associado à contratação de tais serviços representa a principal desvantagem.

### 2.6.3.8 Relação entre PAEs e Plancons

A PNSB estabelece a necessidade de um Plano de Ação de Emergência (PAE) (BRASIL, 2010), enquanto a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) prevê a criação de um Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (Plancon) para municípios em áreas propensas a desastres (BRASIL, 2012). Embora distintos em seu foco – o PAE direcionado para barragens com potencial de dano e o Plancon para uma variedade maior de desastres naturais, ambos compartilham similaridades em objetivos e estratégias, como mostra a Tabela 13.

Assim, na elaboração desses planos, deve-se buscar a sinergia das ações com o objetivo de utilizar os recursos disponíveis de forma mais racional e eficiente. Antes mesmo de iniciar a elaboração de qualquer um desses planos, é fundamental que os profissionais envolvidos das equipes da Defesa Civil e dos empreendedores busquem identificar aspectos de interesse mútuo que possam embasar estratégias futuras de atuação conjunta. Nesse sentido, destacam-se:

- Gestão de riscos: a prevenção é a chave para minimizar os impactos de possíveis desastres. O mapeamento e análise de riscos, o monitoramento constante das condições das barragens e a prontidão para atuar em situações de emergência são fundamentais para garantir a segurança.
- Comunicação clara entre os diversos agentes envolvidos, autoridades, técnicos e a comunidade. O compartilhamento de informações contribui para a implementação de estratégias eficazes de prevenção e resposta a emergências, sendo essencial em tempos de crise. Do ponto de vista operacional, podem ser definidos protocolos de cooperação interinstitucionais estabelecendo o compromisso e a forma como deve ocorrer esta comunicação. Também é importante compatibilizar os procedimentos de alerta, evacuação e resgate, entre outros.
- Participação comunitária: a participação ativa da comunidade e a conscientização sobre os riscos e procedimentos de emergência são essenciais para garantir uma resposta mais efetiva e coordenada em situações de crise. Esta abordagem melhora a resiliência das comunidades afetadas e fomenta um ambiente de confiança e colaboração entre a população e as autoridades responsáveis pela segurança das barragens.

Tabela 13 – Comparativo entre Plancon e PAE

ITEM	PAE	PLANCON
Evento	Ruptura de barragem	Desastres naturais
Política Pública	Segurança de barragens Lei nº 12.334/2010 Regulamentos do CNRH Regulamentos do órgão fiscalizador	Proteção e Defesa Civil Lei nº 12.340/2010, Lei nº 12.608/2012, Decreto nº 10.593/2020 e Decreto nº 10.692/2021
Abrangência do Plano	Área marginal à rede de drenagem natural potencialmente afetada, dentro dos limites geomorfológicos	Área suscetível a desastre, dentro dos limites territoriais do município
Objetivo	Estabelecer as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência e identificar os agentes a serem notificados	Definir o conjunto de medidas de resposta a desastres de forma planejada e intersetorialmente articulada, com o objetivo de minimizar os efeitos
Obrigatoriedade	Barragens de rejeito de mineração e as demais barragens com dano potencial associado médio e alto ou com alto risco, a critério do órgão fiscalizador	Municípios inscritos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos
Responsável pela elaboração	Empreendedor	Prefeitura
Fiscalização	A fiscalização do empreendedor é feita <i>ex officio</i> pela entidade que concedeu a permissão, outorga, licença ou regula o exercício da atividade do empreendedor	A falta de Plancon pode motivar a instauração de inquérito civil pelo Ministério Público e posterior ajuizamento da Ação Civil Pública contra a Prefeitura
Participação social na elaboração	Os órgãos de proteção e defesa civil e os representantes da população da área potencialmente afetada devem ser ouvidos na fase de elaboração do PAE	Avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação
Mapeamento da área de risco	Estudo realizado pelo empreendedor e verificado pelo órgão fiscalizador	Previsto no Plano Diretor dos Municípios
Conteúdo mínimo	Responsabilidades dos envolvidos, descrição das instalações e possíveis situações de emergência, procedimentos para identificação, notificação, prevenção, correção e ações de resposta, recursos humanos e materiais necessários, delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS), levantamento da população na ZAS, plano de comunicação, programas de treinamento, sistemas de monitoramento, sistema sonoro, medidas para resgate de pessoas e animais e mitigação dos impactos, rotas de fuga e pontos de encontro	Responsabilidades dos órgãos (fases de preparação, resposta e recuperação), sistemas de alerta, exercícios simulados, rotas de deslocamento, pontos seguros, pontos de abrigo, coleta e distribuição de doações e suprimentos, atendimento médico-hospitalar e psicológico, equipes técnicas e voluntários

Fonte: O autor

### 2.6.3.9 Atingidos por barragens

A Lei nº 14.755, de 15 de dezembro de 2023, instituiu a “*Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens*” (PNAB). A PNAB se aplica às barragens enquadradas na PNSB e busca resguardar os direitos das populações impactadas pela construção, operação, desativação ou rompimento de barragens. Segundo a justificativa do Projeto de Lei PL nº 29/2015, a proposta inicial do PNAB foi baseada numa cartilha elaborada pelo Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). Após o acidente de Brumadinho em 2019, o referido PL passou a tramitar junto ao PL nº 2788/2019 e depois foi sendo somado a outros projetos afins, tais como sobre a obrigatoriedade da assistência social às populações de áreas inundadas (PL nº 1.486/2007), indenização ao pescador profissional artesanal por alteração da fauna aquática após a instalação de hidrelétrica (PL nº 5.695/2016) e indenização aos proprietários de terras a serem inundadas para a construção de hidrelétricas (PL nº 6.091/2013).

Além de elencar os direitos das pessoas atingidas por barragens, a PNAB prevê a criação de Programa de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PDPAB), a constituição de um órgão colegiado em nível nacional, de natureza consultiva e deliberativa, e de comitês locais provisórios, ambos com representantes do poder público, dos empreendedores e da sociedade civil, estes últimos indicados pelos movimentos sociais de atingidos por barragens. Entre outras coisas, os empreendedores estão obrigados a custear a implementação do PDPAB e a assessoria técnica independente, de caráter multidisciplinar, escolhida pelas comunidades atingidas.

Porém, entre outras coisas, a PNAB enfrenta críticas por sua abordagem generalista em relação a todas as barragens da PNSB, sem considerar os diferentes usos. Também são apontadas críticas para a subjetividade nos critérios que definem a população atingida, incluindo a falta de uma limitação de distância. Ademais, surgem preocupações sobre os custos adicionais para os empreendedores, que se somam aos já existentes nos processos de desapropriação de bens mediante justa e prévia indenização e devido às compensações previstas na legislação civil por perdas e danos e lucros cessantes.

### 2.6.3.10 Regulação responsiva

A regulação responsiva é uma abordagem adotada pela administração pública para gerenciar a relação entre os órgãos reguladores e os regulados. Diferentemente da regulação tradicional, baseada eminentemente na imposição de normas e sanções, ela se caracteriza como uma abordagem flexível, enfatizando a cooperação e a negociação, adaptando-se a partir do aprendizado adquirido pela experiência, considerando também o comportamento do regulado (CHAVES, 2023, p. 17).

Este conceito já era aplicado implicitamente na relação entre os órgãos gestores de recursos hídricos e os usuários da água, porém ganhou força a partir da Resolução CNRH nº 230/2022 (CNRH, 2022). Esta resolução definiu diretrizes para a fiscalização de segurança em barragens de acumulação de água destinadas a usos múltiplos. Estabeleceu a “regulação responsiva” como um dos princípios adotados pelo órgão fiscalizador da segurança de barragens, sendo a primeira diretriz a ser seguida pelo fiscalizador a “primazia pela conscientização e orientação dos usuários ou empreendedores, a fim de buscar o cumprimento das normas de segurança de barragens”. Desse modo, a fiscalização da segurança de barragens de usos múltiplos tem assumido uma postura cada vez mais "educativa".

Contudo, a visão dos órgãos de controle, como tribunais de contas e ministérios públicos, nem sempre converge com a dos fiscalizadores. Frequentemente, os órgãos de controle aplicam sanções administrativas tanto ao empreendedor infrator quanto ao órgão fiscalizador, sendo que, para este último, a penalização ocorre por entender que há omissão. Entretanto, muitas vezes essas sanções são canceladas pouco tempo depois de aplicadas ao se constatar que não geram o efeito pretendido, dada a complexidade do assunto. Um exemplo é quando os tribunais de contas paralisam uma obra devido a irregularidades na contratação, mas revogam a medida pouco depois devido ao prejuízo causado pela própria paralisação.

Assim, é necessário que a administração pública encontre um equilíbrio entre a adoção de uma abordagem meramente punitiva e uma educativa, punindo de fato os casos mais graves e garantindo que as ações educativas não sejam usadas como recurso para protelar indefinidamente a tomada de decisões mais rigorosas.

## 2.6.4 Perspectiva internacional

### 2.6.4.1 Agenda ambiental internacional

A gestão da segurança de barragens surge como um dos elementos cruciais no contexto da segurança hídrica. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2023, p. 174), segurança hídrica é “a capacidade de uma população para garantir o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar meios de subsistência, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico, para garantir proteção contra a poluição por água e desastres relacionados à água, e para preservar ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política”.

Por sua vez, a promoção da segurança hídrica se alinha a uma Agenda Ambiental Internacional de desenvolvimento sustentável que teve seus marcos iniciais definidos na "*Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano*", realizada em Estocolmo, Suécia, em 1972. Nesta conferência, foram estabelecidos os princípios básicos para a proteção do meio ambiente e destacada a importância da cooperação internacional para abordar problemas ambientais globais.

Atualmente, os compromissos internacionais nesta área foram definidos na Agenda 2030 e no Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, elaborado pelos Estados-Membros da Organização das Nações Unidas (ONU). A Agenda 2030 é composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) destinados a todos os países visando promover o desenvolvimento socioeconômico e, ao mesmo tempo, proteger o meio ambiente, incluindo o combate às mudanças climáticas (ONU, 2024). Enquanto isso, o Marco de Sendai estabelece metas específicas para reduzir o risco de desastres.

Embora os ODSs e o Marco de Sendai não mencionem explicitamente a segurança de barragens como uma meta específica, várias de suas metas e objetivos estão diretamente relacionados a questões de infraestrutura resiliente, gestão de recursos hídricos, redução de riscos de desastres e desenvolvimento sustentável, que são cruciais para a segurança de barragens. Por exemplo:

- ODS 6 - Água Limpa e Saneamento: visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Isso inclui o manejo

seguro e sustentável de recursos hídricos, que está diretamente relacionado à segurança de barragens e reservatórios.

- ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura: visa promover infraestrutura resiliente, inclusiva e sustentável, o que pode incluir medidas para melhorar a segurança de barragens e a gestão dos riscos associados.
- ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis: visa tornar as cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. A segurança de barragens em áreas urbanas ou próximas a comunidades é uma preocupação relevante neste caso.
- ODS 13 - Ação Climática: as mudanças climáticas podem afetar a segurança de barragens devido sobretudo a eventos climáticos extremos. Portanto, ações para combater a mudança climática podem envolver a gestão dos riscos relacionados à segurança de barragens.
- ODS 15 - Vida Terrestre: visa proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres. A segurança de barragens também está relacionada à proteção de ecossistemas aquáticos e terrestres próximos às barragens.
- ODS 17 - Parcerias para a Implementação dos Objetivos: a cooperação internacional e a troca de melhores práticas são fundamentais para melhorar a segurança de barragens em todo o mundo.
- Marco de Sendai: foca na redução do risco de desastres e das perdas relacionadas, especialmente em ações voltadas para a prevenção de desastres naturais e tecnológicos, o que naturalmente, envolve gestão de riscos relacionados à segurança de barragens.

Observa-se, assim, a relevância de buscar alinhar as ações da política pública de segurança de barragens às metas da Agenda 2030 e do Marco de Sendai. Neste sentido, pode ser necessário revisar leis e normas para compatibilizar metas e objetivos, priorizar ações específicas e buscar parcerias e financiamento para torná-las viáveis, incluindo o apoio de agências como o Banco Mundial, que já tem histórico de colaboração em iniciativas relacionadas à segurança de barragens no Brasil.

#### 2.6.4.2 Contribuição do Banco Mundial

Em um estudo do Banco Mundial intitulado “Laying the Foundations: A Global Analysis of Regulatory Frameworks for the Safety of Dams and Downstream Communities”, Wishart et al. (2020) comparam aspectos institucionais e legais de segurança de barragens em 51 países. As grandes barragens destes países representam cerca de 95% das barragens do mundo registradas pela Comissão Internacional de Grandes Barragens (Icoid). O trabalho foi desenvolvido ao longo dos anos e envolveu mais de 300 especialistas. Entre as conclusões, destacam-se:

- Para garantir a segurança das barragens e das comunidades a jusante, é essencial estabelecer um sistema robusto sustentado por um marco regulatório bem estruturado, que considere aspectos legais, institucionais, técnicos e financeiros (Wishart et al., 2020, p.1);
- Em países com múltiplas autoridades responsáveis pela segurança, pode ser importante ter um arcabouço legal comum para garantir uma uniformidade na atuação independente da região. É necessário ainda uma revisão contínua dos regulamentos (Wishart et al., 2020, p.63);
- Os papéis, responsabilidades e obrigações relacionados à segurança das barragens devem ser claramente definidos, com o proprietário da barragem sendo principalmente responsável pela sua segurança e a autoridade regulatória o responsável primário para garantir a segurança das comunidades a jusante, estabelecendo os padrões de segurança, procedimentos de monitoramento e notificação (Wishart et al., 2020, p.89);
- Elementos-chave para o regime regulatório: registro de barragens, atribuição de responsabilidades de acordo com a classificação, padrões e requisitos de segurança, inspeção, operação e manutenção, educação e treinamento, mecanismos para “fazer cumprir a lei” e de arbitragem (“resolver disputas”), entre outros (Wishart et al., 2020, p.131-132);
- O reconhecimento que muitos incidentes relacionados à segurança das barragens são causados por elementos não estruturais tem demandado uma abordagem de avaliação de risco mais abrangente, alinhada à complexidade do risco e ao contexto específico, considerando fatores

ambientais, socioculturais (risco aceitável), e as expectativas e percepções dos envolvidos (Wishart et al., 2020, p.172-174);

- Os Planos de Preparação para Emergências e Segurança Pública (EPPs) são essenciais, fornecendo ações pré-determinadas a serem implementadas pelo responsável da barragem em caso de emergências relacionadas à sua segurança. Estas emergências podem surgir de eventos naturais, falhas estruturais, envelhecimento da infraestrutura ou ações destrutivas deliberadas, como ataques terroristas e cibernéticos. A legislação deve definir claramente os requisitos para EPPs, adaptados ao grau de risco de cada barragem. Além disso, é fundamental estabelecer responsabilidades institucionais claras e garantir a comunicação eficaz entre empreendedor, autoridades e comunidades a jusante em caso de emergência (Wishart et al., 2020, p.196-197);
- O financiamento adequado para a segurança das barragens e para seus esquemas regulatórios é crucial para garantir a sustentabilidade operacional e o prolongamento da vida útil dessas estruturas. Os mecanismos de financiamento incluem tarifas, impostos, transferências, financiamentos reembolsáveis (empréstimos), incentivos financeiros na forma de benefícios fiscais pelo cumprimento de metas etc. Em mais da metade dos casos estudados não havia mecanismos de financiamento, 20% foram considerados subfinanciados e apenas 14% foram considerados bem financiados (Wishart et al., 2020, p.216-217);
- A segurança de barragens em bacias hidrográficas transfronteiriças (estados e países) é uma questão crítica e complexa que tem sido subestimada. Diferenças nas legislações de segurança podem criar riscos, e poucos acordos de bacias abordam explicitamente a segurança das barragens. Portanto, é essencial desenvolver normas equivalentes em toda a bacia, considerando tanto as barragens quanto as comunidades a jusante. Programas regionais de segurança de barragens podem promover melhorias, facilitar a cooperação e aproveitar economias de escala e expertise compartilhada (Wishart et al., 2020, p.241-242);
- A regulação da segurança de barragens e do risco às comunidades a jusante deve ser condizente com as tradições legais e administrativas de cada país, sua história geopolítica e limitações de recursos. Soluções

ótimas são sensíveis ao contexto e, embora a máxima garantia seja considerada ideal, nem sempre é a mais otimizada. Deve-se buscar uma estrutura regulatória específica para o contexto, considerando a quantidade de barragens, as características das barragens, a natureza do empreendedor (público ou privado) e o nível de risco associado às barragens (Wishart et al., 2020, p.263-264);

Durante o 2º Encontro em 2023 do Fórum de Órgãos Fiscalizadores de Segurança de Barragens (OFSBs), este estudo foi apresentado pela especialista em Recursos Hídricos do Banco Mundial Paula Freitas (FREITAS, 2023). A seguir são apresentados os principais destaques:

- Há quase 20 mil barragens com mais de cinquenta anos de existência e mais da metade dessas barragens está localizada em países de renda baixa ou renda média. O setor de segurança de barragens está sofrendo um atraso há muito tempo em investimentos para reabilitação e modernização das barragens. Este problema tem sido agravado pelas mudanças climáticas, a qual impõe mais desafios a essas estruturas. Essas estruturas precisam ser adaptadas a essa realidade;
- Aproximadamente 80% dos países ou jurisdições abordam a segurança de barragens por meio de legislações amplas, que englobam áreas como meio ambiente, recursos hídricos, setores usuários de água, uso do solo ou construção civil. Em contraste, em 14% desses lugares existem leis específicas voltadas exclusivamente para a segurança de barragens. Quanto ao restante, a situação legislativa permanece indeterminada;
- Quase dois terços dos países possuem arranjos institucionais intersetoriais para lidar com a segurança de barragens, como acontece no Brasil. No caso de marcos regulatórios paralelos para diferentes setores, um órgão máximo de coordenação deve ser estabelecido para garantir uma abordagem consistente de segurança de barragens entre os setores. No Brasil, esta tarefa tem ficado com a ANA;
- A gestão da segurança das barragens consiste em uma sequência contínua de funções e poderes que as instituições detêm para assegurar a segurança. A variação da garantia mínima a máxima depende da realidade e complexidade do portfólio de barragens de cada país. O Brasil já se situa numa posição de maior complexidade, sendo uma referência mundial no

tema segurança de barragens, tendo em vista a quantidade de barragens, o número de grandes barragens, a idade delas, a importância delas para o desenvolvimento do país, o arcabouço legal e institucional existente, as responsabilidades compartilhadas entre os membros da federação etc.;

- O Banco Mundial possui mais de 200 projetos em vários países envolvendo barragens, sendo a maior parte dos recursos destinados para reabilitação e modernização das barragens existentes, o que mostra uma preocupação maior em melhorar a infraestrutura existente em vez de construir novas barragens. Neste contexto, destacam-se os avanços conquistados pelos projetos de longo prazo com a Índia para reabilitação das barragens existentes. O Banco também presta assistência técnica para vários países na avaliação da estrutura institucional e regulatória, sistema de classificação de barragens, desenvolvimento de inventário nacional, preparação de diretrizes e manuais técnicos, programas de capacitação, supervisão remota, previsão de enchentes, operação de reservatórios etc.

#### 2.6.4.3 International Commission on Large Dams

A Comissão Internacional de Grandes Barragens (Icold), fundada em 1928, é uma organização não governamental cujo objetivo principal é fornecer orientações e padrões para o planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de grandes barragens e suas obras civis associadas. A Icold conta com comissões nacionais em mais de 100 países, sendo seus membros em sua maioria engenheiros, geólogos e cientistas atuantes de organizações governamentais ou privadas, empresas de consultoria, universidades, laboratórios e empresas de construção (ICOLD, 2023). A Icold promove o intercâmbio de conhecimento e experiência através de congressos, simpósios, workshops e publicações, e administra o banco de dados de barragens “World Register of Dams (WRD)”, acessível mediante compra.

A Comissão tem produzido uma série de boletins técnicos, fornecendo diretrizes e informações sobre diversos aspectos das barragens, desde o projeto e construção até a segurança e manutenção. Até o momento desta pesquisa, mais de 180 boletins técnicos foram produzidos. Detalhes sobre o conteúdo dos boletins mais relacionados ao tema desta pesquisa são apresentados no Apêndice A.

Ao analisar a evolução do conteúdo desses boletins técnicos, observa-se uma mudança na abordagem. Inicialmente, os boletins focavam em questões técnicas, porém ao longo dos anos, têm adotado uma perspectiva mais abrangente, concentrando-se na gestão eficaz dos riscos associados às barragens. Isso envolve uma série de considerações importantes, como o envelhecimento das estruturas, a necessidade de tratamento diferenciado para barragens mais antigas e de menor porte, a implementação de processos seguros de descomissionamento e a adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

Essa mudança de foco reflete uma compreensão mais ampla e atualizada das complexidades envolvidas na segurança e na gestão sustentável das barragens. Neste sentido, os boletins da Icold incorporam lições aprendidas com base na experiência internacional, apresenta uma reflexão sobre os desafios e as necessidades envolvendo barragens para o século 21 e apresentam diretrizes para melhoria do processo de governança, incluindo bases legais, arcabouços institucionais e arranjos para barragens transfronteiriças. O ritmo intenso de publicações ao longo do tempo demonstra a rapidez com que novas abordagens têm sido propostas para enfrentar esses desafios em constante revisão.

### 2.6.5 Pesquisas acadêmicas

Esta seção apresenta uma revisão das pesquisas acadêmicas em segurança de barragens, com o objetivo de caracterizar o contexto no qual esta pesquisa se insere, destacar os avanços já realizados por outros pesquisadores e, assim, reforçar a originalidade e ineditismo da abordagem adotada neste trabalho.

Segurança de barragens é um tema multidisciplinar, contudo, considerando que no Brasil muitos agentes fiscalizadores atuam também como gestores de recursos hídricos, é natural que as ações de gestão do risco associado à segurança de barragens tenham grande intersecção com a gestão dos recursos hídricos, especialmente do ponto de vista administrativo e orçamentário, de tal modo que em muitos casos a equipe de fiscalização da segurança de barragens destes órgãos é a mesma que realiza atividades próprias da gestão dos recursos hídricos.

Assim, antes de abordar especificamente as pesquisas em segurança de barragens, vale a pena destacar aquelas relacionadas à regulação do meio ambiente e dos recursos hídricos, que têm respaldo na gestão da segurança de barragens:

- Silva (2004, p. 8-9) observou que ao final dos anos 80 houve um avanço na regulação ambiental sem ampliação da capacidade operativa dos órgãos ambientais dos três níveis de governo e que, apesar de o governo discursar sobre desenvolvimento sustentável, suas ações, pautadas por ajuste fiscal, ampliam as lacunas no controle e gestão ambientais;
- Silva (2006, p. 191-200) realizou uma avaliação do arcabouço institucional dos recursos hídricos no Brasil, examinando a integração entre os diferentes níveis de planejamento. Foi observado que há uma tendência à elaboração sequencial de planos de recursos hídricos, os quais frequentemente desconsideram as características específicas das bacias hidrográficas, resultando em lacunas quanto a certos aspectos cruciais. Silva destacou a necessidade de integrar os programas de gestão em âmbito estadual e federal, criar mecanismos para alinhar o planejamento das bacias principais com suas sub-bacias, promover a articulação entre órgãos gestores e comitês de bacias hidrográficas, estabelecer medidas que assegurem o cumprimento mais efetivo das leis e reforçar o monitoramento da execução dos planos de gestão dos recursos hídricos;

- Oliveira (2007, p. 100-101), por meio de entrevistas semiestruturadas, avaliou a percepção da população sobre a situação do rio Capibaribe e concluiu que há necessidade de ações de educação ambiental para mudar essa percepção e para que a população busque melhores condições socioambientais;
- Aguiar (2017, p. 154-159) analisou por meio de entrevistas semiestruturadas o papel dos diferentes conselhos gestores municipais na implementação de políticas e práticas ambientais. Os resultados apontam para a existência de uma grande quantidade de conselhos gestores instituídos e uma pequena parte efetivamente funcional. O autor destaca que os conselhos gestores são valiosas conquistas dos movimentos sociais e instrumentos fundamentais à concretização do Estado Democrático de Direito e sugere estratégias de fortalecimento;
- Aragão (2017, p. 255) destaca a necessidade de estudos focados na compreensão das particularidades da relação entre sociedade e natureza nas margens de rios em cada cidade visando a identificação e diminuição de riscos e vulnerabilidades, com base na construção de políticas regionais que considerem a interação entre as cidades e aglomerações urbanas de montante a jusante para recuperação socioambiental das margens dos rios;
- Cunha (2018, p. 7) avaliou a governança da água na bacia do rio Capibaribe a partir da aplicação de entrevistas usando o método do TCU junto aos órgãos ANA, Apac/PE, CERH/PE, SRHE/PE, COBH Capibaribe, CPRH, Compesa e Prefeituras e concluiu que o desenvolvimento da governança na perspectiva de um organismo de bacia perpassa questões mais profundas que a participação pública, assim, se reconhece a necessidade de promoção do acesso público transparente às informações, bem como parcerias e trabalhos em rede de cooperação com o setor público e privado, a sociedade civil organizada e a comunidade em geral, com foco na bacia hidrográfica. A autora sugere a criação de mecanismos que promovam processos e arranjos de *accountability*, eficiência no alcance de canais de comunicação e por fim instrumentos que incentivam a inovação tecnológica em todas as esferas da governança.

A preocupação evidenciada nesses estudos citados é que os instrumentos da política pública e a articulação dos envolvidos não apareçam apenas no contexto de um discurso retórico artificial, mas que efetivamente sejam práticas de gestão construtivas. Além disso, estratégias que busquem melhorar a comunicação com a população e realizar ações de educação ambiental podem contribuir para melhorar a percepção da população em relação ao tema. Verifica-se ainda uma oportunidade de melhorar a gestão da segurança de barragens a partir do fomento da discussão em Comitês de bacia ou Conselhos Gestores Municipais.

Alguns trechos da Lei 12.334/2010 (BRASIL, 2010a) evidenciam a importância da educação e participação da população: entre os objetivos da PNSB (art. 3º) consta *“fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos”*, o que pode ser alcançado por ações de educação ambiental (eventos, cursos, reuniões etc.); como fundamentos da PNSB (art. 4º) constam *“a informação e o estímulo à participação direta ou indireta da população nas ações preventivas e emergenciais”* (inciso II) e *“a transparência de informações, a participação e o controle social”* (inciso IV).

Um tema recorrente na área de recursos hídricos é a modelagem hidráulico-hidrológica de eventos extremos de inundação associados à operação de barragens:

- Alves (2017) integrou modelos de previsão de chuva, hidrológicos e hidrodinâmicos e aplicou o modelo hidrodinâmico para avaliar o efeito da construção de barragens no controle das inundações na bacia do rio Una;
- Gomes (2019) realizou modelagem integrada dos processos hidrológicos com operação de reservatórios para avaliar a eficiência destes na proteção das zonas urbanas e avaliar o potencial impacto das mudanças climáticas;
- Verçosa (2019) realizou a modelagem hidrológica e hidrodinâmica para avaliar a ocorrência de inundações em Recife/PE e simulou os dois eventos mais relevantes do histórico (1975 e 2011), concluindo que a operação das barragens preveniu uma inundação de grandes proporções em 2011;
- Para avaliar a contribuição da ruptura de barragens aos impactos observados a jusante, Oliveira, Montenegro e Salgado (2020) propuseram três indicadores baseados em precipitação, volume precipitado e estimativa da vazão de ruptura utilizando uma modelagem hidrológica e hidráulica simplificada. A utilização dos indicadores em três estudos de caso sugere que a ruptura das barragens representou um incremento de até 36% no pico da inundação que teria ocorrido sem a ruptura das barragens;

- Neves, Rodrigues e Cabral (2021) simularam o rompimento hipotético da Barragem de Jucazinho (Pernambuco/Brasil) utilizando o aplicativo HEC-RAS e obtiveram a distribuição espacial e temporal da inundação, mapas com indicadores e índices de perigo e a quantidade de pessoas e domicílios que podem ser atingidos em caso de ruptura.

Na sequência são apresentadas outras linhas de pesquisa relacionadas à segurança de barragens não ligadas diretamente à hidrologia e hidráulica.

- Em relação aos aspectos geotécnicos, a prática da engenharia normalmente adota metodologias determinísticas para avaliar a estabilidade de barragens. No entanto, abordagens estocásticas (ARAÚJO, 2013) e com *lógica fuzzy* (SILVA, 2015) têm sido propostas como alternativas e gerado resultados relevantes. A lógica fuzzy também já foi empregada para avaliar *piping* (GOMES, 2019) e na categorização do risco das barragens (LEITE, 2019). Farias, Lobo et al. (2020) usaram o método de Monte Carlo na análise de estabilidade. Barros, Baran e Cavalcante (2020) utilizaram o algoritmo de aprendizado de máquina *Boruta* e o teste de hipóteses estatístico “*teste t*” de Welch para prever a ocorrência de *piping* numa barragem de terra. Aguiar (2022) estudou uma metodologia de análise de sismos para a barragem de Jucazinho;
- Fluixá-Sanmartín et al (2018) comentam que as análises de segurança de barragens normalmente assumem a estacionariedade das condições climáticas (precipitação, temperatura etc.) e não-climáticas (usos das água, cobertura do solo, crescimento populacional etc.), sendo que a maioria dos estudos considera apenas o efeito hidrológico das mudanças e alguns se limitam a fornecer análises qualitativa de cenários. Segundo os autores, deve se considerar: variação na magnitude e na frequência das inundações; impacto das mudanças do clima na reservação; deterioração dos dispositivos de descarga e do concreto das barragens; estratégia operacional do reservatório; modos de falha por galgamento, *piping* e deslizamento e as probabilidade associadas; consequências diretas na área inundada e indiretas (agricultura, geração de energia etc.).
- Em face das restrições orçamentárias dos órgãos operadores e mantenedores de barragens, estudos tem buscado otimizar e priorizar a aplicação dos recursos. Assim, encontram-se estudos com a aplicação

metodologias para avaliação da vulnerabilidade das barragens (BAIMA, 2015), índice de segurança de barragens (ZUFFO, 2005), priorização das barragens para fins de recuperação (FONTENELLE, 2007), para decisão sobre remoção, recuperação ou manutenção de barragens (SILVA, 2012) e avaliação da necessidade de descomissionamento (PINTO, 2010).

Por fim, nos trabalhos que combinam engenharia com ciências políticas no âmbito da “gestão da segurança de barragens”, destacam-se estudos que reforçam a necessidade de aprimorar as normas e a gestão de riscos, além de fomentar a participação da sociedade:

- Araújo (2006, p. 136), ao estudar o caso do reassentamento rural Novo Alagamar, resultante da barragem Castanhão, no Ceará, concluiu que o debate promovido pelo Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) foi democrático e legítimo como forma de fazer educação ambiental.
- Picoli (2011) avaliou a experiência dos atingidos pela Barragem de Itá que foram reassentados em Campos Novos-SC (o último de um total de sete). Entre outras coisas, destacou a disputa entre os “pró-barragens” e os “inimigos do progresso”, organizados na Comissão Regional dos Atingidos por Barragens (CRAB), que depois veio a contribuir para a fundação do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). Apesar da melhoria das condições financeiras dos reassentados, sua adaptação à nova região se deu de forma conflituosa, sendo a maioria das famílias malvista pela população local que os confundiam com assentados da reforma agrária e tidos como intrusos, baderneiros, perigosos, mal pagadores etc.
- Sobre a ruptura da barragem de Algodões I, no município de Cocal, Estado do Piauí (SAMPAIO, 2014, p. 8): “*o fator condicionante para o colapso da barragem Algodões I foi a ausência de um dispositivo legal imperativo e a necessidade de uma fiscalização intensa no cumprimento dos preceitos estabelecidos pela lei para garantir a segurança da barragem*”.
- Sobre a falha de comunicação com a sociedade, Guimarães Júnior (2018, p. 76) conclui: “*Rumores e boatos alarmistas possuem características em comum: acontecimentos prévios ligados a fortes chuvas e problemas de enchentes; distorções e má interpretação de informações divulgadas pela imprensa e pelos órgãos governamentais; e a memória e a cultura coletiva,*

*na forma de medo, ansiedade e repasse de informações, relacionada ao histórico das inundações”.*

- Analisando a vulnerabilidade e percepção de riscos associados ao rompimento de uma barragem de rejeitos de caulim localizada em Barcarena, no Estado do Pará, Avelar (2019) evidenciou a necessidade de intervenção do poder público para a implementação de ações preventivas e estabelecimento de estratégias de resposta em caso de desastres.
- Louzada (2018, p. 141-143) aplicou conceitos de “análise do discurso” para investigar a governança de risco relativo à segurança da hidrelétrica de Tucuruí, com ênfase na participação social e comunicação de riscos. Seu estudo revelou a falta de canais de comunicação e de participação, predominando uma visão tecnocrata nos discursos oficiais com exclusão dos grupos sociais afetados pelo risco.
- Soriano (2012) avaliou os riscos associados a grandes projetos de barragem, sendo seu estudo de caso a hidrelétrica de Itaipu, considerando riscos biológicos, ambiental, eventos climáticos extremos, ações terroristas, energético, conflito socioambiental em escala supranacional, questões institucionais e políticas e a realização de entrevistas com habitantes. Ao final, conclui, entre outras coisas:

Discursivamente, as instituições modernas indicam que os riscos existem, mas estão sob controle. Trata-se de uma cultura que utiliza uma série de práticas de poder buscando convencer a sociedade da representação de sua eficiência e infalibilidade. (...) Muitos dos riscos existentes sequer são conhecidos pela sociedade (...). Há, ainda, a sinergia de alguns riscos e os efeitos cumulativos de outros tantos, superando a pretensa capacidade de controle dos sistemas peritos. (...) Ademais, o processo de alienação dos moradores quanto a tais riscos é considerável: há uma inacessibilidade aos planos de contingência da empresa e do ente público entendida como de risco; é ausente qualquer interação do sistema perito institucional visando à preparação comunitária diante do fator de ameaça, reproduzindo o seu processo de vulnerabilização e assim por diante. Essa situação se torna mais complexa quando se verificam fragilidades institucionais e operacionais na defesa civil no Brasil, caracterizado por uma forma burocrática de organização (...) (SORIANO, 2012, p. 167-170).

- Prado (2022) analisou o cumprimento da PSNB no Estado de Pernambuco, a partir das ações desenvolvidas pelos empreendedores, e concluiu que a anomalia mais recorrente é a falta de documentação técnica e o item com maior deficiência é a infraestrutura operacional – ausência de profissionais e a restrição orçamentária.

Conforme se observa, a segurança de barragens transcende a complexidade das disciplinas técnicas como hidráulica, hidrologia, geotecnia, geologia e de concreto, ela se estende a dimensões legais, institucionais, financeiras, ambientais e sociais, cada uma essencial e interconectada. A eficácia das políticas públicas, portanto, não reside apenas na atenção individual a estes elementos, mas na compreensão integrada de como eles se influenciam mutuamente.

## 2.7 AVALIAÇÕES NACIONAIS DA PNSB

Desde a implementação da PNSB, já foram realizadas duas avaliações dos avanços da política pública: uma pela Agência Nacional de Águas (ANA) em 2015 e outra pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) em 2021. As avaliações foram em grande parte independentes, já que foram feitas por meio da contratação de assessoria especializada; a avaliação da ANA foi conduzida pelo Banco Mundial e a do MDR pela Escola Nacional de Administração Pública (Enap).

Além dessas avaliações, citam-se ainda as contribuições do Tribunal de Contas da União (TCU), que vem realizando auditorias operacionais independentes em barragens. Os relatórios produzidos contêm informações com alto nível de qualidade técnica, muito úteis na discussão sobre o aprimoramento da PNSB.

As avaliações da PNSB contaram com a participação de dezenas de profissionais experientes de diversos órgãos, principalmente de instituições federais. Entretanto, a aplicação da PNSB não é uniforme em todo o Brasil devido às diferenças entre as regulamentações locais da lei em relação ao praticado em nível federal e pelas particularidades de cada barragem. Destaca-se ainda que, em nenhum dos casos, a população das áreas de risco foi considerada. Desse modo, é possível que a experiência no nível federal não reflita a realidade de muitas localidades.

No que concerne à metodologia, o trabalho realizado pelo MDR se destaca particularmente, por ter sistematizado os diferentes aspectos da avaliação da PNSB em fases distintas, abrangendo diagnóstico, desenho da política, avaliação dos resultados, governança e gestão de riscos. Essa abordagem facilita uma análise mais aprofundada e estruturada da política.

Nos próximos trechos do texto, serão apresentados detalhes adicionais sobre esses estudos, proporcionando uma compreensão mais completa dos esforços realizados para a avaliação e o aprimoramento da PNSB.

### 2.7.1 Avaliação promovida pela ANA/Banco Mundial

Em 2012, a Agência Nacional de Águas (ANA) firmou o Contrato nº 051/ANA/2012 com o Banco Mundial. Como resultado, foram elaborados produtos de assistência técnica e de apoio institucional e fortalecimento. O trabalho contou com a participação de consultores nacionais e internacionais, notoriamente experientes em

segurança de barragens, incluindo o Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE), o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e o Agrupamento COBA/LNEC de Portugal. Em um período de três anos, a Assistência Técnica do Banco Mundial gerou 34 relatórios, envolvendo mais de 64 especialistas e consultores do Banco Mundial e cerca de 20 profissionais da ANA, além de 28 entidades e 20 Unidades da Federação (BANCO MUNDIAL, 2015a, p. 27, 31).

Dada a relevância do trabalho para esta pesquisa, o número de profissionais envolvidos e a alta qualidade dos materiais produzidos, entende-se ser necessário registrar as principais contribuições do Banco Mundial para o programa de segurança de barragens do Brasil.

Dentre os produtos resultantes, destacam-se treinamentos (gestão da segurança, modos potenciais de ruptura, mapeamento de ruptura e plano de ação de emergência), apoio à classificação de barragens (melhores práticas nacionais e internacionais, critérios, metodologia simplificada para áreas inundadas), realização de inspeções em 5 barragens com problemas mais urgentes por um painel de peritos (Jaburu I/CE, Capoeira/PB, Jaquari/SP, Gargalheiras/RN e Passagem das Traíras/RN), avaliação de documentos e regulamentos produzidos pela ANA e foram produzidos diversos manuais e guias.

Os manuais dos fiscalizadores e empreendedores (ANA, 2021) contém detalhes sobre a realização de diversas atividades. Considera-se oportuno citar que esse notável conteúdo está disponível para a comunidade acadêmica:

- Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens para entidades fiscalizadoras;
- Manual do Empreendedor: Volume I - Instruções para apresentação do Plano de Segurança da Barragem (PSB); Volume II - Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem; Volume III - Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB); Volume IV - Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência (PAE); Volume V - Diretrizes para a Elaboração de Projetos de Barragens (foco na segurança); Volume VI - Diretrizes para a Construção de Barragens (foco na segurança); Volume VII - Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação Manutenção e Instrumentação de Barragens; Volume VIII - Guia Prático de Pequenas Barragens (ações de segurança para barragens de terra de até 15 metros de altura e volume de até 3 hm<sup>3</sup>).

No âmbito desse contrato, em maio de 2015, promoveu-se o seminário “5 anos da Política Nacional de Segurança de Barragens - situação atual e perspectivas”. Neste evento, foram inscritas 190 pessoas representando órgãos gestores e fiscalizadores de recursos hídricos, órgãos ambientais, empreendedores de barragens, faculdades e universidades, agências reguladoras, companhias de saneamento, autoridades ligadas a recursos hídricos, projetistas e consultores de engenharia (BANCO MUNDIAL, 2015a).

O seminário propiciou reflexões sobre a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), com palestrantes e plateia apontando vários desafios que precisavam ser superados para o avanço efetivo na implementação da lei. Entre as proposições colhidas e questões debatidas no seminário, destacaram-se (BANCO MUNDIAL, 2015a):

- Diferenciação das ações de fiscalização em relação aos empreendedores de pequeno porte, incluindo ações de capacitação específicas;
- Necessidade de estabelecer mecanismos de articulação entre os Estados e empreendedores numa mesma bacia hidrográfica;
- Necessidade de uma política de comunicação para conscientizar a população sobre a importância da segurança das barragens para a segurança hídrica da região e de sensibilização dos representantes dos poderes executivo e legislativo;
- Tratar a questão da falta de recursos humanos e financeiros nos órgãos fiscalizadores e empreendedores públicos, bem como para elaborar e implementar o Plano de Segurança de Barragens;
- Tornar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) um instrumento efetivo de transparência e comunicação com a sociedade;
- Estabelecer indicador para monitorar o desempenho da PNSB ao longo dos anos na redução dos riscos;
- Avaliar a viabilidade de seguros para barragens;

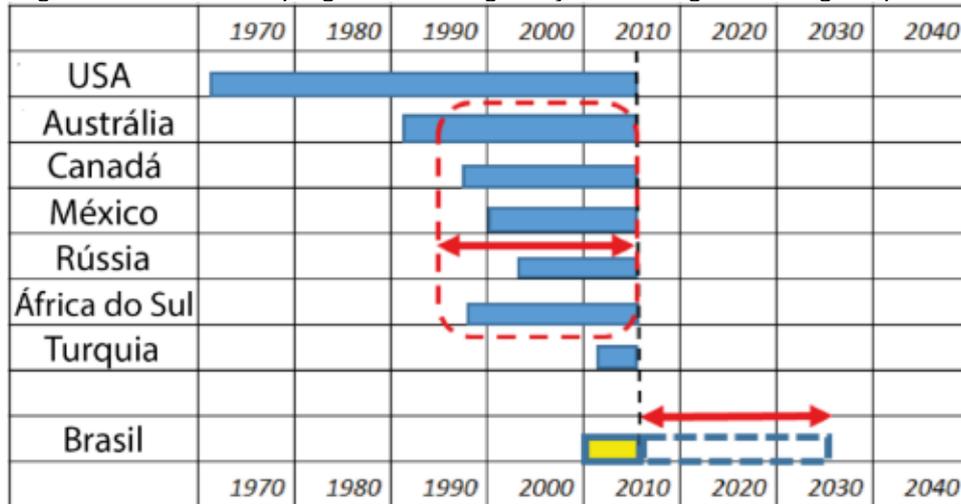
O Banco Mundial também avaliou os avanços da PNSB no Brasil em seus 5 primeiros anos (BANCO MUNDIAL, 2015a). Segundo o relatório Banco Mundial:

- O Banco Mundial publicou em 2002 um estudo sobre segurança de barragens comparando os arcabouços regulatórios de 22 países. As

recomendações do estudo influenciaram a gestão de barragens em países como Rússia, China, Uganda, Gana, Indonésia e Albânia e serviu como base para a lei brasileira. No período de 2009 a 2012, a Comissão Internacional de Grandes Barragens (Icoid) fez uma pesquisa com 43 países do mundo inteiro, atualizando o estudo publicado pelo Banco Mundial em 2002;

- A experiência internacional é uma fonte importante de aprendizado para o Brasil, destacando-se os Boletins Técnicos da Icoid e a experiência de países que possuem um programa de segurança de barragens mais maduros - Estados Unidos, Canadá e Austrália (BANCO MUNDIAL, 2015b). A Icoid foi fundada em 1928 e possui mais de 180 boletins técnicos que atualizam e consolidam o conhecimento sobre os mais diversos temas relativos a barragens (projeto, operação hidráulica, segurança, inspeção, governança etc), que são vendidos em seu sítio na internet;
- Existem grandes diferenças entre países, operadores de barragens e regiões administrativas em relação à segurança de barragens. No Canadá, com exceção do Quebec, há poucas leis ou regulamentos específicos. Nos Estados Unidos, as leis e regulamentos também variam consideravelmente, com três grandes organizações operadoras dominantes no país, resultando em disparidades entre os estados. De uma forma geral, as legislações de países como Estados Unidos, Canadá e Austrália estabelecem padrões mínimos para a construção, operação e manutenção dessas estruturas. Esses países também oferecem assistência técnica e financeira para auxiliar estados e províncias na implementação de programas de segurança de barragens (BANCO MUNDIAL, 2015b).
- Além dessa variedade de regulamentos, o acesso às avaliações realizadas por reguladores nacionais e operadores de barragens varia entre países, dificultando comparações detalhadas. Em virtude dessas diferenças e do fato do programa de segurança de barragens do Brasil ser bem mais novo em relação aos desses países (Figura 15), a comparação da situação do Brasil com esses países teve de se limitar a aspectos gerais. A experiência dos outros países demonstra que 25 anos é um prazo razoável para se ter uma boa compreensão do progresso no Brasil;

Figura 15 – Idade dos programas de segurança de barragens em alguns países

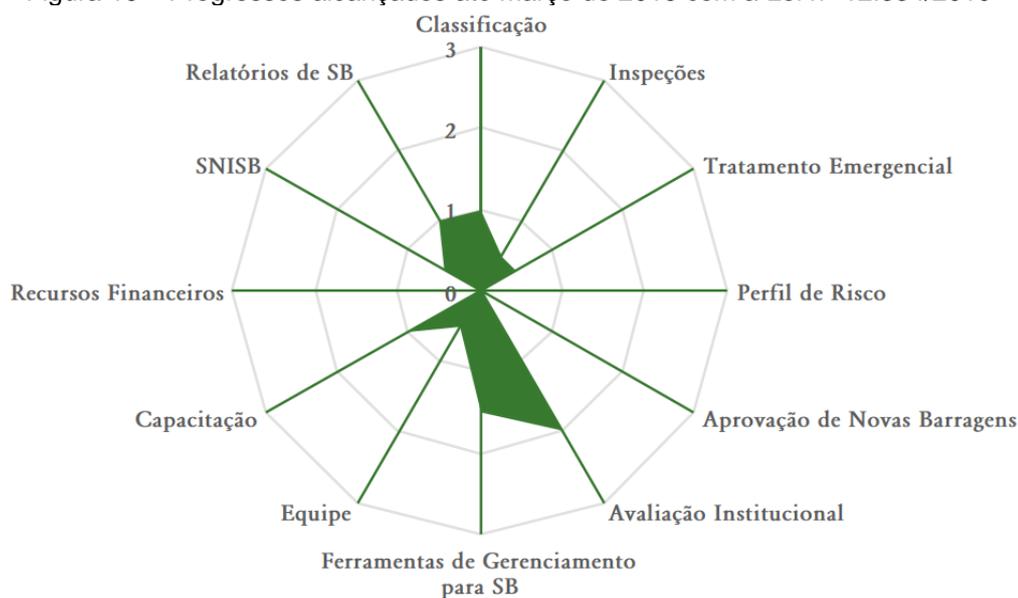


Fonte: Banco Mundial (2015a)

- A cooperação internacional serve como uma fonte de aprendizado e intercâmbio de informações e conhecimentos entre os países. Isso facilita a identificação de boas práticas e soluções inovadoras para os desafios na construção e manutenção dessas estruturas;
- O Banco Mundial sugere indicadores para avaliar a melhoria progressiva, agrupando-os em duas partes:
  - Parte A - atendimento das expectativas pelos Operadores de Barragens: existência de um programa de fiscalização bem documentado (autofiscalização); observações, monitoramento e testes (documentação e implementação do processo de inspeção); revisões internas anuais do programa de inspeção pela equipe do operador; revisões periódicas a cada 5 a 10 anos por especialistas independentes do operador;
  - Parte B - arcabouço de melhorias progressivas: classificação das Barragens por nível de perigo; identificação de barragens com problemas urgentes e implementação das "correções" prioritárias; gestão de risco do portfólio, a partir da elaboração do perfil de risco dos operadores e monitoramento do progresso.
- A implementação de um programa de segurança de barragens em nível nacional requer investimentos em infraestrutura, instituições e informação:
  - Infraestrutura: envolve a classificação de risco das barragens, a realização de inspeções de segurança, a resolução de casos de emergência, a redução progressiva do perfil de risco e a

- aprovação de projetos de novas barragens. O estado de conservação da infraestrutura era pouco conhecido antes da Lei;
- Instituições: compreende a avaliação institucional, o uso de ferramentas de gestão de segurança de barragens, a alocação de pessoal, a capacitação contínua e a garantia de recursos financeiros adequados. Em geral, as instituições federais avançaram substancialmente; no entanto, com poucas exceções, o nível de capacidade ainda é muito baixo nos estados e entre os pequenos operadores privados;
  - Informação: engloba o SNISB e a produção de RSB. Na ocasião, foi verificado o início da coleta de dados e do SNISB;
  - O progresso foi avaliado por meio da atribuição de pontuações para os elementos citados (Figura 16): 0 – inexistente (totalmente insatisfatório); 1 – atividades iniciadas (progresso lento); 2 – progresso satisfatório (questões-chave identificadas); 3 – totalmente satisfatório. Como resultado, considerou-se que a avaliação institucional teve um progresso satisfatório, enquanto foram considerados insatisfatórios a implementação de outros elementos, como recursos financeiros, perfil de risco e aprovação de novas barragens (2015b).

Figura 16 – Progressos alcançados até março de 2015 com a Lei nº 12.334/2010



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

Fonte: Banco Mundial (2015b)

- O Banco Mundial realizou uma Análise de Impacto Cruzado (AIC) para avaliar as variáveis que influenciam a implementação eficaz da PNSB (Figura 17). Essa análise permite estimar o impacto de uma variável sobre as outras e classificá-las como ativas, reativas, críticas ou inertes. As variáveis ativas são aquelas que afetam fortemente as demais, mas não são alteradas por elas. Já as variáveis reativas causam baixo impacto nas outras, porém são altamente afetadas por mudanças nas demais variáveis. As variáveis críticas têm um forte impacto sobre as outras e são fortemente afetadas por elas. Por fim, as variáveis inertes não têm impacto sobre as demais e não são fortemente afetadas. O efeito de cada variável nas demais foi medido no intervalo de 0 (nenhum impacto) a 3 (impacto forte).
  - O desenvolvimento e disseminação de ferramentas de gestão de segurança de barragens, juntamente com a alocação de pessoal, foram considerados elementos ativos na melhoria da segurança de barragens. Além disso, o financiamento, a capacitação, as inspeções de segurança, a classificação de barragens e a correção de barragens problemáticas foram considerados elementos críticos. Foi considerado fundamental a priorização desses elementos nas próximas etapas do programa nacional de segurança de barragens.



Fonte: Banco Mundial (2015a)

- Lições aprendidas e recomendações: definir as barragens de maior prioridade e as necessidades imediatas de reparos e manutenção; realizar manutenção adequada e reparos rápidos; a classificação das barragens deve focar nas "características técnicas" e o "estado de conservação"; fortalecer a coordenação institucional em prol da segurança hídrica; garantir os recursos financeiros necessários para a manutenção e segurança de barragens; aprovação do projeto de engenharia de novas barragens e barragens em construção; promover o desenvolvimento de competências em segurança de barragens; comunicação com a sociedade; aumentar a cooperação internacional em segurança de barragens; melhorar a segurança de barragens e a gestão de riscos em nível de bacia hidrográfica; operacionalizar plenamente o SNISB; promover oficinas de trabalho para avaliação da PNSB.

## 2.7.2 Auditorias do Tribunal de Contas da União

Os resultados das auditorias operacionais do Tribunal de Contas da União (TCU) apresentam várias informações sobre os desafios da PNSB e recomendações de melhoria para a PNSB. A seguir são elencados os principais elementos identificados por setor.

### 2.7.2.1 Setor de Mineração

O Acórdão nº 2.440/2016-Plenário (TCU, 2016) destacou deficiências na atuação do DNPM, agora denominado ANM, particularmente no que se refere ao cadastramento de barragens, análises documentais, vistorias e gestão de informações. Essas falhas, juntamente com limitações orçamentárias e de pessoal, não estavam alinhadas com os objetivos da PNSB.

Posteriormente, o Acórdão nº 1.116/2020-Plenário (TCU, 2020b), reconheceu que, no caso da Barragem I em Brumadinho/MG, a ANM agiu em conformidade com a legislação vigente. Entretanto, o documento apontou lacunas na regulamentação, na classificação de riscos, na comunicação de anomalias e na validação de informações fornecidas pelos empreendedores.

Em seguida, no Acórdão nº 2.052/2022-Plenário (TCU, 2022), o TCU reconheceu um progresso normativo, incorporando as críticas anteriores e destacando os esforços da ANM para a descaracterização de barragens de rejeitos alteadas a montante ou construídas por métodos desconhecidos. Este avanço reflete uma melhoria significativa na gestão da segurança de barragens no Brasil.

Por fim, o Acórdão nº 1.108/2023-Plenário (TCU, 2023), reconhece os avanços obtidos com a criação da Superintendência de Segurança de Barragens e a nomeação de 40 novos servidores.

### 2.7.2.2 Setor de Energia Elétrica

No setor de energia elétrica, o Acórdão nº 726/2020-Plenário (TCU, 2020a) destaca a presença de 688 Centrais Geradoras Hidrelétricas de Capacidade Reduzida (CGHs) no Brasil. Essas centrais têm uma potência igual ou inferior a 5.000 kW, e entre elas, 110 estão enquadradas na PNSB.

Durante aproximadamente nove anos, as CGHs ficaram sem fiscalização devido a um impasse sobre a responsabilidade legal. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) alegava que essa responsabilidade não era sua, atribuindo-a à Agência Nacional de Águas (ANA). No entanto, o TCU afirmou a competência da ANEEL como órgão fiscalizador e propôs ao Congresso Nacional uma revisão na Lei nº 9.427/1996, de criação da ANEEL. Esta alteração legislativa permite ainda que a ANEEL aplique multas às CGHs.

### 2.7.2.3 Setor de Usos Múltiplos

No Acórdão nº 1257/2019-Plenário (TCU, 2019), o TCU apresenta o resultado da avaliação da gestão de segurança das barragens de usos múltiplos sob responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) e da Companhia do Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). Como resultado, foram propostas várias ações a diversos órgãos:

- Dnocs e Codevasf: detalhar o planejamento orçamentário, prover as unidades de campo e unidades administrativas dos elementos mínimos de funcionamento e operacionalidade, realização de treinamentos de segurança, criação de setores específicos para segurança de barragens, adotar ações para a correção imediata das anomalias e implementação das recomendações já constatadas e registradas nos relatórios das inspeções, elaborar plano de manutenção preventiva das barragens, dar publicidade aos resultados das inspeções para que as defesas civis, sociedade civil local, municípios, movimentos e organizações sociais tenham conhecimento das anomalias detectadas nos barramentos e dos serviços necessários às suas correções;
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Dnocs e Codevasf: executar ações administrativas para o cumprimento do Decreto nº 9.203/2017, referente às políticas de governança e gestão de riscos, enfatizando a segurança de barragens;
- Ministério da Economia: reestruturar o orçamento para maior visibilidade das ações de segurança de barragens;
- Ministério do Desenvolvimento Regional: dar maior eficiência à execução orçamentário-financeira, implementar políticas de governança e gestão de

riscos, dar destaque ao tema de segurança de barragens no planejamento estratégico e operacional;

- Agência Nacional de Águas (ANA) e órgãos estaduais de recursos hídricos: destacar segurança de barragens no planejamento estratégico e operacional, acompanhar correção de anomalias e implementação de recomendações, conclusão do levantamento de todas as barragens de acumulação de água dos empreendedores públicos e privados localizadas em suas áreas de jurisdição, prover as estruturas dos órgãos fiscalizadores de barragens de usos múltiplos de setor específico com atribuição formal para atuar em segurança de barragens;
- Ministério do Meio Ambiente: Compatibilizar exigências de licenciamentos ambientais com normativos da PNSB;
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos: uniformizar regulamentos federais e estaduais sobre barragens de usos múltiplos e implementar ações de educação, capacitação e desenvolvimento tecnológico para segurança de barragens;
- Secretaria de Proteção e Defesa Civil do Ministério do Desenvolvimento Regional: criar canais de comunicação direta para ações conjuntas de prevenção e preparação nas 3 esferas de governo, envolver as organizações da sociedade civil, as brigadas municipais e as populações adjacentes às estruturas dos barramentos no processo de conscientização sobre a segurança das barragens;
- Ministério da Educação<sup>12</sup>: avaliar a inclusão do tema segurança de barragens na grade curricular das universidades e criação de graduação específica na temática;
- Congresso Nacional: usar os elementos especificados no Acórdão como subsídios para discussões sobre alterações no marco legal da PNSB, particularmente sobre definição da área de segurança a jusante dos

---

<sup>12</sup> Para o ensino fundamental e médio, a Lei nº 9.394/1996, sobre as diretrizes e bases da educação nacional, previa no artigo 26 §7º que os esses currículos deviam incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios, contudo, a redação foi alterada pela Lei nº 13.415/2017, deixando de forma mais genérica que o currículo “pode incluir temas transversais”. Especificamente para o ensino superior, o tema vem sendo incluído aos poucos principalmente em programas de pós-graduação, como é o caso do “Curso de Especialização em Segurança de Barragens” promovido pelo Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

barramentos para fins de proibição de ocupação/uso, cláusula sancionatória (punitiva) para os casos específicos de descumprimento das disposições legais da PNSB, procedimentos para desativação de barragens que não atendem aos requisitos de segurança, falta de uniformização dos regulamentos federais e estaduais alusivos às barragens de usos múltiplos e aprimoramento do conceito de empreendedor.

### 2.7.3 Avaliação Executiva Ex Post promovida pelo MDR/Enap

No final de 2020, a Escola Nacional de Administração Pública (Enap) foi contratada pela Secretaria Nacional de Segurança Hídrica do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNSH/MDR) para prestar assessoria na avaliação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Como resultado, foi elaborado o documento intitulado “*Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB): Relatório Final de Avaliação Ex-Post*” (ENAP, 2021).

A avaliação foi feita a partir de entrevistas e dinâmicas de grupo envolvendo em média 20 profissionais que desempenham atividades relativas à segurança de barragens em diferentes setores, em nível nacional. Foram realizados 24 encontros com duração de 2 h, em um período de 4 meses, utilizando o serviço de comunicação Zoom (<https://zoom.us/>). Os dados obtidos foram registrados utilizando a plataforma MIRO (<https://miro.com/>), que funciona como uma “*quadro-branco digital infinito*” (ENAP, 2021, p. 3-4,8).

O trabalho foi subdividido em cinco grandes fases ou momentos interdependentes (ENAP, 2021, p. 9-14):

- 1) Diagnóstico do problema: representa a narrativa do problema suficientemente abrangente e representativa;
- 2) Desenho da política: foi feito um modelo lógico estrutural, baseado nas componentes Atividade e/ou Processos, Produtos e Resultados;
- 3) Avaliação de resultados: foi feita uma reflexão sobre como os resultados obtidos impactavam a política e quais situações indesejadas persistem;
- 4) Estrutura e processos de governança: foram aplicados questionários sobre três componentes da governança - Liderança, Estratégia e Controle;
- 5) Sistema de gestão de riscos: foram considerados os riscos em 6 dimensões temáticas - Gestão da PNSB, Comunicação, Financiamento da PNSB, Leis e Regulação da PNSB, Área institucional da PNSB e Integridade da PNSB.

Os subitens a seguir apresentam as principais observações identificadas no relatório da Enap em cada fase.

### 2.7.3.1 Diagnóstico do problema

#### Problema escolhido:

Dificuldades (insuficiências) em exercer a ação preventiva plena na gestão de riscos em todo o ciclo de vida das barragens (projeto, implementação, manutenção, operação e descomissionamento) para proteção aos seus usos, à vida e ao patrimônio (ENAP, 2021, p. 40).

Para aumentar a eficiência do processo, a análise do problema foi subdividida em cinco dimensões, cujas principais conclusões e percepções são apresentadas a seguir (ENAP, 2021, p. 17-46):

- Gestão e Funcionamento Institucional: os problemas se concentram na capacidade gerencial pública e privada, articulação e coordenação institucional e lacunas regulatórias;
- Comunicação: o tema segurança de barragens traz consigo uma imagem negativa associada a *insegurança* e não há uma comunicação clara e didática para o grande público;
- Regras e Normas: os problemas se devem a ausência de um sistema regulatório unificado nacionalmente e a aplicação das normas indistintas ao tipo e porte do empreendimento;
- Recursos Humanos: poucos profissionais com experiência disponíveis, inclusive na Defesa Civil;
- Recursos Financeiros: não há um modelo de financiamento para apoiar a implementação de todos os instrumentos, regras e obrigações fixadas na PNSB. Os orçamentos no setor público e dos pequenos empreendedores privados são insuficientes.

### 2.7.3.2 Desenho da política

A partir de questionários envolvendo 4 temas (“Institucional e Gestão”, “Financiamento da PNSB”, “Gestão de Pessoas” e “Comunicação, Normas e Regras”) foram identificadas as relações entre as “atividades e processos”, “produtos” e “resultados” (ENAP, 2021, p. 47).

O debate sobre qual o modelo lógico organiza a PNSB acabou se convertendo numa sistematização dos principais produtos e resultados da política identificados nos últimos dez anos. A seguir são indicados os principais produtos por dimensão (ENAP, 2021, p. 49-78):

- Institucional e Gestão: SNISB; PSB; classificação e cadastramento de barragens; vitorias realizadas; PAE implementado; declaração de condição de estabilidade emitida; conceitos e práticas de segurança institucionalizados; integração entre empreendedor/defesa civil e fiscalizador;
- Gestão de Pessoas: responsáveis técnicos nas estruturas organizacionais; pessoas capacitadas; equipes qualificadas do PSB; formação de equipe multidisciplinar para inspeção; fiscalização e criação de disciplinas e cursos em segurança de barragens;
- Comunicação: Relatório de Segurança de Barragem; Eventos técnicos; Guias e normas de referência; divulgação de PAEs/Plancons;
- Normas e Regras: emissão de regulamentos, normas e guias de boas práticas; monitoramento de segurança; classificação das barragens por CRI e DPA; manuais e guias de boas práticas.

Uma observação importante realizada pelos facilitadores nesta etapa é que o grupo teve mais facilidade na conexão entre os “processos, atividades e recursos” e os “produtos”, mas a relação entre “produtos” e “resultados” dependem (em parte) de fatores externos e conjunturais que fogem à governabilidade dos gestores da PNSB (Defesa Civil, meio ambiente, infraestrutura urbana, criação de cursos etc.).

### 2.7.3.3 Avaliação dos resultados

Nesta fase foram associados os produtos da etapa anterior aos resultados mais importantes (Tabela 14), evidenciando o que foi feito, os problemas que permanecem e os “*sonhos para o futuro*”. Segundo o autor, do ponto de vista metodológico, esta foi a etapa que apresentou o maior esforço e que contém o maior número de informações (ENAP, 2021, p. 79-121).

Tabela 14 – Principais resultados da implementação da PNSB

	PRODUTOS	RESULTADOS
Fortalecimento Institucional e Gestão	SNISB implementado	- Garante transparência e acesso aos dados e informações - Fornece uma base de dados consistentes
	PSB elaborado	- Melhora as condições de segurança, em caso de implementação do PSB - Fornece clareza sobre as ações de prevenção e resposta
	Barragens classificadas e cadastradas	- Define a classe de risco das barragens que se enquadram na PNSB - Serve como critério para priorização das ações - Conscientiza os empreendedores sobre suas responsabilidades
	Emissão de declaração de condição de estabilidade	- Fornece tranquilidade ao empreendedor e população nas áreas de risco - Define a situação da barragem aos órgãos oficiais e aos empreendedores - Permite a tomada de decisão quanto à necessidade de desativação
	Conceitos e práticas de segurança institucionalizados	- Facilita a estruturação dos órgãos fiscalizadores - Inclui oficialmente a segurança de barragens na Agenda Política - Estimula os empreendedores a realizarem ações de segurança - Define os instrumentos da PNSB e transparência na implementação
	Barragens vistoriadas <i>in loco</i>	- Aprimora a qualidade da avaliação de segurança pelo fiscalizador - Melhora a eficácia na atuação do fiscalizador - Qualifica a orientação ao empreendedor - Melhora a relação entre empreendedor e fiscalizador
	Plano de Ação de Emergência implementado e periodicamente revisado	- Promove eficiência nas ações do empreendedor na prevenção e resposta - Propicia maior proteção da população, meio ambiente e infraestrutura - Melhora a comunicação e promove agilidade e efetividade nas ações - Aproxima empreendedor e Defesa Civil - Incrementa a confiança em relação à segurança da barragem - Promove o preparo do empreendedor, Defesa Civil e população
Normas e Regras	Emissão de regulamentos, normas e guias de boas práticas	- Orienta quanto à classificação por categoria de risco e dano potencial associado, orienta sobre as informações básicas de cadastro, estabelece o conteúdo mínimo dos documentos (PSB/ISR/ISE/RPSB/PAE e RSB) e fornece diretrizes sobre o monitoramento e a execução das ações de segurança pelos órgãos fiscalizadores e empreendedores
	Plano de Ação de Emergência	- Fornece acesso à informação pela população em áreas de risco - Promove a realização de exercícios simulados - Favorece a articulação entre PAE e Plancon
	Classificação quanto ao CRI e DPA	- Enquadra e classifica as barragens submetidas à PNSB - Define o conteúdo mínimo e nível de detalhamento do PSB/RPSB/PAE - Facilita a priorização nos Planos de Fiscalização Anuais e Plurianuais

	PRODUTOS	RESULTADOS
Normas e Regras	Manuais e Guias de Boas Práticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promove a observância a padrões técnicos de segurança</li> <li>- Dissemina conhecimento com os envolvidos e público em geral</li> <li>- Promove a capacitação de empreendedores e fiscalizadores</li> <li>- Melhora a qualidade de projetos e as ações de manutenção das barragens</li> <li>- Realça a necessidade de normatizar todas as fases da vida da barragem</li> </ul>
	Revisão Periódica de Segurança de Barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procede a revisão ou elaboração de estudos básicos</li> <li>- Melhora o conhecimento sobre a barragem</li> <li>- Fornece recomendações para melhoria da situação da barragem</li> </ul>
	Monitoramento da segurança de barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promove manutenções preventivas e corretivas</li> <li>- Fornece conhecimento continuado da "saúde" da barragem</li> <li>- Aponta a necessidade de melhorias e estudos complementares</li> </ul>
	Plano de Segurança de Barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimula a discussão sobre segurança de barragens</li> <li>- Melhora a gestão da segurança de barragens</li> <li>- Provê mais clareza sobre o estado das barragens</li> </ul>
Gestão	Equipes dos empreendedores e fiscalizadores estruturadas e qualificadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprimora a capacitação dos agentes fiscalizadores</li> <li>- Favorece a formalização dos processos, permitindo auditorias e planejamento de melhorias</li> <li>- Propicia que o fiscalizador atue como agente indutor da PNSB</li> </ul>
	Eventos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissemina conhecimentos sobre segurança de barragens</li> <li>- Promove publicações técnicas sobre o tema</li> <li>- Favorece o surgimento de cursos e treinamentos específicos</li> <li>- Estimula o interesse de profissionais pelo tema</li> <li>- Promove a evolução tecnológica e disseminação de novas práticas</li> <li>- Capacita as equipes da Defesa Civil</li> <li>- Encoraja a integração entre atores da PNSB</li> <li>- Fomenta a cultura de segurança de barragens</li> </ul>
Comunicação	Relatório de Segurança de Barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornece um panorama anual da PNSB e sugestões para o CNRH</li> <li>- Gera conhecimento sobre a situação geral das barragens</li> <li>- Contribui na identificação de ações prioritárias</li> </ul>
	Guias de boas práticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provê suporte técnico especializado</li> <li>- Orienta atores da PNSB em relação ao cumprimento de suas obrigações</li> </ul>
	Normatização técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolidar as ferramentas da PNSB</li> <li>- Melhora a execução da PNSB</li> <li>- Facilita as ações de fiscalização</li> <li>- Padroniza as ações de segurança</li> </ul>
	Guias informativos à comunidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promove a cultura de segurança de barragens nas comunidades próximas</li> </ul>
	PAE/Plancon divulgados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favorece a integração entre atores da PNSB</li> <li>- Melhora o relacionamento com a comunidade e Defesa Civil</li> <li>- Favorece o exercício simulado articulado do empreendedor com a Defesa Civil e comunidades potencialmente afetadas</li> </ul>

Fonte: O autor, baseado nos dados de Enap (2021, p. 84-118)

A seguir, são destacados os principais pontos-chave levantados nesta etapa (ENAP, 2021, p. 121-125):

- Deve-se buscar um equilíbrio entre as exigências de segurança e a não inviabilização dos empreendimentos;
- Há necessidade de melhorar a comunicação sobre aspectos técnicos com o leigo que possui interesse na barragem;
- Deve-se considerar o Plancon nas ações, embora ele não seja um instrumento da PNSB;
- Deve-se aperfeiçoar a qualificação profissional e definir a habilitação necessária de cada profissional;
- É importante adotar uma visão regional no tratamento das questões relativas à segurança de barragens, considerando a bacia hidrográfica;
- A criação de cooperativas, consórcios, ou outro tipo de associação entre os empreendedores pode facilitar a contratação de equipes especializadas para atender a um conjunto de empreendimentos, reduzindo as despesas.

### 2.7.3.4 Estrutura e processos de governança

O levantamento de informações sobre governança foi feito por meio da realização de 31 perguntas subdivididas em 3 blocos (Tabela 15). Para cada pergunta foram associados até 3 problemas, aplicadas avaliações qualitativas considerando 3 classes (“Altamente satisfatória”, “Razoável adequação” e “Deixa a desejar”) e levantadas possíveis iniciativas de melhoria (ENAP, 2021, p. 126-159).

Tabela 15 – Questões sobre governança realizadas no estudo da Enap

Bloco	Assunto	Tema	Pergunta	Avaliação	
Liderança	Integridade	Confiabilidade	Qual a confiança dos atores nos gestores da PNSB?	Deixa a desejar	
		Transparência	Os gestores da PNSB oferecem transparência de seus processos e decisões?	Razoável adequação	
	Competência	Capacidade de Resposta	Os gestores da PNSB conseguem responder técnica e prontamente as demandas?	Razoável adequação	
		Expertise	Os gestores da PNSB possuem capacidade para o desempenho de suas funções?	Razoável adequação	
	Responsabilidade	Prestação de Contas	Os gestores da PNSB se preocupam em prestar contas sobre atos relevantes para a política?	Razoável adequação	
		Comprometimento	Os gestores da PNSB comprometem seus recursos para a efetivação da política?	Deixa a desejar	
	Motivação	Busca do Consenso	A natureza das relações entre atores e gestores da PNSB é consensuada?	Razoável adequação	
		Participação no Processo Decisório	A participação na tomada de decisão política é estimulada pelos gestores da PNSB?	Razoável adequação	
	Estratégia	Diretrizes	Disseminação	Qual o conhecimento dos atores da PNSB em relação às diretrizes da PNSB?	Razoável adequação
			Consistência Interna	Qual a influência das diretrizes no processo de execução da política pública?	Altamente satisfatória
Objetivos		Alinhamento Estratégico	A PNSB está alinhada com os objetivos estratégicos do governo?	Altamente satisfatória	
		Legitimidade	Os objetivos da política são considerados legítimos pelos envolvidos?	Razoável adequação	
Planos		Construção Participativa	A política foi concebida participativamente?	Razoável adequação	
		Institucionalização	A PNSB conta com um plano nacional institucionalizado?	Deixa a desejar	
		Orientação	Em que medida o planejamento da PNSB orienta a sua operacionalização?	Deixa a desejar	
Ações		Recursos Humanos	Em que medida os recursos humanos estão adequados às necessidades da PNSB?	Deixa a desejar	
		Recursos Financeiros	Em que medida os recursos financeiros estão adequados às necessidades da PNSB?	Deixa a desejar	
		Atribuições	Quão clara é a atribuição de cada ator em relação às ações da política?	Razoável adequação	
Atores		Foco no Objetivo Comum	Em que medida o foco dos atores é limitado ao objetivo comum?	Razoável adequação	

Bloco	Assunto	Tema	Pergunta	Avaliação
		Comprometimento	Em que medida os atores estão comprometidos com o objetivo comum da PNSB e dispostos a utilizar seus recursos para alcançá-lo?	Razoável adequação
		Capacidade de Articulação	Os atores possuem capacidade de articulação interna e externamente à PNSB?	Razoável adequação
		Poder	O poder de decisão é distribuído entre os atores?	Razoável adequação
		Expertise	Os atores possuem expertise para executar as tarefas que lhes são delegadas?	Razoável adequação
		Coordenação	A articulação da PNSB entre as esferas de governo é desenvolvida de maneira coordenada e coesa?	Razoável adequação
Controle	Processos	Monitoramento	Em que medida a PNSB possui um sistema de monitoramento efetivo?	Deixa a desejar
		Avaliação	Em que medida a PNSB possui um sistema de avaliação efetivo?	Deixa a desejar
		Gestão de riscos	Em que medida a PNSB possui um sistema de gestão de riscos efetivo?	Deixa a desejar
	Institucionalização	Normas e Regulamentos	Em que medida os processos de controle interno estão formalizados e documentados em normas e regras?	Razoável adequação
		Efetividade	Em que medida o sistema de controle (interno) cumpre com suas funções de fiscalização, avaliação e prevenção de eventos institucionais que possam comprometer os resultados da PNSB?	Razoável adequação
	Informação	Produção e Disseminação	Como é a estrutura especializada em produzir dados e informações sobre a execução da PNSB?	Razoável adequação
		Confiabilidade	Em que medida os dados e informações disponíveis sobre a PNSB são confiáveis?	Razoável adequação

Fonte: O autor, baseado nos dados de Enap (2021, p. 129-159)

As avaliações sugerem que a governança da política de segurança de barragens está entre “razoável adequação” e “deixa a desejar”, sendo os assuntos “Planos”, “Ações” e “Processos” os mais mal avaliados.

Enquanto isso, as possíveis iniciativas foram organizadas da seguinte maneira (ENAP, 2021, p. 160-175):

- Definir um órgão central de segurança de barragens para promover a articulação de ações e planos;
- Criar um fórum de fiscalizadores para alinhamento das diretrizes para elaboração de normas e regras;
- Instituir o Plano Nacional de Segurança de Barragens com a definição de estratégias, ações, metas, origem e diretrizes de alocação de recursos, prevendo processos de monitoramento e avaliação, além de mecanismos de integração com outras políticas públicas;

- Inclusão do tema segurança de barragens na pauta política dos poderes executivo e legislativo em nível federal e estadual;
- Buscar viabilizar fontes de recursos para financiar ações de segurança;
- Aproximar empreendedores, fiscalizadores, órgãos de controle, prefeituras, defesas civis, CNRH etc., para que atuem de forma integrada;
- Aperfeiçoar a comunicação entre empreendedores, fiscalizadores, comunidade, defesa civil e imprensa etc.;
- Realizar o mapeamento de processos e definir a matriz de responsabilidade com os papéis dos atores e os respectivos limites de atuação, inclusive na ocorrência de situação de emergência;
- Estabelecer metas e indicadores para monitoramento e avaliação das ações;
- Estimular o uso de novas tecnologias;
- Fomentar o controle social;
- Divulgação dos manuais elaborados pela ANA e preparo de material de divulgação e conscientização para subsídio ao planejamento municipal;
- Promover ações de treinamento e capacitação, adequação do currículo de engenharia, criação de cursos técnicos e fomento a pesquisas;
- Ampliar as funcionalidades do SNISB, incluindo a integração com os dados do RSB e a ampliação do acesso dos empreendedores;
- Fornecer suporte técnico a empreendedores com pouca estrutura;
- Rever os critérios de classificação quanto à categoria de risco e dano potencial associado e separar as barragens por porte.

### 2.7.3.5 Sistema de gestão de riscos

Baseado nos resultados das etapas anteriores, levantaram-se até cinco riscos<sup>13</sup> principais associados a seis dimensões de análise, as quais diferiram em relação às apresentadas anteriormente – foi desdobrado o grupo de gestão e criado um grupo específico para Integridade. Para cada risco foi atribuída uma probabilidade de ocorrência e impacto (Tabela 16). No relatório da Enap consta ainda três iniciativas para mitigação de cada risco (ENAP, 2021, p. 176-190).

Tabela 16 – Riscos avaliados no estudo da Enap

Bloco	Risco	Probabilidade	Impacto
Gestão da PNSB	Falta de mão de obra de profissionais habilitados e qualificados no mercado	Alta	Grave
	Não conseguir recursos financeiros suficientes para os atores da PNSB	Quase certa	Grave
	Não adesão de pequenos empreendedores por causa do excesso de exigências	Alta	Médio
	Não cumprimento da política causada por inadequada estrutura organizacional e logística de empreendedores e fiscalizadores	Média	Médio
	Acidentes e incidentes em barragens abandonadas	Quase certa	Grave
	Processo decisório desarticulado	Média	Grave
Comunicação da PNSB	Falta de cultura de segurança de barragens	Alta	Grave
	Uso exagerado de tecnicismo na comunicação com a população	Alta	Grave
	Baixa compreensão da população em relação aos benefícios e funcionamento das barragens	Alta	Grave
	<i>Fake news</i>	Alta	Extremo
	Falta de preparo da imprensa com o tema	Alta	Extremo
Financiamento da PNSB	Empreendedores sem recursos para a implementação dos instrumentos da PNSB	Alta	Extremo
	Não alocação de recursos nos orçamentos da União, dos Estados e dos Municípios para a implementação dos instrumentos da PNSB pelos atores públicos	Quase certa	Grave
	Cancelamentos e contingenciamentos de recursos autorizados nas Leis orçamentárias à implementação dos instrumentos da PNSB	Quase certa	Grave
	Não alocação de recursos da união e dos Estados na estruturação dos fiscalizadores	Alta	Grave
	Ausência de interesse político em criar instrumento para remuneração dos serviços (públicos) prestados pelas barragens	Média	Extremo

<sup>13</sup> O texto se refere aos riscos de falha na implementação da “política pública de segurança de barragens”, portanto, não se confunde com os riscos de ruptura de barragem propriamente ditos.

Bloco	Risco	Probabilidade	Impacto
Leis e regulação da PNSB	Judicialização do PAE nas comunidades	Alta	Grave
	Inviabilizar empreendimentos fundamentais para água e energia por responsabilizar criminalmente civis por passivos de empresas	Alta	Grave
	Inviabilizar a construção de barragens devido ao endurecimento de algumas exigências (incluindo a exigência de seguros) e os altos custos para o empreendedor (principalmente para os pequenos)	Alta	Grave
	Conflito regulatório (regulamentos fragmentados - regulamentos emitidos por órgãos fiscalizadores estaduais e federais)	Alta	Grave
	Atuação do MP na aplicação da lei (falta de diálogo/ conhecimento técnico dos assessores/ regulamentação insuficiente)	Alta	Grave
Institucional e interfederativo	Deliberações colegiadas tecnicamente inadequadas e intempestivas	Alta	Grave
	Insuficiência de recursos (financeiros, humanos, tecnológicos) na organização para atuação na implementação da PNSB	Quase certa	Extremo
	Não inserção da PNSB no planejamento e nas linhas de ação institucionais (de atores internos e externos da PNSB)	Alta	Extremo
	Ações e políticas descoordenadas e fragmentadas	Quase certa	Grave
	Atuação nula ou inadequada das defesas civis municipais	Quase certa	Grave
Integridade	Desvio ético	Média	Extremo
	Perda de autonomia da área técnica responsável	Quase certa	Extremo
	Impunidade de responsáveis por incidentes ou acidentes com barragens	Alta	Grave
	Publicação e uso de informação sensível	Alta	Grave

Fonte: O autor, baseado nos dados de Enap (2021, p. 178-190)

Algumas observações apresentadas (ENAP, 2021, p. 177,191-192):

- O Grupo concentrou a atenção somente sobre riscos negativos (ameaças e pontos fracos), não foram identificados riscos positivos (oportunidades);
- A maioria das probabilidades foram classificadas como “alta” ou “quase certa” e a maioria dos impactos “grave” ou “extremo”, sinalizando uma percepção coletiva sobre as fragilidades da política e senso de urgência;

Como recomendações, foram citadas (ENAP, 2021, p. 192-193):

- Priorizar a elaboração de um Plano de Gestão de Riscos;
- Verificar a necessidade de elaboração de Planos de Contingência para lidar com os riscos, uma vez que muitos deles podem ser tratados com ajustes nos processos, iniciativas institucionais ou articulações interinstitucionais;

### 2.7.3.6 Ponderações finais sobre o trabalho da Enap

Ao final, a Enap comenta que o relatório é um “*produto inacabado*” que contém um “*banco de ideias*” com análises e registros baseados no conhecimento técnico do grupo de especialistas, servindo como fonte de consulta e ponto de partida para novos trabalhos (ENAP, 2021, p. 195).

Destaca-se ainda que o Relatório da Enap foi objeto de Parecer de qualificação pelo Centro de Aprendizagem em Avaliação e Resultados para a África Lusófona e o Brasil (FGV EESP CLEAR), o qual fez algumas sugestões, entre as quais (FGV EESP CLEAR, 2021, p. 6-17):

- Seria importante um esforço de sistematização dos principais achados e reflexões para possibilitar que sejam traçadas recomendações sobre o futuro da política e o uso dos resultados do processo;
- A abordagem da avaliação realizada priorizou a análise dos problemas de implementação e falhas na teoria da política pública, mas não apresentou a caracterização do problema da PNSB utilizando dados e evidências;
- Seria importante utilizar a literatura acadêmica para validar as conexões causais entre o problema, suas causas e consequências. Poderiam também ser utilizados outros tipos de evidência nesse processo, tal como: relatórios, documentos produzidos com dados administrativos;
- Seria importante contar com indicadores qualitativos na avaliação dos resultados, incluindo a inserção de informações sobre a percepção de diferentes “usuários” em relação à PNSB;
- A avaliação da governança poderia se beneficiar de um levantamento das dificuldades práticas enfrentadas pelos gestores da política em termos de governança, que poderiam ser coletadas, por exemplo, através de entrevistas ou questionários estruturados;
- No contexto das recomendações de “iniciativas para mitigar os potenciais riscos”, seria interessante distinguir quais provêm de percepções ou recomendações técnicas dos próprios avaliadores e quais provêm de lições aprendidas e/ou evidências produzidas sobre a implementação dessa política ou políticas correlatas.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 BARRAGEM DE JUCAZINHO

A Barragem de Jucazinho foi construída em 1998 com a finalidade de abastecimento e controle de inundações. A barragem se localiza no trecho médio do curso do Rio Capibaribe (Figura 18).

Figura 18 – Maiores barragens na Bacia do Rio Capibaribe



Fonte: O autor

A Bacia do Capibaribe possui uma área de aproximadamente 7.500 km<sup>2</sup> e abrange 43 municípios. Às margens do Rio Capibaribe, a jusante de Jucazinho, além de povoados, localizam-se as cidades de Salgadinho, Limoeiro, Paudalho, São Lourenço da Mata, Camaragibe e Recife.

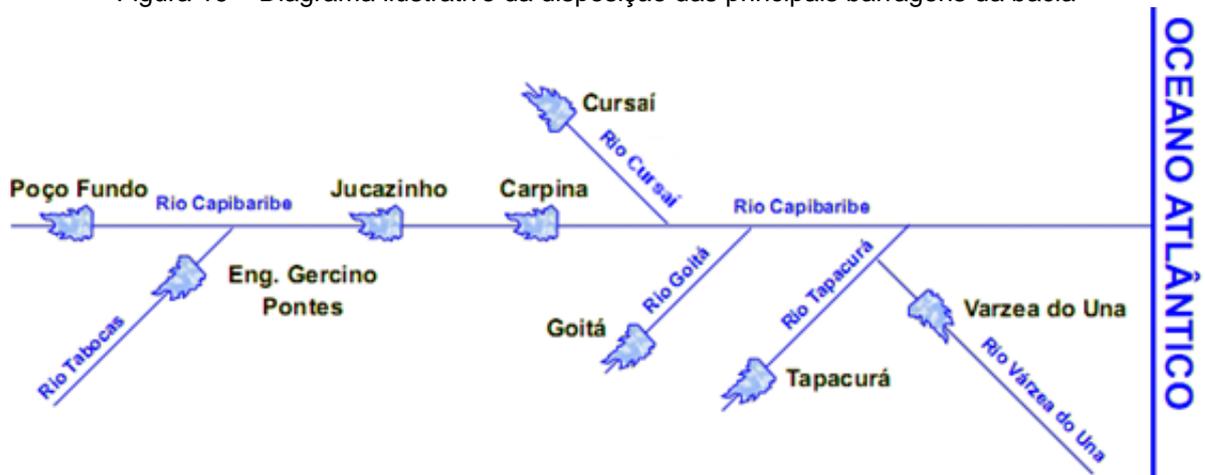
A Bacia do Rio Capibaribe tem um longo histórico de problemas devido às inundações que, por diversas vezes, já afetaram a cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco. Na década de 1970, iniciou-se a implantação de um sistema de reservatórios para controle de inundações na parte baixa da bacia, constituído pelas barragens de Tapacurá, Goitá e Carpina.

Em 1978, o Governo do Estado de Pernambuco elaborou o Plano Diretor para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Rio Capibaribe, o qual previu a necessidade de construção de uma barragem na região central da bacia com o propósito de complementar o sistema de controle de cheias, especialmente para as cidades de Salgadinho e Limoeiro, porém, considerando o aproveitamento das águas para usos múltiplos. Esses estudos foram continuados em 1991, tendo resultado na construção da Barragem de Jucazinho no período de julho de 1996 a abril de 1998.

Dessa forma, o controle das inundações depende de sua origem. As inundações geradas nos trechos médio e alto da bacia são controladas pelas barragens de Jucazinho e Carpina, enquanto isso, Tapacurá e Goitá controlam as vazões nos principais afluentes na parte baixa.

Atualmente, a bacia possui oito barragens com capacidade de armazenamento superior a 10 hm<sup>3</sup>. A Figura 19 apresenta um diagrama com esses principais reservatórios e a Tabela 17 apresenta seus dados básicos.

Figura 19 – Diagrama ilustrativo da disposição das principais barragens da bacia



Fonte: Adaptado de ANA (2015)

Do ponto de vista da segurança de barragens, segundo os critérios da PNSB, todas as barragens de controle de inundações foram classificadas com Dano Potencial Associado “Alto” e Categoria de Risco “Alto” (ANA, 2023).

Neste trabalho, o caso prático a ser estudado corresponde ao da Barragem de Jucazinho, do Dnocs, localizada entre os municípios de Surubim/PE e Cumaru/PE, a cerca de 12 km a montante da zona urbana de Salgado. Além de contribuir na redução do risco de inundações, Jucazinho desempenha um papel estratégico como manancial de água para abastecimento público na região Agreste do Estado.

Tabela 17 – Principais reservatórios da Bacia do Rio Capibaribe

<b>Reservatório</b>	<b>Município</b>	<b>Empreendedor</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Tipo</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Capacidade (m³)</b>	<b>Categoria de Risco</b>	<b>Dano Potencial Associado</b>
Jucazinho	Surubim	Dnocs	Abastecimento e controle de inundações	Concreto Compactado a Rolo (CCR)	63,2	204.820.676	Alto	Alto
Carpina	Lagoa do Carro	Compesa (pertencia ao extinto DNOS)	Controle de inundações	Terra	39,0	255.369.167	Alto	Alto
Tapacurá	São Lourenço Mata	Compesa	Abastecimento e controle de inundações	Concreto	30,5	104.870.609	Alto	Alto
Goitá	Glória de Goitá	Compesa	Controle de inundações	Concreto	27,0	52.535.576	Alto	Alto
Várzea do Una	São Lourenço da Mata	Compesa	Abastecimento	Concreto	26,0	11.568.010	Médio	Alto
Cursaí	Paudalho	Compesa	Abastecimento	Terra	20,0	13.033.990	Alto	Alto
Eng. Gercino Pontes (Tabocas)	Caruaru	Compesa	Abastecimento e irrigação	Terra	19,5	13.600.000	Alto	Alto
Poço Fundo	Santa Cruz do Capibaribe	Compesa	Abastecimento e irrigação	Terra	17,3	10.600.311	Alto	Alto

Fonte: Adaptado de Ficha técnica dos reservatórios (APAC, 2022), PDRH-Capibaribe (IBI ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA, 2002), PARH/PE (TECHNE ENGENHEIROS CONSULTORES, 2005) e RSB/2020 (ANA, 2023)

### 3.1.1 Dados técnicos da barragem

A Barragem de Jucazinho (Figura 20) possui 63,20 m de altura e seu maciço é constituído de concreto compactado a rolo (CCR). A barragem possui 3 vertedores: um central com soleira na cota 292,0 m, e um em cada ombreira (direita e esquerda), ambos com soleira na cota 295,0 m.

Figura 20 – Paramento de jusante da Barragem de Jucazinho



Fonte: O autor (06/01/2023)

A capacidade do reservatório de Jucazinho foi revisada em 2018, alterando-se de 327.035.812 m<sup>3</sup> para 204.820.676 m<sup>3</sup> (redução de 37%), conforme estudo contratado pela ANA (CONSÓRCIO ARV, 2018). Por ser uma mudança muito relevante, ressalta-se que quaisquer resultados de estudos de simulação hidráulica baseados na capacidade anterior da barragem devem ser analisados com cautela.

A fiscalização da segurança da barragem é feita pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac/PE), que classificou a barragem, segundo a PNSB, na “Classe A”, com Dano Potencial Associado “Alto” e Categoria de Risco “Alto”. A barragem tem apresentado problemas de segurança estrutural documentados desde seu primeiro vertimento em 2004, ocasião em que a bacia de dissipação foi bastante danificada pelo forte impacto da água vertida pelo vertedor central. Além disso, foram identificadas deficiências nos vertedores laterais, deterioração do concreto, percolação considerável e danos estruturais na parede e teto da galeria interna.

A Tabela 18 apresenta a ficha técnica da Barragem de Jucazinho, conforme consta no Plano de Ação de Emergência (PAE) (GEOTECHNIQUE CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA, 2017). Preferiu-se utilizar essa fonte de informação, pois foi a mais completa encontrada.

Tabela 18 – Ficha Técnica da Barragem de Jucazinho

<b>LOCALIZAÇÃO</b>	
Rio	Capibaribe
Município	Surubim/Cumarú
Unidade da Federação	Pernambuco
Coordenadas Norte e Leste (UTM)	91188348 S / 197707 E
Existência de barragens a montante e a jusante	Sim
<b>BARRAGEM</b>	
Tipo	Gravidade
Maciço	Concreto Compactado com Rolo - CCR
Altura máxima acima da fundação	63,20 m
Cota do coroamento	299,00 m
Comprimento do coroamento	442,00 m
Largura do coroamento	8,00 m
Inclinação do paramento de montante	Vertical
Inclinação do paramento de jusante	Vertical até cota 285,0 m e 0,8V:1,0H abaixo
Volume total do maciço	426.750 m <sup>3</sup>
Volume em CCR	358.479 m <sup>3</sup>
Volume em concreto convencional	68.271 m <sup>3</sup>
<b>HIDROLOGIA</b>	
Nome da Bacia	Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe
Área total da bacia hidrográfica	7.557,41 km <sup>2</sup>
Área da bacia hidrográfica até a Barragem	4.772 km <sup>2</sup>
Área da bacia hidráulica (cota 298,0 m)	1.877,6 ha
Precipitação média na bacia	1.095 mm
Vazão afluyente média (100%)	6.336,50 l/s
Vazão regularizada (100%)	2.972,80 l/s
<b>RESERVATÓRIO</b>	
Nível Máximo Normal (NMN)	292,00 m
Nível Máximo Maximorum (NMM)	298,00 m
Capacidade total do reservatório	327.035.812 m <sup>3</sup> (atualizado para 204.820.676 m <sup>3</sup> )
Área inundada (NMN)	15.996.499 m <sup>2</sup>
<b>EXTRAVASOR CENTRAL</b>	
Tipo	Canal de queda em degraus (Stepped Spillway)
Cota da soleira	292,0 m
Descarga máxima	5.446,69 m <sup>3</sup> /s
Lâmina máxima de água vertente	6,0 m
Comprimento	170,00 m
Modalidade de dissipação de energia	Ressalto hidráulico
Comprimento da dissipação	180,0 m
Largura da dissipação	20,00 m
<b>EXTRAVASORES LATERAIS</b>	
Quantidade	2
Tipo	Canal lateral escavado em rocha e solo
Cota da soleira	295,0 m
Descarga máxima total (nos dois extravasores)	1.291,30 m <sup>3</sup> /s
Comprimento	57,0 m cada
Lâmina máxima de água vertente	3,0 m
<b>TOMADA D'ÁGUA / DESCARGA DE FUNDO</b>	
Solução	Galeria com Torre
Localização	Embutida no maciço da barragem
Diâmetro inicial do conduto	2.000 mm
Diâmetro final do conduto	1.500 mm
Controle à entrada	Comporta Vagão
Controle à saída	Válvula dispersora (Howell-Bungers)
Cota à entrada	251,00 m
Descarga de regularidade	3,0 m <sup>3</sup> /s

Fonte: GEOTECHNIQUE CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA (2017)

### 3.1.2 Impacto Potencial

A delimitação das áreas potencialmente impactadas pela ruptura da Barragem de Jucazinho foi feita no âmbito do Plano de Ação de Emergência (PAE) da barragem, que foi elaborado em 2017 (GEOTECHNIQUE CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA, 2017). O estudo foi feito utilizando os dados topográficos com escala de 1:5000 disponibilizados pelo Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D) (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE PERNAMBUCO, 2016).

Foram considerados 3 (três) cenários:

- Ruptura mais provável: tempo de ruptura de 30 min, largura da brecha de 60,00 m (dois blocos no centro da barragem), profundidade da brecha até a galeria de drenagem e nível d'água no reservatório na cota 292,00 m (soleira do extravasor central);
- Ruptura extrema: tempo de ruptura de 6 min, largura da brecha de 158,50 m (cinco blocos no entorno de um dos extravasores laterais), profundidade da brecha até o pé da barragem e nível d'água no reservatório na cota 298,00 m (Nível Máximo Maximorum, alcançado pela cheia de TR = 10.000 anos)<sup>14</sup>;
- Operação extrema. escoamento da cheia de projeto do extravasor, sem formação de brecha na barragem, que corresponde a um pico de vazão de 6.738,00 m<sup>3</sup>/s (TR = 1.000 anos).

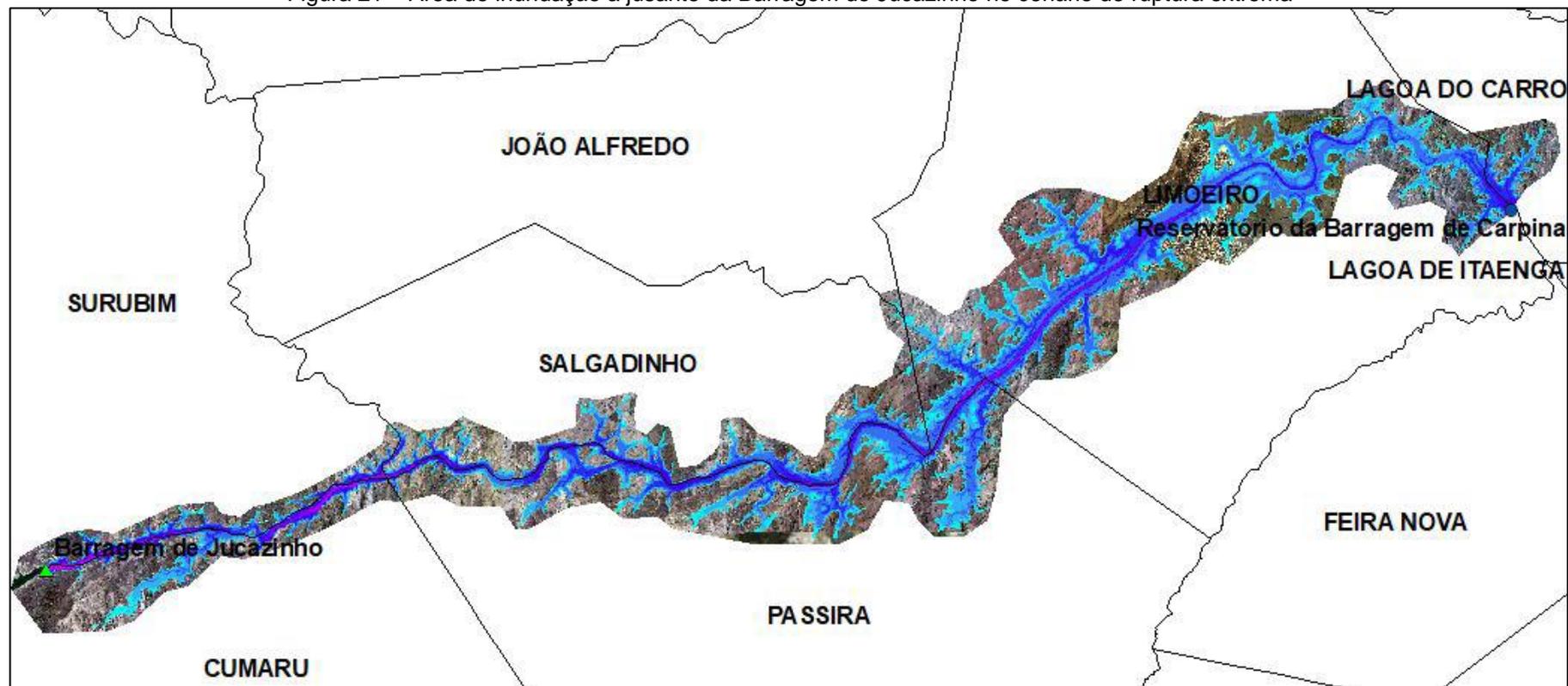
O cenário do PAE de Jucazinho considerado na avaliação dos danos potenciais foi o da ruptura extrema e a área de abrangência se estendeu por 58 km até o reservatório da barragem de Carpina, sendo que os primeiros 14,5 km até o município de Salgadinho corresponde a Zona de Autossalvamento (ZAS)<sup>15</sup>. O mapa gerado com a delimitação da área de inundação é apresentado na Figura 21.

---

<sup>14</sup> As premissas adotadas no PAE relativas ao modo de falha deveriam ser revisadas, considerando as melhorias estruturais que a barragem recebeu, principalmente em relação à ruptura ocorrendo no vertedor lateral, cujo taludes nas duas ombreiras foram ampliados e receberam tratamento superficial, além da construção dos canais de restituição em concreto armado.

<sup>15</sup> Segundo a Resolução ANA nº 236/2017, ZAS é a "região do vale a jusante da barragem em que se considera que os avisos de alerta à população são da responsabilidade do empreendedor, por não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência.

Figura 21 – Área de inundação a jusante da Barragem de Jucazinho no cenário de ruptura extrema

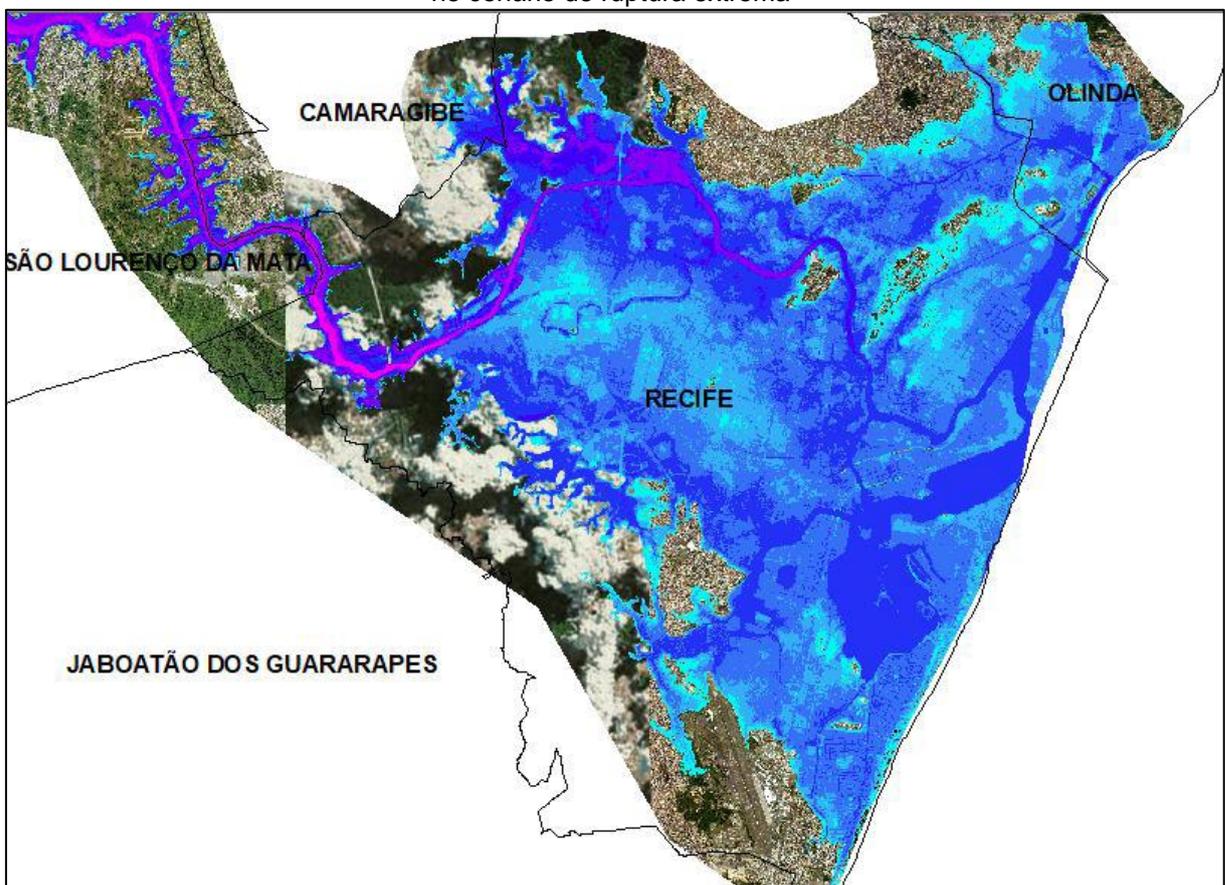


Fonte: Geotechnique Consultoria e Engenharia Ltda (2017)

A população potencialmente atingida foi estimada em 35.694 pessoas (utilizando dados do censo de 2010 do IBGE), distribuídas em Surubim (981 hab no distrito de Chéus), Passira (1.979 hab), Cumaru (343 hab no distrito sede e 59 hab no distrito de Ameixas), Salgado (4.448 hab) e Limoeiro (27.884 hab).

Além disso, segundo o PAE, a ruptura da Barragem de Jucazinho não provoca o galgamento da barragem Carpina, entretanto, a vazão efluente de Carpina oriunda da ruptura de Jucazinho pode causar danos relevantes em Recife/PE (Figura 22).

Figura 22 – Área de inundação na cidade de Recife decorrente da ruptura da Barragem de Jucazinho no cenário de ruptura extrema



Fonte: GEOTECHNIQUE CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA (2017)

Algumas observações são pertinentes neste contexto: quanto à atuação do Dnocs como empreendedor, é importante notar que o Plano de Ação de Emergência (PAE) de Jucazinho abrange apenas até a área do reservatório de Carpina e, a partir deste local, as ações de segurança cabem à Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). Assim, é interessante que a Compesa, ao estudar os impactos decorrentes da ruptura da barragem de Carpina, considere entre os cenários possíveis, a ruptura em cascata a partir de Jucazinho.

### 3.2 AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA

A Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac/PE) é uma autarquia sob regime especial, criada pela Lei Estadual nº 14.028/2010 e alterada pela Lei nº 17.803/2022. Sua finalidade é *“executar a Política Estadual de Recursos Hídricos e regular o uso da água, no âmbito dos recursos hídricos estaduais e dos federais nos termos em que lhe forem delegados, bem como realizar monitoramento hidrometeorológico e previsões de tempo e clima no Estado”* (PERNAMBUCO, 2010).

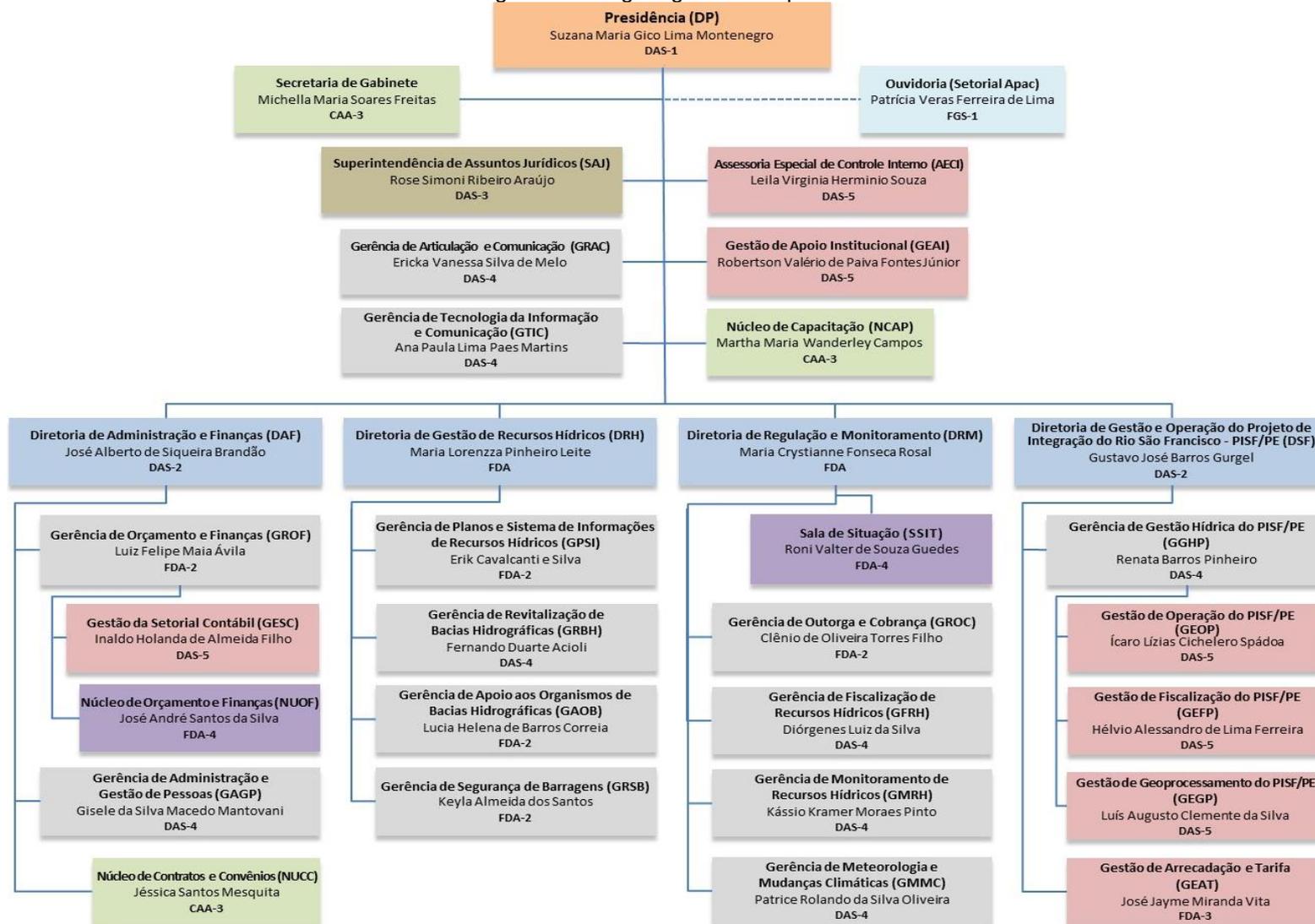
Segundo a Lei nº 14.028/2010 (PERNAMBUCO, 2010), a estrutura básica da Apac/PE é composta por uma Diretoria Colegiada, Assessorias e Gerências. A Diretoria Colegiada é composta pelo Diretor-Presidente e 4 Diretores Executivos e é responsável, entre outras coisas, por exercer a administração da agência, editar normas, aprovar o Plano Anual de Trabalho e o Regimento Interno. O Decreto Estadual nº 37.387/2011 (PERNAMBUCO, 2011) aprovou o regulamento com a descrição das atividades das unidades organizacionais. A Figura 23 apresenta o organograma da Apac/PE (APAC, 2023).

Particularmente em relação ao tema segurança de barragens, conforme se apurou, ele foi inicialmente tratado na área de outorga da Apac/PE, vinculada à Diretoria de Regulação e Monitoramento (DRM). Contudo, as demandas relativas ao assunto avolumaram-se e, no final do ano de 2019, houve a necessidade de se criar uma área específica para tratar do tema: a Gerência de Segurança de Barragens - GRSB, vinculada à Diretoria de Gestão de Recursos Hídricos (DRH).

Segundo dados do RSB/2022 (ANA, 2023), a Apac/PE é responsável por fiscalizar 439 barragens. Dessas, 135 podem ser consideradas grandes barragens pelos critérios da Icold (2020), explicados no item 2.6.1. Assim, entre os 33 órgãos efetivamente fiscalizadores, Pernambuco é o 14º em termos do número de barragens fiscalizáveis e o 5º quando se consideram apenas as grandes barragens.

Esse número de barragens corresponde aos registros que existiam nas bases de dados das instituições do Estado de Pernambuco e que foram organizados e complementados pela Apac/PE. Porém, há indicativos de que esse número seja bem superior, uma vez que a análise de dados espaciais indica a presença de cerca de 2.700 espelhos d'água artificiais no Estado.

Figura 23 – Organograma da Apac/PE



Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima (2023)

### 3.3 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS

A origem do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) remonta ao ano de 1909, quando foi criada a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) por meio do Decreto nº 7.619/1909. Em 1919, pelo Decreto nº 13.687/1919, passou a se chamar "Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) e, em 1945, o Decreto-Lei nº 8.486/1945 definiu sua denominação atual (DNOCS, 2018).

A Lei nº 4.229/1963 transformou o Dnocs em autarquia federal (BRASIL, 1963) e estabeleceu entre suas competências: contribuir para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos; elaborar projetos de engenharia e executar obras públicas de captação, acumulação, condução, distribuição, proteção e utilização de recursos hídricos; colaborar na realização de estudos de avaliação permanente da oferta hídrica e da estocagem nos seus reservatórios, visando procedimentos operacionais e emergenciais de controle de cheias e preservação da qualidade da água; colaborar na preparação dos planos regionais de operação, manutenção e segurança de obras hidráulicas, incluindo atividades de manutenção preventiva e corretiva, análise e avaliação de riscos e planos de ação emergencial em casos de acidentes. O Dnocs define sua missão como:

Promover a adequada convivência com a seca por meio da implantação de infraestrutura, do aproveitamento e da gestão integrada de recursos hídricos, assegurando o desenvolvimento socioeconômico de áreas suscetíveis à escassez hídrica (DNOCS, 2018, p. 10).

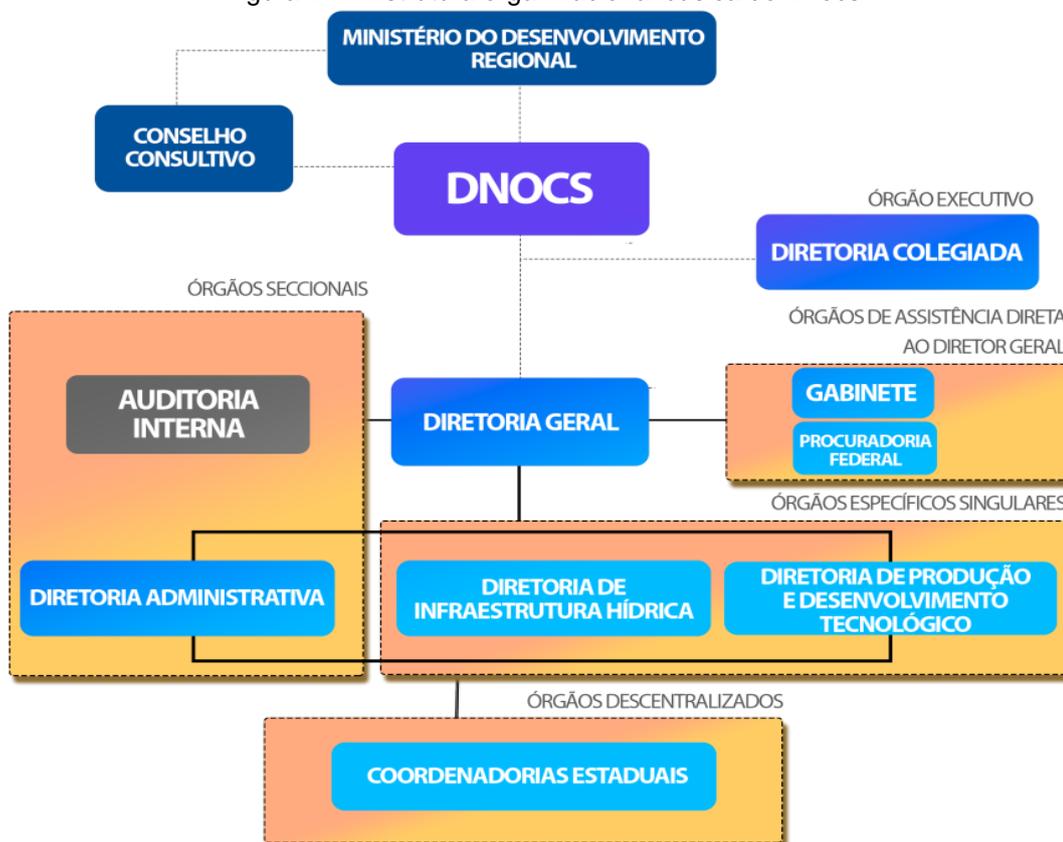
A sede do Dnocs se localiza em Fortaleza/CE, embora a Lei nº 4.229/1963 a tenha previsto como provisória enquanto não se transfere para Brasília/DF. A área de atuação compreende a região do "Polígono das Secas", abrangendo os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte dos Estados do Maranhão e Minas Gerais (BRASIL, 1963).

A Figura 24 apresenta a estrutura organizacional básica do Dnocs:

- I. Diretoria Colegiada composta por Diretor-Geral e até 3 Diretores (administrativo, infraestrutura hídrica e desenvolvimento tecnológico e produção). O Diretor-Geral e os Diretores são nomeados pelo Presidente da República, por indicação do Ministro ao qual o Dnocs está vinculado. Entre outras coisas, o Diretor-Geral coordena e representa o Dnocs ativa e passivamente, aprova licitações e projetos;

- II. Conselho Consultivo, composto por representantes de 3 Ministérios, 4 representantes dos Estados na área de atuação do Dnocs, 1 representante da Sudene e o Diretor-Geral do Dnocs. O Conselho deve se reunir pelo menos uma vez por ano para opinar sobre o planejamento, normas, relatórios, bem como criar câmaras técnicas de apoio;
- III. Unidades regionais para promover a execução dos programas e atividades, elaborar e aprovar projetos e termos de referência, praticar todos os atos necessários à realização das despesas de investimento necessárias ao desempenho das competências (DNOCS, 2017).

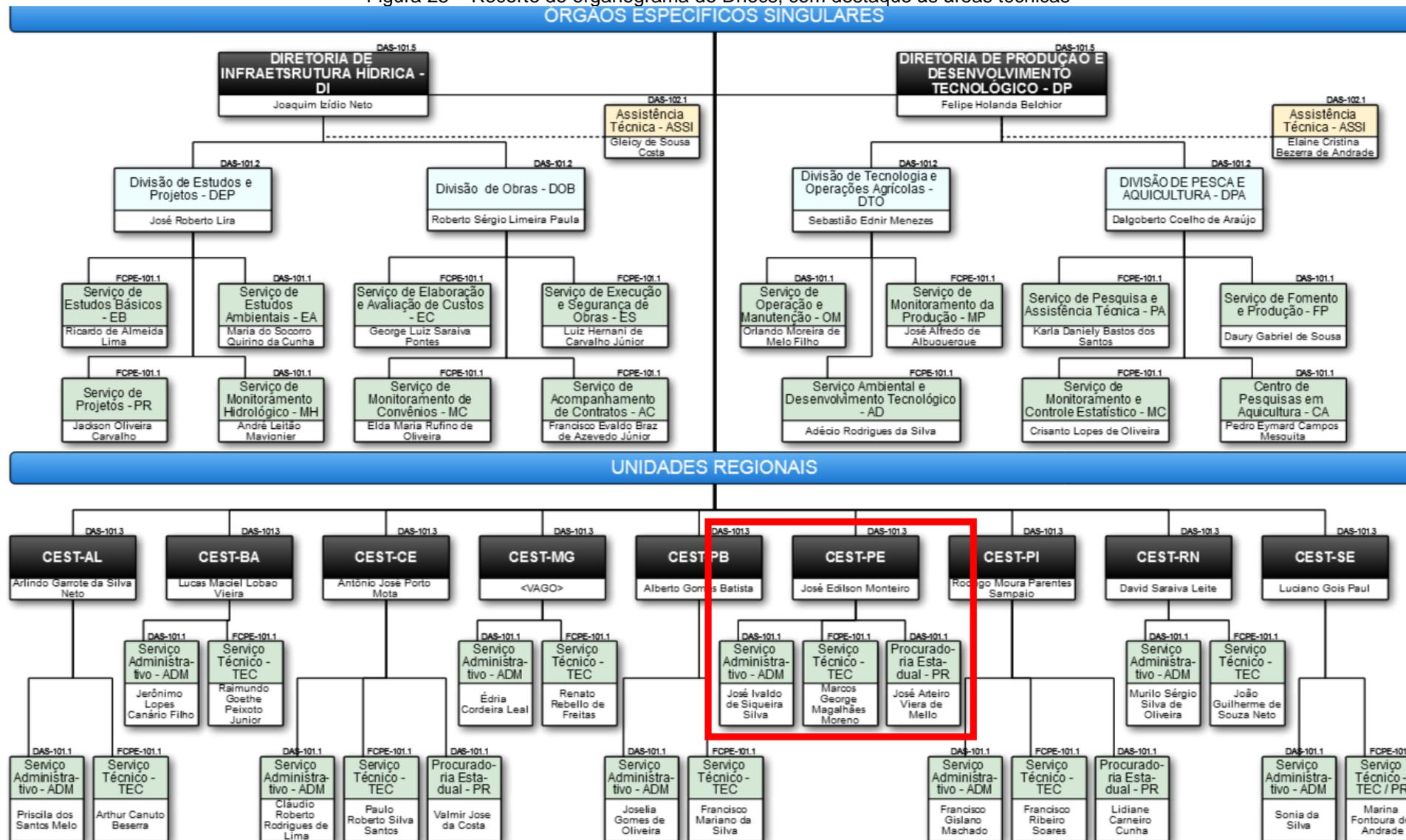
Figura 24 – Estrutura organizacional básica do Dnocs



Fonte: Dnocs (2023)

A Figura 25 apresenta um recorte da versão detalhada do organograma, destacando as unidades específicas (2 diretorias) e descentralizadas (9 coordenadorias estaduais), de caráter mais técnico. As coordenadorias possuem serviços administrativos, técnicos e procuradoria estadual. Em destaque na cor vermelha é indicada a Coordenadoria Estadual de Pernambuco (CEST-PE).

Figura 25 – Recorte do organograma do Dnocs, com destaque às áreas técnicas



Fonte: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (2023)

### 3.3.1 Coordenadoria Estadual - CEST-PE/Dnocs

As ações do Dnocs em Pernambuco são conduzidas pela Coordenadoria Estadual - CEST-PE/Dnocs, cuja organização é dada a seguir (DNOCS, 2023):

- CEST-PE/ADM – Serviço Administrativo: inclui os setores de Recursos Financeiros, Recursos Humanos e Recursos Logísticos;
- CEST-PE/TEC – Serviço Técnico: inclui os setores de Aquicultura, Operações Agrícolas e Recursos Hídricos;
- PF/DNOCS/CEST-PE – Procuradoria Estadual;
- CEST-PE/UCCP – Unidade de Campo da Bacia do Capibaribe (Surubim);
- CEST-PE/UCM – Unidade de Campo da Bacia do Moxotó (Ibimirim);
- CEST-PE/UCPJ – Unidade de Campo da Bacia do Pajeú (Serra Talhada);
- CEST-PE/EPBT – Estação de Piscicultura Bastos Tigre (Ibimirim).

No regimento anterior (DNOCS, 1975), a estrutura de atuação descentralizada do Dnocs era bastante diferente. Em Pernambuco havia uma Diretoria Regional, Distritos de Engenharia Rural e Gerências de Perímetros. Entre outros, a Diretoria Regional contava com setores de Estudos e Projetos e Obras Cíveis com serviços de cartografia, pedologia, hidrologia, geologia, socioeconomia, irrigação, laboratórios de análises físico-químicas, custos e orçamento.

### 3.3.2 Comitê de Governança, Riscos e Controles

Ainda em relação aos órgãos de assistência à direção, por meio da Portaria Dnocs nº 319/2017 (DNOCS, 2017), foi instituído o Comitê de Governança, Riscos e Controles do Dnocs composto pelos 4 diretores, com os seguintes objetivos:

- I - promover práticas e princípios de conduta e padrões de comportamentos;
- II - institucionalizar estruturas adequadas de governança, gestão de riscos e controles internos;
- III - promover o desenvolvimento contínuo dos agentes públicos e incentivar a adoção de boas práticas de governança, de gestão de riscos e de controles internos;
- IV - garantir a aderência às regulamentações, leis, códigos, normas e padrões, com vistas à condução das políticas e à prestação de serviços de interesse público;
- V - promover a integração dos agentes responsáveis pela governança, pela gestão de riscos e pelos controles internos;
- VI - promover a adoção de práticas que institucionalizem a responsabilidade dos agentes públicos na prestação de contas, na

transparência e na efetividade das informações; VII - aprovar política, diretrizes, metodologias e mecanismos para comunicação e institucionalização da gestão de riscos e dos controles internos; VIII - supervisionar o mapeamento e avaliação dos riscos-chave que podem comprometer a prestação de serviços de interesse público; IX - liderar e supervisionar a institucionalização da gestão de riscos e dos controles internos, oferecendo suporte necessário para sua efetiva implementação no órgão ou entidade; X - estabelecer limites de exposição a riscos globais do órgão, bem com os limites de alçada ao nível de unidade, política pública, ou atividade; XI - aprovar e supervisionar método de priorização de temas e macroprocessos para gerenciamento de riscos e implementação dos controles internos da gestão; XII - emitir recomendação para o aprimoramento da governança, da gestão de riscos e dos controles internos; e XIII - monitorar as recomendações e orientações deliberadas pelo Comitê.

Em seguida, o Dnocs instituiu sua Política de Gestão de Riscos Integrada (Portaria nº 413-DG/2020), em conformidade com o Decreto nº 9.203/2017 e considerando as orientações do Manual .de Gestão de Riscos do TCU. Um diferencial significativo em relação ao Decreto são as categorias de risco consideradas, a saber:

- Inerente: risco a que uma organização está exposta sem considerar quaisquer ações gerenciais que possam reduzir a probabilidade de sua ocorrência ou seu impacto;
- Residual: risco a que uma organização está exposta após a implementação de ações gerenciais para o tratamento do risco;
- Operacional: relativa a falhas, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas, infraestrutura e sistemas;
- Imagem e reputação: são riscos de situações que afetam a confiança da sociedade (ou de parceiros, de clientes ou de fornecedores) em relação à capacidade do Dnocs em cumprir sua missão institucional;
- Integridade: abrange práticas de corrupção, fraudes, irregularidades e/ou desvios éticos e de conduta;
- Financeiros e orçamentários: são riscos relativos a eventos que podem impactar a capacidade financeira ou orçamentária de realizar as atividades.

O Comitê é responsável por aprovar o Plano Estratégico Institucional (PEI) do Dnocs, de forma compatível com as estratégias do governo federal estabelecidas no Plano Plurianual e com o planejamento do ministério.

O Planejamento Estratégico é um processo sistêmico de estabelecimento da estratégia para o alcance de uma situação futura desejada, partindo-se de uma condição presente, do entendimento do que é a organização e qual o seu papel, além de considerar a análise do contexto político-institucional de momento, buscando sempre maior efetividade dos resultados e eficiência da gestão dos recursos. (...) (DNOCS, 2021, p. 11)

Segundo o Mapa Estratégico Dnocs 2021-2024, ilustrado na Figura 26, efetuar o monitoramento e a segurança de barragens é considerado um dos macroprocessos finalísticos (DNOCS, 2021, p. 23). Além disso, o PEI 2021-2024 indica os seguintes objetivos estratégicos com relação ao tema da tese (DNOCS, 2021, p. 26-28):

- Objetivo estratégico 7 – Realizar estudos e implantação de infraestrutura hídrica: envolve, entre outras coisas, o desenvolvimento de ações de segurança, a operação e manutenção dos sistemas hídricos e os procedimentos operacionais e emergenciais em situações de risco.
- Objetivo estratégico 9 – Efetuar o monitoramento e a segurança de barragens: envolve a promoção do acompanhamento das condições de segurança e manutenção das obras de infraestrutura hídrica e a operação da rede de estações de monitoramento, bem como a coleta e análise dos dados objetivando a elaboração de cenários futuros, além da elaboração e análise dos planos regionais de operação, manutenção e segurança de obras de infraestrutura hídrica, incluindo atividades de manutenção preventiva e corretiva, análise e avaliação de riscos e planos de ação emergencial em casos de acidentes.
- Objetivo estratégico 14 – Fortalecer a governança institucional: criar e disciplinar mecanismos de liderança, estratégias e controles que assegurem o adequado monitoramento da execução dos processos finalísticos, de governança e de suporte pelos respectivos gestores, avaliando os resultados obtidos frente aos objetivos propostos com vistas à correção de eventuais desvios por meio da identificação e gerenciamento dos riscos inerentes a esses processos.

O acompanhamento da execução do PEI 2021-2024 é realizado por meio de indicadores, que cobrem uma ampla gama de objetivos – orçamentário, financeiro, gestão de pessoas, acesso à informação, governança institucional, obras hidráulicas, segurança hidráulica, entre outros. No documento constam o histórico dos indicadores

no período de 2017-2020 e as metas para 2021-2024. A seguir são indicados aqueles relacionados à segurança de barragens (DNOCS, 2021, p. 40,43):

- Grau de recuperação das infraestruturas: constam que não foram feitas recuperações no período 2017-2020. O indicador é calculado pelo quociente entre o número de infraestruturas recuperadas realizadas pelo número de infraestruturas a serem recuperadas<sup>16</sup>.
- Percentual de barragens inspecionadas: consta que não foram feitas inspeções no período 2017-2020. O indicador é calculado pela divisão do número de inspeções realizadas pelo número de inspeções previstas<sup>17</sup>.

O PEI indica ainda os Projetos Estratégicos para o período de 2021-2024 (DNOCS, 2021, p. 49-51), entre os quais constam:

- ID-14: Recuperação e modernização de barragens estratégicas – PISF (*Projeto de Transposição do Rio São Francisco*). São indicados 9 projetos em andamento ou planejados vinculados ao PISF.
- ID-15: Plano de Segurança de Barragem e Plano e Ação Emergencial (elaboração). Foram indicados 3 como meta para o período 2021-2024;
- ID-16: Recuperação de Barragens do Dnocs, considerando especialmente as intervenções indicadas em inspeções a fim de garantir a sua segurança. Foram recuperadas 32 em 2021, previstas mais 15 para 2022 e mais 35 para 2023 e 35 para 2024;

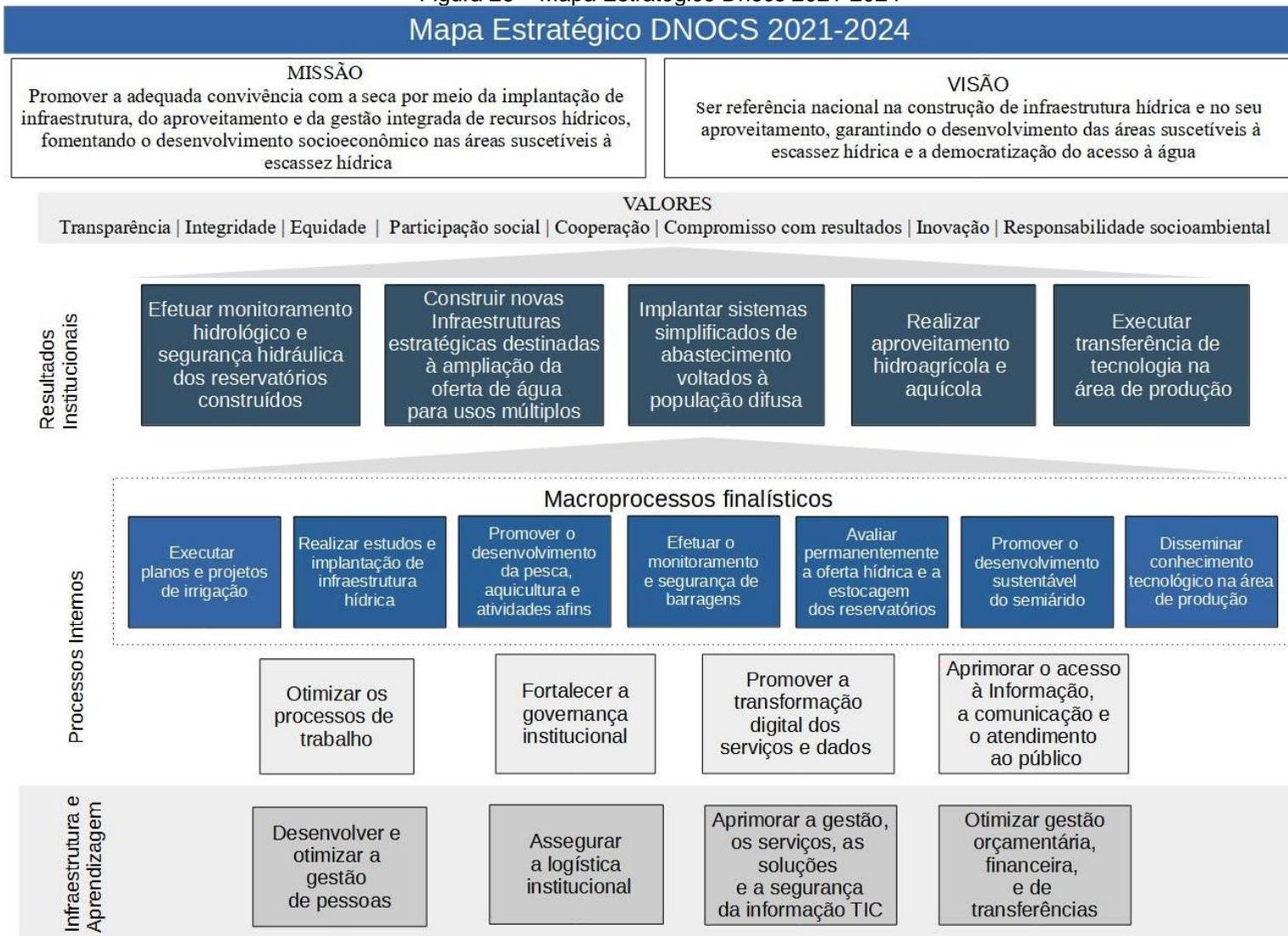
Conforme se observa, o Dnocs tem diversas ações em andamento para segurança de barragens. Entretanto, há de se considerar que o Dnocs é o empreendedor brasileiro com o maior número de barragens sob sua responsabilidade e que a PNSB não faz distinção do número de barragens por empreendedor ao estabelecer as exigências legais. Em outras palavras, pela quantidade de barragens que o Dnocs possui, mesmo que demonstre empenho em cumprir todas as exigências legais da PNSB, dificilmente conseguirá atender a todas nos prazos normalmente exigidos pelos fiscalizadores, como já demonstram os dados do PEI apresentados.

---

<sup>16</sup> A meta de recuperação anual das infraestruturas representa uma parcela das barragens do Dnocs que precisam de recuperação. Ou seja, o valor elevado do “Grau de recuperação das infraestruturas” significa que a meta anual está sendo cumprida, mas não diz quanto de trabalho precisa ser feito.

<sup>17</sup> A meta de barragens inspecionadas anualmente é de 100, que é inferior ao número total de 229 barragens do Dnocs que são reguladas pela PNSB.

Figura 26 – Mapa Estratégico Dnocs 2021-2024

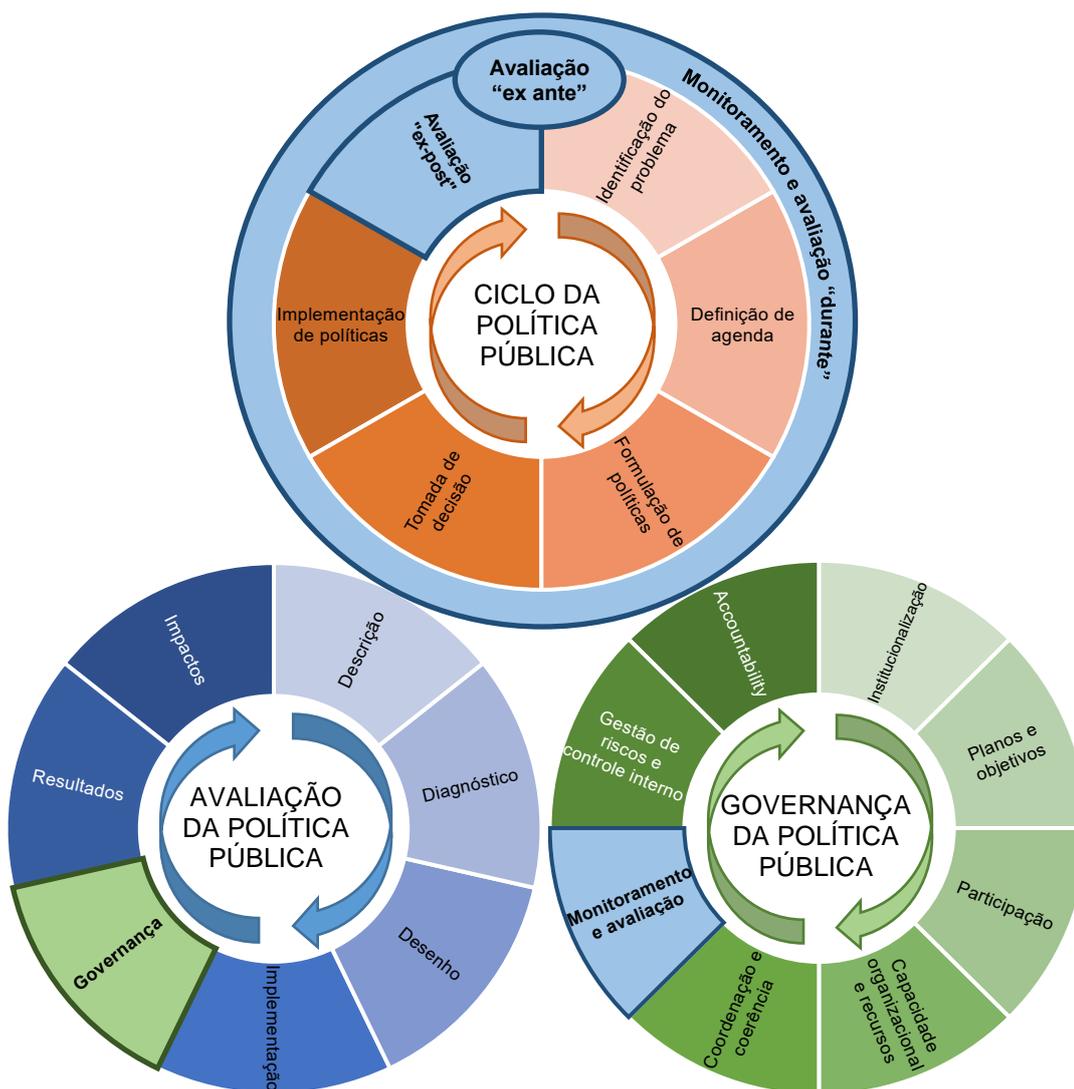


Fonte: Dnocs (2021)

### 3.4 METODOLOGIA PROPOSTA

Antes de detalhar o método proposto, considera-se oportuno evidenciar as interrelações existentes entre os conceitos-chave já apresentados: o ciclo da política pública e os modelos de avaliação da política pública e de governança. A representação destas interrelações é apresentada na Figura 27.

Figura 27 – Relação entre o ciclo da política pública e os modelos de avaliação e governança



Fonte: O autor, inspirado em Wu, Ramesh *et al.* (2014), Casa Civil (2018c) e TCU (2014a)

Conforme ilustrado, a avaliação da política pública é uma etapa importante do seu ciclo, podendo ocorrer a qualquer tempo, sendo que a governança é um dos aspectos a ser considerado na avaliação. Por outro lado, a existência de rotinas de avaliação da política também se constitui um requisito de uma boa governança.

Os vários aspectos da governança se relacionam ao funcionamento da instituição, porém, destaca-se ainda a necessidade de se considerar a participação social, que normalmente é defendida no discurso político, mas nem sempre é aplicada, até mesmo pela dificuldade prática em se fazer de forma objetiva.

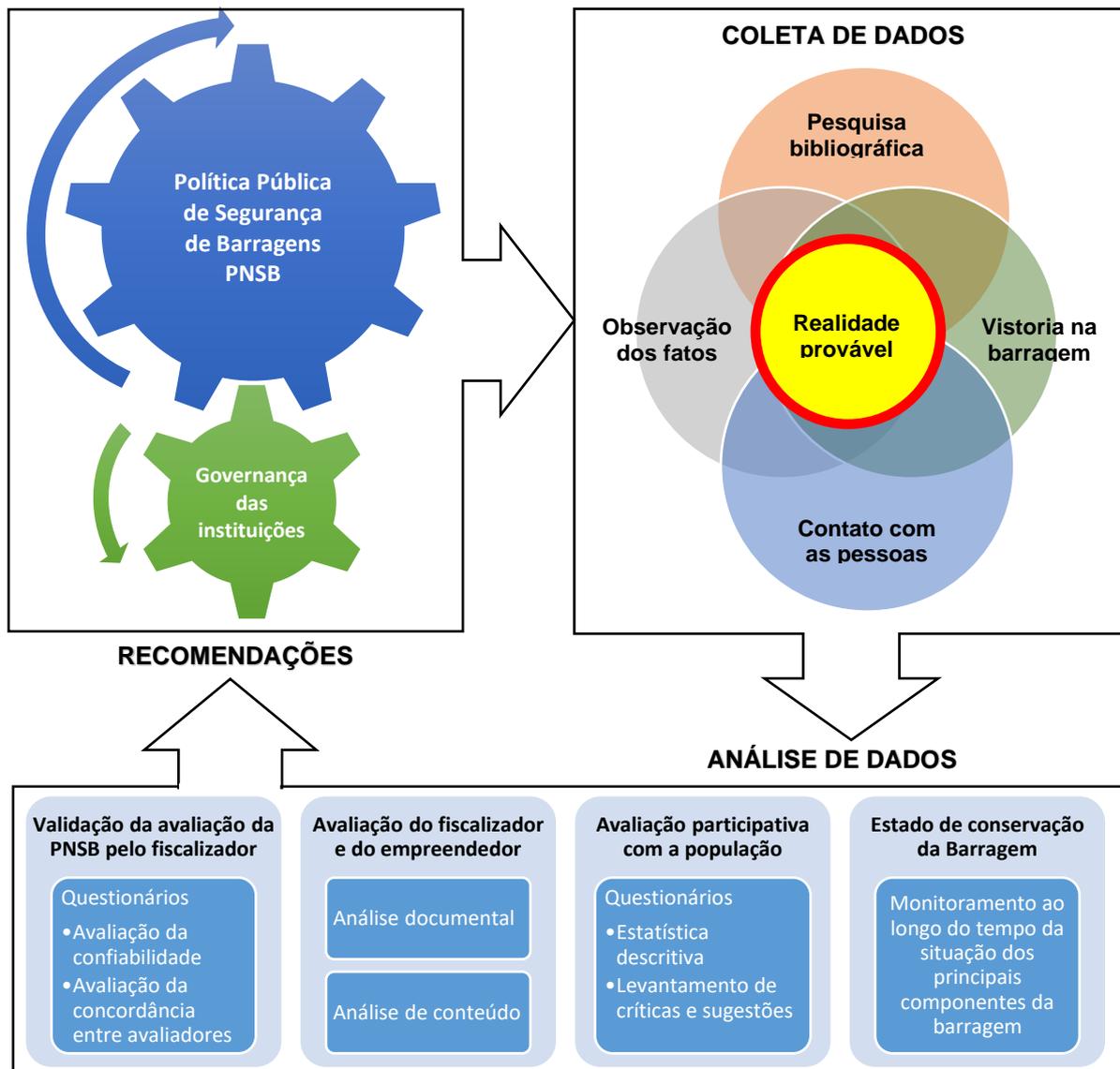
A metodologia proposta para avaliar a governança da PNSB considera uma abordagem multidimensional contemplando as perspectivas de diferentes atores envolvidos na gestão e segurança de barragens. As perspectivas são as seguintes:

- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs): enquadrado como empreendedor, é responsável pela implementação de medidas de segurança e manutenção de barragens. Avalia-se o funcionamento da organização em relação às ações de segurança de barragens.
- Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac/PE): como órgão fiscalizador da segurança de barragens, atua para garantir a conformidade com as normas estabelecidas pela PNSB. Além de avaliar o funcionamento da organização em relação a segurança de barragens, a participação da Apac/PE é essencial para validar estadualmente a Avaliação Ex-post da PNSB realizada nacionalmente pelo MDR/Enap.
- População na área potencialmente afetada pela ruptura da barragem: a perspectiva dos beneficiários-direto dá legitimidade à PNSB na medida em que a comunidade reconhece sua importância. Assim, a metodologia busca identificar o perfil das pessoas, avaliar seu nível de conhecimento sobre segurança de barragens e o impacto desse tema em suas vidas.
- Barragem de Jucazinho: como elemento central deste estudo, o acompanhamento da situação da barragem representa a efetividade da PNSB ao longo tempo.

Além disso, a metodologia incorpora métodos qualitativos e quantitativos. A coleta de dados envolve pesquisa bibliográfica, observação dos fatos, contato com as pessoas e realização de vistorias periódicas na barragem. Em seguida, o processamento das informações coletadas segue quatro eixos de análise: validação da avaliação executiva ex-post da PNSB do MDR/Enap pelo órgão fiscalizador do estado; avaliação do funcionamento do empreendedor e fiscalizador; avaliação participativa com a população diretamente beneficiada; e a avaliação do Estado de Conservação da Barragem.

A Figura 28 fornece um esquema visual das fases da metodologia proposta, cujos pormenores são descritos nas seções subsequentes.

Figura 28 – Esquema ilustrativo do procedimento adotado na pesquisa



Fonte: O autor

### 3.4.1 Validação estadual da avaliação nacional da PNSB

Para realizar esta atividade, é necessário que já exista uma avaliação prévia da política pública. No caso de segurança de barragens, conforme apresentado no item 2.7.3, o então Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) realizou em 2021 a Avaliação Ex-post da PNSB. O resultado deste trabalho, cujo relatório final foi escrito pela Enap (2021), representa a síntese de um processo colaborativo envolvendo a participação de vários funcionários de instituições com atuação em segurança de barragens, com ênfase na experiência federal.

Considerando a diversidade regional, é importante reconhecer que as conclusões da avaliação do MDR não podem ser extrapoladas indiscriminadamente. As variadas experiências dos órgãos gestores lidando com uma ampla gama de situações conferem particularidades significativas a cada contexto. Ademais, mesmo que os órgãos reguladores estaduais se orientem pelas diretrizes do CNRH, eles também dispõem de regulações específicas que atendem às demandas e peculiaridades locais. Como resultado, é até natural que muitos aspectos avaliados no estudo do MDR tenham um entendimento distinto pelos profissionais dos Estados.

Dessa forma, uma avaliação nacional realizada por profissionais dos Estados que atuam na área de segurança de barragens pode oferecer percepções valiosas. No entanto, compreender como cada profissional do órgão regulador avalia cada aspecto da Avaliação Ex-Post da PNSB é uma tarefa bastante árdua, pois exigiria um tempo considerável desses profissionais e, posteriormente, demandaria um esforço adicional para sistematizar os dados coletados e permitir sua análise.

Dessa maneira, a metodologia de validação proposta considera a realização de *entrevistas semiestruturadas*, combinando perguntas abertas e fechadas a partir de um roteiro de perguntas previamente estabelecido. Assim, o relatório de avaliação da PNSB foi estruturado na forma de questionário (Tabela 19) com 83 sentenças na escala *Likert* de 7 categorias (níveis ou pontos), que é o limite recomendado a partir do qual não se observa ganho incremental na medição ao se aumentar o número de categorias. Outra vantagem dessa escala é que pode ser reduzida para 5 ou 3 categorias por agrupamento, facilitando a análise da concordância.

As sentenças foram organizadas em 6 blocos temáticos, cada um associado a um tipo específico de escala Likert, visando avaliar diferentes dimensões do tema abordado. Os blocos são detalhados a seguir:

- A. Diagnóstico do problema: 6 sentenças na escala de concordância, variando de “1 – Concordo plenamente” a “7 – Discordo completamente”.
- B. Desenho da política: 4 sentenças na escala de efetividade nos processos, variando de “1 – Alta efetividade” a “7 – Baixa efetividade”.
- C. Avaliação dos resultados: 21 sentenças na escala de satisfatoriedade, variando de desempenho “1 – Satisfatório” a “7 – Insatisfatório”.
- D. Estrutura e processo de governança: 12 sentenças na escala de qualidade, variando de “1 – Ótimo” a “7 – Péssimo”.
- E. Sistema de gestão de riscos: 16 sentenças, cada uma com 2 respostas. A primeira (Ep) mede a probabilidade de ocorrer o evento, variando de “1 – Muito provável” a “7 – Muito improvável” e a segunda (Ei) mede o impacto, variando de “1 – Muito grave” a “7 – Muito leve”.
- F. Iniciativas: 24 sentenças avaliadas na escala de concordância, variando de “1 – Concordo plenamente” a “7 – Discordo completamente”.

Considerando todos os blocos, há um total de 99 respostas às perguntas fechadas. Além disso, cada bloco oferece um espaço para “Comentários e sugestões”, incentivando os entrevistados a complementarem suas respostas.

O passo seguinte é a avaliação da consistência interna (*confiabilidade*) das questões utilizando o *coeficiente alfa de Cronbach* e depois a avaliação da concordância entre os avaliadores pelo *coeficiente de concordância Kappa*, ambos procedimentos detalhados no Capítulo 2.5 (Psicometria).

Para ficar mais intuitiva a compreensão dos resultados, calcula-se ainda um indicador dado pela diferença entre 100% e a relação entre os pontos obtidos em cada critério menos um e o máximo da escala *Likert* menos um, ou seja, “Indicador=100%-(Pontos-1)/6”. Desse modo, variando de 0 a 100%, quanto maior o valor percentual deste indicador maior a concordância, efetividade, satisfatoriedade, qualidade ou intensidade no critério avaliado.

Ao final, obtém-se a quantificação da percepção dos profissionais do Estado de Pernambuco em relação a cada bloco de respostas da avaliação da PNSB feita pelo MDR. Destaca-se que os resultados possibilitam um exame de múltiplos aspectos do ciclo da política pública de segurança de barragens sob a perspectiva do Estado.

Tabela 19 – Formulário para entrevista de funcionários do órgão fiscalizador

Formulário de Pesquisa sobre a Implementação da Política Pública de Segurança de Barragens	
<p>Esse formulário faz parte de uma pesquisa de doutorado realizado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco. As questões foram formuladas com base nos resultados do documento intitulado “<i>Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB): Relatório Final de Avaliação Ex-Post</i>”, disponível em &lt;<a href="https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/camaras-tecnicas/ctsb/snisb/avaliacao-ex-post-da-politica-nacional-de-seguranca-de-barragens">https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/camaras-tecnicas/ctsb/snisb/avaliacao-ex-post-da-politica-nacional-de-seguranca-de-barragens</a>&gt;. O referido documento foi elaborado pela Escola Nacional de Administração Pública (Enap) em 2021 por demanda da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNSH/MDR), tendo contado com a contribuição de funcionários de diversos órgãos atuantes em segurança de barragens. Desse modo, as questões representam os aspectos identificados como mais relevantes por esse grupo de especialistas e não expressam tacitamente o ponto de vista do responsável pela pesquisa atual, que, por fins técnico-científicos, adota um posicionamento imparcial.</p> <p>Em cada bloco de questões há um campo livre para apresentar um comentário ou sugestão, que são muito bem-vindos. O preenchimento de qualquer informação do formulário é opcional, sendo que os dados básicos (nome, e-mail, telefone, formação, empresa, cargo etc.) serão ocultados no documento final a ser produzido e só serão mantidos pelo pesquisador para o caso de necessidade de uma comunicação futura, como, por exemplo, para o encaminhamento de estudos produzidos com base nas informações fornecidas. Ademais, as respostas dos blocos de questões serão incorporadas integralmente ao texto final da tese de doutorado, sem qualquer alteração na redação visando a preservar as opiniões expressadas. Citações de dado pessoal ou sensível de outrem também serão omitidos.</p>	
Dados básicos	
<p>Nome: _____</p> <p>e-mail: _____ .. Telefone: (____) _____</p> <p>Formação principal: _____ Pós-graduação: [ ] Sim [ ] Não</p> <p>Tempo de experiência profissional: _____</p> <p>Empresa/Instituição: _____</p> <p>Cargo/Função: _____</p>	
Bloco A: Diagnóstico do problema	
<p>O diagnóstico do problema de uma política pública se refere à identificação das necessidades de uma população ou grupo de pessoas que enseja uma intervenção governamental. Assim, no caso do diagnóstico da PNSB, em sua região, como você avalia as proposições apresentadas a seguir?</p>	
<p>A1) Problema geral: Dificuldades (insuficiências) em exercer a ação preventiva plena na gestão de riscos em todo o ciclo de vida das barragens (projeto, implementação, manutenção, operação e descomissionamento) para proteção aos seus usos, à vida e ao patrimônio.</p> <p style="padding-left: 40px;">Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente</p>	
<p>A2) Gestão e Funcionamento Institucional: os problemas se concentram na capacidade gerencial pública e privada, articulação e coordenação institucional e lacunas regulatórias.</p> <p style="padding-left: 40px;">Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente</p>	
<p>A3) Comunicação: o tema segurança de barragens traz consigo uma imagem negativa associada a insegurança e não há uma comunicação clara e didática para o grande público.</p> <p style="padding-left: 40px;">Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente</p>	
<p>A4) Regras e Normas: os problemas se devem a ausência de um sistema regulatório unificado nacionalmente e a aplicação indistinta de normas sem considerar o tipo e porte do empreendimento.</p> <p style="padding-left: 40px;">Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente</p>	

A5) Recursos Humanos: há poucos profissionais experientes disponíveis, inclusive na Defesa Civil.  
Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

A6) Recursos Financeiros: não há um modelo de financiamento para apoiar a implementação de todos os instrumentos, regras e obrigações fixadas na PNSB. Os orçamentos no setor público e dos pequenos empreendedores privados são insuficientes.

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

Comentários e sugestões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Bloco B: Desenho da política

O desenho da política pública se refere às relações lógicas entre as atribuições institucionais e os objetivos. A definição das atividades para solucionar ou minimizar os problemas da política deve considerar o uso eficiente dos recursos disponíveis, minimizando custos e maximizando resultados. Nesta perspectiva, no contexto atual de maturidade da PNSB em sua região, para cada tema, como avalia o desenho da política? A pergunta não é sobre a qualidade dos resultados obtidos, mas sobre a lógica em que as ações foram concebidas, considerando as condições dos envolvidos, a necessidade de uso eficiente dos recursos e a capacidade de contribuir para o atingimento dos objetivos. Algo que ajuda a responder é pensar como sua instituição está estruturada (ou está se organizando) para realizar as atividades previstas e a capacidade dessas atividades produzirem resultados efetivos.

B1) Institucional e Gestão: SNISB; PSB; classificação e cadastramento de barragens; vistorias realizadas; PAE implementado; declaração de condição de estabilidade emitida; conceitos e práticas de segurança institucionalizados; integração entre empreendedor, defesa civil e fiscalizador.

Alta efetividade nos processos [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Baixa efetividade nos processos

B2) Gestão de Pessoas: responsáveis técnicos nas estruturas organizacionais; pessoas capacitadas; equipes qualificadas do PSB; formação de equipe multidisciplinar para inspeção; fiscalização e criação de disciplinas e cursos em segurança de barragens.

Alta efetividade nos processos [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Baixa efetividade nos processos

B3) Comunicação: Relatório de Segurança de Barragem; Eventos técnicos; Guias e normas de referência; divulgação de PAEs e Plancons.

Alta efetividade nos processos [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Baixa efetividade nos processos

B4) Normas e Regras: emissão de regulamentos, normas e guias de boas práticas; monitoramento de segurança; classificação das barragens por CRI e DPA; manuais e guias de boas práticas.

Alta efetividade nos processos [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Baixa efetividade nos processos

Comentários e sugestões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Bloco C: Avaliação dos resultados

A seguir são apresentados os resultados esperados da PNSB por produto, agrupados em quatro áreas temáticas. Pede-se que avalie o desempenho atual de cada item?

#### PRODUTOS

#### RESULTADOS

#### TEMA: Fortalecimento Institucional e Gestão

C1) SNISB - Garante transparência e acesso aos dados e informações  
implementado - Fornece uma base de dados consistentes

Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Desempenho insatisfatório

C2) PSB elaborado	- Melhora as condições de segurança, em caso de implementação do PSB - Fornece clareza sobre as ações de prevenção e resposta
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C3) Barragens classificadas e cadastradas	- Define a classe de risco das barragens que se enquadram na PNSB - Serve como critério para priorização das ações - Conscientiza os empreendedores sobre suas responsabilidades
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C4) Declarações de condição de estabilidade emitidas	- Fornece tranquilidade ao empreendedor e população nas áreas de risco - Define a situação da barragem aos órgãos oficiais e aos empreendedores - Permite a tomada de decisão quanto à necessidade de desativação
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C5) Conceitos e práticas de segurança institucionalizados	- Facilita a estruturação dos órgãos fiscalizadores - Inclui oficialmente a segurança de barragens na Agenda Política - Estimula os empreendedores a realizarem ações de segurança - Define os instrumentos da PNSB e transparência na implementação
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C6) Barragens vistoriadas <i>in loco</i>	- Aprimora a qualidade da avaliação de segurança pelo fiscalizador - Melhora a eficácia na atuação do fiscalizador - Qualifica a orientação ao empreendedor - Melhora a relação entre empreendedor e fiscalizador
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C7) Plano de Ação de Emergência implementado e periodicamente revisado	- Promove eficiência nas ações do empreendedor na prevenção e resposta - Propicia maior proteção da população, meio ambiente e infraestrutura - Melhora a comunicação e promove agilidade e efetividade na ações - Aproxima empreendedor e Defesa Civil - Incrementa a confiança em relação à segurança da barragem - Promove o preparo do empreendedor, Defesa Civil e população
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
<b>TEMA: Normas e Regras</b>	
C8) Emissão de regulamentos, normas e guias de boas práticas	- Orienta quanto à classificação por categoria de risco e dano potencial associado, orienta sobre as informações básicas de cadastro, estabelece o conteúdo mínimo dos documentos (PSB/ISR/ISE/RPSB/PAE e RSB) e fornece diretrizes sobre o monitoramento e a execução das ações de segurança pelos órgãos fiscalizadores e empreendedores
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C9) Normas sobre Plano de Ação de Emergência	- Fornece acesso à informação pela população em áreas de risco - Promove a realização de exercícios simulados - Favorece a articulação entre PAE e Plancon
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C10) Regras sobre a classificação quanto ao CRI e DPA	- Enquadra e classifica as barragens submetidas à PNSB - Define o conteúdo mínimo e nível de detalhamento do PSB/RPSB/PAE - Facilita a priorização nos Planos de Fiscalização Anuais e Plurianuais
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório

C11) Emissão de Manuais e Guias de Boas Práticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promove a observância a padrões técnicos de segurança</li> <li>- Dissemina conhecimento com os envolvidos e público em geral</li> <li>- Promove a capacitação de empreendedores e fiscalizadores</li> <li>- Melhora a qualidade de projetos e as ações de manutenção das barragens</li> <li>- Realça a necessidade de normatizar todas as fases da vida da barragem</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C12) Normas sobre a Revisão Periódica de Segurança de Barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder a revisão ou elaboração de estudos básicos</li> <li>- Melhora o conhecimento sobre a barragem</li> <li>- Fornece recomendações para melhoria da situação da barragem</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C13) Monitoramento da segurança de barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promove manutenções preventivas e corretivas</li> <li>- Fornece conhecimento continuado da "saúde" da barragem</li> <li>- Aponta a necessidade de melhorias e estudos complementares</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C14) Normas sobre o Plano de Segurança de Barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimula a discussão sobre segurança de barragens</li> <li>- Melhora a gestão da segurança de barragens</li> <li>- Provê mais clareza sobre o estado das barragens</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
<b>TEMA: Recursos Humanos</b>	
C15) Equipes dos empreendedores e fiscalizadores estruturadas e qualificadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprimora a capacitação dos agentes fiscalizadores</li> <li>- Favorece a formalização dos processos, permitindo auditorias e o planejamento de melhorias</li> <li>- Propicia que o fiscalizador atue como agente indutor da PNSB</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
<b>TEMA: Comunicação</b>	
C16) Divulgação do Relatório de Segurança de Barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornece um panorama anual da PNSB e sugestões para o CNRH</li> <li>- Gera conhecimento sobre a situação geral das barragens</li> <li>- Contribui na identificação de ações prioritárias</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C17) Clareza sobre a aplicabilidade das normas técnicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padroniza as ações de segurança</li> <li>- Regulamenta os instrumentos da PNSB</li> <li>- Melhora a execução da PNSB</li> <li>- Facilita as ações de fiscalização</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C18) Divulgação de guias de boas práticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provê suporte técnico especializado</li> <li>- Orienta atores da PNSB em relação ao cumprimento de suas obrigações</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C19) Divulgação de guias informativo à comunidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promove a cultura de segurança de barragens nas comunidades próximas</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório

C20) Divulgação de PAE/Plancon	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favorece a integração entre atores da PNSB</li> <li>- Melhora o relacionamento com a comunidade e Defesa Civil</li> <li>- Favorece o exercício simulado articulado do empreendedor com a Defesa Civil e comunidades potencialmente afetadas</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
C21) Realização de eventos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissemina conhecimentos sobre segurança de barragens</li> <li>- Promove publicações técnicas sobre o tema</li> <li>- Favorece o surgimento de cursos e treinamentos específicos</li> <li>- Estimula o interesse de profissionais pelo tema</li> <li>- Promove a evolução tecnológica e disseminação de novas práticas</li> <li>- Capacita as equipes da Defesa Civil</li> <li>- Encoraja a integração entre atores da PNSB</li> <li>- Fomenta a cultura de segurança de barragens</li> </ul>
Desempenho satisfatório [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	Desempenho insatisfatório
Comentários e sugestões: _____	
_____	
_____	

#### Bloco D: Estrutura e processo de governança

Pode-se conceituar a governança pública como a forma que o Estado exerce sua autoridade para implementar a política pública. Nesta pesquisa, a governança foi avaliada em 3 dimensões (liderança, estratégia e controle) que se subdividem em 12 componentes. Para orientar as respostas, são apresentadas perguntas relacionadas a aspectos dos componentes. Assim, avalie numa escala de 1 (ótimo) a 7 (péssimo) o estágio atual da governança da PNSB.

Tema	Componentes	Aspecto	Pergunta	Avaliação [1] Ótimo [7] Péssimo
Liderança	D1) Integridade	Confiabilidade	Qual a confiança dos atores nos gestores da PNSB?	[1] [2] [3] [4]
		Transparência	Os gestores da PNSB oferecem transparência de seus processos e decisões?	[5] [6] [7]
	D2) Competência	Capacidade de Resposta	Os gestores da PNSB conseguem responder técnica e prontamente as demandas?	[1] [2] [3] [4]
		Expertise	Os gestores da PNSB possuem capacidade para o desempenho de suas funções?	[5] [6] [7]
	D3) Responsabilidade	Prestação de Contas	Os gestores da PNSB se preocupam em prestar contas sobre atos relevantes para a política?	[1] [2] [3] [4]
		Comprometimento	Os gestores da PNSB comprometem seus recursos para a efetivação da política?	[5] [6] [7]
	D4) Motivação	Busca do Consenso	A natureza das relações entre atores e gestores da PNSB é consensuada?	[1] [2] [3] [4]
		Participação no Processo Decisório	A participação na tomada de decisão política é estimulada pelos gestores da PNSB?	[5] [6] [7]
Estratégia	D5) Diretrizes	Disseminação	Qual o conhecimento dos atores da PNSB em relação às diretrizes da PNSB?	[1] [2] [3] [4]
		Consistência Interna	Qual a influência das diretrizes no processo de execução da política pública?	[5] [6] [7]
	D6) Objetivos	Alinhamento Estratégico	A PNSB está alinhada com os objetivos estratégicos do governo?	[1] [2] [3] [4]
		Legitimidade	Os objetivos da política são considerados legítimos pelos envolvidos?	[5] [6] [7]
	D7) Planos	Construção Participativa	A política foi concebida participativamente?	[1] [2] [3] [4]
		Institucionalização	A PNSB conta com um plano nacional institucionalizado?	[5] [6] [7]
		Orientação	Em que medida o planejamento da PNSB orienta a sua operacionalização?	[1] [2] [3] [4]

D8) Ações	Recursos Humanos	Em que medida os recursos humanos estão adequados às necessidades da PNSB?	[1] [2] [3]
	Recursos Financeiros	Em que medida os recursos financeiros estão adequados às necessidades da PNSB?	[4]
	Atribuições	Quão clara é a atribuição de cada ator em relação às ações da política?	[5] [6] [7]
D9) Atores	Foco no Objetivo Comum	Em que medida o foco dos atores é limitado ao objetivo comum?	
	Comprometimento	Em que medida os atores estão comprometidos com o objetivo comum da PNSB e dispostos a utilizar seus recursos para alcançá-lo?	
	Capacidade de Articulação	Os atores possuem capacidade de articulação interna e externamente à PNSB?	[1] [2] [3]
	Poder	O poder de decisão é distribuído entre os atores?	[4]
	Expertise	Os atores possuem <i>expertise</i> para executar as tarefas que lhes são delegadas?	[5] [6] [7]
	Coordenação	A articulação da PNSB entre as esferas de governo é desenvolvida de maneira coordenada e coesa?	
	D10) Processos	Monitoramento	Em que medida a PNSB possui um sistema de monitoramento efetivo?
Avaliação		Em que medida a PNSB possui um sistema de avaliação efetivo?	[4]
Gestão de riscos		Em que medida a PNSB possui um sistema de gestão de riscos efetivo?	[5] [6] [7]
D11) Institucionalização	Normas e Regulamentos	Em que medida os processos de controle interno estão formalizados e documentados em normas e regras?	[1] [2] [3]
	Efetividade	Em que medida o sistema de controle (interno) cumpre com suas funções de fiscalização, avaliação e prevenção de eventos institucionais que possam comprometer os resultados da PNSB?	[4]
D12) Informação	Produção e Disseminação	Como é a estrutura especializada em produzir dados e informações sobre a execução da PNSB?	[5] [6] [7]
	Confiabilidade	Em que medida os dados e informações disponíveis sobre a PNSB são confiáveis?	[1] [2] [3]
			[4]
			[5] [6] [7]

Comentários e sugestões: \_\_\_\_\_

### Bloco E: Sistema de gestão de riscos

A gestão de risco é o processo interno da instituição que identifica, analisa, avalia e trata potenciais ameaças ao bom funcionamento da política pública. Nesta pesquisa, as ameaças foram agrupadas em 3 dimensões (gestão, comunicação e financiamento). O risco normalmente é avaliado pela combinação da probabilidade de ocorrência com o potencial impacto. Dessa forma, pede-se que avalie a gestão de riscos na PNSB considerando as escalas de probabilidade variando de muito provável (1) a muito improvável (7) e de impacto variando de muito grave (1) a muito leve (7).

Tema	Risco	Ep) Probabilidade	Ei) Impacto
		[1] muito provável [7] muito improvável	[1] muito grave [7] muito leve
Gestão da PNSB	E1) Falta de mão de obra de profissionais habilitados e qualificados no mercado	[1] [2] [3]	[1] [2] [3]
		[4]	[4]
		[5] [6] [7]	[5] [6] [7]
	E2) Não conseguir recursos financeiros suficientes para os atores da PNSB	[1] [2] [3]	[1] [2] [3]
[4]		[4]	
[5] [6] [7]		[5] [6] [7]	

	E3) Pouca adesão de pequenos empreendedores por causa do excesso de exigências	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E4) Não cumprimento da política causada por inadequada estrutura organizacional e logística de empreendedores e fiscalizadores	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E5) Acidentes e incidentes em barragens abandonadas	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E6) Processo decisório desarticulado	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
Comunicação da PNSB	E7) Falta de cultura de segurança de barragens	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E8) Uso exagerado de tecnicismo na comunicação com a população	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E9) Baixa compreensão da população em relação aos benefícios e funcionamento das barragens	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E10) Disseminação de notícias falsas ( <i>Fake news</i> )	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E11) Despreparo da imprensa com o tema	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
Financiamento da PNSB	E12) Empreendedores sem recursos para a implementação dos instrumentos da PNSB	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E13) Alocação insuficiente de recursos da União e dos Estados na estruturação dos fiscalizadores	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E14) Alocação insuficiente de recursos nos orçamentos da União, dos Estados e dos Municípios para a implementação dos instrumentos da PNSB pelos atores públicos	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E15) Cancelamentos e contingenciamentos de recursos autorizados nas Leis orçamentárias à implementação dos instrumentos da PNSB	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]
	E16) Ausência de interesse político em criar instrumento para remuneração dos serviços (públicos) prestados pelas barragens	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]

Comentários e sugestões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Bloco F: Iniciativas

A seguir são indicadas algumas iniciativas de aperfeiçoamento da PNSB. Indique o quanto concorda com a cada ação proposta.

#### Iniciativas com foco nos resultados

F1) Deve-se buscar um equilíbrio entre as exigências de segurança e a não inviabilização dos empreendimentos

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F2) Há necessidade de melhorar a comunicação sobre aspectos técnicos com o leigo que possui interesse na barragem

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F3) Deve-se considerar o Plancon nas ações, embora ele não seja um instrumento da PNSB	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F4) Deve-se aperfeiçoar a qualificação profissional e definir a habilitação necessária de cada profissional	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F5) É importante adotar uma visão regional no tratamento das questões relativas à segurança de barragens, considerando a bacia hidrográfica	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F6) A criação de cooperativas, consórcios, ou outro tipo de associação entre os empreendedores pode facilitar a contratação de equipes especializadas para atender a um conjunto de empreendimentos, reduzindo as despesas	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
<b>Iniciativas com foco na governança</b>							
F7) Definir um órgão central de segurança de barragens para promover a articulação de ações e planos	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F8) Criar um fórum de fiscalizadores para alinhamento das diretrizes para elaboração de normas e regras	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F9) Instituir o Plano Nacional de Segurança de Barragens com a definição de estratégias, ações, metas, origem e diretrizes de alocação de recursos, prevendo processos de monitoramento e avaliação, além de mecanismos de integração com outras políticas públicas	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F10) Inclusão do tema segurança de barragens na pauta política dos poderes executivo e legislativo em nível federal e estadual	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F11) Buscar viabilizar fontes de recursos para financiar ações de segurança	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F12) Aproximar empreendedores, fiscalizadores, órgãos de controle, prefeituras, defesas civis, CNRH etc., para que atuem de forma integrada	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F13) Aperfeiçoar a comunicação entre empreendedores, fiscalizadores, comunidade, defesa civil e imprensa etc.	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F14) Realizar o mapeamento de processos e definir a matriz de responsabilidade com os papéis dos atores e os respectivos limites de atuação, inclusive na ocorrência de situação de emergência	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F15) Estabelecer metas e indicadores para monitoramento e avaliação das ações	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F16) Estimular o uso de novas tecnologias	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente
F17) Fomentar o controle social	Concordo plenamente [1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7] Discordo completamente

F18) Divulgação dos manuais elaborados pela ANA e preparo de material de divulgação e conscientização para subsídio ao planejamento municipal

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F19) Promover ações de treinamento e capacitação, adequação do currículo de engenharia, criação de cursos técnicos e fomento a pesquisas

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F20) Ampliar as funcionalidades do SNISB, incluindo a integração com os dados do RSB e a ampliação do acesso dos empreendedores

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F21) Fornecer suporte técnico a empreendedores com pouca estrutura

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F22) Rever os critérios de classificação quanto à categoria de risco e dano potencial associado e separar as barragens por porte

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

#### **Iniciativas com foco na gestão de riscos**

F23) Deve-se priorizar a elaboração de um Plano de Gestão de Riscos

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

F24) Verificar a necessidade de elaboração de Planos de Contingência para lidar com os riscos, uma vez que muitos deles podem ser tratados com ajustes nos processos, iniciativas institucionais ou articulações interinstitucionais

Concordo plenamente [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] Discordo completamente

Comentários e sugestões: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fonte: O autor

### 3.4.2 Avaliação do funcionamento das instituições

Uma política pública pode ter vários atores com responsabilidades na execução das ações. No caso da PNSB, os principais atores são o empreendedor e o órgão fiscalizador. O cerne desta avaliação é identificar as fragilidades, contradições e lacunas de atuação. Nesta pesquisa, a metodologia proposta considera a aquisição de dados por “*pesquisa bibliográfica*” e “*observação dos fatos*”.

A *pesquisa bibliográfica* inclui a própria *revisão bibliográfica* já apresentada no Capítulo 2, onde são expostos de forma abrangente os conceitos explorados na pesquisa e a contextualização da política pública de segurança de barragens. De forma mais específica, a *pesquisa bibliográfica* também inclui o levantamento de informações gerenciais, técnicas e operacionais referentes ao estudo de caso, com base em documentos tais como normas internas, acórdãos, estudos, planos, relatórios, notas técnicas, pareceres, cartas, ofícios etc.

A *pesquisa bibliográfica* é complementada pela *observação dos fatos*, que neste estudo é realizada pelo pesquisador assumindo o papel de *observador participante*, o qual interage com o objeto de pesquisa por meio da participação na rotina das instituições envolvidas. Esta observação permite conhecer mais profundamente o contexto das instituições envolvidas e facilita a obtenção de informações que não são encontradas de forma explícita nos documentos. O período de imersão do pesquisador em cada instituição (fiscalizador e empreendedor) foi estabelecido em 3 (três) meses, que é o tempo considerado razoável para o pesquisador entender o funcionamento da instituição na prática.

Organizando cronologicamente os documentos e considerando o contexto em que foram criados, é possível reconstituir a narrativa das ações de segurança de barragens sob a perspectiva tanto do fiscalizador quanto do empreendedor. A análise desse conjunto de dados é realizada considerando duas abordagens:

- *Análise documental*: busca examinar o conteúdo explícito dos documentos, considerando o contexto histórico e institucional em que foram redigidos. Ela ajuda a compreender as intenções expressas de forma direta.
- *Análise de conteúdo*: por meio de uma abordagem dedutiva, busca-se identificar o que está implícito nas entrelinhas. Leva-se em conta a evolução temporal dos documentos e a semântica empregada, com o

objetivo de desvendar os fatores que influenciam o comportamento dos atores relacionados à segurança de barragens.

O resultado desta etapa é uma descrição de como a execução da política pública tem sido conduzida pelo empreendedor de barragens e pelo órgão fiscalizador estadual, no exercício de suas respectivas governanças. Para cada entidade, dentro de suas respectivas áreas de atuação, identificam-se as atividades realizadas e os principais obstáculos enfrentados, além de sugerirem-se melhorias baseadas nas experiências coletadas dentro de cada instituição.

### 3.4.3 Avaliação participativa

A avaliação do impacto da política pública a partir do ponto de vista de seus beneficiários diretos pode sugerir recomendações de aperfeiçoamento. No caso da PNSB, o beneficiado direto desta são as comunidades que habitam na área potencialmente afetada pela ruptura da barragem. O delineamento da região afetada pela ruptura da barragem normalmente é feito mediante estudo técnico de ruptura de barragem com propagação hidráulica da onda de inundação. Destaca-se que algumas barragens já possuem tal informação documentada em seus Planos de Ação de Emergência, como é o caso da Barragem de Jucazinho.

De forma resumida, a metodologia proposta de avaliação da perspectiva da população considera a realização de entrevistas semiestruturadas com uma amostra estatisticamente significativa da população diretamente beneficiada a partir de um roteiro previamente estabelecido. Como resultado, tem-se um conjunto de dados quantificáveis e estatisticamente relevantes sobre vários aspectos sociais envolvendo essa população e o tema da pesquisa. A seguir são detalhados os pilares da avaliação participativa proposta:

- 1) Amostragem estatisticamente significativa: a seleção de uma amostra representativa da população afetada é essencial para garantir a relevância e validade dos dados coletados. Isso assegura que as conclusões sejam aplicáveis à totalidade da população em questão;
- 2) Entrevistas semiestruturadas: a combinação de perguntas abertas e fechadas permite a coleta de dados qualitativos e quantitativos. As perguntas fechadas facilitam a análise estatística e a quantificação de tendências. Por sua vez, as perguntas abertas fornecem informações complementares que revelam detalhes do contexto dos entrevistados;
- 3) Imparcialidade do entrevistador: é fundamental que o entrevistador mantenha uma postura imparcial durante as entrevistas para garantir a autenticidade das respostas. Isso é especialmente crucial levando em conta que muitos entrevistados podem não possuir conhecimento técnico sobre segurança de barragens e, portanto, podem ser mais suscetíveis a serem influenciados. A imparcialidade implica ainda em tratar todas as opiniões e respostas com equidade, sem favorecer ou desfavorecer determinadas perspectivas;

- 4) Espontaneidade do entrevistado: os respondentes devem expressar livremente suas opiniões. Excepcionalmente, uma pergunta estimulada é introduzida após uma espontânea para aprofundar as respostas e evocar conhecimentos específicos. Esse é o caso das questões sobre o conhecimento das instituições que atuam em gestão de recursos hídricos, inicialmente foi perguntado se o entrevistado conhecia alguma, mas, na pergunta seguinte, a pergunta era direta sobre instituições específicas;
- 5) Sensibilidade ao contexto: eventualmente é necessário adaptar a linguagem e abordagem para facilitar uma comunicação clara e eficaz, garantindo que todos os participantes compreendam as questões e se sintam confortáveis para expressar suas opiniões;
- 6) Adesão a um roteiro previamente estabelecido, com os seguintes objetivos:
  - Garantia da *reprodutibilidade* da pesquisa: a adesão a um roteiro estruturado garante que todos os participantes sejam submetidos às mesmas condições de entrevista, o que é fundamental para a validade e confiabilidade dos resultados, permitindo ainda que o estudo seja replicado em condições semelhantes;
  - Abordagem temática progressiva e espontânea: o roteiro é planejado para abordar inicialmente temas mais gerais, como a relação do entrevistado com o rio e sua percepção sobre problemas hídricos em geral, com os seguintes propósitos:
    - Evocação espontânea de temas relevantes: ao adiar a introdução direta do tema “segurança de barragens”, dá-se espaço para que os entrevistados tragam o assunto à tona de forma espontânea, se considerarem pertinente. Esta abordagem ajuda a identificar a relevância natural do tema para a população;
    - Construção de um contexto abrangente: o questionário explora a familiaridade do entrevistado com questões relacionadas a recursos hídricos, a atuação de instituições relevantes na região e o tema das barragens é introduzido somente nas fases finais do questionário, assegurando assim uma progressão lógica e uma abordagem abrangente do tema em estudo.

Para a pesquisa ser estatisticamente significativa, deve-se estabelecer criteriosamente a quantidade de respostas mínimas necessárias, dentro de uma margem de erro tolerada. O “*nível de confiança*”, obtido a partir da “*significância*” desejada, indica o quanto a amostra retrata estatisticamente a população estudada e a “*margem de erro*” informa o nível de certeza que as respostas obtidas representam a opinião da população. Neste estudo foram adotados um nível de confiança de 95% (para uma significância de 5%) e margem de erro máxima admissível de 10%, que é um padrão bastante comum em pesquisas envolvendo amostra populacional.

A estimativa do tamanho mínimo da amostra de pessoas (sem reposição<sup>18</sup>) na região de estudo pode ser feito pela Equação 3 (SILVA, BIANCHINI e DIAS, 2021):

$$n \geq \frac{z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{D^2 \cdot \frac{N - 1}{N} + \frac{1}{N} \cdot z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1 - p)} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: “*n*” é o tamanho da amostra; “*N*” é o tamanho da população; “*D*” é a margem de erro máxima admissível; “*1-α*” é o nível de confiança; “*α*” é o nível de significância; “*p*” é a proporção populacional<sup>19</sup>; e “*z<sub>α/2</sub>*” é o valor crítico normal para o nível de significância desejado.

Esse rigor metodológico é essencial para garantir que as conclusões obtidas representem com precisão as preocupações e necessidades da população afetada. Além disso, assegura que as recomendações e conclusões derivadas da pesquisa para o aprimoramento da PNSB sejam baseadas em percepções genuínas da população diretamente afetada.

A Tabela 20 apresenta o formulário de entrevista proposto para esta pesquisa. O resultado da aplicação dele é um conjunto de dados qualitativos e quantitativos, estatisticamente significativos, sobre vários aspectos sociais envolvendo essa população e o tema da pesquisa. Esses dados permitem entender a percepção geral da população sobre a região hidrográfica onde habitam, o conhecimento que possuem sobre as instituições que atuam na área de recursos hídricos na região e o levantamento de sugestões e recomendações para o aprimoramento da PNSB.

---

<sup>18</sup> Na estatística, a amostra sem reposição significa que o elemento sorteado deixa de fazer parte do conjunto do qual serão feitos os sorteios subsequentes. Para uma população “*infinita*”, a probabilidade de extração do elemento seguinte não é afetada pela reposição do elemento já sorteado.

<sup>19</sup> A proporção populacional representa a porcentagem da população que possui a característica que se deseja medir. Caso não exista nenhuma informação anterior sobre isso, pode-se adotar a estimativa conservadora  $p=0,5$  (a amostra fica maior do que o necessário).

Tabela 20 – Formulário para entrevista das pessoas em áreas potencialmente afetadas pela ruptura da Barragem de Jucazinho

<b>Dados básicos</b>	
Nome:	_____
Data nascimento: ___/___/_____ .. Sexo:	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Escolaridade:	<input type="checkbox"/> Sem instrução <input type="checkbox"/> Fundamental <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Superior <input type="checkbox"/> Pós-graduação <input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Incompleto
Estado Civil:	<input type="checkbox"/> Solteiro <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/> Separado <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/> União estável
Ocupação:	<input type="checkbox"/> Aposentado <input type="checkbox"/> Empresário <input type="checkbox"/> Empregado <input type="checkbox"/> Autônomo <input type="checkbox"/> Desempregado <input type="checkbox"/> Funcionário Público <input type="checkbox"/> Trabalho informal <input type="checkbox"/> Estudante <input type="checkbox"/> Aprendiz/Estagiário <input type="checkbox"/> Outros: _____
Tipo de domicílio:	<input type="checkbox"/> Próprio <input type="checkbox"/> Cedido <input type="checkbox"/> Alugado .. Há quanto tempo reside na região? _____
Responsável pelo domicílio?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não .. Quantos residem no domicílio? _____
Localização: Latitude:	_____ .. Longitude: _____
<b>Relação com os recursos hídricos</b>	
Como utiliza a água do rio?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Não utilizo <input type="checkbox"/> Consumo ou preparo de alimentos <input type="checkbox"/> Higiene <input type="checkbox"/> Agricultura <input type="checkbox"/> Aquicultura <input type="checkbox"/> Recreação <input type="checkbox"/> Outros: _____
Importância do rio para a pessoa?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Sem importância <input type="checkbox"/> Pouco importante <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Muito importante
Como a pessoa enxerga a situação do Rio Capibaribe? Quais as maiores preocupações?	_____ _____
Colocar em ordem as preocupações, da que mais preocupa à que menos preocupa	
(1) _____	(2) _____
(3) _____	(4) _____
<b>Conhecimento sobre as instituições</b>	
Pesquisa espontânea: conhece alguma instituição do governo que fez ou faz algum trabalho no rio?	_____ _____
Pesquisa estimulada: conhece essas instituições?	<input type="checkbox"/> Comitê de bacia <input type="checkbox"/> Apac/PE <input type="checkbox"/> Dnocs <input type="checkbox"/> Ana
	_____ _____
<b>Conhecimento sobre as barragens</b>	
Como avalia o seu conhecimento sobre as barragens no rio Capibaribe?	<input type="checkbox"/> NR <input type="checkbox"/> Sem conhecimento <input type="checkbox"/> Pouco conhecimento <input type="checkbox"/> Conhecimento razoável <input type="checkbox"/> Muito conhecimento
Importância da barragem para sua região?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Sem importância <input type="checkbox"/> Pouco importante <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Muito importante
O que sabem? Conhece os benefícios? Alguma preocupação?	_____ _____
Alguém já o procurou para falar sobre isso?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não .. Sobre o que falaram?
	_____ _____
Como avalia o seu conhecimento sobre “segurança de barragens no rio Capibaribe”?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Sem conhecimento <input type="checkbox"/> Pouco conhecimento <input type="checkbox"/> Conhecimento razoável <input type="checkbox"/> Muito conhecimento
Como esse assunto afeta sua vida?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Não me preocupa <input type="checkbox"/> Preocupa um pouco <input type="checkbox"/> Preocupa razoavelmente <input type="checkbox"/> Preocupa muito
Como você acha que esse assunto vem sendo tratado pelos órgãos competentes?	<input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Péssimo <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Ótimo
Críticas e sugestões?	_____ _____ _____
* NS/NR: Não sabe / Não responde	

Fonte: O autor

#### 3.4.4 Avaliação do Estado de Conservação da Barragem

A comprovação da efetividade das ações de garantia da segurança da barragem necessariamente passa pelo seu bom estado de conservação, que depende de ações periódicas de manutenção e, excepcionalmente, obras específicas para tratar anomalias de maior relevância. Desse modo, a realização de *vistorias* periódicas é uma forma de acompanhar a efetividade das ações da política pública de segurança de barragens, sendo, portanto, uma das atividades de coleta de dados desta pesquisa.

Destaca-se que nem sempre uma anomalia relevante pode ser visualizada por uma vistoria ou inspeção, como, por exemplo, um processo de *pipping* ocorrendo no interior do maciço pode passar despercebido durante muito tempo. Dessa forma, tem-se que o mau estado aparente de conservação é um forte indício de ineficiência do empreendedor em garantir a segurança, porém, um bom estado aparente de conservação por si só não garante que a barragem esteja segura.

Ademais, os problemas estruturais e de conservação em barragens podem se evidenciar em função da época do ano e da situação de acumulação no reservatório: a maior carga hidráulica no reservatório tende a causar o aumento da percolação da água internamente e pela fundação; após a ocorrência de chuvas fortes, pode-se verificar se há comprometimento em termos de estabilidade de taludes dos canais vertedores, deterioração superficial ou problemas no sistema de drenagem pluvial; nas épocas de maior desenvolvimento da vegetação se verifica o impacto em termos de obstrução nos vertedores etc.

Assim, a periodicidade das vistorias adotada foi de 6 (seis) meses, com o objetivo de capturar situações hidrológicas distintas: período seco e úmido do ano. Os meses mais chuvosos na bacia hidrográfica do Capibaribe a montante da Barragem de Jucazinho ocorrem normalmente entre os meses de abril e julho e o período seco entre os meses de setembro e janeiro.

A Resolução CNRH n° 143/2012 apresenta um quadro de classificação quanto à categoria de risco das barragens de acumulação de água (CNRH, 2012). Os critérios avaliados são: Confiabilidade das Estruturas Extravasoras; Confiabilidade das Estruturas de Adução; Percolação; Deformações e Recalques; e Deterioração dos Taludes / Paramentos. Cada critério possui até 4 níveis, cada um com uma pontuação associada. A pontuação máxima representa o pior estado de conservação possível, cuja soma dos pontos no pior dos níveis nos cinco critérios vale 39 pontos.

Tabela 21 – Avaliação do Estado de Conservação

<b>Confiabilidade das Estruturas Extravasoras</b>	<b>Confiabilidade das Estruturas de Adução</b>	<b>Percolação</b>	<b>Deformações e Recalques</b>	<b>Deterioração dos Taludes / Paramentos</b>
Estruturas civis e hidroeletromecânicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletromecânicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)
Estruturas civis e hidroeletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo (1)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas/canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	-	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente (8)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança (8)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7)

Fonte: O autor, adaptado de CNRH (2012)

Para cada vistoria realizada, é atribuída uma nota para cada um dos critérios e uma nota geral para representar a evolução do Estado de Conservação. Ao longo do tempo, a redução na pontuação reflete uma melhoria nas condições de segurança da barragem devido a serviços de manutenção regular (ex.: capinação e limpeza de drenos), reparo pontual (ex.: trincas, fissuras ou substituição de dispositivos hidromecânicos), recuperação após danos graves (ex.: reforço estrutural na bacia de dissipação, reconstrução do sistema de drenagem pluvial e injeção de argamassa de cimento para reduzir percolação) ou reforma para aprimorar a funcionalidade (ex.: aumento da capacidade do vertedor e elevação ou redução da altura da barragem).

Para ficar mais intuitiva a compreensão da melhoria do estado de conservação, apresenta-se ainda um indicador calculado pela diferença entre 100% e a relação entre os pontos obtidos em cada critério e o máximo do critério, ou seja, “Indicador=100%-Pts/Max”. Desse modo, quanto maior o valor percentual deste indicador, melhor é a situação da conservação da barragem no critério avaliado.

Além do monitoramento da evolução do Estado de Conservação, é importante citar que os relatórios de vistoria são muito importantes para documentar o histórico da barragem. Este acervo de relatórios funciona como um “*prontuário da barragem*” que deve acompanhá-la durante toda sua vida. Por lei, o empreendedor de uma barragem enquadrada na PNSB é obrigado a manter histórico das inspeções realizadas e incluir os relatórios produzidos em seu Plano de Segurança de Barragens.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 VALIDAÇÃO ESTADUAL DA AVALIAÇÃO NACIONAL DA PNSB

O “Formulário para entrevista de funcionários do órgão fiscalizador”, apresentado na Tabela 19, representa todo o relatório da “*Avaliação Ex-Post*” do Ministério estruturado em 83 sentenças, às quais associaram-se 99 questões, divididas em 6 blocos, cuja resposta se dá na escala *Likert* de 7 níveis. Os blocos de avaliação são os seguintes: concordância com o diagnóstico do problema (bloco A); efetividade do desenho da política (bloco B); satisfatoriedade com os resultados (bloco C); qualidade do processo de governança (bloco D); intensidade da probabilidade e do impacto associados aos riscos identificados (bloco E, que se subdivide em Ep e Ei); e concordância com as iniciativas propostas (bloco F).

O questionário foi submetido para consideração da equipe de segurança de barragens da Apac/PE, que na época era composta por 4 profissionais. Entre os dias 26 e 31/05/2022 foram recebidas 3 respostas aos questionários, sendo os avaliadores identificados doravante como “X”, “Y” e “Z”. No momento da pesquisa, o tempo médio de experiência dos avaliadores era 15 anos, com um valor mínimo de 10 anos. Ressalta-se que, de uma forma geral, a partir de 10 anos um profissional já é considerado “Sênior”, pois, presume-se que acumulou conhecimento e experiência para realizar tarefas complexas e tomar decisões difíceis.

As pontuações atribuídas pelos avaliadores em cada quesito são apresentadas na Tabela 22. As três figuras apresentadas na sequência são as curvas de frequência das respostas do formulário, considerando a escala de 7 níveis e as escalas agrupadas de 5 e 3 níveis. A redução de pontos na escala foi feita agrupando-se os valores intermediários: para transformar da escala de 7 pontos para 5 pontos, agruparam-se as pontuações 2/3 e 5/6; e para transformar para escala de 3 pontos, agruparam -se 1/2/3 e 5/6/7. A intenção é avaliar se a redução da escala, apesar de causar perda na precisão da avaliação, facilita identificar concordâncias.

Tabela 22 – Respostas do formulário para entrevista de funcionários do órgão fiscalizador

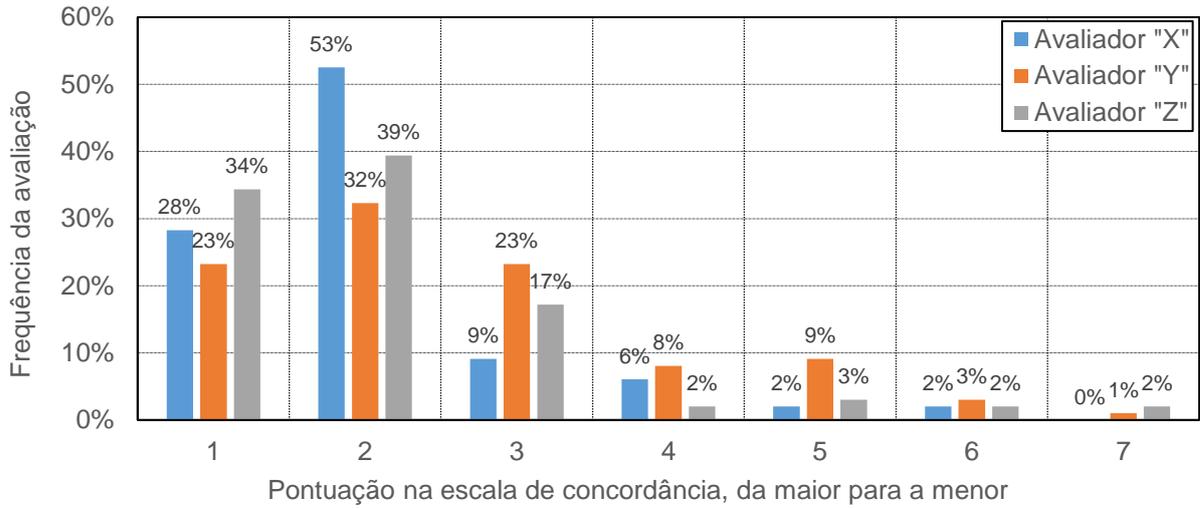
Quesito	AVALIADORES			Quesito	AVALIADORES		
	X	Y	Z		X	Y	Z
A1	1	2	1	Ep4	2	4	4
A2	2	4	3	Ei4	1	4	2
A3	1	2	2	Ep5	2	2	1
A4	2	5	3	Ei5	1	2	1
A5	1	2	1	Ep6	2	3	5
A6	2	1	1	Ei6	1	2	2
B1	6	2	7	Ep7	2	3	2
B2	4	1	7	Ei7	1	3	1
B3	4	3	6	Ep8	1	3	6
B4	2	3	3	Ei8	1	3	2
C1	6	1	3	Ep9	1	3	3
C2	2	5	2	Ei9	1	3	3
C3	2	1	2	Ep10	2	2	2
C4	3	6	3	Ei10	1	2	2
C5	2	1	5	Ep11	3	2	2
C6	2	3	1	Ei11	1	2	2
C7	1	4	2	Ep12	2	2	2
C8	2	3	1	Ei12	1	2	1
C9	1	3	4	Ep13	2	2	2
C10	2	3	2	Ei13	1	3	2
C11	1	2	1	Ep14	2	1	1
C12	2	3	3	Ei14	1	1	1
C13	2	3	2	Ep15	4	4	2
C14	2	3	2	Ei15	2	1	1
C15	2	2	2	Ep16	2	2	2
C16	2	2	2	Ei16	2	3	3
C17	2	2	3	F1	3	2	2
C18	2	2	2	F2	2	1	1
C19	2	3	1	F3	3	3	1
C20	2	3	1	F4	3	2	1
C21	1	3	1	F5	2	2	2
D1	2	5	2	F6	2	4	1
D2	2	2	3	F7	3	1	2
D3	2	2	2	F8	2	1	1
D4	4	5	3	F9	2	1	1
D5	2	4	2	F10	1	1	1
D6	2	5	3	F11	1	1	1
D7	2	7	2	F12	2	1	1
D8	5	5	5	F13	2	1	1
D9	5	5	3	F14	2	1	1
D10	3	6	3	F15	2	2	1
D11	3	5	2	F16	2	2	1
D12	4	3	2	F17	1	2	2
Ep1	3	6	3	F18	1	2	1
Ei1	1	2	2	F19	2	2	1
Ep2	2	1	2	F20	2	2	1
Ei2	1	1	1	F21	4	4	2
Ep3	1	1	3	F22	1	1	2
Ei3	2	5	2	F23	2	1	1
				F24	2	1	2

Obs.: a pontuação em cada quesito representa o nível da escala *Likert*.

Quanto menor a numeração, maior é a intensidade, variando, de alto(a) para baixo(a). As escalas são as seguintes: bloco "A" – concordância; bloco "B" – efetividade; bloco "C" – satisfatoriedade; bloco "D" – qualidade; bloco "Ep" – probabilidade, bloco "Ei" – impacto; e bloco "F" – concordância.

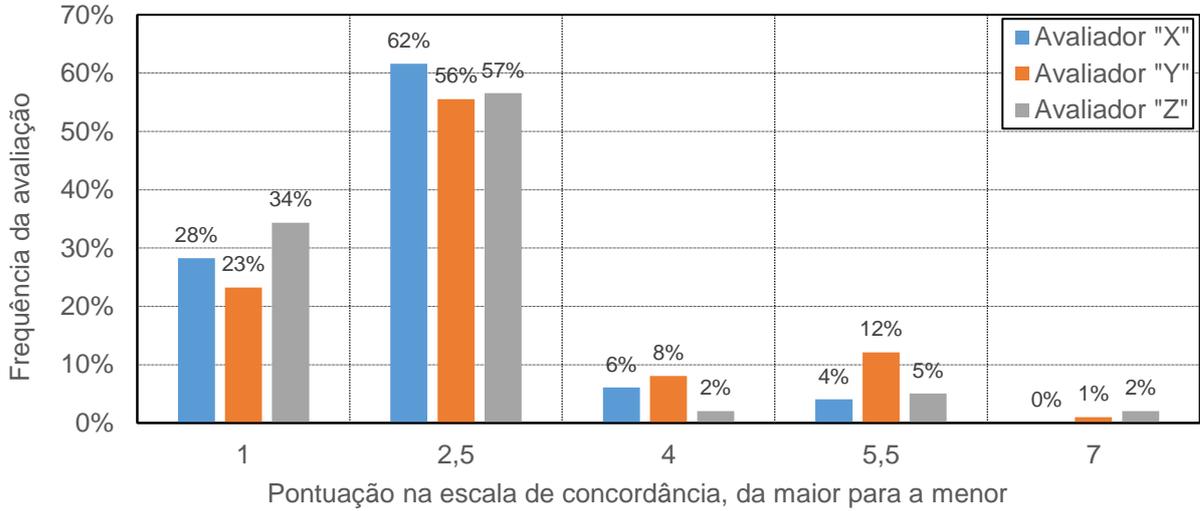
Fonte: O autor

Figura 29 – Distribuição de frequência de respostas na escala de 7 níveis



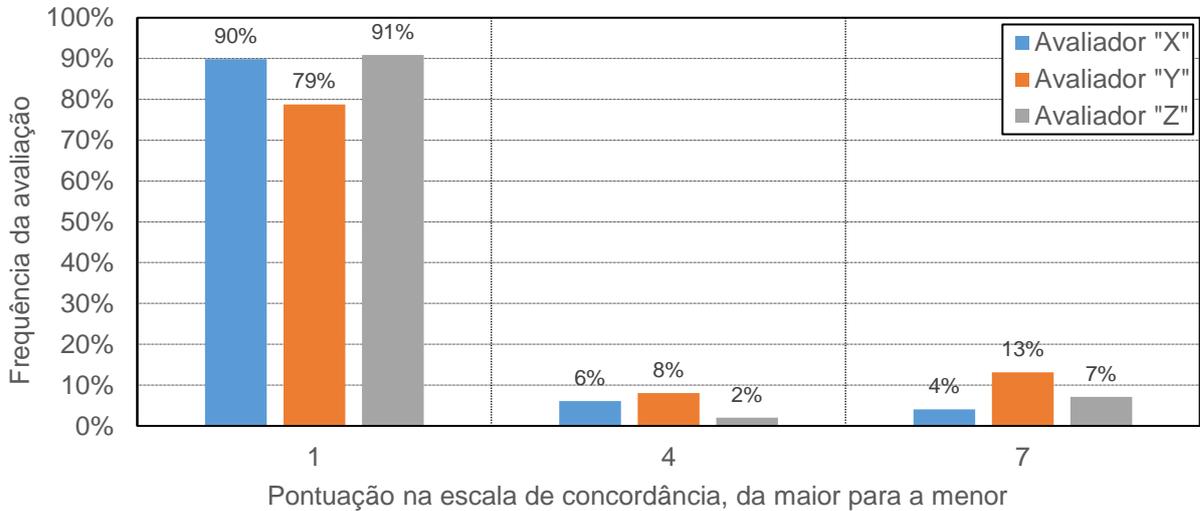
Fonte: O autor

Figura 30 – Distribuição de frequência de respostas na escala de 5 níveis



Fonte: O autor

Figura 31 – Distribuição de frequência de respostas na escala de 3 níveis



Fonte: O autor

Pelas curvas de frequência, observa-se que os avaliadores, em geral, distribuíram suas respostas de forma parecida, concentrando as pontuações nos níveis mais baixos da escala, que representam maior concordância. De forma simplificada, a maior concentração de notas no nível “2” mostra que, no geral, os avaliadores tendem a concordar com a avaliação ex-post do ministério.

Para cada bloco de respostas pode ser obtido um valor médio refletindo as percepções dos participantes em diferentes aspectos. Para facilitar a interpretação dos resultados também são apresentados os valores do indicador baseado na escala Likert, quanto maior o valor percentual deste indicador (variando de 0 a 100%), maior a concordância, efetividade, satisfatoriedade, qualidade ou intensidade no critério avaliado. A Tabela 23 apresenta os valores citados.

Tabela 23 – Valores médios das pontuações dos funcionários do órgão fiscalizador

Bloco	Pontuação Likert				Indicador: $100\% - (\text{Pontos} - 1) / 6$				
	X	Y	Z	Média	X	Y	Z	Média	
A	Concordância com o diagnóstico do problema	1,50	2,67	1,83	2,00	92%	72%	86%	83%
B	Efetividade do desenho da política	4,00	2,25	5,75	4,00	50%	79%	21%	50%
C	Satisfatoriedade com os resultados	2,05	2,76	2,14	2,32	83%	71%	81%	78%
D	Qualidade da estrutura e do processo de governança	3,00	4,50	2,67	3,39	67%	42%	72%	60%
Ep	Intensidade da probabilidade dos riscos identificados acontecerem	2,06	2,56	2,63	2,42	82%	74%	73%	76%
Ei	Intensidade dos impactos associados aos riscos identificados	1,19	2,44	1,75	1,79	97%	76%	88%	87%
F	Concordância com as iniciativas propostas	2,04	1,71	1,29	1,68	83%	88%	95%	89%

Fonte: O autor

Segundo se observa:

- Bloco A: a nota média em relação à concordância com o diagnóstico do problema variou entre 1,50 e 2,67 (concordância média de 83%);
- Bloco B: a nota média em relação à efetividade do desenho da política variou entre 2,25 e 5,75 (efetividade média de 50%);
- Bloco C: a nota média em relação à satisfatoriedade com os resultados variou entre 2,05 e 2,76 (satisfatoriedade média de 78%);
- Bloco D: a nota média em relação à qualidade da estrutura e do processo de governança variou entre 2,67 e 4,50 (qualidade média de 60%);

- Bloco Ep: a nota média em relação à intensidade da probabilidade de os riscos identificados acontecerem variou entre 2,06 e 2,63 (probabilidade média de 76%);
- Bloco Ei: a nota média em relação à intensidade dos impactos associados aos riscos identificados variou entre 1,19 e 2,44 (impacto médio de 87%);
- Bloco F: a nota média em relação à concordância com as iniciativas propostas variou entre 1,29 e 2,04 (concordância média de 89%);

#### 4.1.1 Consistência interna do formulário

A primeira etapa na análise das questões do formulário é avaliar a consistência dos resultados por meio do *coeficiente alfa de Cronbach*, que revela possíveis falhas no instrumento de medição. Em seguida, é realizada a avaliação das concordâncias observacional, hipotética e *Kappa*. Durante a apresentação dos resultados, são destacados os aspectos da PNSB evidenciados pelos indicadores

Considerando o questionário completo, a confiabilidade dada pelo *coeficiente alfa de Cronbach* foi de 0,86, considerado “*bom*” pelo critério apresentado na Tabela 1, porém, nos blocos de questões A, C e Ep a consistência foi considerada “*aceitável*”, “*ruim*” e “*inaceitável*”, respectivamente. Eliminando as questões A6 e C1 é possível melhorar a consistência interna dos blocos A e C do questionário para “*excelente*” e “*bom*”. No bloco Ep, eliminando as questões Ep 1, 5, 11, 14 e 15, a consistência passa para “*excelente*”. Os resultados da avaliação da consistência interna para cada bloco antes e depois das sugestões de alteração são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 – Avaliação da consistência interna do formulário

Formulário	Questões	$\alpha$	Consistência	Retirar	Questões	$\alpha$	Consistência
BLOCO A	6	0,77	Aceitável	A6	5	0,92	Excelente
BLOCO B	4	0,83	Bom	-	4	0,83	Bom
BLOCO C	21	0,59	Ruim	C1	20	0,83	Bom
BLOCO D	12	0,90	Excelente	-	12	0,90	Excelente
BLOCO Ep	16	0,25	Inaceitável	Ep1,5,11, 14,15	11	0,80	Bom
BLOCO Ei	16	0,93	Excelente	-	16	0,93	Excelente
BLOCO F	24	0,89	Bom	-	24	0,89	Bom
COMPLETO	99	0,86	Bom	A6, C1, Ep1, 5,11,14,15	92	0,89	Bom

Fonte: O autor

A questão A6 trata da descrição do diagnóstico relacionado aos recursos financeiros, recebendo duas avaliações com 1 ponto e uma avaliação com 2 pontos na escala de concordância, que representam os níveis mais altos de concordância. Curiosamente, o cálculo da confiabilidade destacou um dado interessante: somente na questão A6 deste bloco o avaliador "X" atribuiu uma pontuação maior na escala de concordância do que os outros dois avaliadores. No entanto, é importante observar que o avaliador concorda com a afirmação; a diferença está na intensidade, tanto que, se reduzirmos a escala de medição para 3 níveis (concordo, neutro e discordo), essa discrepância na consistência desaparece. Outro ponto a ser considerado é o número de questões; este bloco possui poucas questões e a exclusão de uma delas tem um impacto mais relevante nos cálculos. Assim, embora essa diferença na intensidade da avaliação da questão A6 afete um pouco a consistência interna, entende-se que remover o item do questionário causaria um prejuízo maior em termos de conteúdo, pois se refere a um aspecto muito relevante do questionário e, além disso, como mencionado, as avaliações deste item refletem uma mesma linha de pensamento.

Enquanto isso, a questão C1 se refere à avaliação de desempenho do SNISB. As pontuações atribuídas a esta questão foram bastante diversificadas, variando entre 1, 3 e 6, sendo que foi a única questão do bloco em que o avaliador "X" atribuiu a pontuação de 6, o que difere do padrão médio de respostas. Isso sugere que a pesquisa pode não ter avaliado adequadamente este elemento.

Na gestão de riscos, os blocos Ep e Ei apresentaram consistências totalmente opostas. Enquanto a consistência na valoração do impacto foi considerada "*excelente*", a da valoração da probabilidade foi classificada como "*inaceitável*". Isso indica uma mudança significativa no padrão de resposta dos avaliadores nas questões sobre a probabilidade dos riscos ocorrerem (Ep), possivelmente devido à dificuldade encontrada para fazer essa avaliação. No entanto, é importante observar que, nas questões 5, 11 e 14, as respostas indicaram uma probabilidade de ocorrência dos eventos acima da média, com uma variação máxima entre as respostas de apenas 1 ponto na escala. Por outro lado, nas questões 1 e 15, as probabilidades oscilaram acima e abaixo da média, com uma diferença máxima de 3 pontos entre as avaliações. Estas questões abordam "*a falta de mão de obra de profissionais habilitados e qualificados no mercado*" e "*cancelamentos e contingenciamentos de recursos autorizados nas Leis orçamentárias*". A análise de consistência sugere que o formulário não mediu adequadamente as probabilidades associadas a esses riscos.

#### 4.1.2 Equivalência entre as avaliações

Cada avaliador tem sua própria perspectiva sobre cada elemento da pesquisa. No entanto, é possível determinar se as avaliações são equivalentes calculando o coeficiente Kappa e verificando o grau de concordância. Neste estudo, o grau de concordância foi abordado de maneira distinta em relação à abordagem metodológica tradicional encontrada na literatura especializada. Em vez de buscar padrões de resposta, o objetivo é justamente evidenciar quais aspectos da PNSB apresentam maior concordância ou discordância entre os avaliadores.

Além disso, considerando que cada critério avaliado é único e não representa medições repetidas de uma variável aleatória, não há uma expectativa a priori de comportamento ou padrão de resposta. Por esta razão, assume-se que a concordância hipotética é nula, o que significa que o coeficiente Kappa é igual à probabilidade de concordância observacional.

Desse modo, procede-se com os cálculos dos valores de probabilidade observacional considerando o questionário completo e cada bloco individualmente, bem como as combinações de avaliadores (XYZ, XY, XZ e YZ) e as escalas Likert de 7, 5 e 3 pontos. Os resultados são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Avaliação da probabilidade observacional de concordância entre os avaliadores

Avaliadores	XYZ			XY			XZ			YZ		
BLOCOS	$\pi_0$ 7pts	$\pi_0$ 5pts	$\pi_0$ 3pts	$\pi_0$ 7pts	$\pi_0$ 5pts	$\pi_0$ 3pts	$\pi_0$ 7pts	$\pi_0$ 5pts	$\pi_0$ 3pts	$\pi_0$ 7pts	$\pi_0$ 5pts	$\pi_0$ 3pts
BLOCO A	0%	0%	67%	0%	0%	67%	33%	67%	100%	33%	33%	67%
BLOCO B	0%	25%	25%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	25%	25%	25%
BLOCO C	14%	38%	71%	19%	57%	81%	52%	62%	86%	19%	38%	76%
BLOCO D	17%	25%	25%	33%	33%	33%	50%	75%	75%	17%	33%	33%
BLOCO Ep	25%	38%	69%	44%	63%	88%	44%	50%	75%	50%	56%	75%
BLOCO Ei	13%	19%	88%	13%	19%	88%	38%	44%	100%	56%	69%	88%
BLOCO F	13%	17%	92%	42%	50%	96%	21%	29%	96%	50%	50%	92%
COMPLETO	14%	25%	71%	27%	42%	78%	37%	49%	87%	38%	47%	74%

Fonte: O autor

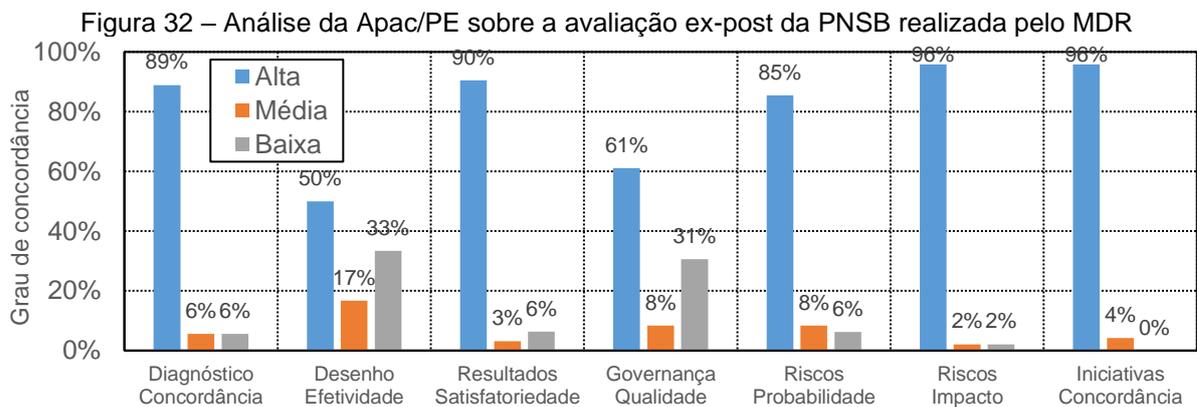
Considerando os valores de referência da Tabela 2, verifica-se que a concordância observacional entre os três avaliadores (XYZ) para o questionário completo na escala Likert de 7 pontos foi de apenas 14%, o que é considerado "*fraco*". No entanto, ao flexibilizar a escala para 5 ou 3 pontos, a concordância observacional aumenta para 25% ("*razoável*") e 71% ("*substancial*"), respectivamente. Isso sugere que os avaliadores tendem a concordar em termos gerais sobre o tema, embora discordem na intensidade da avaliação.

Quando se consideram os avaliadores aos pares (XY, XZ e YZ) na escala de 5 pontos, verifica-se que os resultados do formulário completo e, individualmente, do bloco “Ep” (probabilidade dos riscos) apresentam uma concordância no mínimo igual a “moderada”. Ainda nesta mesma escala de pontos, os blocos “C” (avaliação dos resultados), “Ei” (impactos associados aos riscos) e “F” (iniciativas) obtiveram concordância no mínimo igual a “moderada” em dois pares.

Apenas na escala de 3 pontos é que se tem uma concordância observacional “substancial” entre os três avaliadores (XYZ), exceto, quando se considera os blocos “B” (desenho) e “D” (governança) individualmente. De uma forma geral, estes dois blocos também não obtiveram concordâncias altas na avaliação aos pares. Ainda nesta escala, os destaques foram os blocos “F” (iniciativas) e “Ei” (impactos associados aos riscos), que superaram o patamar de 80% em todas as combinações de avaliadores, mostrando uma concordância “quase perfeita”.

É interessante observar que a redução da escala para 3 pontos equivale a converter a escala intervalar em uma escala nominal do tipo “favorável, neutro ou contrário”, eliminando os níveis intermediários.

A Figura 32 a seguir apresenta os resultados gerais da avaliação dos profissionais da Apac/PE em cada bloco de questões, utilizando a escala de 3 pontos.



Fonte: O autor

Comparando com a avaliação média sem redução da escala, cujos resultados foram apresentados na Tabela 23, esta última figura com escala reduzida facilita bastante a visualização do posicionamento dos profissionais da Apac/PE em relação à avaliação ex-post da PNSB. A diferença significativa observada entre o nível “Alto” e os demais níveis sugere que eles concordam com o diagnóstico e as iniciativas, consideram os resultados da PNSB satisfatórios e avaliam que os riscos identificados apresentam alta probabilidade e alto impacto.

Ressalta-se que, neste estudo de caso, os baixos valores de probabilidade observacional de concordância nas escalas de medição de 7 ou 5 pontos não estão sendo interpretados como uma baixa concordância entre os avaliadores, uma vez que os resultados foram significativos na escala reduzida de 3 pontos. Os resultados nas escalas com mais itens ajudam a identificar os blocos de questões onde as avaliações mais diferiram. A seguir, são apresentados detalhes sobre os resultados:

- Sobre a concordância na escala de 3 pontos: para o trio XYZ e para o par YZ, foi maior nos blocos “F” (iniciativas) e “Ei” (impactos); para o par XY, foi maior nos blocos “F” (iniciativas), “Ep” (probabilidades) e “Ei” (impactos); para o par XZ, foi maior nos blocos “A” (diagnóstico) e “Ei” (impactos);
- No bloco “A” (diagnóstico), um dos fatores que contribuiu para o baixo nível de concordância foi a divergência de opinião sobre a definição do problema relacionado a regras e normas. Observando-se os registros da pesquisa, um dos avaliadores destacou sua posição contrária a enquadrar a *“unificação de sistemas regulatórios”* como um problema. Isso sugere que se repense as vantagens de unificar as regras nacionalmente;
- No bloco “B” (desenho da política), o par de avaliadores YZ tiveram significativa discordância relevante nos itens sobre a efetividade nos processos relativos à implementação dos instrumentos da PNSB e na gestão de pessoas. Um dos avaliadores comentou que é bastante baixa a efetividade do processo de *“formação de equipe multidisciplinar”*;
- No bloco “C” (resultados):
  - No quesito “C1”, houve uma divergência significativa entre os avaliadores XY. Comentários relevantes sobre a implementação do SNISB destacam que *“as informações cadastradas no SNISB ainda não refletem a realidade devido à falta de dados ou à presença de dados conflitantes”* e que *“a interpretação dos dados por parte da população em geral é desafiadora”*. Essas observações são pertinentes e indicam a necessidade de melhorar a qualidade dos dados cadastrados no SNISB, bem como facilitar a compreensão dos dados pelo público. Essas ações estão alinhadas com uma política pública que preza pela transparência;

- No quesito “C6”, sobre a efetividade das vistorias *in loco*, há um comentário que destaca que “*nem sempre há uma melhoria de eficácia na ação da cobrança do fiscalizador*”. Este comentário traz consigo a preocupação de que a vistoria por si só não tem sido suficiente para que o empreendedor cumpra com os requisitos de segurança. Isso traz a necessidade de um debate maior sobre as causas dessa possível ineficiência e busca de alternativas para aprimoramento;
- No bloco “D” (governança), o item “D7” apresentou uma diferença de 5 pontos na avaliação entre o par XZ e o avaliador Y. Este item diz respeito à estratégia adotada pela PNSB, considerando sua concepção participativa, a existência de um plano institucionalizado e a orientação do planejamento da PNSB para a operacionalização;
  - Quanto à concepção participativa, que é um dos focos deste trabalho e cujos resultados são apresentados na seção 4.3, observa-se que poucas pessoas fora da administração pública estão familiarizadas com a PNSB ou compreendem seu escopo. Quando questionadas sobre o assunto, especialmente em áreas potencialmente impactadas pela ruptura de uma barragem, algumas pessoas relatam uma carência de informações fornecidas pelas autoridades;
  - A coordenação do planejamento nacional foi um tópico amplamente debatido na avaliação ex-post, resultando em propostas para padronizar as regras e definir um órgão central de coordenação, com o objetivo de garantir uma abordagem uniforme de segurança de barragens entre os setores. Contudo, nesta pesquisa, apurou-se haver discordância especialmente quanto à unificação dos sistemas regulatórios;
  - Em relação à operacionalização, observa-se progresso na estruturação de setores específicos de segurança de barragens nos órgãos fiscalizadores estaduais. No entanto, é fundamental avaliar se o ritmo de avanço está alinhado com as necessidades particulares de cada Estado;

- No bloco “E” (gestão de riscos), as avaliações da dupla XZ apresentaram uma diferença de 5 pontos no item “Ep8”, que trata da “*probabilidade de uso exagerado de tecnicismo na comunicação com a população*”. Essa divergência reflete uma diferença de opinião sobre a maneira como o Estado deve se comunicar com o público. A falta de informações claras e objetivas ou a comunicação inadequada por parte das autoridades pode levar à insatisfação da população ou torná-la suscetível a boatos alarmistas. É recomendável que profissionais qualificados em comunicação social prestem suporte à área de segurança de barragens;
- Analisando os resultados do bloco “F” (iniciativas), não houve grandes discordâncias, com o maior nível de avaliação sendo “4”, indicando uma postura neutra em dois itens.

Neste trabalho, a análise de equivalência entre as avaliações foi realizada utilizando a abordagem original de cálculo do coeficiente Kappa, proposta por Jacob Cohen. O método consiste em calcular a probabilidade de concordância observacional dividindo o número de vezes que os avaliadores forneceram exatamente a mesma avaliação pelo total de avaliações. Além disso, como não há um padrão esperado de resposta, a probabilidade de concordância hipotética foi considerada nula, o que torna o coeficiente Kappa igual à probabilidade observacional.

Como as respostas precisam ser idênticas para serem consideradas, a concordância calculada pode ser bastante rigorosa, especialmente quando se trabalha com muitas opções na escala de medição e vários avaliadores. Por esse motivo, esse método é mais adequado para escalas nominais, que não têm uma ordem ou relação de proporcionalidade entre os itens da escala de medição. Destaca-se que, para o objetivo desta pesquisa, que é identificar os principais elementos de concordância ou discordância na avaliação ex-post da PNSB, o cálculo do coeficiente Kappa segundo a proposta original de Cohen mostrou-se adequada.

Contudo, há outros métodos de cálculo do coeficiente Kappa amplamente difundidos, como a ponderação linear ou quadrática e a abordagem de Joseph Fleiss. Esses métodos consideram a proximidade dos níveis na escala de medição, de modo que, quanto maior a distância entre os níveis, menor é a concordância. Em geral, os resultados obtidos por esses métodos tendem a aumentar a concordância, pois não exigem que as respostas sejam exatamente iguais. Para fins acadêmicos, foram feitos testes com estes métodos, sendo os resultados apresentados no Apêndice B.

## 4.2 AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DAS INSTITUIÇÕES

### 4.2.1 Perspectiva do Dnocs

Durante o período de 01/08/2022 a 31/10/2022, o pesquisador acompanhou as atividades da CEST-PE/Dnocs para conhecer melhor a rotina e entender os desafios e perspectivas a partir do ponto de vista da equipe.

Embora seja enfatizada a boa vontade da equipe técnica da CEST-PE, algumas informações sobre o funcionamento do Dnocs estão disponíveis apenas na sede em Fortaleza/CE, tais como questões administrativas sobre o corpo técnico e alocação do orçamento. Infelizmente o pesquisador não obteve muito sucesso nos contatos estabelecidos com a sede. Ressalta-se que o pesquisador se colocou à disposição para fazer parte do estágio na sede do Dnocs em Fortaleza/CE, mas não obteve resposta quanto a esta proposta. Neste tipo de pesquisa, é natural esses percalços, já que nem sempre há disponibilidade de tempo e pessoal.

O CEST-PE se localiza onde funcionou a diretoria do Dnocs em Pernambuco até o ano de 2000. Além da perda de autonomia administrativa, foram extintos abruptamente vários setores, entre os quais os laboratórios de solos, concreto, hidráulica e qualidade das águas. A equipe do Dnocs em Pernambuco foi se reduzindo paulatinamente e os prédios ocupados anteriormente pela antiga diretoria hoje abrigam a Polícia Federal, ABIN, Receita Federal e IBGE.

No momento da pesquisa, verificou-se que a equipe de barragens estava bastante reduzida, contando efetivamente com 1 engenheiro (chefe), 2 estagiários (meio período de expediente cada) e 1 funcionária terceirizada, que saiu do Dnocs em agosto de 2022. Nos setores de apoio, havia uma pessoa respondendo pela área de recursos humanos e outra pela logística, sendo os demais funcionários na sua grande maioria terceirizados. Em relação às unidades de campo, foi possível acompanhar superficialmente os trabalhos do responsável pela unidade da Bacia do Capibaribe.

O CEST-PE gerencia a segurança das 39 barragens do Dnocs em Pernambuco, que estão espalhadas por todo o estado, como mostra a Figura 33. A Barragem de Jucazinho, destacada em azul claro, situa-se na região leste do Estado.

Figura 33 – Barragens do Dnocs em Pernambuco



Fonte: O autor

As ações do Dnocs na área de segurança de barragens incluem basicamente a realização de inspeção de segurança regular, desenvolvimento de Plano de Segurança da Barragem (PSB) e de Plano de Ação de Emergência (PAE). Além disso, o Dnocs presta informações regularmente aos órgãos fiscalizadores e de controle, incluindo ANA, Apac/PE e Ministério Público Federal (MPF).

Desde 2020, o Dnocs tem buscado realizar as inspeções por meio de execução descentralizada com a Universidade Federal de Pernambuco. Quanto aos planos, apenas a Barragem de Jucazinho possui PAE, mas até então nem seu coordenador havia sido designado e nem havia previsão de quando o plano seria implantado. Ademais, não havia previsão real de quando os planos das demais barragens seriam feitos, pois depende da decisão da sede em Fortaleza/CE.

Mais detalhes sobre o funcionamento do CEST-PE são apresentados na seção de discussão da tese.

## 4.2.2 Perspectiva da Apac/PE

O pesquisador acompanhou as atividades da Gerência de Segurança de Barragens - GRSB/Apac no período de 01/03/2022 a 31/05/2022. Dessa forma, foi possível conhecer a rotina das atividades relacionadas à segurança de barragens, acessar e analisar detalhadamente vários documentos, além de captar grande parte das opiniões e sugestões da equipe que atua diretamente com a segurança de barragens na Apac/PE.

As atividades desenvolvidas pela equipe da GRSB foram agrupadas em cinco grupos, conforme ilustrado na Figura 34.

Figura 34 – Atividades identificadas da Apac/PE em segurança de barragens



Fonte: O autor

A seguir, é apresentada uma descrição pormenorizada das atividades:

- Manutenção de cadastro de empreendimentos:
  - Cadastramento de empreendimentos a partir do cruzamento de informações de outras bases de dados: as informações obtidas nessas bases podem ajudar a identificar empreendimentos. Entre as fontes de informação, podem ser citadas as cartas da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), os dados do aplicativo Google Earth, do projeto de mapeamento colaborativo Open Street Maps e as ortoimagens do PE3D<sup>20</sup>;

<sup>20</sup> Pernambuco Tridimensional (PE3D): base de dados contendo ortoimagens e Modelo Digital do Terreno (MDT) do Estado de Pernambuco, disponível em <<http://www.pe3d.pe.gov.br/>>.

- Obtenção e verificação de dados técnicos de barragens utilizando modelos digitais de elevação: a altura da barragem e volume podem ser estimados utilizando um modelo digital de elevação de alta resolução, como por exemplo a base cartográfica do PE3D;
- Identificação de empreendedores: o empreendedor é o detentor da outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente. A identificação dos empreendedores pode ser feita entrando em contato com funcionários da prefeitura onde se localiza a barragem ou em visita de campo;
- Análise de consistência e atualização contínua do cadastro: as informações do cadastro são atualizadas à medida em que são recebidos novos dados sobre empreendedores e barragens;
- Análises técnicas:
  - Delineamento preliminar da mancha de inundação causada potencialmente pela ruptura da barragem: as manchas de inundação são obtidas por meio de modelagem hidráulica, sendo considerado preliminarmente uma abordagem conservadora, com o rompimento da barragem em seu nível máximo de acumulação incluindo, quando couber, a lâmina d'água vertente;
  - Classificação da Categoria de Risco e Dano Potencial Associado: a categoria de risco é avaliada considerando as características técnicas, o estado de conservação e o plano de segurança da barragem; enquanto isso, o dano potencial associado é avaliado considerando o volume do reservatório, o potencial de perdas de vidas humanas e os impactos ambiental e socioeconômico, estimados com base na mancha de inundação delineada;
  - Atualização dos Indicadores de Segurança de Barragens: o *Indicador de Completude* aponta quão completos estão os dados cadastrais e técnicos, na escala mínima, baixa, média, boa e ótima. O indicador é obtido diretamente no SNISB, a partir das informações cadastradas;

- Identificação de barragens críticas: a partir do acompanhamento da situação das barragens, é elaborada uma lista com a relação dos empreendimentos em situação de Alerta ou Emergência. Esta lista é encaminhada para a Coordenadoria de Defesa Civil Estadual de Pernambuco (Codecipe), acompanhada das manchas de inundação potenciais dessas barragens;
- Consolidação de informações para o RSB: no mês de fevereiro de cada ano é elaborado e encaminhado à ANA um relatório contendo informações relativas ao ano anterior sobre a evolução da PNSB no Estado de Pernambuco (equipe, contratos/ acordos/ convênios firmados, autuações etc.), a síntese das principais ações realizadas pelos empreendedores e a relação das barragens que mais preocupam indicando resumidamente os principais motivos;
- Consolidação de informações para o Progestão<sup>21</sup>: no mês de março de cada ano é elaborado e encaminhado à ANA um relatório contendo informações sobre o cumprimento das metas do Progestão, que envolvem ações para emissão da outorga, classificação por DPA e CRI, inserção dos dados no SNISB, atualização dos regulamentos, disponibilização dos dados para o RSB, definição dos procedimentos e implementação das ações de fiscalização;
- Elaboração do Plano Anual de Fiscalização em Segurança de Barragens (PAFSB): o PAFSB é elaborado anualmente pela GRSB e contém a previsão de atividades para o exercício seguinte. O PAFSB inclui as vistorias de campo previstas, que são definidas considerando a relevância e estado das barragens, a data da última vistoria, os recursos humanos e financeiros disponíveis. A lista de vistorias pode se alterar em virtude da

---

<sup>21</sup> O Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão) é um programa de incentivos financeiros aos Estados gerido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) visando ao fortalecimento institucional para o gerenciamento de recursos hídricos com metas anuais, incluindo relativas à segurança de barragens.

necessidade de se verificar denúncias ou quando há indícios de possível comprometimento estrutural relevante;

- Atividades de campo:
  - Vistorias de barragens: consistem na execução das vistorias previstas no PAFSB. A vistoria consiste na verificação visual da existência de anomalias no corpo da barragem (deformações, erosões, trincas, falhas no sistema de drenagem, vegetação excessiva etc.) ou nos dispositivos de descarga, vertedores, galerias, bem como a verificação da existência de obstruções ao fluxo da água ou surgências a jusante. Adicionalmente, verifica-se se existe escritório ou pessoa responsável pelo empreendimento no local e se o PSB está disponível e acessível;
  - Promoção de reuniões com empreendedores: são agendadas reuniões técnicas quando se verifica a necessidade de se esclarecer mais detalhadamente alguns aspectos relativos ao cumprimento da PNSB ou quando há necessidade de se promover uma interlocução com representantes da Defesa Civil;
- Verificação da regularidade do empreendimento:
  - Quanto aos requisitos de outorga: os procedimentos de outorga pelo direito de uso da água são realizados na Gerência de Outorga e Cobrança da Diretoria de Monitoramento e Regulação (GROC/DRM), contudo, os casos de barragens têm sido conduzidos pela GRSB devido às especificidades relativas à segurança. Nestes casos são emitidas uma outorga inicial para construção e uma segunda para regularização e operação;
  - Quanto aos requisitos da PNSB: a GRSB verifica se os documentos relativos à PNSB foram apresentados dentro do prazo, com a devida anotação de responsabilidade técnica e com a ciência do empreendedor. Verifica ainda se os documentos atendem ao conteúdo mínimo exigido na lei e normas, citando-se como exemplo:
    - Inspeção de Segurança Regular (ISR): identificação das anomalias, classificação do nível de perigo e indicação das recomendações;

- Inspeção de Segurança Especial (ISE): avaliação de situações específicas da barragem, contendo parecer conclusivo sobre a segurança e medidas detalhadas para solucionamento ou mitigação do problema;
- Plano de Segurança de Barragem (PSB): documento composto por 6 volumes que apresentam os dados da barragem, documentação técnica de projeto, licenças e outorga, planos e procedimentos, registros e controle, além do conjunto de documentos produzidos no âmbito da PNSB (PAE, ISR, ISE e RPSB);
- Plano de Ação de Emergência (PAE): descrição da barragem, responsáveis, recursos disponíveis, classificação das emergências em potencial pelo nível de resposta, procedimentos de notificação e alerta, mapas de inundação, definição das zonas de autossalvamento, plano de treinamento, relação das entidades a receber o documento;
- Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB): resultado da ISE, reavaliação do projeto e dos estudos hidrológicos e do PAE e recomendações de melhoria;
- Notificação e autuação do empreendedor: ao se verificar o descumprimento de requisito da PNSB ou relativo à regularidade da outorga/autorização pelo uso da água, o empreendedor é notificado a proceder as medidas corretivas, sendo sujeito a penalidades de advertência ou multa;
- Atividades eventuais:
  - Participação em eventos sobre segurança de barragens: a Apac/PE frequentemente é convidada a participar de seminários como ouvinte, palestrante ou debatedor para tratar do tema segurança de barragens. Em geral o intuito é discutir boas práticas e os principais desafios enfrentados. A participação da GRSB é importante no sentido de promover a cultura de segurança de barragens na sociedade e no meio acadêmico;

- Revisão e elaboração de propostas de normas internas: quando há alteração na legislação de segurança de barragens, a GRSB propõe ajustes nos normativos da Apac/PE, os quais são submetidos para apreciação da Diretoria;
- Repostas a questionamentos: frequentemente a Apac/PE recebe solicitações de informações sobre segurança de barragens vindas do ministério público, câmara de vereadores ou assembleia legislativa, as quais devem ser respondidas prontamente considerando a Lei de Acesso à Informação (LAI);
- Ações de apoio a gestão: acompanhamento de contrato para cadastro de barragens e empreendedores<sup>22</sup>; acompanhamento de contrato para o desenvolvimento de ferramentas computacionais de apoio à análise e classificação do dano potencial associado; especificação de requisitos para módulo de Segurança de Barragens no Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

---

<sup>22</sup> A Apac/PE tem um projeto em parceria com a Agência Peixe Vivo, com recursos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF, para cadastro de barragens em sub-bacias do Estado de Pernambuco contidas na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

### 4.2.3 Análise documental e de conteúdo

Os documentos relativos à história da Barragem de Jucazinho foram buscados em diversas fontes, destacando-se entre as principais:

- Apac/PE: o pesquisador acompanhou as atividades do órgão fiscalizador do Estado de Pernambuco no período de 01/03/2022 a 31/05/2022, o que facilitou o acesso a diversas informações rapidamente;
- Dnocs: os trabalhos desenvolvidos pelo empreendedor foram acompanhados pelo pesquisador no período de 01/08/2022 a 31/10/2022, quando também foram obtidos diversos documentos;
- Seinfra/PE: entre fevereiro e março de 2022 foi feita uma pesquisa de documentos sobre a Barragem de Jucazinho na Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos. As funções executivas e regulatórias relativas aos recursos hídricos já foram tratadas por diferentes órgãos no Estado de Pernambuco. Desde 2010, as atividades regulatórias passaram a ser realizadas pela Apac/PE, enquanto as atividades executivas são conduzidas atualmente pela Seinfra/PE;
- Complementarmente, foram buscados registros sobre Jucazinho nos sistemas de gestão de documentos e processos do Tribunal de Contas da União (TCU) e da Controladoria-Geral da União (CGU), uma vez que já se sabia que esses órgãos haviam realizado ações de controle no empreendimento.

Embora a barragem tenha sido concluída em 1998, é relevante se conhecer um pouco das dificuldades que ocorreram ainda durante a construção, uma vez que existem relatos de que houve falhas no projeto e na construção. As dificuldades enfrentadas pelo empreendedor desde antes da barragem iniciar sua operação podem dar pistas sobre a sua capacidade de agir tempestivamente visando a manter a barragem em condições de segurança. A seguir, são apresentadas as sinopses dos documentos consultados, por ordem cronológica:

- Decisão 673/96 - Plenário - Ata 42/96, de 04/11/1996: O TCU, por solicitação do Senado Federal, realizou auditoria na obra inacabada da Barragem de Jucazinho. Alguns dados relevantes identificados:

- Entre os objetivos da barragem, previa-se o abastecimento de Caruaru/PE, o controle de enchentes até Recife/PE e a perenização do Rio Capibaribe para permitir o desenvolvimento de rebanhos e agricultura. Previam-se 240 hm<sup>3</sup> de capacidade de acumulação para o reservatório, sendo 140 hm<sup>3</sup> destinados ao abastecimento e 100 hm<sup>3</sup> como volume de espera para a contenção de cheias;
- A licitação da obra foi vencida pela Construtora OAS Ltda, o contrato foi assinado em 21/06/1993 no valor de US\$ 10,4 milhões e 1.095 dias de prazo. O relatório do TCU indicou a inexecutabilidade do contrato, pois o valor correspondia a menos de 32% do que foi estimado no orçamento do Projeto Básico do Dnocs. Além disso, o projeto não estimou os quantitativos corretamente, por falhas nas sondagens, tendo subestimado a escavação de materiais de 1ª e 2ª categoria e superestimado a escavação de material de 3ª categoria (rocha);
- Além da falta de recursos, as obras da barragem Juczinho foram paralisadas em 08/02/1994, por determinação do poder judiciário, através da Ação Pública movida pelo Ministério Público Federal contra o Dnocs e a OAS, motivada pela falta de aprovação do Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA) pela Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos (CPRH)<sup>23</sup> e não conclusão das indenizações e reassentamentos das comunidades atingidas (Couro Dantas, Capivara e Trapiá);
- O contrato com a Construtora OAS foi rescindido em 31/05/1995, pois a empresa rejeitou a repactuação proposta, que, por força de lei, consistia na conversão dos valores em URV com expurgo da expectativa de inflação;
- Decisão 1010/2000 TCU-Plenário, 15/12/2000: neste documento elaborado pelo TCU, consta que o 2º Projeto Básico da barragem foi concluído em

---

<sup>23</sup> A CPRH passou a se chamar Agência Estadual de Meio Ambiente em 2009, em decorrência da Lei Estadual nº 13.968, de 15/12/2009.

28/02/1996 e que a nova licitação para continuação das obras foi vencida pela empresa Rodoférrea Construtora de Obras Limitada, sendo o valor do contrato de R\$ 19,8 milhões e com vigência entre 01/07/1996 e 01/01/1998 (as obras foram concluídas em março/1998);

- Decisão nº 309/2002 TCU-Plenário, de 03/04/2002: em relatório anexo à decisão, informou-se que o Projeto Básico da barragem foi elaborado pela empresa Geogrupo Engenharia LTDA em 1991 e o Projeto Executivo, o controle tecnológico do concreto, o acompanhamento e a assessoria das obras foram feitos pela empresa Aguasolos Consultora de Engenharia LTDA entre os anos de 1995 e 1997. Segundo dados do Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI), foram gastos o equivalente a R\$ 43 milhões na construção da Barragem de Jucazinho;
- Ficha de Inspeção, de 30/08/2004: este é o documento mais antigo que se refere especificamente à segurança de barragens, tendo sido elaborado pela Secretaria de Infraestrutura Hídrica do Ministério da Integração Nacional (SIH/MI). O documento faz referências a várias anomalias, tais como fissuras, deterioração do concreto, danos na bacia de dissipação com ferragem exposta e percolação, muitas classificadas no nível de perigo de “alerta”. No final da ficha de inspeção consta: “*Deve ser solicitado com urgência a vistoria e análise de consultor especialista em CCR tendo em vista que os vazamentos excessivos nos drenos observados com carreamento de rochas da fundação é sinal de alerta de perigo”;*
- Relatório Final e Projeto Executivo dos estudos técnicos especializados para avaliação da situação da barragem Jucazinho, 15/02/2013: a empresa Geotechnique elaborou vários relatórios visando a recuperação da Barragem de Jucazinho, entre eles, relatório de vistoria, relatórios de sondagens e ensaios, estudos hidrológicos e hidráulicos, análises de tensões e de estabilidade e projeto de recuperação contendo memorial descritivo, memória de cálculo, desenhos, especificações técnicas e planilhas orçamentárias;
- Parecer Técnico 208.11-CT-023-R0, de 27/08/2015: a empresa Geotechnique Consultoria e Engenharia Ltda encaminhou ao Dnocs o resultado da inspeção realizada em 20/08/2015 que foi feita para verificar a evolução dos problemas detectados durante a elaboração do projeto de

recuperação da barragem. No parecer, consta que não houve alterações significativas nos danos estruturais já registrados anteriormente pela empresa e que com o rebaixamento do nível de água no reservatório foi possível inspecionar o paramento de montante até a cota 252,0 m, tendo se confirmado que os danos estruturais já identificados no trecho acima da cota 266,0 m se estendiam também nesta região. Como conclusão, o parecer destacou que o estado da barragem era precário, classificando como “*RISCO ALTO*” (sic), segundo critérios do Ministério da Integração Nacional (MI)<sup>24</sup> e do Comitê de Grandes Barragens. O parecer destacou ainda que as chuvas esperadas a partir de fevereiro/2016 poderiam comprometer a segurança da barragem, principalmente se os extravasores central e laterais operassem;

- Carta CT/COMPESA DRI n° 004/2016, de 11/02/2016: a Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) comunicou à Apac/PE que realizou vistoria na Barragem de Jucazinho e que, por conta do reduzido volume acumulado, foi possível registrar fissuras no paramento de montante. A Compesa informou ainda que o fato foi comunicado ao Dnocs;
- Notificação n° 001-SB/16-GROC/Apac, de 18/02/2016: fazendo referência às conclusões da ficha de inspeção de segurança de barragem de 2004 e a uma vistoria realizada pela Compesa, cujos resultados foram encaminhados à Apac/PE por meio da Carta CT/COMPESA DRI n° 004/2016, a Apac/PE notificou o Dnocs a apresentar o Relatório de Inspeção atualizado. Pela situação preocupante, a Apac/PE reportou o fato à Agência Nacional de Águas (ANA) no Ofício n° 025/2016/GROC-Apac e ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) no Ofício n° 026/2016/GROC-Apac;
- Memorando n° s/n/2016/GAB/CEST-PE, de 11/04/2016: a Coordenadoria Estadual do Dnocs em Pernambuco (CEST-PE) comunicou ao Diretor-Geral do Dnocs que havia “*elevado risco de acontecer uma tragédia de grandes proporções*” (sic) envolvendo a Barragem de Jucazinho e solicitou, em “*caráter de urgência*” (sic), a licitação imediata das obras para

---

<sup>24</sup> Na época, o Dnocs era vinculado ao Ministério da Integração Nacional (MI), sendo que atualmente as funções deste ministério passaram para o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

recuperação da Barragem de Jucazinho, destacando a quebra da placa de fundo da bacia de dissipação, o entupimento dos drenos e os escorregamentos e desmoronamentos nas ombreiras dos canais dos sangradouros laterais;

- Nota Técnica - Visita Técnica para inspeção à barragem Jucazinho, 27/04/2016: a Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDEC/PE)<sup>25</sup> realizou uma visita técnica à barragem Jucazinho em 20 de abril de 2016, tendo constatado diversas anomalias, e concluiu: “*Sendo assim, enfatiza-se a **necessidade urgente de execução de obras de recuperação da barragem Jucazinho** e recomenda-se, que seja reforçada a comunicação aos competentes sobre a situação atual da barragem, para as devidas providências com relação à sua recuperação, dado o risco **de acidente de grandes proporções** para as populações localizadas a jusante da barragem*” (sic). Em anexo ao documento consta uma outra Nota Técnica, sendo da Coordenadoria Estadual do Dnocs em Pernambuco (CEST-PE), onde são elencadas as principais anomalias e feita uma estimativa de custos da ordem de R\$ 50 milhões para construção de um novo dissipador, reforço estrutural nos extravasores laterais, correção das fissuras transversais ao eixo da barragem e melhoria nas condições da estrada de acesso. Uma outra informação importante é que o Dnocs indicou que o problema na bacia de dissipação ocorreu logo após o primeiro vertimento da barragem de Jucazinho, porém não citou a data em que ocorreu. Comentou ainda que a lâmina vertida que causou o dano era de 1,4 m, que é muito inferior a lâmina de 6,0 m, que corresponde a cheia de projeto para “TR = 1.000 anos” (cheia milenar);
- Ofício nº 112/2016-SERH-SDEC, de 03/05/2016: a SDEC/PE encaminhou à Apac/PE a Nota Técnica referente a visita à Barragem de Jucazinho e comunicou que também enviou para o Dnocs e para a Compesa;
- Ofício nº 85/2016/DP-Apac, de 16/05/2016: citando as graves anomalias na Barragem de Jucazinho apontadas em Nota Técnica da CEST/PE, a

---

<sup>25</sup> Na época, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDEC/PE) exercia a função executiva de recursos hídricos, que mais tarde passou para a Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos (Seinfra/PE).

Apac/PE solicitou ao Dnocs que informasse, em até 10 dias, qual o máximo volume de acumulação de água no reservatório para que a barragem operasse de forma segura. Além disso, a Apac/PE reencaminhou a Notificação nº 001-SB/16-GROC/Apac;

- Ofício nº 02/2016 CEST-PE/TEC, de 17/05/2016: o Dnocs comunicou à Apac/PE, em resposta ao Ofício nº 85/2016/DP-Apac, que não existia volume máximo de acumulação para que a Barragem de Jucazinho operasse em segurança e que o ideal era que o reservatório permanecesse praticamente seco, com menos de 1% de acumulação, no máximo, na cota de porão. O Dnocs informou que não era comum que problemas com barragens acontecessem no primeiro enchimento, como no caso de Jucazinho no ano de 2004, mas que erros de projeto e de construção levaram àquela situação. Informou-se ainda que as soluções a serem adotadas constam no Projeto de recuperação e adequação elaborado pela empresa Geotechnique desde o ano de 2013, mas que *“infelizmente, por motivos alheios a parte que diz respeito à Engenharia, continua, sem ser colocado em prática”* (sic);
- Ofício nº 390/2016-GG/PE, de 19/05/2016: o Governador de Pernambuco solicitou ao MI providências imediatas para que fossem contratados os serviços de recuperação da Barragem de Jucazinho. Na mesma data, o Governador enviou ainda cópia da Nota Técnica da SDEC/PE à ANA junto ao Ofício nº 391/2016-GG/PE;
- Ofício nº 275/2016/SFI-ANA, de 17/06/2016: em virtude do Ofício encaminhado pelo Governador do Estado de Pernambuco, a ANA solicitou ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) que monitorasse a ocorrência de chuvas e informasse a ANA e a Apac/PE sobre qualquer anormalidade;
- Resolução nº 1/2016-DC, de 22/06/2016: considerando a situação de risco da Barragem de Jucazinho e que o Dnocs não deu resposta quanto ao início das obras de recuperação, a Apac/PE determinou que o Dnocs iniciasse as obras em caráter emergencial e que adotasse as providências necessárias para que o nível de acumulação não ultrapassasse o limite considerado seguro. A Resolução foi encaminhada em 22/06/2016 ao

Dnocs junto ao Ofício nº 0128/2016/DP-Apac, à ANA no Ofício nº 0129/2016/DP-Apac e ao MI no Ofício nº 0134/2016/DP-Apac;

- Ata da reunião de 30/06/2016: reunião entre o Dnocs, Governo do Estado de Pernambuco e a Geotechnique, na qual todos concordaram que as obras de adequação à segurança deveriam ser iniciadas de forma emergencial imediatamente, principalmente pelos problemas no dissipador e nos vertedores laterais. Além disso, mostraram preocupação com a possibilidade de chuvas intensas causadas pelo fenômeno “La Niña”. Destacaram que a barragem estava praticamente seca com 0,6% de sua capacidade, o que conferia uma ótima oportunidade para iniciar os trabalhos, pois evitaria a necessidade de mergulhador e propiciaria uma condição mais segura para impermeabilização do paramento de montante e recuperação da galeria. Além disso, consideraram todas as frentes de serviço prioritárias. Por fim, o texto anuncia que *“TODOS OS PARTICIPANTES QUEREM DEIXAR CLARO QUE SE EXIMEM DA RESPONSABILIDADE DE ACONTECER UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA, UMA VEZ QUE AS AUTORIDADES COMPETENTES JÁ FORAM COMUNICADAS POR VÁRIAS VEZES, LEMBRANDO QUE MUITAS VIDAS SERÃO CEIFADAS E MUITOS MUNICÍPIOS PODEM DESAPARECER NO CASO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM, COM REPERCUSSÃO DA TRAGÉDIA ATÉ NA CIDADE DO RECIFE”* (sic);
- Ofício nº 207/2016/AA-ANA, de 15/07/2016: a ANA informou ao MI as barragens que se encontravam em situação crítica, incluindo Jucazinho, e pedia que ações de recuperação fossem priorizadas;
- Ofício nº 36/2016/DRM-Apac, de 03/08/2016: em cumprimento à PNSB, a Apac/PE solicitou ao Dnocs a apresentação do formulário de cadastramento de barragens, o Relatório de Inspeção Regular e as Fichas de Inspeção;
- Ofício nº 296/2016/AA-ANA, de 25/10/2016: a ANA encaminhou ao MI a Nota Informativa nº 54/2016/SRE sobre o risco de rompimento da Barragem de Jucazinho e a necessidade inadiável de realização das obras para corrigir falhas do projeto da bacia de dissipação e de correção das graves fissuras, especialmente em virtude da elevada probabilidade de vazões altas decorrentes do fenômeno La Niña;

- Ofício nº 665/2016 GG PE, de 18/11/2016: o Governador de Pernambuco alertou o Ministro da Integração Nacional sobre “o sério risco de acidente” (sic) envolvendo a Barragem de Jucazinho e mostrou preocupação pelo fato de as obras de recuperação no valor de R\$ 52 milhões não terem sido iniciadas. O Governador alertou ainda sobre os problemas nos vertedores e que os efeitos da eventual ruptura da barragem poderiam ser “absolutamente catastróficos” (sic);
- Nota Técnica - Visita Técnica para inspeção à barragem Jucazinho, 22/02/2017: a SDEC/PE realizou um acompanhamento das obras de recuperação, realizadas pela empresa Concrepoxi Engenharia LTDA, iniciadas em dezembro/2016. Segundo a Nota, as intervenções correspondiam a: hidrojateamento no paramento de montante; injeção de poliuretano; apicoamento e tratamento de superfície das lajes da galeria de inspeção; furos de ancoragem para novas armaduras na laje da galeria; aplicação de selante de silicato; desobstrução dos drenos; instalação elétrica temporária na galeria de inspeção;
- Auto de Infração com Advertência nº LP004/2017, de 03/08/2017: o Dnocs foi autuado por descumprimento das determinações da Apac/PE relativas à Política Nacional de Segurança de Barragens, requisitadas no Ofício nº 036/2016-DRM-Apac/PE;
- Ofício nº 40/2017/DRM-Apac, de 16/08/2017: a Apac/PE solicitou ao Dnocs a apresentação dos formulários de cadastramento das barragens e dos relatórios de inspeção regular, com suas respectivas fichas de inspeção, relativas ao ano de 2016;
- Plano de Ação de Emergência (PAE) da Barragem Jucazinho/PE, de 27/10/2017: o relatório final do PAE (4ª versão), elaborado pela empresa Geotechnique Consultoria e Engenharia Ltda, apresenta, entre outras coisas: informações gerais do PAE; identificação das entidade e contatos externos a serem acionados pelo Dnocs; informações gerais da barragem (características hidrológicas e geológicas e recursos materiais e logísticos mobilizáveis); responsabilidades dos agentes internos (empreendedor, coordenador, encarregado e relações públicas) e externos (Apac/PE e Defesa Civil); procedimentos de notificação e sistema de alerta; e detecção,

avaliação, classificação e ações esperadas para cada nível de resposta; síntese do estudo de ruptura e caracterização da zona de autossalvamento - ZAS (GEOTECHNIQUE CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA, 2017).

Alguns destaques do PAE:

- O documento indica 14 entidades que devem receber o PAE, entre as quais estão a entidade fiscalizadora, as prefeituras e secretarias municipais e as defesas civis estadual e municipal. Foram indicados ainda 68 contatos a serem acionados, sendo 20 representantes de instituições e o restante representantes da população situada na ZAS;
- Algo que chama bastante a atenção no PAE é que foram indicados vários contatos externos de pessoas e instituições, entretanto, não há indicação por parte do Dnocs do coordenador e seu substituto e nem do encarregado;
- Ofício nº 73/2017/DRM-Apac, de 14/11/2017: a Apac/PE solicitou ao Dnocs a regularização de suas 39 barragens no Estado de Pernambuco, quanto à outorga dos barramentos conforme a Lei Estadual nº 12.984/2005, estipulando o prazo de trinta dias para a apresentação do formulário de cadastro da barragem e o requerimento da outorga de água superficial;
- Ofício nº 185/2017/DP-Apac, de 23/11/2017: citando o Relatório Final de Acompanhamento das Obras de Recuperação Emergencial da Barragem de Jucazinho, objeto do Contrato Dnocs nº 17/2016 firmado entre o Dnocs e a empresa Concrepoxi, a Apac/PE solicitou informações ao Dnocs sobre as intervenções críticas que não estavam sendo realizadas<sup>26</sup>, sobre o volume máximo possível de acumulação de água do reservatório para uma operação com segurança e sobre a implantação do PAE. Cópias do documento foram enviadas ao Governador do Estado, ao Secretário de Planejamento e Gestão do Estado de Pernambuco, ao Secretário Executivo de Recursos Hídricos e à Agência Nacional de Águas;

---

<sup>26</sup> As obras críticas referidas são: construção da bacia de dissipação em Salto de Esqui; estabilização do muro lateral esquerdo; estabilização dos canais de queda dos extravasores laterais; ligação do canal de entrada e dos canais de queda laterais; e a construção de estrutura de dissipação nos canais de queda laterais.

- Ofício nº 727/2017 - GG/PE, de 23/11/2017: citando uma correspondência enviada em 18/11/2016 sobre a situação de “*alerta máximo*” (sic), o Governador de Pernambuco solicitou ao Presidente da República que atuasse pela imediata e urgente deflagração de ações para recuperação da Barragem de Jucazinho;
- Ofício nº 623/2017-SIH/MI, de 13/12/2017: a Secretaria de Infraestrutura Hídrica do Ministério da Integração Nacional informou, entre outras coisas, que estava concluindo o Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de Barragens da União (Planerb)<sup>27</sup> com previsão de recursos da ordem de R\$ 50 milhões para Jucazinho;
- Relatório nº 201700343, de 19/12/2017: a Controladoria-Geral da União (CGU) realizou a fiscalização no Contrato do Dnocs nº 17/2016, que trata das obras de recuperação emergencial da Barragem de Jucazinho, por solicitação da Procuradoria da República em Caruaru/PE (MPF/PRM/Caruaru). Os trabalhos de campo foram realizados no período 4 de abril a 5 de junho de 2017. A CGU fez um relatório bastante detalhado, que apontou superfaturamento no contrato, ausência de justificativa da necessidade de contratação emergencial em parte dos serviços, direcionamento para a empresa contratada, falhas na fiscalização na execução dos serviços e que não foram adotados os procedimentos de cumprimento da Lei de Segurança de barragens, acarretando falta de controle dos riscos da ocorrência de acidentes e dos respectivos danos. No relatório consta ainda:
  - O Dnocs tem solicitado recursos para a recuperação da barragem desde o ano de 2012, porém, apenas a partir de novembro de 2016 começaram a ser atendidos;
  - Segundo o relatório da CGU, em sua defesa sobre a fundamentação técnica sobre a recuperação da laje vertical de montante, o Dnocs informou no Ofício nº 392/DG/2017, de 14 de

---

<sup>27</sup> O Relatório Final do Planerb (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2018) data de Setembro/2018 e previu um investimento total de R\$ 168 milhões a serem aplicados em 136 barragens do Dnocs, Codevasf e extinto DNOS, sendo 23 no Estado de Pernambuco. Para Jucazinho, foi previsto: R\$ 93 mil/ano para manutenção ordinária; R\$ 50 milhões para reabilitação física e estrutural; e R\$ 510 mil para elaboração e implantação do PAE, Revisão Periódica de Segurança de Barragens (RPSB), estudos geotécnicos e análise de estabilidade da barragem e estudos topográficos.

julho de 2017, entre outras coisas, que há diversos documentos reforçando o risco elevado de rompimento e conforme descrição dos técnicos do Dnocs e da Defesa Civil “*TODOS OS PARTICIPANTES QUEREM DEIXAR CLARO QUE SE EXIMEM DA RESPONSABILIDADE DE ACONTECER UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA. UMA VEZ QUE AS AUTORIDADES COMPETENTES JA FORAM COMUNICADAS POR VÁRIAS VEZES. LEMBRANDO QUE MUITAS VIDAS SERÃO CEIFADAS MUITOS MUNICÍPIOS PODEM DESAPARECER NO CASO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM. COM REPERCUSSÃO DA TRAGÉDIA ATÉ NA CIDADE DO RECIFE*” (sic);

- A CGU solicitou comprovação referente aos últimos cinco anos de que o Dnocs tem adotado procedimentos para o cumprimento da Lei nº 12.334/2010. O Dnocs relatou que o diagnóstico foi feito em 2012 pela empresa contratada para realizar o projeto básico de recuperação da barragem e que estava concluindo o PAE; contudo, a situação da barragem permanecia a mesma. A CGU sugeriu que o Dnocs fixasse prazos, criasse fluxos de processos e estabelecesse competências para cumprir a Lei;
- Ofício nº 143/2018 - GG/PE, de 12/04/2018: fazendo referência a comunicados anteriores, de 18/11/2016 e 23/11/2017, e alertando sobre o “*altíssimo risco de acidentes*” (sic) com efeitos “*absolutamente catastróficos*” (sic), o Governador de Pernambuco solicitou ao Presidente da República que atuasse pela imediata e urgente autorização para o início das obras de recuperação de Jucazinho, pois apenas a estanqueidade do paredão havia sido feita. Na sequência, o Governador enviou ao Ministério da Integração Nacional o Ofício nº 146/2018 - GG/PE, datado de 12/04/2018, com igual teor;
- Acórdão nº 2475/2018 – TCU – Plenário, de 24/10/2018: conforme autos do Processo de Auditoria TC-012.737/2018-6, por meio de medida cautelar, o TCU determinou a suspensão das obras de recuperação da Barragem de Jucazinho pelos seguintes motivos:

A análise preliminar da documentação acostada revelou, entre outras ocorrências, indícios de que o projeto executivo utilizado como base no

procedimento licitatório acima referenciado apresenta graves deficiências. Com efeito, além da ausência de projetos estruturais para diversas etapas da obra, constatou-se considerável divergência entre os quantitativos de armação em aço CA-50 previstos nos projetos estruturais e aqueles constantes da planilha orçamentária elaborada, cenário de grande risco para os cofres do Poder Público (TCU, Relatório de Auditoria TC 012.737/2018-6, 2018, pág. 10).

- Relatório de Vistoria de Jucazinho, de 23/11/2018: citando duas vistorias anteriores, realizadas em abril de 2016 e em junho de 2017, o Gerente de Construção de Obras e Saneamento do Estado relatou que foi feita uma nova vistoria em novembro de 2018 para verificar o andamento das obras, relativas à nova licitação no valor de R\$ 22 milhões, que contemplava a construção do Salto de Esqui na Bacia de dissipação; contudo, recebera a informação de que as obras estavam paradas, pois estavam aguardando a solicitação iminente de paralisação pelo TCU;
- Acórdão nº 50/2019 – TCU – Plenário, de 23/01/2019: revogou a medida cautelar referendada por intermédio do Acórdão nº 2475/2018 – TCU – Plenário, permitindo ao Dnocs retomar as obras de recuperação da Barragem de Jucazinho. O TCU reconheceu que, apesar de o Dnocs não ter finalizado todos os detalhamentos e ajustes necessários, tomou medidas adequadas para resolver os problemas que haviam causado a suspensão inicial das obras. O TCU citou ainda a urgente necessidade de realização dos serviços contratados de reparo da Barragem Jucazinho, em face do elevado risco de rompimento constatado pelo quadro de especialistas do Dnocs e das graves consequências humanas e materiais para aproximadamente 200 mil habitantes localizados à jusante;
- Ofício nº 65/2019-GG/PE, de 28/01/2019: o Governador de Pernambuco reiterou os termos dos Ofícios anteriores, enviados ao Presidente da República em 14/11/2017 e ao Ministério da Integração Nacional em 12/04/2018, sobre a "*situação de alerta máximo em que se encontra a Barragem de Jucazinho*" (sic), com potencial de ruptura estrutural que "*seria absolutamente catastrófico*" (sic), e pediu que atuasse pelo início imediato das obras de recuperação;
- Ofício nº 15/2019, de 29/01/2019: a Apac/PE solicitou ao Dnocs, no prazo máximo de dez dias, informações sobre o volume máximo possível de

acumulação de água no reservatório de Jucazinho para que operasse em segurança, a previsão de conclusão das obras complementares previstas no projeto executivo de recuperação e a apresentação de relatório sobre a implementação do PAE;

- Relatório de Auditoria Operacional do TCU – Segurança de Barragens de Usos Múltiplos, março/2019: o TCU realizou uma auditoria operacional com o objetivo de avaliar a gestão de segurança das barragens de usos múltiplos sob responsabilidade do Dnocs e da Codevasf. Foram entrevistados representantes de vários órgãos e vistoriadas algumas barragens com graves anomalias. Consta no documento:

286. A Coordenadoria Estadual de Pernambuco (CEST/PE) informa que:

Com relação a manutenção das barragens existentes na CEST-PE, informamos que todas, sem exceção, encontram-se em estado de abandono, há muito tempo e que a única que está sendo realizado a recuperação é a Barragem de Jucazinho, devido ao grande risco de colapso que apresenta e que está sendo realizado a sua recuperação, pela administração central do Dnocs, no Ceará (TCU, Relatório de Auditoria Operacional TC 027.119/2018-1, 2019, pág. 75).

356. O Dnocs, por exemplo, possui mais de 300 barragens mas elaborou apenas um Plano de Ação de Emergência (Barragem Jucazinho/PE) (TCU, Relatório de Auditoria Operacional TC 027.119/2018-1, 2019, pág. 86).

- Acórdão nº 1257/2019 – TCU – Plenário, de 05/06/2019: considerando o resultado da auditoria operacional realizada em diversas barragens de usos múltiplos, o TCU determinou à Casa Civil da Presidência da República e ao Ministério do Desenvolvimento Regional que o Dnocs e a Codevasf elaborassem e encaminhassem ao TCU um plano de ação com vistas à implementação das ações relativas à segurança de barragens, contendo as medidas a serem adotadas, os responsáveis pelas ações e os respectivos prazos para a implementação de cada ação. Este Acórdão é rico em recomendações para o aperfeiçoamento da PNSB, pois inclui recomendações específicas ao Ministério da Economia, Ministério do Desenvolvimento Regional, incluindo a Secretaria de Proteção e Defesa Civil do Ministério, à ANA e aos órgãos estaduais de recursos hídricos, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, ao Ministério do Meio Ambiente, ao Ministério da Educação, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento e ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. O Acórdão foi ainda encaminhado ao Congresso Nacional com vistas ao aperfeiçoamento da PNSB. Tendo em vista a relevância do conteúdo do documento, no Anexo B são apresentadas as recomendações do TCU ao Dnocs e aos órgãos gestores de recursos hídricos;

- Relatório de Vistoria nº 16/2019, de 04/07/2019: em 18/06/2019, técnicos da Apac/PE realizaram vistoria na Barragem de Jucazinho e destacaram as anomalias mais relevantes, entre as quais registraram surgências na galeria de inspeção e recomendaram a instalação de um sistema de instrumentação para monitorá-las. Além disso, verificaram a necessidade de o Dnocs realizar a Inspeção de Segurança Regular (ISR) e promover a limpeza e a manutenção da barragem;
- Ofício nº 72/2019 DRM-Apac, de 17/07/2019: a Apac/PE reiterou as solicitações dos Ofício nº 036/2016/DRM-Apac, de 03/08/2016, e nº 40/2017/DRM-Apac, de 16/08/2017, sobre os relatórios das ISRs de várias barragens referentes aos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. Além disso, a Apac/PE apresentou a lista de barragens do Dnocs com a classificação na PNSB e solicitou que fosse apresentado o PSB e PAE ou cronograma para conclusão e implantação destes no prazo de 30 dias, sujeito as penalidades previstas no Decreto Estadual nº 38.752/2012;
- Ofício nº 73/2019/DRM-Apac, de 17/07/2019: a Apac/PE comunicou ao Dnocs a classificação de suas barragens quanto à PNSB. Jucazinho foi classificada na Categoria de Risco "Alto" e Dano Potencial Associado "Alto", tendo sido enquadrada na Classe A;
- Ofício nº 23/2020/CEST-PE, de 12/03/2020: o Dnocs informou à Apac/PE que as vistorias nas barragens no Estado de Pernambuco se iniciariam em abril de 2020;
- Ofício nº 82/2020-GG/PE, de 19/03/2020: citando os Ofícios encaminhados entre os anos de 2016 e 2019 ao Ministério da Integração Nacional e à Presidência da República, o Governador do Estado de Pernambuco alertou sobre os "*riscos de ruptura estrutural, com efeitos absolutamente catastróficos para toda a Região*" (sic) e pediu que a Presidência atuasse para a conclusão das obras de recuperação da Barragem de Jucazinho;

- Nota Técnica nº 5/2020/DI/DEP/PR, de 25/03/2020: resposta do Dnocs ao Ofício nº 400//2020/PRM/CRU/PE/1º Ofício do Ministério Público Federal (MPF) sobre a situação da Barragem de Jucazinho. O MPF fez o pedido após o Jornal de Caruaru ter divulgado um vídeo informando do sério risco de rompimento. Em resposta, o Dnocs relatou:
  - Em 2016, diante do relatório da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), o MPF convocou o Dnocs para uma reunião, e ficou decidido que este faria uma contratação por meio de dispensa de licitação para realizar os serviços mais essenciais;
  - As obras e serviços no valor de R\$ 8.066.140,15 foram realizados pela empresa Concrepoxi Engenharia Ltda. no âmbito do Contrato Dnocs nº 17/2016 e concluídos em 31/07/2017, tendo abrangido, entre outras coisas, tratamento da fundação rochosa com injeção de nata de cimento, tratamento das trincas do maciço de CCR com resinas de poliuretano, recuperação de danos estruturais nas paredes e teto da galeria, poços de alívio, recuperação das estruturas hidroeletromecânicas, recuperação da laje vertical de montante;
  - No ano de 2018, foi contratada a Construtora Sucesso S.A. (Contrato Dnocs nº 18/2018) para a realização dos serviços complementares; porém, o contrato foi interrompido antes de sua conclusão por dificuldade financeira da empresa. Os serviços complementares contemplariam, entre outras coisas, a construção da bacia de dissipação (tipo salto de esqui), a estabilização do talude junto ao muro lateral esquerdo da bacia de dissipação, a construção dos extravasores laterais direito e esquerdo, a recuperação do concreto de face dos degraus de jusante da barragem etc.;
  - Entre as conclusões, o Dnocs afirma: *“Embora há notícias veiculadas de cunho sensacionalista que somente criam pânico à população que mora à jusante da Barragem, até o presente momento, a estrutura da Barragem Jucazinho não apresenta qualquer comportamento de ruptura”*;

- Complementando a Nota Técnica, o Dnocs publicou uma Nota de Esclarecimento em 26/03/2020, onde afirma que a “*Barragem se encontra com sua estabilidade garantida, e, sendo assim, não oferece nenhum risco à sociedade*”;
- Ofício nº139/2020/GAB-Sedec(MDR)/SEDEC(MDR)-MDR, de 03/04/2020: em resposta ao Ofício nº 82/2020-GG/PE encaminhado pelo Governador de Pernambuco à Presidência da República, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)<sup>28</sup> solicitou que a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil entrasse em contato com o Dnocs para averiguar a situação de Jucazinho e que avaliasse formas de apoio aos municípios envolvidos;
- Nota Técnica nº 10/2020/DI/DOB/AC, de 16/04/2020: o Dnocs elaborou esta Nota para informar ao MDR sobre a situação da recuperação da Barragem de Jucazinho. Segundo a Nota:
  - As obras da 2ª Etapa de Recuperação da Barragem de Jucazinho foram objeto do Contrato Dnocs nº 18/2018 para recuperação de Jucazinho foi celebrado entre o Dnocs e a empresa CONSTRUTORA SUCESSO S.A. O contrato no valor R\$ 28.182.828,50 possuía prazo de execução de 13 meses, porém foi suspenso em 18/10/2018 em atendimento a determinação do Tribunal de Contas da União, no Processo de Auditoria TC-012.737/2018-6;
  - A ordem para o reinício dos serviços foi dada em 15/02/2019; porém, a Construtora pediu a rescisão amigável do contrato (processo 59400.001225/2020-75);
  - Os serviços relativos ao vertedouro principal da Barragem foram concluídos restando executar os extravasores laterais. É informado que em breve será iniciado o processo de contratação do restante das obras de Recuperação da Barragem;
  - O Dnocs contratou consultores técnicos especializados para formar um Painel de Consultores, cobrindo áreas como tecnologia

---

<sup>28</sup> A partir de janeiro/2019 o Ministério do Desenvolvimento Regional assumiu as funções antes desempenhadas pelos Ministérios da Integração Nacional e das Cidades.

do concreto, geotecnia, hidráulica de barragens, hidrologia e geologia/engenharia geológica. Estes consultores realizaram uma avaliação da Barragem no período de dezembro de 2018 a dezembro de 2019 e sugeriram várias recomendações em relação ao Projeto Executivo, incluindo a atualização dos estudos hidrológicos. Estes estudos foram contratados e, posteriormente, entregues ao Dnocs em fevereiro de 2020;

- Acórdão nº 2031/2020 – TCU – Plenário, de 05/08/2020: o TCU determinou a paralisação das obras de recuperação e a realização de uma audiência, para que o Dnocs justificasse, em quinze dias:
  - Por que aprovou o projeto executivo que serviu de base à licitação, após o início das obras complementares de recuperação, sem as modificações imprescindíveis indicadas em relatórios anteriores e sem aprovação dos setores competentes;
  - Por que homologou a licitação das obras complementares de recuperação e permitiu o início dos serviços, apesar do projeto executivo deficiente, incompleto e impreciso, do alerta da Procuradoria Federal Especializada junto ao Dnocs, das incorreções do quantitativo de aço advindas da revisão do projeto em 2016, do reconhecimento das lacunas existentes em reunião realizada em 28/09/2018, da ausência de estudos hidrológicos atualizados e de sondagens rotativas complementares, da ausência de cálculo que permitisse avaliar a estabilidade da barragem com a estrutura salto de esqui prevista;
- Ofício nº 836/2020/DG, de 25/09/2020: o Dnocs encaminhou resposta à solicitação da Apac/PE, contida no Ofício nº 185/2017/DP-Apac, de 23/11/2017, quase três anos depois, sobre o andamento das obras de recuperação de Jucazinho;
- Ofício nº 224/2020/DP-Apac, de 13/11/2020: a Apac/PE informou o Dnocs sobre a classificação das suas barragens em relação à PNSB e reiterou a solicitação do Ofício nº 72/2019 DRM-Apac, pedindo a apresentação do requerimento de outorga, relatório da ISR, PSB e PAE das suas barragens;
- Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 2/2020 – Dnocs, de 26/11/2020: o Dnocs firmou um TED com a Universidade Federal de

Pernambuco (UFPE) para a realização de inspeção técnica e avaliação de riscos das suas barragens localizadas no Estado de Pernambuco, no valor de R\$ 615.592,96 e com vigência de 365 dias (prorrogado posteriormente até 20/07/2022). No Plano de Trabalho relativo ao TED consta a previsão de avaliação de 39 barragens;

- Ofício nº 442/2020/SRE/ANA, de 04/12/2020: a ANA encaminhou a publicação da Resolução Conjunta ANA/Apac nº 50/2020, referente ao Marco regulatório do Sistema Hídrico Jucazinho, que dispõe sobre as condições de uso dos recursos hídricos neste sistema. Os usos da água no sistema ficam sujeitos ao Estado Hidrológico do Reservatório (verde, amarelo e vermelho), que se baseia no nível de água e volume no último dia de julho. No documento não foi definido o volume de espera para inundações e nem o nível mínimo operacional para garantir a segurança da barragem enquanto as obras de recuperação não foram concluídas, porém define que o operador do reservatório deve manejar as vazões defluídas para eventual mitigação de danos à jusante;
- Acórdão nº 4549/2020 – TCU – Plenário, de 09/12/2020: o TCU autorizou em caráter excepcional a continuação das obras de recuperação, limitada à realização dos serviços para os quais, segundo declaração do Dnocs, o projeto executivo já foi ajustado – adequação dos vertedores laterais, estabilização dos taludes das encostas, recuperação dos equipamentos hidromecânicos e estrutura da casa de comando da tomada d'água e estabilização do talude existente junto ao muro lateral esquerdo da bacia de dissipação da barragem principal;
- Relatório de Inspeção Regular de Barragens nº46/2021/CEST-PE/TEC, de 21/07/2021: o relatório se refere a uma inspeção realizada em 10/03/2021, no âmbito do Termo de Execução Descentralizada TED 02/2020, fruto da parceria entre o Dnocs e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB) foi classificado como “Atenção”, pois se considerou que o efeito conjugado das anomalias não compromete de imediato a segurança da barragem. O relatório traz algumas recomendações e indica que aquelas relativas à estrutura devem ser feitas antes do próximo período de chuvas e as recomendações relativas a estudos foi dado o prazo de até um ano. Dentre as observações,

chama mais a atenção a sugestão de retirada de corpos de prova na galeria e ao longo do maciço com o objetivo de realizar ensaios tecnológicos. Comenta-se que em diversos pontos da galeria há degradação da superfície do concreto, inclusive sendo possível remoção manual;

- PRM-SALGUEIRO-MANIFESTAÇÃO-1417/2021, de 22/06/2021: proposição de Ação Civil Pública da Procuradoria da República no Município de Salgueiro/Ouricuri em relação à barragem de Abóboras, do Dnocs. É um caso que possui muita semelhança ao de Jucazinho: a última inspeção da barragem datava de 2012, a recuperação estava prevista desde 2016 e consta no processo que o próprio engenheiro civil do Dnocs demonstrou espanto pelo atraso; a coordenadoria do Dnocs em Pernambuco informou que possui 39 barragens em alerta e apenas um engenheiro civil; a Apac/PE solicitou ao Dnocs inúmeras informações acerca das barragens sob sua responsabilidade nos anos de 2018, 2019 e 2020, mas não foram respondidas; o documento conclui que não é possível atestar a segurança do Açude Abóboras. Neste contexto, o MPF sugere, sob pena de aplicação de multa diária, indenização por dano social e por dano moral coletivo, que o Dnocs elabore o PSB e o PAE. Para a Apac/PE, o MPF sugere, sob pena de multa diária e pagamento de indenização por dano moral coletivo solidariamente ao Dnocs, que fiscalize o cumprimento dos prazos pelo Dnocs. O destaque neste caso é que o próprio órgão fiscalizador – Apac/PE foi citado com réu;
  - Consultando-se outros documentos relativos à segurança de barragens do Dnocs, verificou-se que em julho de 2021 foram aplicadas multas por descumprimento da PNSB em relação às Barragens Abóboras e (auto de infração nº 2021016, multa de R\$ 10.000,02) e Bonito Grande (auto de infração nº 2021014, multa de R\$ 5.000,00). Salienta-se que a gestão da segurança dessas barragens também tem sido alvo de inquérito pelo MPF, a citar o Inquérito Civil nº 1.26.004.000351/2018-56 sobre a barragem de Abóboras e o Inquérito Civil nº 1.26.002.000129/2020-98 sobre a barragem Bonito Grande;
- Auto de Infração com advertência nº 0022/2021/NSB, de 11/10/2021: o Dnocs foi autuado por não apresentar a documentação solicitada no Ofício

nº 224/2020/DP-Apac, de 13/11/2020, relativa ao cumprimento da Lei Estadual nº 12.984/2005, da Lei Federal nº 12.334/2010 e da Resolução nº 03/2017 da Diretoria Colegiada da Apac/PE;

- Ofício nº 02/2021/GRSB/DRH-Apac, de 18/10/2021: a Apac/PE encaminhou 34 (trinta e quatro) Autos de Infração com Advertência ao Dnocs, referentes à falta de outorga de direito de uso dos recursos hídricos das barragens;
- Ofício nº 165/2021/CEST-PE, de 18/11/2021: o Dnocs solicitou à Apac/PE a outorga dos reservatórios no Estado de Pernambuco;
- Relatório de Vistoria nº 31/2021, de novembro de 2021: em 09/11/2021, técnicos da Apac/PE realizaram vistoria na Barragem de Jucazinho e recomendaram, entre outras coisas, a manutenção de estruturas civis e hidromecânicas dos dispositivos de saída de água, a investigação quanto à origem da água acumulada permanentemente na bacia de dissipação a jusante da barragem e a implementação de solução para esta anomalia;
- Ofício nº 32/2022/DI, de 11/04/2022: o Dnocs informou à Apac/PE que adotou o reservatório de Carpina como fronteira para a extensão do cálculo da modelagem da onda de cheia do PAE de Jucazinho, seguindo a orientação contida nos Manuais do Empreendedor disponibilizados pela ANA. Em seguida, o Dnocs solicita a manifestação da Apac/PE sobre as obrigações para além do limite adotado como fronteira de jusante;
- Acórdão nº 2279/2023 – TCU – Plenário, de 08/11/2023: sobre a responsabilidade do gestor do Dnocs em face das possíveis irregularidades nas obras complementares de recuperação e adequação da Barragem Jucazinho/PE, o TCU concluiu que:

64. O lapso prolongado entre a constatação da necessidade de obras complementares (2013) e a obtenção de recursos (2018), a necessidade de envolvimento de consultores externos com a finalidade de avaliar a adequabilidade do projeto executivo e a atuação de diversos órgãos com o intuito de enfatizar a urgência da execução das obras (...), evidenciam as dificuldades que se apresentaram concretamente ao gestor, limitando sua ação, elementos esses que afastam a irregularidade de sua conduta, nos termos do art. 22, § 1º, da Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro.

### 4.3 AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA

A área de estudo foi delimitada a partir da mancha de inundação potencial causada pela ruptura da Barragem de Jucazinho, até o reservatório de Carpina (Figura 21). A região entre as duas principais barragens da bacia abrange uma área povoada, contendo duas cidades (Salgadinho e Limoeiro) e distritos rurais. Essa região possui problemas associados a eventos hidrológicos extremos, como secas e inundações, exposição ao risco de rompimento da Barragem de Jucazinho e poluição hídrica.

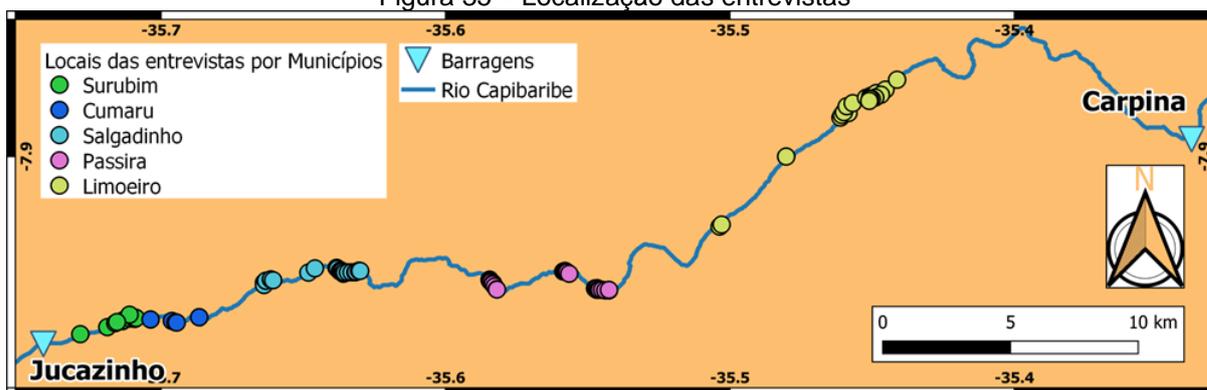
A perspectiva da população foi obtida pela realização de entrevistas, conforme formulário apresentado na Tabela 20 (item 3.4.3), seguindo o roteiro: 1) obtenção de dados básicos para traçar o perfil das pessoas; 2) identificação da relação da pessoa com o rio Capibaribe e quais são os principais problemas em sua visão; 3) avaliação do conhecimento das pessoas sobre as instituições que atuam com o tema recursos hídricos e se sabem indicar quais atividades são realizadas; 4) verificação do nível de conhecimento da população sobre as barragens e as preocupações.

O primeiro conjunto de informações tem o objetivo de se estabelecer o perfil básico da população que reside próximo às margens do rio Capibaribe. Em seguida, o entrevistado indica os problemas relacionados aos recursos hídricos e se conhece alguma instituição que exerce alguma ação relacionada ao tema. Neste momento, foi tomado cuidado em manter as perguntas abrangentes de modo a não induzir o entrevistado a enfatizar a preocupação com a segurança de barragens. A expectativa é de que o assunto pudesse surgir de forma natural, na medida em que fosse considerado um aspecto relevante pelo entrevistado. Apenas no último bloco de questões é que se abordava especificamente as barragens, primeiro para registrar se o entrevistado entendia os benefícios desses empreendimentos e, por último, para que ele informasse se tinha alguma preocupação específica.

Considerando a população de 35.694 habitantes, uma margem de erro máxima admissível de 10% e um nível de confiança de 95% (significância de 5%), aplicando-se a Equação 3, obtém-se o tamanho da amostra de 96 entrevistas.

Assim, entre os dias 7 e 10 de março de 2023 foram entrevistadas 108 pessoas, com uma folga em relação ao mínimo estimado, distribuídos nos municípios da seguinte forma: 18 em Surubim, 9 em Cumaru, 27 em Salgadinho, 31 em Passira e 23 em Limoeiro (Figura 35). Para o mesmo nível de confiança definido inicialmente, com mais entrevistas, a margem de erro se reduz para 9,4%.

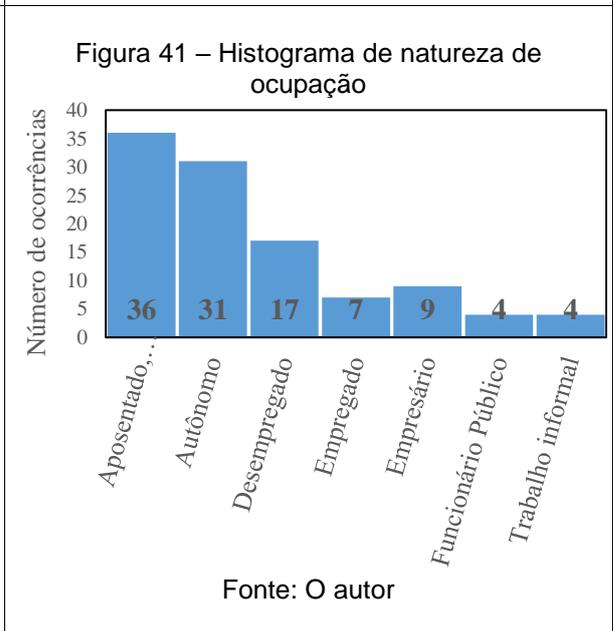
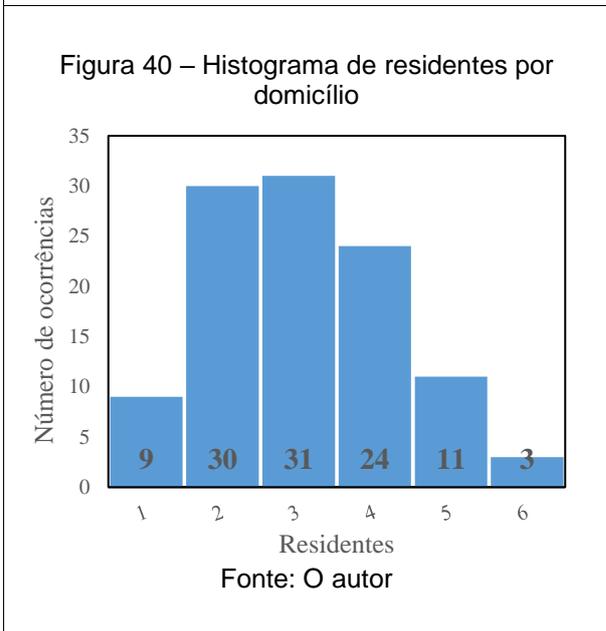
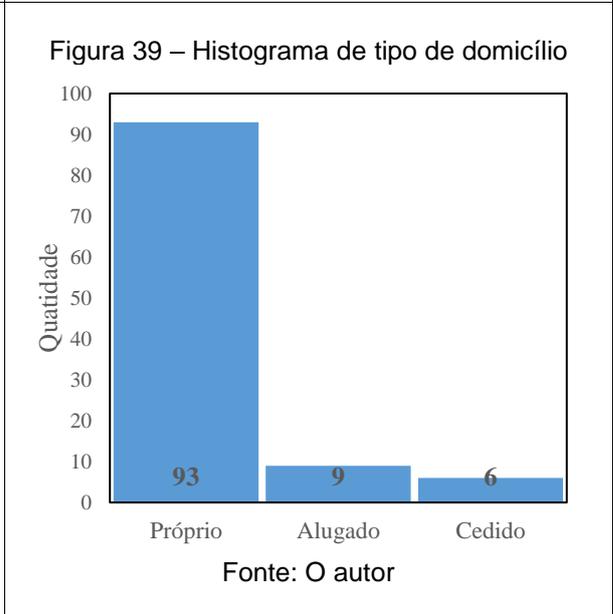
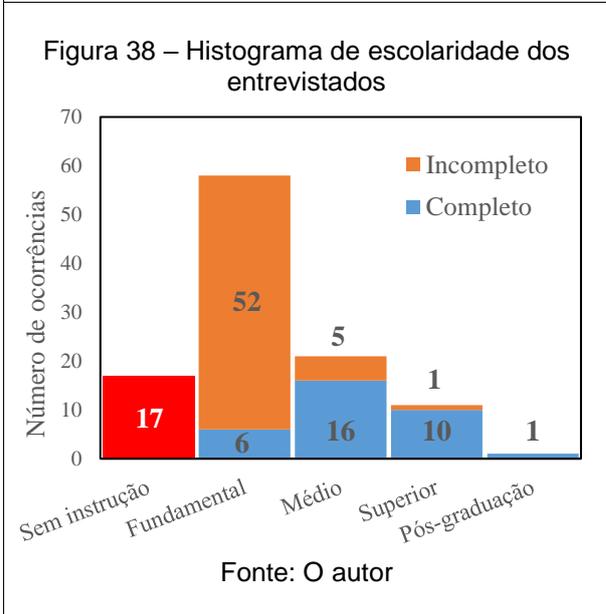
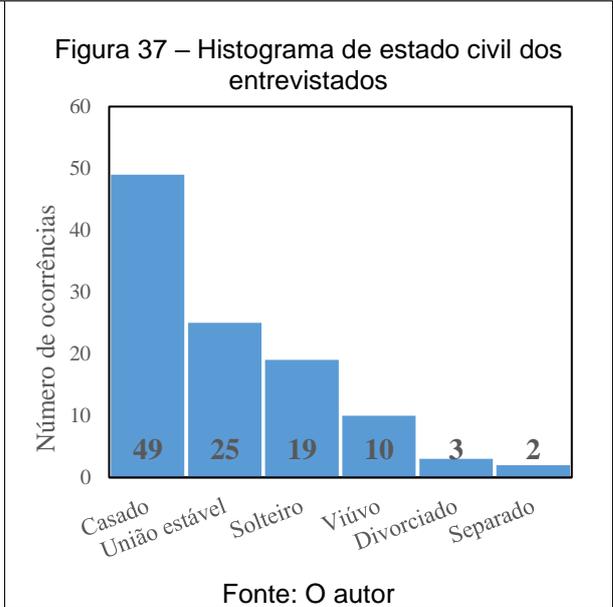
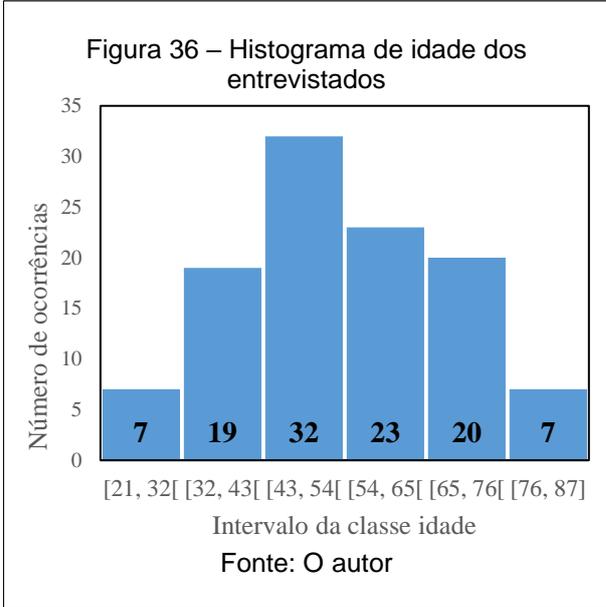
Figura 35 – Localização das entrevistas



Fonte: O autor (2023)

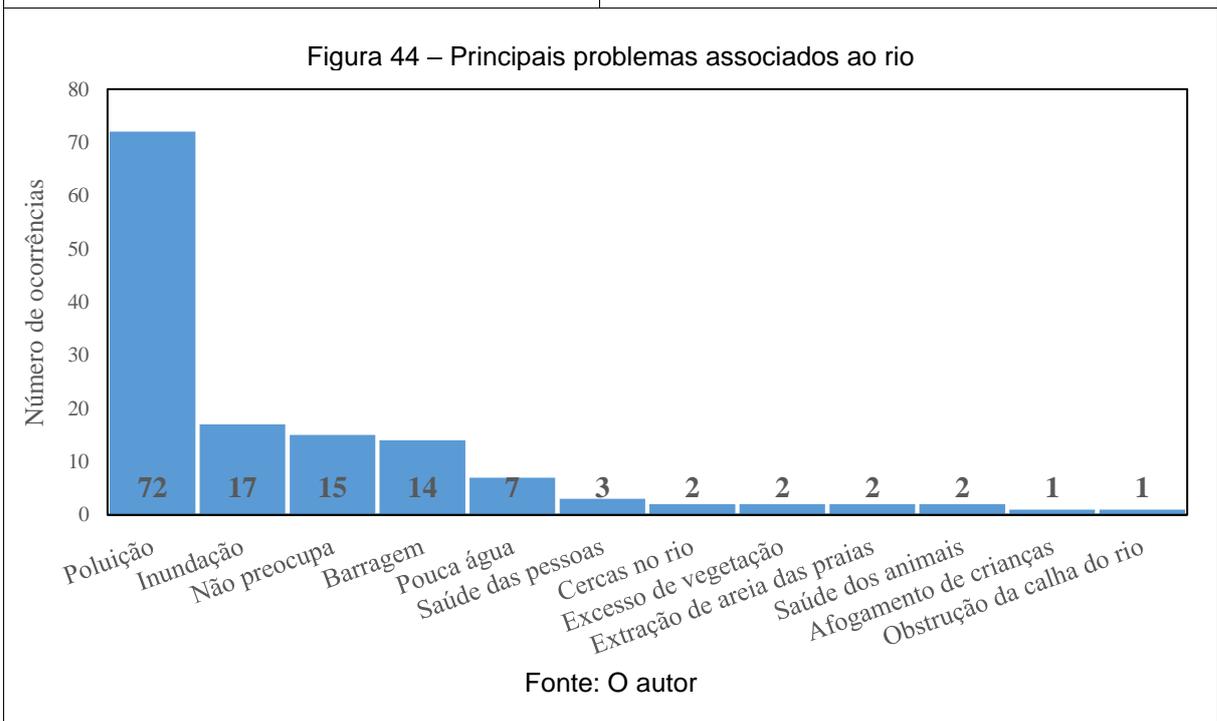
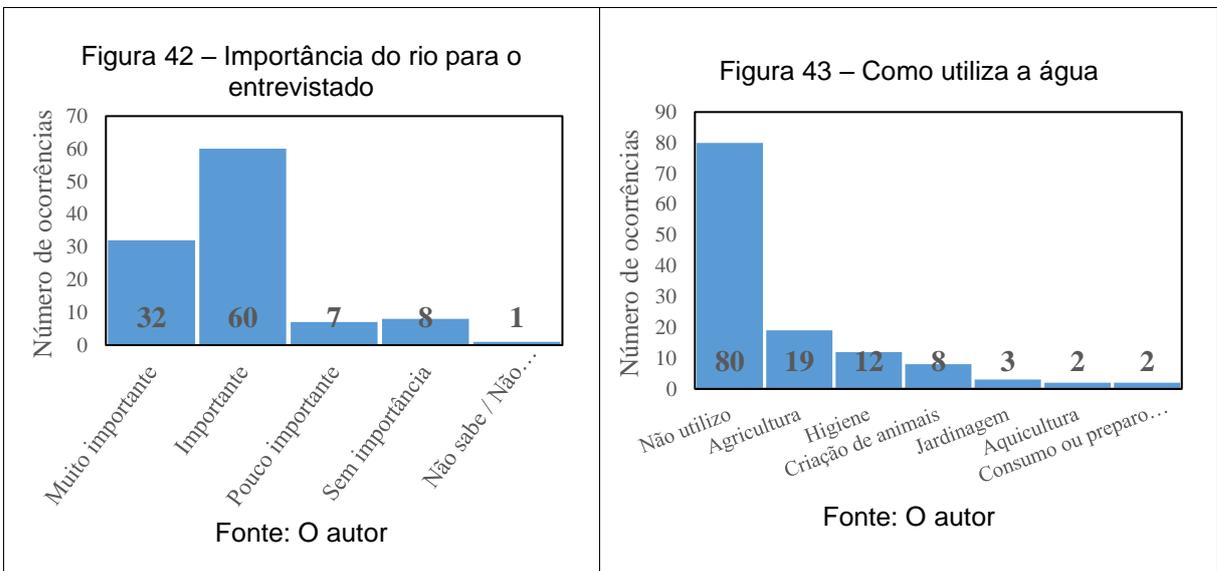
Na apuração do perfil dos entrevistados, a seguir apresentam-se as principais informações:

- Características: a média de idade dos entrevistados é 53,2 anos, sendo que 29,6% (32) dos entrevistados possuíam entre 43 e 54 anos (Figura 36); 57,4% (62) do sexo feminino e 42,6% (46) do masculino; 45,4% (49) são casados e 23,1% (25) possuem união estável (Figura 37); 48,1% (52) possuem ensino fundamental incompleto e 14,8% (16) médio completo (Figura 38);
- Domicílio: 65,7% (71) na zona rural e 34,3% (37) na zona urbana (sedes dos municípios de Salgadinho e Limoeiro); 86,1% (93) dos domicílios são próprio, 8,3% (9) alugado e 5,6% (6) cedido (Figura 39); 80,6% das pessoas declararam ser os responsáveis pelo seu domicílio; a taxa de ocupação dos domicílios é 3,06 habitantes/domicílio, sendo que em 78,7% (85) dos casos há entre 2 e 4 habitantes/domicílio (Figura 40); em relação ao percentual do tempo de vida que residem no local, 43,5% (47) informaram que estão a vida toda na região próxima ao rio;
- Ocupação: 33,3% (36) são aposentados, pensionistas ou beneficiários do INSS, 28,7% (31) são autônomos e 15,7% (17) são desempregados, ou seja, praticamente metade não exerce atividade remunerada (Figura 41). Dos autônomos, 61,3% (19) declararam que a agricultura é a principal atividade, porém, destaca-se que, em alguns casos, foi informado que era utilizada água de outro manancial.



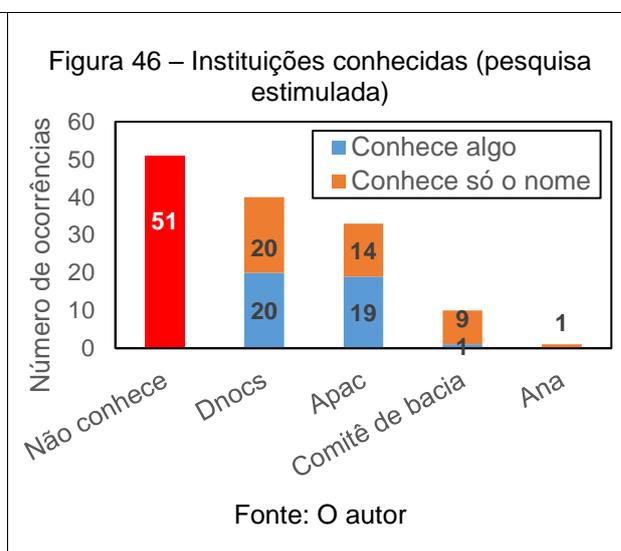
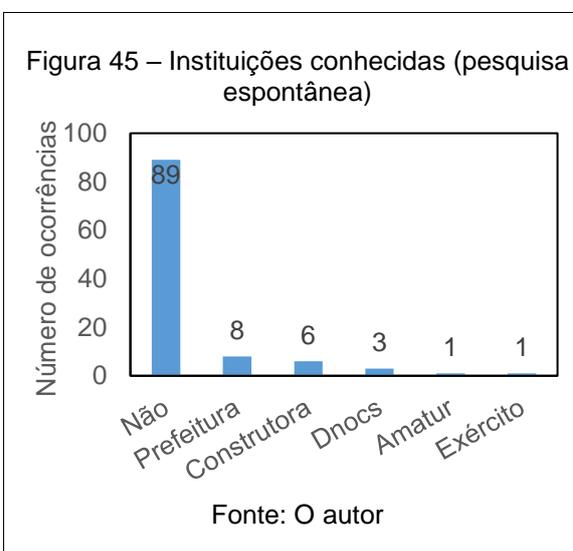
Sobre a relação com os recursos hídricos:

- 85,2% (92) consideram o rio importante ou muito importante para eles (Figura 42);
- 74,1% (80) não utilizam as águas. Em relação aos usos da água mais indicados, 41,3% (19) agricultura, 26,1% (12) higiene e 17,4% (8) criação de animais (Figura 43);
- 13,9% (15) dizem que a situação do rio é boa. Porém, os problemas mais lembrados pelas pessoas foram poluição com 66,7% (72), inundação com 15,7% (17) e segurança da barragem com 13,0% (14) (Figura 44).



Em relação ao conhecimento das instituições que atuam no tema:

- Na pesquisa espontânea, 82,4% afirmaram não conhecer nenhuma e outros 15,7% citaram Prefeitura, Construtoras e Dnocs (Figura 45);
- Na pesquisa estimulada 47,2% (51) afirmaram não conhecer nenhuma das 4 instituições indicadas na pesquisa (Figura 46);
- Do grupo de 58,2% (57) que conhece alguma instituição:
  - O Dnocs foi citado 70,2% (40). Deste subgrupo, 50% (20) conhecem apenas de nome, enquanto os outros citaram ao menos uma das coisas: constrói barragens, responsável por Jucazinho ou controla enchentes;
  - A Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac/PE) foi citada por 57,9% (33). Deste subgrupo, 42,4% (14) disseram que conhecem apenas de nome enquanto o restante citou que a Apac/PE informa sobre o clima e chuvas (apenas 1 informou que a Apac/PE monitora rios e barragens);
  - O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe foi citado 17,5% (10), dos quais 90% (9) conhece apenas de nome e apenas uma pessoa informou que o Comitê estuda os rios;
  - A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) foi citada apenas uma vez, por uma pessoa que tem parentesco com o responsável por registrar os níveis do reservatório de Jucazinho. Ressalta-se que a ANA não tem jurisdição na região, visto se tratar de um rio de dominialidade estadual;



Em relação ao conhecimento sobre as barragens e se há alguma preocupação específica:

- 38,9% (42) afirmaram não ter conhecimento sobre as barragens, 47,2% (51) disseram ter pouco conhecimento, 13,0% (14) disseram ter um conhecimento razoável e apenas 1 pessoa disse ter muito conhecimento;
- 79,6% (96) consideram as barragens importantes ou muito importantes, 8,3% (9) consideram pouco importante ou sem importância e o restante não soube ou não respondeu;
- Na pesquisa espontânea sobre os benefícios das barragens (pode ter mais de uma resposta): 48,1% (52) citaram que a barragem é importante para abastecimento de água, 18,5% (20) falaram que protege de inundações, 9,3% (10) falaram que acumula água sem especificar uso e 22,2% (24) disseram que não sabem o benefício das barragens. Em menor proporção foram citados que a barragem é boa para piscicultura, agricultura e recreação. Além disso, 4 pessoas foram enfáticas em dizer que a barragem não beneficia em nada sua região;
- Na pesquisa espontânea sobre as preocupações com as barragens (pode ter mais de uma resposta): 55,6% (60) se preocupam com a segurança, 20,4% (22) disseram não ter preocupação, 14,8% (16) não responderam, 11,1% (12) se preocupam quando o reservatório enche (medo de uma inundação passar ou que possa afetar a barragem) e 5,6% (6) se preocupam se o reservatório secar ou de liberar pouca água;
- Quando perguntados se alguém já procurou para falar sobre o rio Capibaribe ou sobre as barragens, apenas 6,5% (7) pessoas disseram que sim, 3 pessoas comentaram que técnicos estiveram avaliando até onde uma inundação alcançaria caso a barragem rompesse, provavelmente relacionado à elaboração do Plano de Ação de Emergência de Jucazinho, 2 pessoas responderam a pesquisas de alunos de escolas, 1 pessoa foi procurada por uma empresa privada para falar de educação ambiental e outra pessoa foi procurada numa campanha para não jogar lixo no rio;

- Na pesquisa sobre segurança de barragens:
  - 87% (94) informaram ter pouca ou nenhuma informação sobre segurança de barragens, 9,3% (10) disseram ter razoável informação e o restante não soube ou não respondeu;
  - 26,9% (29) disseram não se preocupar com o assunto, 30,6% (33) se preocupam um pouco, 21,3% (23) se preocupam razoavelmente, 17,6% (19) se preocupam muito e o restante não soube ou não respondeu. Quem demonstrou se preocupar muito declarou ter pouco ou nenhum conhecimento sobre o assunto (Tabela 26);

Tabela 26 – Declaração dos entrevistados sobre como a segurança de barragens afeta suas vidas

Conhecimento sobre “segurança de barragens no rio Capibaribe”	Como a “segurança de barragens no rio Capibaribe” afeta a vida				
	Preocupa muito	Preocupa razoavelmente	Preocupa um pouco	Não se preocupa	Não sabe / Não responde
Conhecimento razoável	0	3	6	1	0
Pouco conhecimento	11	10	16	8	0
Sem conhecimento	8	10	11	19	1
Não sabe / Não responde	0	0	0	1	3
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>4</b>

Fonte: O autor

- 17,6% (19) consideram que os órgãos competentes têm tratado do assunto de forma ruim ou péssima, 31,5% (34) regular, 14,8% (16) bom e 36,1% (39) não soube ou não respondeu.
- A maioria das pessoas que acha, que os órgãos competentes tratam o assunto de forma ruim ou péssima, declara ter pouco ou nenhum conhecimento (Tabela 27);

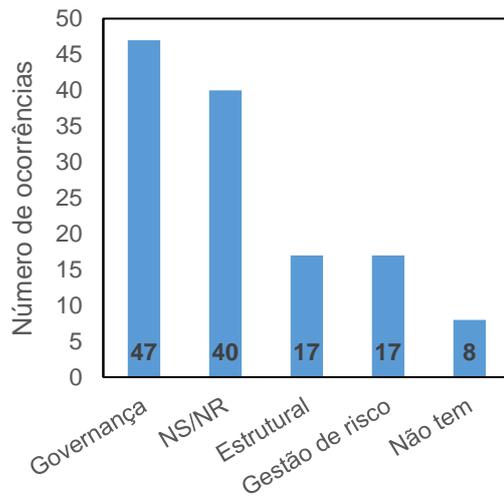
Tabela 27 – Opinião dos entrevistados sobre como esse assunto vem sendo tratado pelos órgãos competentes

Conhecimento sobre “segurança de barragens no rio Capibaribe”	Como esse assunto vem sendo tratado pelos órgãos competentes				
	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Não sabe / Não responde
Conhecimento razoável	4	5	0	1	0
Pouco conhecimento	5	18	5	2	15
Sem conhecimento	7	11	7	4	20
Não sabe / Não responde	0	0	0	0	4
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>39</b>

Fonte: O autor

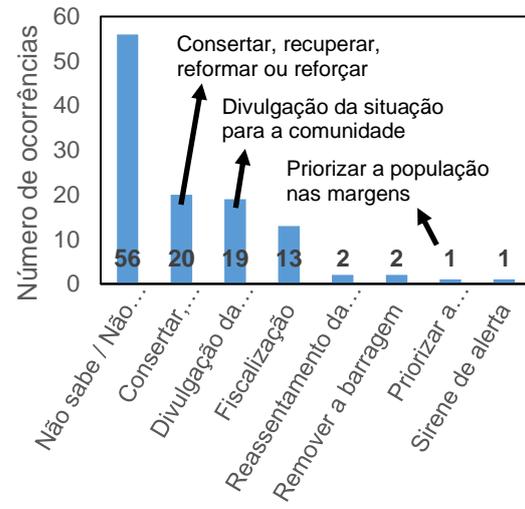
- Se atribuirmos uma nota para cada avaliação (ótimo=100; bom=75; regular=50; ruim=25; péssimo=0) e calcularmos a média ponderada em função do número de entrevistados para cada nível declarado de conhecimento, conforme mostrado abaixo, é possível verificar uma tendência interessante, que quanto mais conhecimento a pessoa declara possuir sobre o tema “segurança de barragens”, melhor é a avaliação em relação a forma como os órgãos responsáveis têm tratado o assunto:
  - Conhecimento razoável =  $(4 \times 75 + 5 \times 50 + 1 \times 0) / 10 = 55,0$
  - Pouco conhecimento =  $(5 \times 75 + 18 \times 50 + 5 \times 25 + 2 \times 0) / 30 = 46,7$
  - Sem conhecimento =  $(7 \times 75 + 11 \times 50 + 7 \times 25 + 4 \times 0) / 29 = 43,1$
  - Total =  $(16 \times 75 + 34 \times 50 + 12 \times 25 + 7 \times 0) / 69 = 46,4$
- As críticas foram agrupadas por área para facilitar a análise, verificando-se: 37,0% (40) não souberam ou não responderam; 43,5% (47) indicaram problemas de governança relacionados à má utilização dos recursos financeiros, falta de comprometimento do governo, falta de informação oficial sobre a situação; 15,7% (17) indicaram problemas de específicos de gestão de risco, como manutenção deficitária da barragem e interrupção das vias quando ocorrem cheias; o mesmo número de pessoas, 15,7% (17), indicaram problemas estruturais (qualidade do concreto, rachadura, vazamento, problemas na galeria e vertedor); e 7,4% (8) disseram que a barragem está em boas condições e não tem crítica (Figura 47);
- As sugestões foram agrupadas da seguinte forma (Figura 48): 56 (51,9%) não souberam ou não responderam; 20 (18,5%) recomendaram consertar, recuperar, reformar ou reforçar; 19 (17,6%) sugeriram divulgar a situação para a comunidade; 13 (12,0%) recomendaram que tivesse mais fiscalização; 2 (1,9%) sugeriram reassentar a população em áreas seguras; 2 (1,9%) sugeriram remover a barragem; 1 (0,9%) sugeriu instalar sirene de alerta.

Figura 47 – Tipos de críticas



Fonte: O autor

Figura 48 – Sugestões

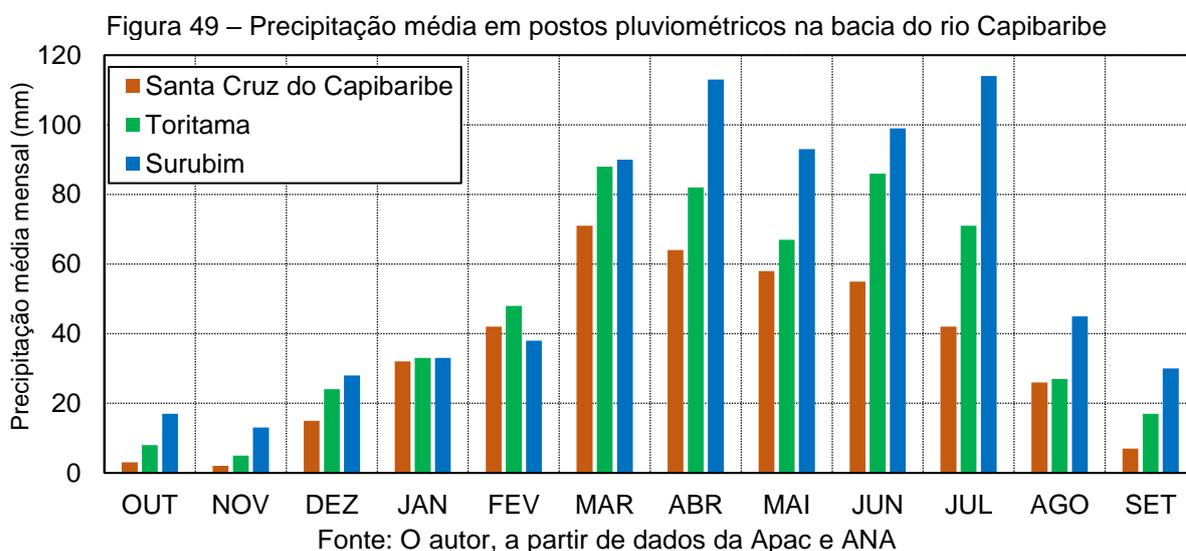


Fonte: O autor

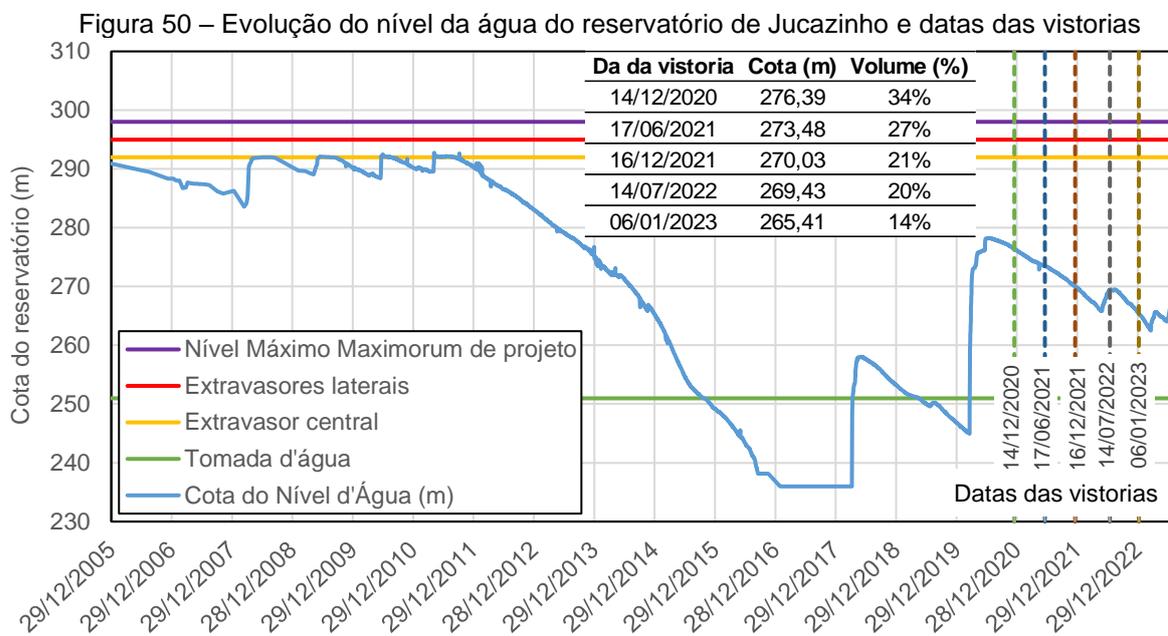
#### 4.4 AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE JUCAZINHO

O acompanhamento do estado de conservação (EC) da Barragem de Jucazinho foi realizado por meio de vistorias semestrais, alinhadas com as variações climáticas da bacia hidrográfica. Essa periodicidade, dividida entre os períodos seco e úmido, é fundamental para uma análise abrangente das condições da estrutura. Durante o período seco, as vistorias focam na identificação de fissuras, erosões e outros sinais de desgaste estrutural, que podem ser mais facilmente observados sem a interferência das águas. Já no período chuvoso, a atenção se volta para a verificação do aumento da percolação interna devido à elevação do nível do reservatório, ao funcionamento do vertedor e ao sistema de drenagem superficial.

Para avaliar o período climatológico, apresentam-se na Figura 49 a precipitação média mensal em três postos pluviométricos da bacia, de montante à jusante: Santa Cruz do Capibaribe, Toritama e Surubim. Observa-se que quanto mais a jusante, no sentido geográfico do litoral, a leste, maior a precipitação média mensal nos meses de junho e julho. Porém, é necessário levar em conta a área de drenagem da bacia, cujo centróide fica mais próximo às outras duas estações pluviométricas a montante. Assim, de forma geral, os meses chuvosos ocorrem entre março e julho, e o período seco entre agosto e janeiro. Em relação ao período chuvoso, é interessante que a vistoria seja realizada mais próximo ao final do período, com a intenção de encontrar o reservatório mais cheio. Nesse sentido, o mês de junho é um dos meses mais adequados para realizar vistoria na Barragem de Jucazinho.



Durante o período da pesquisa, foram realizadas cinco vistorias. As datas em que ocorreram as vistorias estão indicadas na Figura 50, que também apresenta a evolução da acumulação de água no reservatório desde dezembro de 2005.



Conforme observado, apenas na vistoria de julho de 2022, mais próxima do final do período chuvoso, é que o reservatório estava com seu nível de água subindo; nos demais casos, a situação predominante foi de rebaixamento do nível de água. Na primeira vistoria, em 14/12/2020, o reservatório estava com 34% de sua capacidade de acumulação, e atingiu 14% na última vistoria realizada em 06/01/2023.

Considerando o quadro de classificação quanto à categoria de risco das barragens de acumulação de água definidas pelo CNRH (2012), apresentadas na Tabela 21, em cada vistoria foi associada uma pontuação para cada um dos critérios: confiabilidade das estruturas extravasoras; confiabilidade das estruturas de adução; percolação; deformações e recalques; e deterioração dos taludes/paramentos. A soma das pontuações de todos os critérios representa o estado de conservação da barragem, enquanto a soma das pontuações máximas ("39" pontos) representa a pior situação.

O Apêndice C contém detalhes que descrevem a situação dos principais componentes da barragem ao longo do tempo, os quais fundamentaram a classificação do estado de conservação em cada vistoria. Além disso, os registros fotográficos são apresentados no Anexo C.

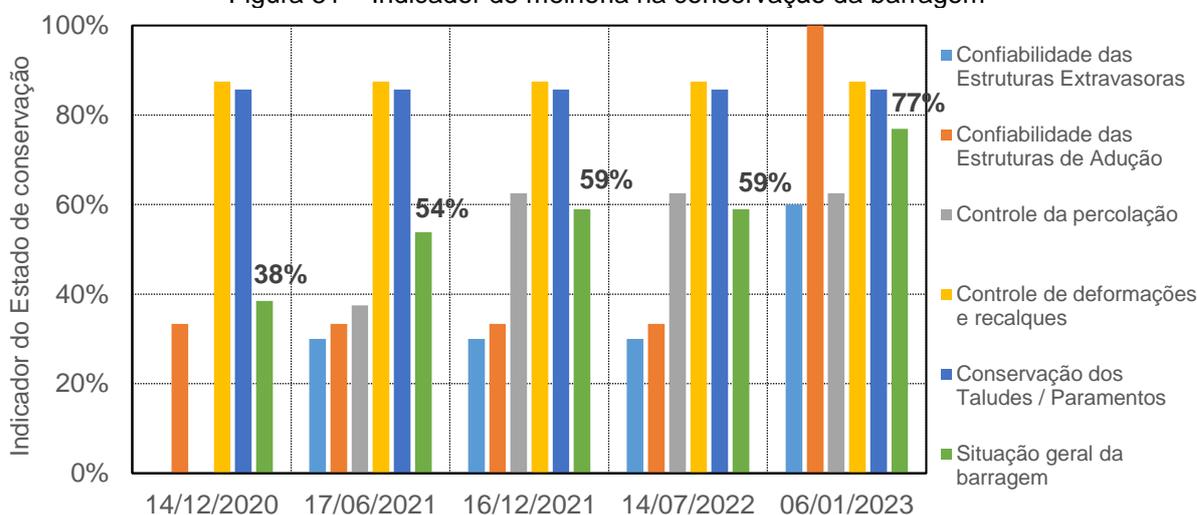
Os valores obtidos em cada vistoria são apresentados na Tabela 28. Além da pontuação de cada aspecto avaliado e do total de cada vistoria, também é apresentado o valor do indicador que mostra de forma mais intuitiva a situação da barragem, variando de 0 a 100%. Quanto maior o valor, melhor é a situação da barragem no aspecto considerado. O gráfico da evolução desse indicador é apresentado na Figura 51.

Tabela 28 – Avaliação do Estado de conservação da Barragem de Jucazinho a cada vistoria

Data da vistoria		14/12/2020	17/06/2021	16/12/2021	14/07/2022	06/01/2023
Estruturas Extravasoras	Pontos	10	7	7	7	4
	100%-Pts/Max	0%	30%	30%	30%	60%
Estruturas de Adução	Pontos	4	4	4	4	0
	100%-Pts/Max	33%	33%	33%	33%	100%
Percolação	Pontos	8	5	3	3	3
	100%-Pts/Max	0%	38%	63%	63%	63%
Deformações e Recalques	Pontos	1	1	1	1	1
	100%-Pts/Max	88%	88%	88%	88%	88%
Taludes / Paramentos	Pontos	1	1	1	1	1
	100%-Pts/Max	86%	86%	86%	86%	86%
<b>TOTAL</b>	<b>Pontos</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>9</b>
	<b>100%-Pts/Max</b>	<b>38%</b>	<b>54%</b>	<b>59%</b>	<b>59%</b>	<b>77%</b>

Fonte: O autor

Figura 51 – Indicador de melhoria na conservação da barragem



Fonte: O autor

As vistorias realizadas na Barragem de Jucazinho ocorreram durante as obras de recuperação estrutural. Os resultados das vistorias evidenciam uma aparente melhoria nas condições de segurança da barragem ao longo do período estudado, refletida no aumento do valor do indicador do estado de conservação de 38% para 77% entre os anos de 2020 e 2023.

## 5 DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados da pesquisa foi estruturada em torno de quatro principais áreas de avaliação. Após essa parte, o texto inclui uma seção dedicada à síntese dos resultados obtidos.

### 5.1 VALIDAÇÃO ESTADUAL DA AVALIAÇÃO NACIONAL DA PNSB

De uma forma geral, a avaliação da Apac/PE sugere que os avaliadores: concordam com o *diagnóstico* e as *iniciativas propostas* da avaliação ex-post do MDR; consideram que o *desenho* da PNSB (estruturação) possui muitos pontos com efetividade baixa; consideram que os *resultados* dos instrumentos da PNSB estão satisfatórios; consideram que a *governança* possui muitos aspectos com baixa qualidade; e na *gestão de riscos*, consideram que há muitos fatores com probabilidade de ocorrência e impacto relevantes que podem afetar o desempenho da PNSB.

Sobre os itens avaliados, a seguir são indicados os destaques por bloco:

- BLOCO A – Diagnóstico:
  - A concordância média da Apac/PE em relação ao Diagnóstico da avaliação da PNSB feito em âmbito nacional foi de 83%;
  - A probabilidade de concordância observacional para uma escala de 3 níveis foi considerada “substancial” entre os avaliadores;
  - O quesito que teve a menor concordância foi sobre os problemas associados às regras e normas. Isso sugere que a ausência de um sistema regulatório unificado pode não ser considerada ruim;
  - A definição do problema geral e dos problemas relativos a recursos humanos (poucos profissionais experientes disponíveis) e financeiros (orçamentos insuficientes) apresentaram uma concordância maior;
- BLOCO B – Desenho:
  - No geral esses foram os quesitos com pior avaliação, tendo a efetividade média sido avaliada em 50%;
  - A probabilidade de concordância observacional para uma escala de 3 níveis foi considerada “razoável” entre os avaliadores;

- A maior efetividade foi em relação justamente à elaboração de normas e regulamentos, o que mostra que os processos de definição das normas não são considerados ruins;
- A pior efetividade avaliada diz respeito a lógica como os instrumentos da PNSB (classificação, SNISB, PSB e PAE) foram planejados para melhorar a segurança das barragens;
- BLOCO C – Resultados:
  - A satisfatoriedade média foi de 78%;
  - A probabilidade de concordância observacional para uma escala de 3 níveis foi considerada “substancial” entre os avaliadores;
  - A menor satisfação em relação ao desempenho diz respeito à implementação do SNISB, elaboração do PSB e na emissão de declaração de estabilidade. Ressalta-se que a avaliação da implementação do SNISB não apresentou uma boa consistência pela avaliação do coeficiente alfa de *Cronbach*, o que indica que a pesquisa pode não ter medido adequadamente este elemento;
  - A maior satisfação foi em relação a emissão de manuais e guias de boas práticas, realização de eventos técnicos e cadastramento e classificação das barragens;
- BLOCO D – Governança:
  - A qualidade média da governança foi de 60%;
  - A probabilidade de concordância observacional para uma escala de 3 níveis foi considerada “razoável” entre os avaliadores;
  - O pior resultado foi em relação à estratégia adotada, especificamente quanto à adequação dos recursos humanos e financeiros às necessidades, e em relação aos atores – foco, comprometimento, capacidade de articulação, poder de decisão, entre outros;
  - A melhor avaliação da governança foi quanto à liderança, especialmente em relação à competência (capacidade técnica) e responsabilidade (prestação de contas);
- BLOCO E – Gestão de Riscos:
  - A probabilidade média associada aos riscos foi de 76% e o impacto médio de 87%;

- A probabilidade de concordância observacional para uma escala de 3 níveis foi considerada “substancial” entre os avaliadores;
- Entre os fatores de maior probabilidade de acontecer e de maior impacto, destacam-se obtenção de recursos financeiros, alocação insuficientes de recursos nos orçamentos dos governos para implementação dos instrumentos da PNSB, acidentes em barragens abandonadas e pouca adesão de pequenos empreendedores por causa do excesso de exigências;
- BLOCO F - Iniciativas:
  - A concordância média com as iniciativas foi de 89%;
  - A probabilidade de concordância observacional para uma escala de 3 níveis foi considerada “quase perfeita” entre os avaliadores;
  - A grande maioria das iniciativas foram bem recebidas, possuindo em geral apenas variação na intensidade de concordância;
  - Como unanimidade no nível de maior intensidade, constam a inclusão do tema na pauta dos poderes legislativos e executivos e a busca por fontes de recursos para financiar as ações;
  - Outras iniciativas em destaque foram: melhorar a comunicação sobre aspectos técnicos com o leigo; criar um fórum de fiscalizadores para alinhamento das diretrizes para elaboração de normas e regras; instituir o Plano Nacional de Segurança de Barragens; aproximar empreendedores, fiscalizadores, órgãos de controle, prefeituras, defesas civis, CNRH etc., para que atuem de forma integrada; aperfeiçoar a comunicação entre empreendedores, fiscalizadores, comunidade, defesa civil e imprensa etc.; realizar o mapeamento de processos e definir a matriz de responsabilidade com os papéis dos atores e os respectivos limites de atuação; divulgação dos manuais elaborados pela ANA e preparo de material de divulgação e conscientização para subsídio ao planejamento municipal; rever os critérios de classificação quanto à categoria de risco e dano potencial associado e separar as barragens por porte; e priorizar a elaboração de um Plano de Gestão de Riscos.

## 5.2 AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DAS INSTITUIÇÕES

### 5.2.1 Perspectiva do Dnocs

Sobre a situação da CEST-PE:

- A perda do *status* de diretoria veio acompanhada da sistemática redução dos recursos financeiros para manutenção das barragens, bem como da falta de reposição do quadro de funcionários, sendo que atualmente há poucos funcionários efetivos do órgão, sendo a maioria do quadro composta por funcionários terceirizados;
- Em setembro/2022, havia cerca de 24 servidores efetivos do Dnocs em Pernambuco, sendo 10 lotados na coordenadoria em Recife e os outros nas unidades de campo (Ibimirim, Serra Talhada e Surubim);
- Pela falta de pessoal, as unidades de campo de Custódia e Salgueiro foram fechadas. De uma forma geral, a informação recebida é que os perímetros irrigados ficaram em péssimo estado de conservação;
- Na CEST-PE, os sinais de abandono se manifestam de diversas maneiras, como vazamentos prolongados em instalações e dificuldades na aquisição de equipamentos de trabalho. Além disso, há relatos de funcionários de outras regiões tendo que custear a manutenção de veículos com seus próprios recursos para realizar atividades de campo;
- Na mesa do único engenheiro de barragens da CEST-PE, os processos das barragens deram vez a dezenas de documentos do Ministério Público e órgãos fiscalizadores com requisições, que se acumulam num ritmo superior a capacidade de resposta;
- O último engenheiro da CEST-PE responsável por trabalhar com barragens aposentou-se em 31/10/2022. Embora essa situação fosse previsível, o Dnocs não se antecipou, não designando nenhum substituto para acompanhar os trabalhos e eventualmente assumir as funções. O funcionário não demonstrava urgência em se aposentar, mas a falta de condições mínimas para desempenhar suas funções, combinada com preocupações relacionadas à deterioração das condições de aposentadoria pela Previdência Social, precipitou sua saída.

Sobre a relação com o Ministério ao qual está vinculado:

- O Dnocs tem tido dificuldade em obter recursos para realizar a manutenção das barragens junto ao Ministério ao qual está vinculado. Levantou-se, inclusive, a sugestão de que o órgão fiscalizador verifique a possibilidade de autuar o Ministério solidariamente ao Dnocs pelo descumprimento dos requisitos de segurança de barragens;
- A Transposição do São Francisco foi feita sem a participação de engenheiros do Dnocs, que na época tinham 15 engenheiros civis disponíveis com larga experiência em obras hídricas no Nordeste, em especial sobre as condições pedológicas que vieram a causar muitos transtornos posteriores às obras. Em vez disso, o Ministério decidiu gerir diretamente as obras e contratou servidores efetivos;
- Aparentemente, o enfraquecimento institucional que sofreu o Dnocs nas últimas décadas não acometeu no mesmo nível a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), que atua também com recursos hídricos no semiárido brasileiro e é vinculada ao mesmo Ministério.

Sobre a governança do Dnocs:

- Desde o ano de 1985 as indicações para cargos passaram a ser por critérios políticos e o Dnocs passou a ser usado sobretudo para atender a interesses de grupos políticos. Desde então, o órgão passou a estar envolvido em vários processos de irregularidades na gestão dos recursos;
- Na época do Governo do Presidente Michel Temer, houve a iniciativa de regulamentar a ocupação de cargos por funcionários de carreira, mas aparentemente a iniciativa parou no Congresso. Neste intervalo, houve a nomeação técnica de um Coordenador para a CEST-PE, mas durou pouco;
- Os funcionários da CEST-PE encontram dificuldades em obter autorização para realização de viagens, que são concedidas na sede em Fortaleza/CE. Aparentemente, a falta de recursos tem impedido de cumprir a programação de campo. Esse problema tem sido relatado desde 2013 pelo menos, na época da construção da barragem Ingazeira, quando os técnicos tiveram limitação para fiscalizar a obra por falta de recursos para viagens;

- Entre os anos de 2021 e 2022 o cargo de coordenador do CEST-PE foi trocado 3 vezes. Apesar da perspectiva de ocuparem por pouco tempo a função, logo quando assumem o cargo, os coordenadores costumam trocar praticamente toda a equipe administrativa, que é composta por cerca de 18 funcionários terceirizados. Na troca ocorrida em setembro/2022, verificou-se que o critério de ocupação dos cargos não atendia a necessidade do órgão; por exemplo, os dois funcionários alocados na área técnica, um possuía formação de ensino médio e o outro na área de pedagogia, ambos sem nenhuma experiência com barragens. Depois de algum tempo, os funcionários foram dispensados do setor e deslocados para outro setor;
- Os funcionários que acompanharam a construção das barragens em Pernambuco já se aposentaram, porém, ainda há processos de Tribunal de Contas apurando a prestação de contas – fora o tempo que se passou desde a conclusão das obras, não se presume nada de irregular que tenha motivado essas auditorias. Uma situação inusitada presenciada, foi que vários servidores com mais de 10 anos de aposentadoria tiveram de voltar ao Dnocs para ajudar a esclarecer os questionamentos sobre as obras antigas. Isso mostra que existe um passivo jurídico-administrativo que vai permanecer no Dnocs por algum tempo, mesmo com os servidores envolvidos já aposentados. Considerando que muitos documentos se perderam neste tempo, torna-se cada vez mais complicado ao Dnocs prestar os esclarecimentos.

Sobre a segurança de barragens:

- Em 04/08/2022, o CEST-PE recebeu um aviso da Compesa sobre uma emergência na barragem Guilherme Azevedo do Dnocs, em Caruaru/PE. Por ser emergencial, o coordenador do CEST-PE autorizou por mensagem eletrônica que o engenheiro da área técnica fosse averiguar a situação em campo. Após o atendimento, o engenheiro retornou, fez o relatório e solicitou o pagamento da diária pelo serviço de campo. A documentação foi encaminhada para a área administrativa da Sede do Dnocs no Ceará, a qual questionou a necessidade emergencial de realizar a viagem, negando o pagamento da diária, informando que foi uma viagem a serviço ordinária e que devia ter passado pelo trâmite administrativo padrão, cuja solicitação deve ser feita com 2 semanas de antecedência;

- Em 2017, a CEST-PE comunicou ao Ministério Público da gravidade do problema em Jucazinho. Foi então realizada uma reunião com a Procuradoria da República em Caruaru/PE e, na ocasião, o Diretor Geral do Dnocs disse que a recuperação da barragem seria feita em etapas, o que contrariava a visão da equipe técnica da CEST-PE, cujo ponto de vista era que o assunto era urgente e devia ser tratado de uma vez, já que isoladamente as ações não resolveriam o problema de segurança<sup>29</sup>. Tendo em vista esta discordância, a Diretoria do Dnocs determinou que o CEST-PE não estava mais autorizado a tratar das ações em Jucazinho;
- O projeto e a construção da Barragem de Jucazinho foram acompanhados pela equipe do Dnocs em Pernambuco. Contudo, o projeto e os dados do acompanhamento das obras não se encontram na CEST-PE, aparentemente foram extraviados. Nem a própria Direção do Dnocs e nem órgãos de controle conseguiram recuperar o projeto;
- A vistoria de barragens envolve riscos de acidentes, uma vez que é necessário inspecionar taludes íngremes, com rochas, vegetação e galerias que possuem escadarias úmidas e pouco iluminadas. A equipe do Dnocs já está há bastante tempo no serviço e possui muita experiência, contudo, neste período em que o pesquisador acompanhou os trabalhos, aconteceu um acidente com o engenheiro da CEST-PE durante uma vistoria. Essa situação evidenciou uma fragilidade administrativo-institucional, pois o escritório ficou fechado e as atividades desempenhadas pela área de segurança de barragens ficaram completamente paradas, já que ele era o único servidor a realizar esta atividade em Pernambuco;
- Uma vez que o Dnocs é um órgão mais técnico, então a visão sobre alguns instrumentos da PNSB é bastante diferente do que se observa nos órgãos fiscalizadores:
  - Sobre a classificação por categoria de risco e as manutenções regulares, embora se reconheça que as barragens não devem ficar em condições de abandono, notou-se que há uma visão de

---

<sup>29</sup> Mesmo após a realização das obras de adequação de projeto e recuperação estrutural, a real efetividade só será conhecida após o reservatório estar cheio e ocorrerem vertimentos, tanto em relação a estanqueidade interna da estrutura quanto da capacidade de dissipação de energia de forma segura, sem voltar a causar danos estruturais.

que a caracterização de uma situação de alerta ou emergência por conta do excesso de vegetação ou pequenas deformações causadas pelo tempo não é vista como um fator crítico, até porque há várias barragens com décadas de operação sem acidente;

- Como há pouco profissional técnico atuando no Dnocs e pela dificuldade administrativa para realizar pequenas ações, o desenvolvimento do PSB muitas vezes não é visto como uma ação imprescindível no curto prazo, e que a prioridade deve ser dada à execução de obras de recuperação;
- Apesar dos prazos para apresentação dos relatórios de ISRs terem vencido, o Dnocs tem contratado a realização de inspeções para o prazo de 18 meses à frente, que naturalmente implica em mais algum tempo sem cumprir este requisito legal;
- Em 18/08/2022 aconteceu o evento “Seminário sobre controle de cheias na Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe”, organizado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, na cidade de Lagoa do Carro. O Dnocs enviou um servidor que atua na articulação com Comitês para apresentar a situação da Barragem de Jucazinho. A percepção naquele momento foi que a participação do Dnocs nesses eventos é muito importante e que contribui para manter uma boa imagem com a população local.

Esses relatos evidenciam quanto o que se observa na realidade difere da imagem que transparece quando se analisa o organograma da instituição e seu Planejamento Estratégico. O Planejamento é um instrumento importante para guiar a instituição para que cumpra a missão a qual fundamenta sua existência, que no caso do Dnocs possui um caráter social muito relevante. Contudo, a imprevisibilidade em relação a gestão da CEST-PE, a perda sistemática de servidores, os atrasos na realização tanto de serviços básicos de manutenção quanto de serviços urgentes de recuperação, tudo isso distancia o Dnocs de sua missão.

Como resultado direto, observa-se o deterioramento das infraestruturas implantadas pelo Dnocs ao longo de décadas e a diminuição de sua importância. Essa situação parece decorrer de uma decisão consciente do governo, que tem priorizado a aplicação de verbas federais em novos projetos de infraestrutura hídrica, em detrimento da recuperação das barragens existentes, mesmo diante do potencial risco de desastres inaceitáveis do ponto de vista socioeconômico.

### 5.2.1.1 Responsabilização do empreendedor

A situação precária das barragens do Dnocs decorre basicamente da falta de profissionalismo na gestão local, do planejamento estratégico descolado da realidade e da dependência da liberação de verbas sujeita à disposição do ministro em priorizar as ações de segurança de barragens no Orçamento Geral da União. Conforme verificado no próprio estudo de caso, ao longo das últimas décadas a situação do Dnocs só tem piorado, contudo, o Ministério ao qual ele está vinculado continua realizando grandes investimentos em novas infraestruturas hídrica.

Desse modo, indicar o lógico, que o empreendedor deve manter equipe técnica capaz de gerenciar suas barragens e responder as demandas por informação oriundas dos órgãos fiscalizadores (federal e dos estados), de controle externo, da imprensa e da sociedade em geral constituiu uma visão pouco abrangente do contexto, principalmente no caso de um empreendedor vinculado à Administração Pública, como é o caso do Dnocs.

Nestes casos, a questão central transcende os aspectos operacionais e diz respeito principalmente à visão dos gestores públicos, que têm o mandato para resolver essas questões. Envolve as prioridades que estabelecem, a visão de futuro que possuem para a utilização da infraestrutura, sua percepção de risco quanto aos potenciais impactos e sua preocupação com a repercussão negativa que pode afetá-los e prejudicar seus anseios políticos, caso um cenário de desastre se concretize. Este tema extrapola a competência dos técnicos que atuam no escritório do empreendedor ou do órgão fiscalizador, restando a eles apenas reiterar os pedidos de recursos ou aplicar sanções administrativas, respectivamente.

Essa situação chega a tal ponto que o próprio funcionário do empreendedor aventa a possibilidade do órgão fiscalizador atuar solidariamente o Ministério ao qual o DNOCS está vinculado, com a intenção clara de elevar a discussão para uma instância decisória superior.

Assim, entende-se que a eficácia da PNSB deveria ser debatida em instâncias superiores, envolvendo os chefes dos poderes executivos, responsáveis pelas barragens e pela definição do orçamento, e representantes dos poderes legislativos em busca de apoio para a aprovação dos projetos e verbas para o adequado funcionamento das barragens ou sua desativação.

Paralelamente, é necessário buscar alternativas para prevenir o acúmulo de pequenos problemas e evitar que o estado de conservação deteriore a ponto de necessitar ações de recuperação em grande escala. Os beneficiários da operação da barragem — seja como fonte de água para consumo e atividades econômicas ou como proteção contra inundações — deveriam ser instados a participar ativamente. Eles poderiam, solidariamente ao empreendedor, executar tarefas simples. Exemplos incluem capinação, recomposição pontuais de taludes danificados por chuvas ou presença de animais, pequenos reparos no sistema de drenagem superficial, eliminação de cupinzeiros e formigueiros, registro dos dados dos equipamentos de instrumentação, iluminação e sinalização, conservação das vias de acesso, controle do ingresso de pessoas não autorizadas, evitando assim a depredação do patrimônio. No caso de Jucazinho, isso poderia incluir a Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), que explora comercialmente o reservatório.

Aqui cabe um comentário sobre as alterações legais que ocorreram em 2020 na definição do empreendedor:

*Versão anterior: (...) empreendedor: agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade (...) Fonte: Lei nº 12334/2010 (BRASIL, 2010a);*

*Versão atual: (...) empreendedor: pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente (...) Fonte: Lei nº 14.066/2020 (BRASIL, 2020)*

A ideia desta alteração foi deixar mais clara a identificação do empreendedor, contudo há algumas considerações:

- A responsabilidade pela segurança da barragem passou a ser principalmente daquele que possui autorização do governo para operar a barragem e o reservatório. Inicialmente, era atribuída no mesmo nível tanto ao detentor do direito real sobre as terras onde estão situadas a barragem e o reservatório, quanto para quem explorasse a barragem para benefício próprio ou da coletividade. Na versão atual, o detentor do direito real sobre as terras tem responsabilidade subsidiária apenas na ausência de quem explore oficialmente a barragem e o reservatório;

- Foram removidas as menções sobre o direito real em relação às terras onde se localiza o reservatório e à responsabilização daqueles que utilizam a água da barragem para benefício próprio ou da coletividade. Isso gera o entendimento de que quem está usando a água do reservatório não pode mais ser responsabilizado pela segurança. Ou seja, não se poderia cobrar a realização das ações de garantia da segurança mesmo no caso de uma barragem na zona rural sem empreendedor identificado e com um único usuário captando água do reservatório.

Deixar de citar o usuário da água entre os responsáveis parece um retrocesso em termos de tentar viabilizar a realização das ações de segurança. No caso de Jucazinho, o envolvimento da Compesa pode ter ficado mais difícil, passando a depender da definição de um contrato entre ela e o Dnocs especificando alguma compensação pelo uso da água.

Destaca-se que, até pouco tempo, o Dnocs sequer havia solicitado a outorga de suas barragens, o que já dificultava a ação do órgão fiscalizador. Na ANA, por exemplo, durante muito tempo, a exigência do cumprimento da PNSB esteve vinculada à obtenção da outorga, ou seja, atuava-se pelo descumprimento da outorga do direito de uso da água e “apenas” se pedia o cumprimento da PNSB. Somente após o usuário obter a outorga é que se começava a autuar o empreendedor por descumprimento da PNSB. Na prática, isso se mostrou como um verdadeiro estímulo à irregularidade, já que a punição aplicada era mais leve do que os custos que o empreendedor teria em se regularizar quanto à PNSB.

Ademais, apenas para estimular uma reflexão, poderia se pensar também em responsabilizar subsidiariamente o órgão superior ao qual o Dnocs está vinculado ou em estabelecer mecanismos de cooperação com os diversos municípios beneficiados pelo serviço de controle de cheias prestado pela Barragem de Jucazinho.

### 5.2.1.2 Informações conflitantes

A comunicação entre os envolvidos no processo é algo que tem de ser permanentemente cuidada e aperfeiçoada. No caso de Jucazinho, observou-se que o órgão fiscalizador tinha grande dificuldade em receber respostas breves do empreendedor sobre as ações de recuperação da barragem. Além disso, há conflitos na informação prestada por diferentes funcionários do empreendedor.

Como exemplo dessa situação, em 2017, o Dnocs justificou à Controladoria-Geral da União (CGU) a necessidade de contratação emergencial para as obras de recuperação da Barragem de Jucazinho. No processo, é destacada a gravidade da situação da barragem, com uma declaração alarmante: por falta da liberação de recursos solicitados desde 2012 os técnicos do Dnocs e da Defesa Civil “*SE EXIMEM DA RESPONSABILIDADE DE ACONTECER UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA*” (sic).

Por outro lado, em março de 2020, ainda durante as obras de recuperação, o Dnocs precisou tranquilizar a população a jusante, que estava preocupada com notícias na imprensa sobre o risco de ruptura da barragem. Para isso, publicou uma nota de esclarecimento afirmando que a “*Barragem se encontra com sua estabilidade garantida, e, sendo assim, não oferece nenhum risco à sociedade*” (sic).

Em meio a isso tudo, entre os anos de 2016 e 2020, há reiteradas solicitações do Governador de Pernambuco solicitando apoio da Presidência da República na liberação dos recursos para as obras de recuperação, destacando os “*riscos de ruptura estrutural, com efeitos absolutamente catastróficos para toda a Região*” (sic).

Há duas diferenças fundamentais entre as comunicações: 1) as comunicações entre órgãos da administração pública são em tom alarmante; 2) a comunicação com a sociedade é para tranquilizar. De fato, a comunicação com o público deve ser tratada com muito zelo, porém há casos em que a contradição nos discursos transparece e, por isso, entende-se que seria interessante haver uma certa coerência nos discursos, mesmo que os envolvidos não concordem plenamente entre si.

Talvez a existência de um canal de comunicação permanentemente aberto, com informações atualizadas, claras e diretas sobre a situação da barragem amenizasse o problema. Contudo, isso ainda parece uma realidade distante, pois, nem no Plano de Ação de Emergência, que é o documento elaborado pelo Dnocs e que define as responsabilidades e ações a serem realizadas na ocorrência de situações críticas, há indicação de coordenador, substituto ou encarregado.

### 5.2.2 Perspectiva da Apac/PE

A vantagem de trabalhar próximo ao ator do processo é poder entender e captar a percepção sobre o andamento da política pública. Do ponto de vista do órgão fiscalizador, fica evidente o compromisso que os funcionários possuem para que cada requisito da política seja atendido em sua plenitude. Contudo, o atendimento a esses requisitos depende da capacidade dos empreendedores, os quais muitas vezes demonstram poucas condições técnicas e gerenciais para cumprir os regulamentos num horizonte de tempo que pareça razoável ao fiscalizador.

Além disso, a lei e os regulamentos de segurança de barragens têm sido alterados com certa frequência, o que gera uma preocupação constante do fiscalizador em manter-se atualizado e uma demanda de trabalho não previsto pelo corpo técnico. Essa adaptabilidade às normas e diretrizes nacionais em constante mudança sendo feita em desacordo com as prioridades locais pode gerar efeitos adversos, atrasando as ações consideradas estratégicas pelo Estado.

Mesmo demonstrando muito empenho em fazer cumprir os requisitos legais da PNSB, a Apac/PE enfrenta grandes dificuldades, pois os recursos humanos e financeiros são limitados para exercer suas atribuições tal como foi previsto na lei, destacando-se os seguintes aspectos:

- Corpo técnico pequeno para a realização de mais campanhas de campo;
- Diárias de trabalho de campo insuficientes para cobrir adequadamente as despesas dos funcionários;
- Baixa cobertura das campanhas de campo, especialmente na região do sertão pernambucano;
- Dificuldade em atender prontamente a relatos e denúncias de problemas envolvendo segurança de barragens;
- Dispersão dos esforços em múltiplas frentes de atuação devido ao enquadramento de muitos empreendimentos de pequeno porte na PNSB, conforme os critérios do CNRH;
- Tendência ao aumento das cobranças pelo cumprimento dos requisitos da PNSB pelos empreendedores já identificados, enquanto há centenas de outros casos totalmente negligenciados;

- Mais ações civis públicas do Ministério Público ocasionada pelas deficiências da atuação da Apac/PE. Em geral, as barragens objeto dessas ações adquirem uma prioridade maior, diferente do que foi estabelecido no planejamento anual da fiscalização.

Essas dificuldades de recursos são características comuns a diversos órgãos que implementam políticas públicas. Na prática, o ritmo da administração pública é ditado basicamente pelas leis orçamentárias formuladas pelo poder executivo e aprovadas pelo legislativo, cujo processo depende de muita negociação entre os diversos agentes públicos envolvidos e da prioridade relativa que o tema possui em relação a outras políticas públicas, como segurança, educação e saúde.

Tendo em vista esse contexto, é essencial que a Apac/PE mantenha o foco em seu planejamento anual de ações, mantendo-o alinhando rigorosamente com sua capacidade de execução, com metas realistas, e minimizando desvios sempre que possível. As ações de fiscalização planejadas devem priorizar os casos mais críticos de segurança de barragens, permitindo ajustes pontuais para abordar quaisquer situações urgentes que possam surgir.

### 5.2.3 Análise documental e de conteúdo

A análise documental e de conteúdo realizada sobre a Barragem de Jucazinho, em Pernambuco, abrangeu 65 documentos que tratam, de diversas formas, da segurança da barragem. Estes documentos representam a parcela escrita das negociações e interações entre vários atores envolvidos no processo, incluindo comunicações oficiais, relatórios, atas de reuniões, entre outros. É importante destacar que essas negociações envolvem várias outras formas de negociação, tais como telefonemas, mensagens eletrônicas e conversas em reuniões e podem envolver outras instituições e autoridades.

A seguir são apresentados comentários gerais sobre as análises:

- Em relação à quantidade de documentos por instituição: Apac/PE (19), TCU (10), Dnocs (9), Governador de Pernambuco (8), ANA (4) e o restante (15) de instituições diversas. Em relação à parcela do Dnocs, 5 documentos foram da Coordenadoria de Pernambuco (CEST-PE) e os outros 4 da sede em Fortaleza/CE.
- Possivelmente, parte dos problemas com a barragem se originaram ainda bem antes da barragem ser construída. Além de paralisações e mudanças da construtora durante a obra (OAS para Rodoférrea), há questionamentos sobre a qualidade do projeto, citando inclusive falhas na sondagem;
- A barragem entrou em “Alerta” na inspeção de segurança de agosto de 2004, entre outras coisas, pelo excessivo vazamento com carreamento de material, preocupação com a qualidade do CCR e pelo problema na bacia de dissipação. Como as obras de recuperação atrasaram muitos anos e a segunda inspeção só foi apresentada em março de 2021 alterando o nível de perigo para “Atenção”, então pode-se dizer que esta grande e importante barragem passou aproximadamente 17 anos em situação de alerta;
- O Projeto executivo para recuperação da barragem foi concluído em 2013, mas as obras se iniciaram apenas em dezembro/2016. Em 2017, a CGU fez um relatório bastante detalhado apontando falhas no contrato das obras de recuperação, inclusive superfaturamento e direcionamento para a empresa. Em outubro de 2018, as obras foram suspensas cautelarmente pelo TCU alegando graves deficiências no projeto até que em janeiro de 2019 o TCU revogou a medida cautelar. Em agosto de 2020, o TCU paralisa

novamente as obras ainda pelas graves deficiências de projeto até que em dezembro de 2020 autorizou novamente a continuar após o Dnocs ter declarado ter feito os ajustes no projeto. Em 2019, após verificar diversas falhas na implementação da PNSB, o TCU encaminha diversas recomendações a vários órgãos. Em 2023, o TCU concluiu que a conduta do gestor do Dnocs não configurou irregularidade, devido às dificuldades concretas que limitaram sua atuação;

- Em abril de 2016, a Coordenadoria Estadual do Dnocs (CEST/PE), alertou a Diretoria do Dnocs, cuja sede se localiza em Fortaleza/CE, sobre o elevado risco de acontecer uma tragédia de grandes proporções. Em seguida, a CEST/PE comunicou à Apac/PE que o reservatório deveria permanecer praticamente seco por segurança. Em junho de 2016, o Dnocs se reuniu com a empresa que elaborou o projeto de recuperação Geotechnique e funcionários do Estado e manifestaram em letras maiúsculas que avisaram o problema à Sede do Dnocs e que diante da inação estavam se eximindo da responsabilidade e que “MUITAS VIDAS SERÃO CEIFADAS E MUITOS MUNICÍPIOS PODEM DESAPARECER NO CASO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM, COM REPERCUSSÃO DA TRAGÉDIA ATÉ NA CIDADE DO RECIFE” (sic). Em março de 2020, em resposta ao Ministério Público Federal, e após muitos boatos de que a barragem estava em situação crítica, a Sede do Dnocs se manifestou dizendo que havia notícias “sensacionalista que somente criam pânico” (sic) e que a “Barragem se encontra com sua estabilidade garantida” (sic).
  - Além da evidente falta de sintonia entre o que é relatado pela coordenadoria estadual em Pernambuco e a sede no Ceará, fica claro que muita da tensão em torno do eventual risco de acidente foi devido à falta de uma comunicação rápida e direta com as autoridades e comunidade em geral.
- Em outubro de 2017, o Dnocs conclui o Plano de Ação de Emergência (PAE) de Jucazinho. Alguns pontos ainda permanecem indefinidos:
  - Até onde o pesquisador acompanhou, o Dnocs não havia indicado quem é coordenador do PAE de Jucazinho e nem havia sinalizado quando pretendia começar a implantar as ações do PAE;

- Em abril de 2022 o Dnocs consulta a Apac/PE se possui obrigações para além do limite adotado como fronteira de jusante, referente ao alcance da onda de cheia causada pela ruptura de Jucazinho, sendo que até então o limite considerado era o reservatório da barragem de Carpina. Ou seja, mesmo após alguns anos desde a conclusão do PAE, a discussão ainda parece estar em aberto.
- Em setembro de 2020, o Dnocs finalmente responde ao pedido de informação da Apac/PE sobre o andamento das obras de recuperação de Jucazinho feito em novembro de 2017. Em novembro de 2021, o Dnocs entra com o pedido para regularizar a outorga da barragem, que também era solicitado pela Apac/PE desde 2017.
- Em novembro de 2020, a CEST/PE formalizou um Termo de Execução Descentralizada com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para realizar as inspeções de segurança regulares nas barragens do Dnocs em Pernambuco. Como resultado, finalmente, em março de 2021 o Dnocs conclui a inspeção de Jucazinho, quase 17 anos após a primeira inspeção e 11 anos após a criação da PNSB;
- A PNSB foi instituída em setembro de 2010, mas apenas em 2016 a Apac/PE notificou o Dnocs a apresentar relatório de inspeção de segurança atualizado, em 2017 emitiu um auto de infração com advertência, em 2019 classificou a barragem na PNSB e em 2021 emitiu outro auto de advertência. Além disso, registra-se que a partir de 2016 a Apac pediu por ofício várias vezes que o Dnocs regularizasse a situação da Barragem de Jucazinho na PNSB e quanto a outorga de recursos hídricos.
- O Governador do Estado interveio pelo menos 8 vezes no caso de Jucazinho, todos os anos entre 2016 e 2020 o Governador enviava ofício diretamente ao Presidente da República ou Ministério responsável pedindo de forma “urgente” a realização “imediata” das obras de recuperação e alertando sobre o sério risco de acidente. Apesar da intervenção da autoridade máxima do poder executivo do Estado enfatizando a urgência do problema, contactando diretamente 3 (três) presidentes, a liberação dos recursos para a realização das obras e a própria execução não foram ágeis. Além disso, entre os anos de 2004 e 2015, apesar da barragem estar em

alerta, não se obteve registro da atuação do Estado – é preocupante imaginar que as autoridades não estivessem totalmente a par da situação;

- A Compesa captava água na barragem, contudo, basicamente, apenas prestou apoio vistoriando a barragem em 2016;
- Por outro lado, a ANA, apesar de não ser responsável pela segurança desta barragem<sup>30</sup>, também reforçou as solicitações de realização das obras de recuperação junto ao ministério responsável. No final de 2020, a ANA e a Apac/PE estabelecem regras de uso da água do reservatório de Jucazinho, entretanto, apesar dos problemas relativos à segurança, não incluíram nenhuma cláusula tratando dessas questões;
  - Os problemas com a segurança de barragens às vezes levam anos para serem resolvidos, como mostra o estudo de caso da Barragem de Jucazinho. Como resultado, é comum o surgimento de opiniões divergentes sobre como equilibrar a necessidade de preservar a água para uso e a necessidade de esvaziar o reservatório para prevenir acidentes. Deste modo, entende-se que deveria haver essa discussão ao se estabelecer marcos de uso da água disciplinando os usos prioritários. Essa medida poderia servir como um incentivo para que os usuários da água contribuam para a recuperação da barragem.
- Em junho de 2021, a Apac foi citada como réu, junto do Dnocs, pelo Ministério Público Federal no caso da barragem de Abóboras, situada em Parnamirim/PE, que passava por situação parecida com a de Jucazinho, necessitando de recuperação. A Apac respondia por omissão em adotar as medidas administrativas para sancionar o descumprimento das obrigações legais pelo empreendedor da barragem. Caso condenados, foram propostas multas diárias aos dois e indenização por dano moral coletivo ao Dnocs e a Apac, solidariamente. Possivelmente, como consequência, em outubro de 2021, a Apac emitiu 34 autos de infração com advertência ao Dnocs sobre a regularização da outorga e da segurança de barragens.

---

<sup>30</sup> No caso de Jucazinho, a ANA é responsável apenas pela regulação do uso da água do reservatório, por se tratar de bem da União (Constituição Federal, Art. 26, inciso I), mas a fiscalização da segurança cabe à APAC/PE, uma vez que o Rio Capibaribe é de domínio do Estado de Pernambuco. Ressalta-se que a ANA fiscaliza a segurança de outras barragens do Dnocs em corpos d'água de domínio da União.

### 5.3 AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA

Entre os resultados da pesquisa, consta uma avaliação da opinião das pessoas sobre como os órgãos responsáveis têm tratado a segurança de barragens, numa escala de 0 a 100. O resultado obtido de 46,4 pontos indica uma avaliação pouco abaixo do que seria considerado regular. É interessante notar ainda que indivíduos que declararam possuir menos conhecimento sobre o assunto atribuíram uma pontuação média de 43,1, enquanto aqueles que declararam possuir mais conhecimento deram uma avaliação média mais alta, de 55.

O estudo revela ainda diversos outros aspectos relevantes sobre a percepção da comunidade na região entre as barragens de Jucazinho e Carpina em relação aos recursos hídricos e às barragens:

- Percepção quanto aos recursos hídricos: a maioria dos entrevistados considera o rio importante, embora não utilize suas águas. A maior preocupação da população é com a poluição no rio, depois com as inundações, seguido pela segurança de barragens;
- Acesso limitado a informações sobre gestão hídrica e barragens: o nível de escolaridade das pessoas da região é baixo e, além disso, elas recebem pouca informação oficial sobre as barragens ou sobre as instituições que atuam no tema. Com isso, a percepção de risco fica limitada a informações imprecisas repassada por terceiros;
- Preocupações com a segurança de barragens: essa é uma preocupação significativa, mesmo com muitos entrevistados expressando ter pouco ou nenhum conhecimento sobre o assunto. Muitas pessoas externaram a sensação de medo, mas não souberam apontar críticas específicas;
- Discrepância entre conhecimento e percepção: há uma correlação entre falta de conhecimento e percepções negativas, indicando que a incerteza ou a desinformação podem aumentar as preocupações da comunidade;
- Problemas de governança: muitos entrevistados criticaram a falta de divulgação de informações pelos órgãos competentes, evidenciando um problema de transparência, e alguns apontaram que os recursos financeiros são mal utilizados;

- Necessidade de engajamento e educação ambiental: a baixa porcentagem de pessoas que foram procuradas por profissionais para conversar sobre o rio ou as barragens sugere que faltam iniciativas públicas de promoção de engajamento comunitário e ações de educação ambiental;
- Sugestões dos entrevistados: as sugestões para melhorar a situação incluem ações práticas como consertos e reformas, além da necessidade de melhorar a comunicação com a comunidade, indicando uma demanda por maior transparência e ação proativa por parte das autoridades.

Essas descobertas destacam a importância de uma comunicação eficaz entre as autoridades e a comunidade local, além da necessidade de iniciativas educacionais para aprimorar o conhecimento e a percepção pública sobre a gestão de recursos hídricos e a segurança de barragens.

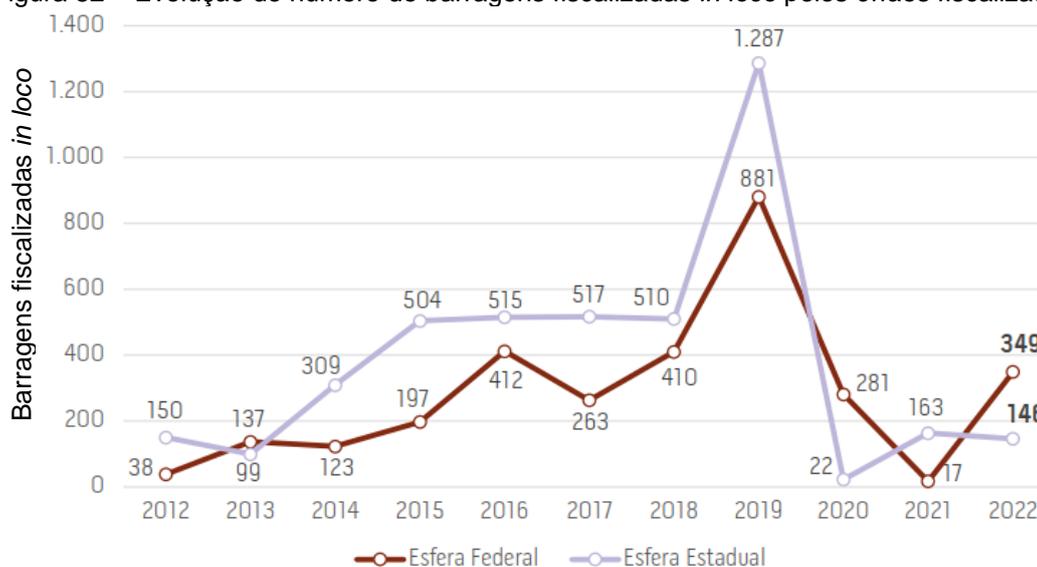
#### 5.4 AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE JUCAZINHO

O acompanhamento regular do Estado de Conservação da barragem foi essencial para avaliar a capacidade das instituições envolvidas em promover ações de segurança ao longo do tempo. As cinco vistorias realizadas permitiram constatar que os principais problemas da Barragem de Jucazinho estavam sendo abordados: a construção de uma nova bacia de dissipação, a ampliação da capacidade dos vertedores laterais, a impermeabilização do paramento de montante e a instalação de drenos na barragem.

Apesar das melhorias nos aspectos mais críticos, as vistorias revelaram que a barragem ainda necessita de um serviço regular de manutenção. Isso se evidencia pelo reaparecimento e acúmulo de problemas básicos de conservação, como a deterioração do concreto de revestimento do talude de jusante. Além disso, considerando as dificuldades enfrentadas durante a contratação das obras de recuperação da barragem, é razoável supor que as futuras ações significativas de manutenção também enfrentarão obstáculos semelhantes, até que a causa dessa ineficiência seja sanada.

Uma outra questão a se considerar é a possibilidade de algumas anomalias não terem sido detectadas durante as vistorias ou inspeções visuais, já que podem existir anomalias sob a fundação ou no interior do maciço que não são facilmente identificadas. Assim, apesar do mau estado aparente de conservação indicar que o empreendedor não tem sido eficiente em garantir a segurança, um bom estado aparente de conservação por si só também não garante que a barragem esteja livre de riscos. Isso ressalta a necessidade do empreendedor manter os equipamentos de instrumentação conservados e a análise dos dados atualizada.

Durante a pesquisa, havia a intenção de realizar uma vistoria em junho de 2020, mas foi cancelada devido à quarentena provocada pela pandemia do coronavírus SARS-CoV-2. Aqui cabe uma observação para mostrar como essa situação de "*força maior*" afetou as vistorias dos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens no Brasil. Conforme dados do RSB/2022 (ANA, 2023, p. 43), apresentados na Figura 52, a taxa anual de barragens fiscalizadas estava crescendo de forma acentuada até 2019. No entanto, a partir de 2020, ano do início da pandemia, a quantidade de vistorias realizadas por ano pelos órgãos federais caiu consideravelmente, regredindo ao patamar de 2018, enquanto a dos órgãos estaduais reduziram ao nível de 2013.

Figura 52 – Evolução do número de barragens fiscalizadas *in loco* pelos órfãos fiscalizadores

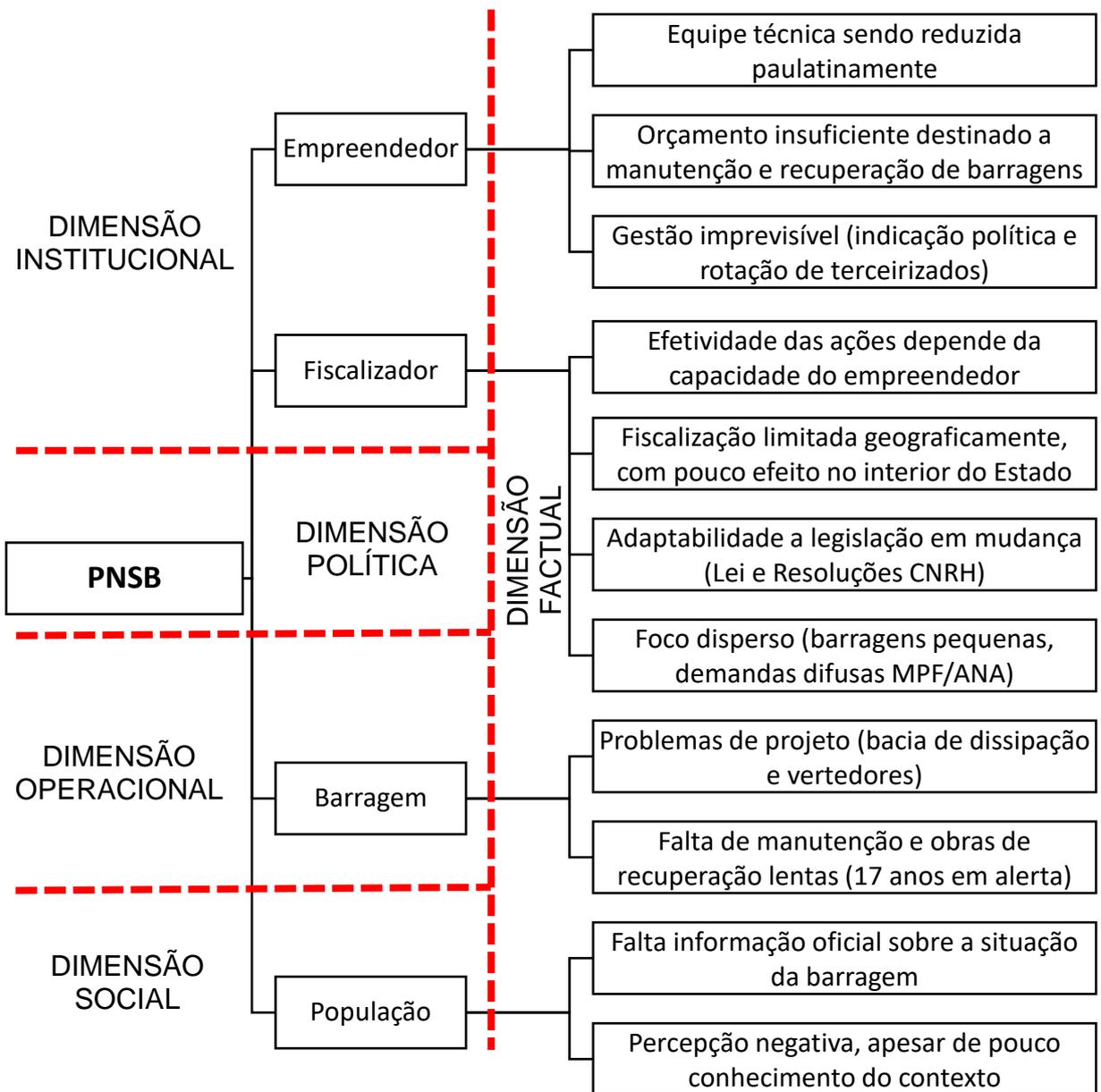
Fonte: RSB/2022 (ANA, 2023, p. 43)

É fundamental respeitar as recomendações dos órgãos responsáveis diante de situações excepcionais, como a interrupção dos serviços provocada por eventos como a pandemia do coronavírus. No entanto, seria prudente que os órgãos fiscalizadores de barragens desenvolvessem procedimentos excepcionais em suas rotinas para agir sob tais circunstâncias. Isso garantiria que sua atuação não fosse prejudicada nos casos mais críticos ou de iminente risco à segurança.

5.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A Figura 53 oferece um panorama dos principais desafios enfrentados na implementação efetiva da PNSB no caso em análise, estruturado em três dimensões principais: institucional, que envolve o Empreendedor e o Órgão Fiscalizador; social, focada na população situada nas áreas de risco; e operacional, relacionada à própria barragem. Para cada elemento de estudo, são destacados os principais obstáculos identificados.

Figura 53 – Panorama geral dos principais obstáculos à efetividade da PNSB no estudo de caso



Fonte: O autor

A Tabela 29 apresenta a síntese das principais observações feitas, considerando também o âmbito da análise: federal ou estadual.

Tabela 29 – Principais aspectos da avaliação da PNSB, do âmbito nacional ao local

	ÂMBITO NACIONAL	ÂMBITO ESTADUAL
<b>Empreendedor</b>	<p>Recomendações de melhoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Priorizar empreendedores de barragens mais vulneráveis;</li> <li>- Promover a integração entre ações do PAE e Plancon;</li> <li>- Elaborar planos de manutenção preventiva;</li> <li>- Dar publicidade aos resultados das inspeções;</li> </ul>	<p>Para o empreendedor público:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade de acesso a recursos financeiros;</li> <li>- Falta de consistência na administração local;</li> <li>- Incompatibilidade entre os recursos humanos disponíveis e a quantidade de empreendimentos mantidos;</li> <li>- Pouca comunicação com a população sobre a barragem;</li> </ul>
<b>Fiscalizador</b>	<p>Perspectiva ampla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Houve notáveis avanços nas normas e estruturação do fiscalizador de barragens do setor de mineração;</li> <li>- A fiscalização de CGHs atrasou vários anos por falta de clareza sobre as responsabilidades;</li> <li>- O SNISB evoluiu desde a primeira avaliação da ANA/Banco Mundial, mas o público-alvo é institucional, não há uma linguagem para a população em geral;</li> </ul>	<p>Situação observada no setor de usos múltiplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura de fiscalização reduzida em regiões distantes da sede;</li> <li>- O tempo da reduzida equipe se divide igualmente entre empreendimentos de pequeno e grande porte;</li> <li>- Efetividade depende da capacidade do empreendedor;</li> <li>- A classificação do DPA enquadra várias pequenas barragens na PNSB;</li> </ul>
<b>População</b>	<p>Observações gerais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A população não foi consultada e nem houve um estudo específico sobre alternativas de ações em virtude de diferentes níveis de desenvolvimento socioeconômico;</li> <li>- Foram feitas recomendações de melhoria da comunicação com a sociedade, sob o ponto de vista da transparência das instituições públicas;</li> </ul>	<p>Situação observada em campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mais da metade da população demonstra preocupação com a segurança das barragens;</li> <li>- A maioria possui pouco conhecimento sobre as instituições e a situação das barragens;</li> <li>- Uma parcela relevante demonstra baixa credibilidade nas instituições públicas e aponta problemas de governança;</li> <li>- Há correlação entre o desconhecimento e a percepção negativa da PNSB;</li> </ul>
<b>Barragens</b>	<p>Pontos de destaque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As avaliações realizadas pela ANA e pelo TCU consideram casos práticos, contudo a ênfase foi dada em instituições federais;</li> <li>- É necessário definir as barragens de maior prioridade e as necessidades imediatas de reparos e manutenção;</li> </ul>	<p>Realidade observada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma barragem de grande porte utilizada no controle de cheias e que possui DPA e CRI altos passou quase 17 anos em alerta;</li> <li>- No período de realização das obras de recuperação, entre os anos de 2020 e 2023, o Estado de Conservação da barragem melhorou de 38% para 77%;</li> </ul>
<b>Política</b>	<p>Pontos para refletir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordenação institucional: necessidade de estabelecer um órgão central para coordenação e planejamento; criar um fórum de fiscalizadores para alinhar normas e regras;</li> <li>- Formulação da PNSB: regulação diferente para empreendimentos de pequeno porte; harmonizar as exigências de licenciamento ambiental com as normas da PNSB; necessidade de um Plano Nacional de Segurança de Barragens; gestão de riscos em nível de bacia hidrográfica; definição de indicadores para avaliar a melhoria progressiva;</li> </ul>	

Fonte: O autor

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 CONCLUSÕES

Este trabalho utilizou uma metodologia abrangente para avaliar a efetividade da PNSB em um estudo de caso, subdividindo a análise em quatro eixos. As principais conclusões foram organizadas de acordo com esses eixos.

Sobre a “*validação da avaliação nacional da implementação da PNSB pelo órgão estadual*”, as principais conclusões podem ser agrupadas com base nas componentes da avaliação das políticas públicas:

- Diagnóstico: ao contrário do que foi sugerido na avaliação do MDR, a falta de um sistema regulatório unificado pode não ser um problema, pois a imposição de regras comuns pode gerar mais dificuldades se não estiverem alinhadas às peculiaridades e prioridades de cada Estado.
- Desenho: é necessário repensar como os instrumentos da PNSB (classificação, SNISB, PSB e PAE) podem contribuir de forma mais eficaz para a melhoria da segurança das barragens.
- Resultados: o progresso na elaboração dos PSBs pelos empreendedores tem sido insuficiente. Além disso, o SNISB poderia alcançar melhores resultados se adotasse uma linguagem mais acessível ao público.
- Estrutura e processos de governança: tanto os fiscalizadores quanto os empreendedores do setor de usos múltiplos possuem recursos humanos e financeiros incompatíveis com as obrigações impostas pela PNSB.
- Gestão de riscos: é importante prever medidas para reduzir a possibilidade de acidentes em barragens abandonadas e para tornar a legislação mais efetiva para os empreendedores de pequenas barragens.

Sobre o “*funcionamento das instituições*”:

- Os empreendimentos do Dnocs em Pernambuco encontram-se em estado de abandono, devido à escassez de recursos financeiros, à gestão local inconsistente e à alta rotatividade de pessoal. Entre as possíveis soluções, estão a responsabilização solidária do Ministério ao qual o Dnocs está vinculado, a busca de apoio parlamentar para obtenção de financiamento e o estabelecimento de contratos de prestação de serviços com usuários de água ou municípios beneficiados pelo controle de cheias.

- Embora a Apac/PE tenha fortalecido sua atuação fiscalizadora, isso não tem sido suficiente para melhorar a situação geral das barragens no Estado, uma vez que isso depende essencialmente da capacidade dos empreendedores em cumprir as exigências legais. Adicionalmente, o enquadramento de centenas de pequenos empreendimentos na PNSB tem desviado a atenção da Apac/PE dos casos mais críticos de segurança.

Sobre a “*avaliação participativa com as comunidades nas áreas de risco*”, observou-se que a maioria da população considera a poluição como o principal problema relacionado aos recursos hídricos da região, enquanto uma quantidade menor de pessoas demonstrou espontaneamente preocupação com as inundações e a segurança das barragens. A pesquisa revelou ainda que a falta de transparência nas ações e a comunicação deficiente dos órgãos governamentais com as comunidades estão diretamente ligadas à percepção negativa sobre o desempenho das instituições na gestão dos recursos hídricos e na segurança das barragens.

Sobre a “*avaliação do estado de conservação da barragem*”, apesar das obras de recuperação terem melhorado o estado geral da estrutura, a falta de registro dos dados dos equipamentos de instrumentação e o acúmulo contínuo de pequenas anomalias evidenciam que o empreendedor ainda não instituiu um programa regular de manutenção da barragem e de monitoramento das anomalias. Essa negligência pode resultar na necessidade de grandes investimentos em recuperação no futuro.

De uma forma geral, no estudo de caso, o tempo gasto para recuperar a barragem e a quantidade de atores envolvidos revelaram a ineficiência na gestão da segurança. Além disso, do ponto de vista da implementação da PNSB, o fato dos melhores resultados estarem associados à produção de manuais e normas evidencia uma ênfase excessiva nos processos em detrimento dos resultados. Esses achados ilustram a importância de discutir a PNSB com base em casos práticos relevantes.

Por fim, vale ressaltar que a imposição de uma série de obrigações a milhares de barragens pela PNSB, presumindo que essas medidas seriam universalmente eficazes, evidencia uma abordagem excessivamente racionalista. Esse modelo inflexível pode sobrecarregar os envolvidos com tarefas que não contribuem de maneira decisiva para garantir a segurança das barragens e ainda desviar a atenção dos casos mais urgentes. Assim, o principal aprimoramento da PNSB pode ser torná-la mais flexível e adaptável às variadas situações, fortalecendo a governança institucional e promovendo uma atuação integrada, colaborativa e participativa.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos no estudo de caso representam apenas uma amostra da diversidade de situações encontradas no país. Essa diversidade é influenciada por vários fatores, entre os quais se destacam: o estágio de implementação da PNSB em cada Estado; o setor econômico do empreendedor, visto que, ao contrário dos setores de mineração e energia, a maioria dos empreendedores do setor de acumulação de água para usos múltiplos não tem cumprido os requisitos de segurança estabelecidos em lei; as características das bacias hidrográficas; a quantidade de pessoas nas áreas de risco. Diante disso, a abordagem de avaliação da PNSB precisa ser adaptada às particularidades de cada caso, o que abre várias oportunidades de pesquisa.

Além disso, como recomendações para trabalhos futuros, identificaram-se algumas questões que merecem destaque:

- **Regulação responsiva:** é necessário expandir a discussão sobre a institucionalização da cultura da “regulação responsiva” no âmbito da administração pública. Embora haja vantagens em estabelecer uma relação mais colaborativa entre o regulador e o regulado, é crucial garantir que essa abordagem não resulte na procrastinação indefinida de ações governamentais mais rigorosas em situações que demandam uma resposta urgente, como no caso de barragens em alerta. Esta discussão deve incluir também a perspectiva dos órgãos de controle externo, como tribunais de contas e ministérios públicos.
- **Barragens em cascata:** é fundamental definir claramente as responsabilidades de empreendedores de barragens em cascata, como Jucazinho e Carpina, no Rio Capibaribe. Deve-se considerar o efeito combinado nos diversos cenários de falha envolvendo essas barragens e garantir a compatibilização das ações dos Planos de Ação de Emergência de cada barragem, evitando ações contraditórias ou ambíguas e otimizando os recursos. O órgão fiscalizador pode contribuir para a conciliação das ações dos planos. Além disso, novos estudos são importantes para fornecer exemplos de situações reais, evidenciar as dificuldades enfrentadas e as alternativas de solução estudadas, além de fornecer recomendações para situações similares.

- Pequenas barragens: critérios conservadores de classificação quanto ao Dano Potencial Associado e à Categoria de Risco podem enquadrar uma pequena barragem na PNSB, exigindo que o empreendedor adote várias medidas, como a elaboração de planos de segurança e de ação de emergência, aumentando os custos operacionais. Como consequência, os fiscalizadores também terão mais barragens para monitorar e vistoriar, desviando o foco dos casos mais urgentes. Assim, é interessante que sejam estudadas e propostas novas abordagens de classificação e avaliação de risco, bem como de normativos específicos, para tornar a PNSB mais efetiva em abordar diferentes contextos de barragens, sejam elas pequenas ou grandes.
- Acidentes de barragens e chuvas intensas: frequentemente ocorrem rompimentos de barragens durante inundações, mas os impactos nem sempre são atribuíveis exclusivamente a elas, pois a magnitude dos eventos muitas vezes excede o potencial de risco associado apenas à ruptura da barragem. Portanto, é essencial realizar estudos que avaliem a contribuição marginal de casos reais de ruptura de barragens em relação às inundações naturais, para esclarecer até que ponto o empreendimento pode ser responsabilizado pelos danos. Além disso, é igualmente relevante conduzir estudos sobre o risco atual das barragens diante dos padrões atuais de chuvas e em cenários de eventuais mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Wagner J. **O papel dos Conselhos Gestores Municipais na implementação de políticas e práticas ambientais: o caso do Alto Capibaribe, Pernambuco - Brasil (dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Recife/PE, p. 183. 2017.
- AGUIAR, Windson B. **Uma metodologia progressiva para a análise de tensões produzidas por sismos em barragens de concreto: aplicação a barragem de Jucazinho**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, p. 136. 2022.
- ALVES, Fellipe H. B. **Sistema de previsão de enchentes: integração de modelos de previsão de chuva, simulação hidrológica e hidrodinâmica (dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Recife/PE, p. 181. 2017.
- AMORIM, Lorena M. V. B.; ALVES, Ana O. C.; ANDRADE, Milena M. N. Percepção de risco de erosão costeira na Amazônia: um estudo de caso na Ilha do Combú em Belém, Estado do Pará. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais/PR, v.17, n. 1, 2024. p.580-598. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3263/2653>>.
- ANA. 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,. **Resolução nº236, de 30 de janeiro de 2017**, jan. 2017. 13.
- ANA. Resolução nº 236, de 30 de Janeiro de 2017. Estabelece 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 etc. Brasília/DF: [s.n.], 2017. p. 13.
- ANA. Publicações sobre segurança de barragens, 2021. Disponível em: <[https://www.snisb.gov.br/Entenda\\_Mais/publicacoes](https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/publicacoes)>. Acesso em: 24 out. 2021.
- ANA. Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, 2021. Disponível em: <<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb>>. Acesso em: 01 fev. 2021.
- ANA. Institui o “Pacto pela Governança da Água”, coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e desenvolvido em parceria com as Unidades da Federação. **Resolução nº153, de 26 de abril de 2023**, 26 abr. 2023. 7.
- ANA. **Relatório de Segurança de Barragens 2022**. Brasília/DF, p. 90. 2023.
- ANM. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração etc. Brasília/DF: [s.n.], 2017. p. 44.
- ANM. Resolução nº 13, de 8 de Agosto de 2019. Estabelece medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração etc. Brasília/DF: [s.n.], 2019. p. 8.

ANM. **Report trimestral - Descaracterização de barragens a montante.** Brasília/DF, p. 22. 2022.

APAC. Fichas técnicas dos Reservatórios, 2022. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/monitoramento/190-monitoramento/526-reservatorios-2>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

APAC. **Organograma da Agência Pernambucana de Águas e Clima**, 2023. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/institucional/38-institucional/72-organograma>>. Acesso em: 08 nov. 2023.

ARAGÃO, João P. G. V. **Uso e ocupação das margens do rio Capibaribe: vulnerabilidades socioambientais em áreas urbanas.** Universidade Federal de Pernambuco. Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Recife/PE, p. 294. 2017.

ARAÚJO, Christianne Evaristo. **Movimento dos atingidos por barragens (MAB), a questão ambiental e a participação política.** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 145. 2006.

ARAÚJO, Franklim Rabelo. **Risco geotécnico: uma abordagem estocástica para análise da estabilidade de Taludes da Barragem Olho D'Água no Estado do Ceará.** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 128. 2013.

ASDSO. Association of State Dam Safety Officials. **Dam Incident Database**, 2023. Disponível em: <<https://damsafety.org/incidents>>. Acesso em: 20 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000.** Rio de Janeiro, p. 24. 2009. (978-85-07-01838-4).

AVELAR, Márcio D. S. **Vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes com barragens de caulim em Barcarena (dissertação de mestrado).** Universidade Federal do Pará. Belém, p. 93f. 2019.

BAIMA, Sandra Keila de Oliveira. **Uma metodologia multicritério construtivista para a avaliação da vulnerabilidade de barragens e regiões a jusante.** Universidade Federal do Ceará. [S.l.], p. 158. 2015.

BANCO MUNDIAL. **Serviços Analíticos e Consultivos em Segurança de Barragens: Produto 15.** Banco Mundial. Brasília/DF, p. 65. 2015a.

BANCO MUNDIAL. **Segurança de barragens: engenharia a serviço da sociedade.** Banco Mundial. Brasília/DF, p. 104. 2015b. (ISBN 978-85-88192-21-8).

BARROS, Matheus L.; BARAN, Camilla T.; CAVALCANTE, André L. B. Statistical analysis of piping in homogeneous earth dams. **Fourth International Dam World Conference**, Lisboa, Setembro 2020.

BERNARD-GARCIA, Mayari; MAHDI, Tew-Fik. A Worldwide Historical Dam Failure's Database, 21 Fevereiro 2020. Disponível em: <<https://borealisdata.ca/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.5683/SP2/E7Z09B>>.

BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. 2, n. 1, p. 68-80, janeiro a julho 2005.

BRASIL. Lei nº 4.229, de 1º junho de 1963. Transforma o Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas (DNOCS) em autarquia. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 10 Junho 1963. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4229.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4229.htm)>.

BRASIL. Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 4 Maio 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp101.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp101.htm)>.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 21 Setembro 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm)>.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 21 Setembro 2010a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm)>.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 11 Abril 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm)>.

BRASIL. Decreto nº 9.191, de 1º de Novembro de 2017. Estabelece as normas e as diretrizes para elaboração, redação, alteração, consolidação e encaminhamento de propostas de atos normativos ao Presidente da República pelos Ministros de Estado. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, Novembro 2017. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9191.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9191.htm)>.

BRASIL. Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017. Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 23 Novembro 2017. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm)>.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União**, 30 Setembro 2020. ISSN 1676-2339.

BRASIL. Decreto nº 11.310, de 26 de dezembro de 2022. Dispõe sobre as atividades de fiscalização e a governança federal da Política Nacional de Segurança de Barragens e institui o Comitê Interministerial de Segurança de Barragens. **Diário Oficial da União**, n. 243 Seção 1, 26 Dezembro 2022.

BURNINGHAM, Kate; FIELDING, Jane; THRUSH, Diana. "It'll never happen to me": understanding public awareness of local flood risk. **Disasters**, v. 32, n. 2, Julho 2008. p. 216-238.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Projeto de Lei nº 1181/2003. Brasília/DF: [s.n.], 2003. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=118248>>. Acesso em: 21 out. 2021.

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Guia da política de governança pública**. [S.l.], p. 86. 2018a.

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex ante**. Brasília/DF, p. 192. 2018b. (978-85-7811-319-3).

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise ex post**. Ipea. Brasília/DF, p. 314. 2018c.

CAVALCANTI, Paula A. **Sistematizando e comparando os enfoques de avaliação e de análise de políticas públicas: uma contribuição para a área educacional**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, p. 289. 2007.

CBDB. **A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI : cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens**. Rio de Janeiro, p. 524 p. 2011.

CEARÁ. Governo do Estado do Ceará, 2021. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2015/04/01/unesco-acude-cedro-indicado-a-patrimonio-mundial/>>. Acesso em: 21 out. 2021.

CHAVES, Mauro César S. **Regulação Responsiva e Agências Reguladoras Federais: recorte jurídico-institucional sob a perspectiva da Advocacia-Geral da União e do Poder Judiciário Federal**. Instituto Serzedello Corrêa, Escola Superior do TCU. Brasília/DF, p. 132. 2023.

CHIARATTI, Fernanda G. D. O. **Psicologia geral e do desenvolvimento**. Indaial/SC, p. 212. 2013. (ISBN 978-85-7830-618-2).

CICCHETTI, D. V.; SHOWALTER, D.; TYRER, P. J. The effect of number of rating scale categories on levels of interrater reliability: a Monte Carlo investigation. **Applied Psychological Measurement**, v. 9, n. 1, p. 31-36, Março 1985.

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 seu volume., Brasília/DF, 10 Julho 2012.

CNRH. Resolução nº 144, de 10 Julho de 2012. Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, Brasília/DF, 10 Julho 2012.

CNRH. Resolução nº 230, de 22 de março de 2022. Estabelece diretrizes para fiscalização da segurança de barragens de acumulação de água para usos múltiplos, Brasília/DF, 22 Março 2022.

CONSÓRCIO ARV. **Relatório de Elaboração da CAV do Açude de Jucazinho**. Agência Nacional de Águas. Florianópolis/SC, p. 91. 2018.

COPI, IRVING M. **Introdução à lógica**. São Paulo. 1978.

COSTA JÚNIOR, João F. et al. Um estudo sobre o uso da escala de Likert na coleta de dados qualitativos e sua correlação com as ferramentas estatísticas, São José dos Pinhais/PR, v. 17, n. 1, p. 360-376, 2024. ISSN 1988-7833. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/4009/2640>>.

CRONBACH, Lee J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297-334, Setembro 1951.

CUNHA, Camylla R. M. **Governança da água na perspectiva de organismos colegiados: o caso do Comitê da bacia do rio Capibaribe, Pernambuco, Brasil (dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Recife, p. 124. 2018.

DIARIO DE PERNAMBUCO. Barragem Guilherme Pontes rompe em Sairé, no Agreste do Estado, após fortes chuvas, 15 jun. 2020. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2020/06/barragem-guilherme-pontes-rompe-em-saire-no-agreste-do-estado-apos-f.html>>. Acesso em: 09 2020 2020.

DNOCS. **Portaria nº 11/DGP, de 14 de maio de 1975**. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. [S.l.]. 1975.

DNOCS. **Portaria DNOCS/DG/GAB nº 43, de 31 de janeiro de 2017. Aprova o Regimento Interno**. Fortaleza/CE. 2017.

DNOCS. **Portaria nº 319, de 28 de junho de 2017. Institui o Comitê de Governança, Riscos e Controles do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS**. [S.l.]. 2017.

DNOCS. **Carta de serviços ao cidadão**. Fortaleza/CE, p. 76. 2018.

DNOCS. **Plano Estratégico Institucional 2021-2024**. Fortaleza/CE, p. 57. 2021.

DNOCS. Organograma, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnocs/pt-br/transparencia/prestacao-de-contas/organograma>>. Acesso em: 09 nov. 2023.

EDMONDSON, Diane R. **Likert Scales: A History**. 12th Conference on Historical Analysis & Research in Marketing: The Future of Marketing's Past. Long Beach/Califórnia: [s.n.]. 2005. p. 127-133.

ENAP. **Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB): Relatório Final de Avaliação Ex-Post**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília/DF, p. 197. 2021.

ENCYCLOPEDIA OF ARKANSAS. Lakeport Flood, 2023. Disponível em: <<https://encyclopediaofarkansas.net/media/lakeport-flood-9008/>>. Acesso em: 13 Novembro 2023.

ENSSLIN, Leonardo; MONTIBELLER NETO, Gilberto. Mapas cognitivos no apoio à decisão. **XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**, Niterói/RJ, 21 a 25 Setembro 1998.

ES HOJE. Chuva causa rompimento de represa e alaga casas no município de Irupi, 2020. Disponível em: <<https://eshoje.com.br/chuva-causa-rompimento-de-represa-e-alaga-casas-no-municipio-de-irupi/>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

ESPÍRITO SANTO NOTÍCIAS. IRUPI, represa se rompe e inunda a cidade, 2020. Disponível em: <<https://www.espiritosantonoticias.com.br/irupi-represa-se-rompe-e-inunda-a-cidade-veja-o-video-do-momento-exato/>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

FARIAS, Marcela M. et al. Stability analysis of an earth dam: deterministic and probabilistic approach. **Fourth International Dam World Conference**, Lisboa, Setembro 2020.

FGV EESP CLEAR. **Parecer de Qualificação do Relatório de Avaliação “Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)”**. Centro de Aprendizagem em Avaliação e Resultados para o Brasil e a África Lusófona da Fundação Getúlio Vargas. [S.l.], p. 22. 2021.

FLEISS, Joseph L.; LEVIN, Bruce; PAIK, Myunghee C. Statistical methods for rates and proportions. 3<sup>ª</sup> ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2003. p. 791. ISBN ISBN 0-471-52629-0.

FLUIXÁ-SANMARTÍN, Javier et al. Review article: Climate change impacts on dam safety. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 18, p. 2471–2488, 2018.

FOLHA DE PERNAMBUCO. Moradores de Sairé relatam caos, após rompimento da barragem, 2020. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/moradores-de-saire-relatam-caos-apos-rompimento-da-barragem/144030/>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

FOLHA VITÓRIA. Represa rompe e inunda distrito em Irupi, no Caparaó capixaba, 2020. Disponível em: <<https://www.folhavitoria.com.br/geral/noticia/01/2020/video-represa-rompe-e-inunda-distrito-de-irupi-no-caparao-capixaba>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

FONTENELLE, Alexandre de Sousa. **Proposta Metodológica de Avaliação de Riscos em Barragens do Nordeste Brasileiro - Estudo de Caso: Barragens do Estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 213. 2007.

FREITAS, Paula. Apresentação "Perspectivas Globais do Banco Mundial e Experiência de Apoio aos Clientes". **2º Encontro do Fórum dos Órgãos Fiscalizadores de Segurança de Barragens**, Brasília/DF, 20 Setembro 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/live/uGb7tGCpKq4?si=FvjaVfSxf4PkZePn&t=2873>>.

G1 BAHIA. Cidade inundada após barragem se romper registrou maior tragédia em 57 anos, diz prefeito, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/07/14/cidade-inundada-apos-barragem->

se-romper-registrou-maior-tragedia-em-57-anos-diz-prefeito.ghtml>. Acesso em: 19 jul. 2020.

G1 BAHIA. Rompimento de barragem na Bahia aconteceu após ruptura em açudes menores, diz Defesa Civil, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/07/12/rompimento-de-barragem-na-bahia-foi-causado-apos-acudes-menores-transbordarem-diz-defesa-civil.ghtml>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

GEORGE, Darren; MALLERY, Paul. **IBM SPSS Statistics 25 Step by Step: A Simple Guide and Reference**. New York. 2019. (978-1-351-03390-9).

GEOTECHNIQUE CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA. **Plano de Ação de Emergência - PAE - Barragem Jucazinho/PE**. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Salvador. 2017.

GOMES, Francisco Hiago de Siqueira. **Quantificação de risco de piping em barragens de terra via abordagens probabilísticas e fuzzy**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 137. 2019.

GOMES, Mayara M. D. A. **Abordagem integrada de modelagem hidrológica e operação de barragens para avaliação da eficiência do controle de cheias na Bacia do Rio Capibaribe (Dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife (PE), p. 155. 2019.

GUIMARÃES JÚNIOR, Manoel O. **Os boatos alarmistas na perspectiva da Ciência da Informação: o caso “Tapacurá estourou”**. Universidade Federal de Pernambuco. [S.I.], p. 84. 2018.

HARPER, Robert F. **The Code of Hammurabi King of Babylon. About 2250 B.C.** The University of Chicago Press. Chicago. 1904. (ISBN 1-58477-003-1).

HUTZ, Claudio S.; BANDEIRA, Denise R.; TRENTINI, Clarissa M. **Psicometria**. Porto Alegre/RS. 2015. (978-85-8271-236-8).

IBI ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Capibaribe - PDRH-Capibaribe**. Fortaleza. 2002.

ICOLD. Bulletin 167 (preprint): Regulation of Dam Safety - An overview of current practice world wide. **ICOLD Bulletins**, [s.d.]. 183 p.

ICOLD. Bulletin 185 (preprint): Challenges and needs for dams in the 21st century. **ICOLD Bulletins**, [s.d.]. 141 p.

ICOLD. Bulletin 189 (preprint): Current state-of-practice in risk-informed decision-making for the safety of dams and levees. **ICOLD Bulletins**, Paris, [s.d.]. 143 p.

ICOLD. Bulletin 41: Automated observation for the safety control of dams. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1982. 123 p.

ICOLD. Bulletin 59: Dam safety - Guidelines. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1987. 191 p.

ICOLD. Bulletin 62: Inspection of dams after earthquakes -Guidelines. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1988. 72 p.

ICOLD. Bulletin 74: Tailings dams safety - Guidelines. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1989. 112 p.

ICOLD. Bulletin 82: Selection of design flood- Current methods. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1992. 238 p.

ICOLD. Bulletin 87: Improvement of existing dam monitoring - Recommendations and case histories. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1992. 124 p.

ICOLD. Bulletin 93: Ageing of dams and appurtenant works. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1994. 242 p.

ICOLD. Bulletin 99: Dam Failures - Statistical Analysis. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1995. 76 p.

ICOLD. Bulletin 111: Dam Break flood analysis - Review and recommendations. **ICOLD Bulletins**, Paris, 1998. 305 p.

ICOLD. Bulletin 119: Rehabilitation of dams and appurtenant works - State of the art and case histories. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2000. 242 p.

ICOLD. Bulletin 121: Tailings dams risk of dangerous occurrences - Lessons learnt from practical experiences. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2001. 146 p.

ICOLD. Bulletin 125: Dams and floods - Guidelines and case histories. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2003. 229 p.

ICOLD. Bulletin 130: Risk Assessment in Dam Safety Management. A reconnaissance of Benefits. Methods and Current Applications. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2005. 281 p.

ICOLD. Bulletin 131: Role of Dams in Flood Mitigation - A review. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2006. 84 p.

ICOLD. Bulletin 138: General approach to Dam Surveillance. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2009. 52 p.

ICOLD. Bulletin 139: Improving tailings dam safety - Critical aspects of management, design, operation and closure. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2011. 180 p.

ICOLD. Bulletin 142: bulletin on safe passage of extreme floods. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2012. 195 p.

ICOLD. Bulletin 143: Historical review on ancient Dams. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2013. 220 p.

ICOLD. Bulletin 156: Integrated flood risk management. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2014. 291 p.

ICOLD. Bulletin 198: Ageing of concrete dams. **ICOLD Bulletins**, 2015. 114 p.

ICOLD. Bulletin 157: Small dams - Design, Surveillance and Rehabilitation. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2016. 141 p.

ICOLD. Bulletin 166: Inspection of dams following earthquake - guidelines. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2016. 107 p.

ICOLD. Bulletin 169: Global Climate Change, Dams, Reservoirs and related Water Resources. **ICOLD Bulletins**, 2016. 89 p.

ICOLD. Bulletin 154: Dam safety management: Operational phase of the dam life cycle. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2017. 244 p.

ICOLD. Bulletin 168: Recommendations for Operation, Maintenance and Rehabilitation. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2017. 132 p.

ICOLD. Bulletin 158: Dam surveillance guide. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2018. 223 p.

ICOLD. Bulletin 160: ICOLD Dam Decommissioning - Guidelines. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2018. 143 p.

ICOLD. Bulletin 170: Flood Evaluation and Dam Safety. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2018. 307 p.

ICOLD. Bulletin 188: Dam failures - Statistical analysis. **ICOLD Bulletins**, 2019. 65 p.

ICOLD. World Register of Dams, 2020. Disponível em: <[https://www.icold-cigb.org/GB/world\\_register/general\\_synthesis.asp](https://www.icold-cigb.org/GB/world_register/general_synthesis.asp)>. Acesso em: 27 Setembro 2023.

ICOLD. Bulletin 175: Dam safety management - pre operational phases of the dam life cycle. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2021. 207 p.

ICOLD. Bulletin 191; Dam Safety: Concepts, Principle and Framework. **ICOLD Bulletins**, 2021. 38 p.

ICOLD. Bulletin 192: Dam Safety: Governance Considerations. **ICOLD Bulletins**, 2021. 87 p.

ICOLD. Bulletin 180: Dam Surveillance - Lessons learnt from case histories. **ICOLD Bulletins**, Paris, 2022. 303 p.

ICOLD. Bulletin 194: Tailings dam safety. **ICOLD Bulletins**, 2022. 452 p.

ICOLD. Bulletin 197: Dam Breach Flood Consequence Assessment. **ICOLD Bulletins**, 2022. 154 p.

ICOLD. International Commission on Large Dams, 2023. Disponível em: <<https://www.icold-cigb.org/>>. Acesso em: 19 Setembro 2023.

JORNAL DA USP. Barragem do Quati se rompeu em razão da falta de sangradouro, 2019. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/barragem-do-quati-se-rompeu-em-razao-da-falta-de-sangradouro/>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

KASPERSON, Roger E et al. The Social Amplification of Risk A Conceptual Framework. **Risk Analysis**, 8 Janeiro 1988. 11p.

KAUFMANN, Daniel; KRAAY, Aart. Governance Indicators : Where Are We, Where Should We Be Going? **Policy Research Working Paper**, Washington, DC, n. 4370, 2007. 45p. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/61b5d73b-c2ce-557b-877c-b41e57508fb2>>.

LANDIS, J. R.; KOCH, Gary G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, Março 1977.

LEITE, Sérgio Ribeiro. **Modelo para Avaliação de Riscos em Segurança de Barragens com Associação de Métodos de Análise de Decisão Multicritério e Conjuntos Fuzzy**. Universidade de Brasília. Brasília/DF, p. 222. 2019.

LESSA DE OLIVEIRA, Cristiano. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Travessias**, Cascavel/PR, v. 2, n. 3, set./dez 2008. ISSN 1982-5935. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/travessias/issue/view/320>>.

LI, Yiwei; GUO, Yu ; ITO, Naoya. Modeling of Public Risk Perception and Risk Communication Research: In A Social-Cognitive Direction. **Asian Journal for Public Opinion Research**, v.1, n. 3, 15p Maio 2014.

LIKERT, Rensis. **A Technique for the Measurement of Attitudes**. New York, p. 55. 1932.

LIMA, Daniel A.; PINTO, Willian L. H.; FAIS, Laura M. C. F. Important aspects in the safety assessment of small earth dams. **Fourth International Dam World Conference**, Lisboa, Setembro 2020.

LOPES, Brenner; AMARAL, Jefferson Ney; CALDAS, Ricardo Wahrendorff. **Políticas Públicas: conceitos e práticas**. Belo Horizonte, p. 48. 2008.

LOUZADA, Aline F. **Segurança de barragens e governança de risco em hidrelétricas na Amazônia**. Universidade Federal do Pará. Belém/PA, p. 170. 2018.

MACHADO, Rafael P.; VASCONCELLOS, Rodrigo S.; SALGADO, Sérgio R. T. **Acordo de cooperação técnica para atuação conjunta em segurança de barragens - ACT Nº 31/2018**. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Brasília/DF, p. 42. 2020.

MDR. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Composição do Ministério**, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/composicao>>. Acesso em: 28 Outubro 2023.

MELLO, Flavio M.; SANDRONI, Sandro S.; GUIDICINI, Guido. **Lições aprendidas com acidentes e incidentes em barragem e obras anexas no Brasil**.

MENESCAL, Rogério A. Arranjo legal e institucional para gestão da segurança de barragens no Brasil. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Campo Grande/MS, 2009. 18p.

MENESCAL, Rogério A.; VIEIRA, Vicente P. P. B. Manutenção de sangradouro de açude e risco de ineficiência hidráulica. **XXIII Seminário Nacional de Grandes Barragens**, Belo Horizonte/MG, Março 1999. 13.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Plano de Ações Estratégicas para Reabilitação de Barragens da União (Planerb)**. Brasília/DF, p. 166. 2018.

NE10 INTERIOR. Barragem se rompe em Sairé e água invade casas em Barra de Guabiraba, 2020. Disponível em: <<https://interior.ne10.uol.com.br/noticias/2020/06/16/rompimento-de-barragem-de-saire-deixa-mais-de-12-mil-desalojados-em-barra-de-guabiraba-190157>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

NEVES, Yuri T.; RODRIGUES, Arivânia B.; CABRAL, Jaime J. S. P. Modelagem computacional do rompimento hipotético da Barragem de Jucazinho no Estado de Pernambuco (Brasil). **Revista DAE**, São Paulo/SP, v. 69, n. 230, p. 167-182, Abril a Junho 2021.

NICKERSON, Raymond S. Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. **Review of General Psychology**, 2, 1998. 175-220.

OCDE. Governance of Infrastructure and PPPs. **Folheto sobre Governança Pública**, 2023. Disponível em: <<https://www.oecd.org/governance/oecd-directorate-for-public-governance.pdf>>.

OECD. **Improving Governance with Policy Evaluation : Lessons From Country Experiences**. Organization for Economic Co-operation and Development. [S.l.], p. 170. 2020. (ISBN 978-92-64-82982-4).

OLIVA, Alberto. **Teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro, p. 90. 2011. (ISBN 978-85-378-0465-0).

OLIVEIRA, Francicleide P. **Percepção ambiental e Gestão do Meio ambiente de Toritama (PE) - estudo da percepção de diferentes atores sociais sobre o rio Capibaribe (dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Gestão e Políticas Ambientais. Recife, p. 137. 2007.

OLIVEIRA, Othon F. et al. Evaluation os dams safety inspections under the supervision of the National Water Agency in Brazil. **Fourth International Dam World Conference**, Lisboa, Portugal, 21 Setembro 2020. 8.

OLIVEIRA, Othon F.; MONTENEGRO, Suzana M. G. L.; SALGADO, Sérgio R. T. Proposta de indicadores para avaliação da contribuição da ruptura de barragem ao impacto a jusante. **XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 22 e 26 Novembro 2020. 10.

OLIVEIRA, Othon F.; MONTENEGRO, Suzana M. G. L.; SALGADO, Sérgio R. T. Ruptura de barragens: da visão alarmista à perspectiva técnica. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 2, p. 22, 2024. ISSN 1988-7833.

ONU. United Nations. **Sustainable Development Goals**, 2024. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>>. Acesso em: 1 Fevereiro 2024.

OSBORNE, Stephen. **The new public governance? emerging perspectives on the theory and practice of public governance**. [S.l.], p. 448. 2010. (ISBN 0-203-86168-X).

PERERA, Duminda et al. **Ageing Water Storage Infrastructure: An Emerging Global Risk**. 11. ed. Hamilton: United Nations University, 2021. ISBN 978-92-808-6105-1.

PERNAMBUCO. **Lei nº 14.028, de 26 de março de 2010. Cria a Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC**. Recife/PE. 2010.

PERNAMBUCO. Decreto nº 37.387, de 10 de novembro de 2011. Aprova o Regulamento da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC., 2011. Disponível em: <<http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=8553&tipo=TEXTTOORIGINAL>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

PETERS, Brainard. O que é Governança? **Revista do Tribunal de Contas da União**, n. 127, 01 maio 2013. 28-33. Disponível em: <<https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/87>>.

PETRY, André et al. Classificação de barragens quanto ao dano potencial associado: a experiência da Agência Nacional de Águas. **Third International Dam World Conference**, Foz do Iguaçu, 17 Setembro 2018.

PICOLI, Bruno A. **Sob os desígnios do progresso: a experiência dos camponeses atingidos pela Barragem de Itá reassentados em Campos Novos-SC na transição do milênio (dissertação de mestrado)**. Universidade de Passo Fundo. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Passo Fundo/RS, p. 188. 2011.

PINTO, Amarílio Costa e Carvalho. **Contribuições para o estudo de descomissionamento de barragens**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, p. 216. 2010.

PRADO, Amanda R. M. D. **Análise da evolução de segurança de barragens em Pernambuco (dissertação de mestrado)**. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica. Recife/PE, p. 158. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Institui a Política Nacional de Infraestrutura Hídrica, dispõe sobre a organização da exploração e da prestação dos serviços hídricos e altera a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Brasília/DF. 2021.

R7. Barragem se rompe e atinge duas cidades na Bahia, 2019. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/cidades/barragem-se-rompe-e-atinge-duas-cidades-na-bahia-11072019>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

ROLLING STONE LLC. Watch Led Zeppelin's John Paul Jones Re-Record 'When The Levee Breaks' With Musicians From Around The World, 2023. Disponível em: <<https://www.rollingstone.com/music/music-news/john-paul-jones-re-record-when-the-levee-breaks-1278309/>>. Acesso em: 13 Novembro 2023.

RUA, Maria das Graças. **Avaliação de Políticas, Programas e Projetos: Notas Introdutórias**. Curso de Formação Inicial para a Carreira de EPPGG. Brasília/DF: Escola Nacional de Administração Pública. 2011. p. 24.

SAATY, Thomas L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. New York, p. 287. 1980. (0-07-054371-2).

SALAMON, Lester M. **The tools of government: a guide to the new governance**. Nova Iorque. 2002. (ISBN 0-19-513665-9).

SAMPAIO, Marcos Vinicius Nunes. **Segurança de barragens de terra: um relato da experiência do Piauí**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 76. 2014.

SANO, Hironobu; MONTENEGRO FILHO, Mário J F. As técnicas de avaliação da eficiência, eficácia e efetividade na gestão Pública e sua relevância para o Desenvolvimento social e das ações Públicas. **Desenvolvimento em Questão**, n. 22, 20 Fevereiro 2013. 35-61.

SANTOS, Larissa Cristina França; SILVA, Suylan Almeida Midlej. **Avaliação da avaliação de programas governamentais**: uma proposta de meta-avaliação dos resultados da pesquisa avaliativa da Ouvidoria-Geral do SUS. IV Encontro Brasileiro de Administração Pública. João Pessoa: [s.n.]. 24 e 25 maio 2017.

SANTOS, Shilton Roque; AZEVEDO, Marcio Adriano; MARCELINO, Fabiana Teixeira. Avaliação participativa das políticas como proposta inovadora no setor público: delineamentos e procedimentos. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar - RECEI**, v. 3, n. 9, 2017.

SÃO PAULO. Decreto nº 10.752, de 21 de novembro de 1977. Dispõe sobre realização de Auditoria Técnica nas Autarquias e Companhias em cujo capital o Estado tenha participação majoritária, 1977. Disponível em: <DECRETO N. 10.752, DE 21 DE NOVEMBRO DE 1977>. Acesso em: 21 out. 2021.

SARAVIA, Enrique; FERRAREZI, Elisabete. **Políticas públicas**. Brasília/DF. 2006. (85-256-0052-0).

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE PERNAMBUCO. Governo do Estado de Pernambuco. **Pernambuco Tridimensional (PE3D)**, Recife/PE, 2016. Disponível em: <<http://www.pe3d.pe.gov.br/>>.

SILVA, Amanda Vieira. **Avaliação do risco de ruptura em análises de estabilidade de taludes de barragens de terra utilizando números fuzzy**. Universidade Federal do Ceará. [S.l.], p. 126. 2015.

SILVA, Carolina G. **A ação do estado no (des)controle ambiental: o conflito entre as condições operacionais e a ampliação das atribuições legais do órgão estadual de meio ambiente de pernambuco (a trajetória da CPRH) (dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Ciência Política do Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Recife/PE, p. 211. 2004.

SILVA, Maria Bernadette Frota Amora. **Índice de remoção de barragens cearenses (IREB) sob um enfoque multicritério**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 188. 2012.

SILVA, Pedro L. D. N.; BIANCHINI, Zélia M.; DIAS, Antonio José R. **Amostragem: teoria e prática usando R**. Rio de Janeiro/RJ. 2021.

SILVA, Simone R. **A integração entre os níveis de planejamento de recursos hídricos - estudo de caso: a bacia hidrográfica do rio São Francisco (Tese de Doutorado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife/PE, p. 301. 2006.

SILVEIRA, João F. A. **Instrumentação de barragens de terra e concreto (Curso CESP)**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, p. 26. 2002.

SILVESTRI, Kátia V. T. As teorias do conhecimento: a fundamentação epistemológica das ciências humanas. **Revista Ensaios Pioneiros**, 2, 26 Novembro 2019. 63–77. Disponível em: <<https://ensaiospioneiros.usf.edu.br/ensaios/article/view/161/112>>.

SIMÕES, Armando A. **Avaliação de políticas públicas: Tipologias e técnicas de análise**. Programa de Aperfeiçoamento para Carreiras – 2019. Brasília/DF: Escola Nacional de Administração Pública. 2019. p. 220. Apresentação em formato eletrônico.

SLOVIC, Paul. The Perception of Risk. **Science**, 236, 17 Abril 1987. p. 280-285.

SLOVIC, Paul. **The perception of risk**. [S.l.], p. 473. 2000. (ISBN 1-85383-527-7).

SMITH, Herbert H. Ceará and the drought. In: SMITH, Herbert H. **Brazil: the Amazons and the Coast**. New York: Charles Scribner's Sons, 1879. p. 398-435.

SOARES, Érica B. S. et al. Análises de dados qualitativos: intersecções e diferenças em pesquisas sobre administração pública. **III Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade**, João Pessoa/PB, 20 a 22 Novembro 2011.

SONGFACTS LLC. When The Levee Breaks by Led Zeppelin, 2023. Disponível em: <<https://www.songfacts.com/facts/led-zeppelin/when-the-levee-breaks>>. Acesso em: 13 Novembro 2023.

SORIANO, Érico. **Confiança, incertezas e discurso sobre os riscos de colapso de barragem na UHE Itaipu Binacional: o processo de vulnerabilização dos moradores a jusante**. Unversidade de São Paulo. São Carlos/SP, p. 183. 2012.

SOUZA, Ana C. D.; ALEXANDRE, Neusa M. C.; GUIRARDELLO, Edinêis D. B. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília/DF, v. 26, n. 3, p. 649-659, jul-set 2017. ISSN 2237-9622.

SOUZA, Jhonathan L. et al. Percepção do risco de ruptura da barragem Gargalheiras e a vulnerabilidade da população do município de Acari, Rio Grande do Norte – Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 57, p. 21, Julho-Dezembro 2021. ISSN 2674-8355.

STEVENS, Stanley S. On the Theory of Scales of Measurement. **Science**, v. 103, n. 2684, p. 677-680, Junho 1946.

STUFFLEBEAM, Daniel L; CORYN, Chris L S. **Evaluation theory, models, and applications**. San Francisco, p. 765. 2014. (ISBN 978-1-118-87032-7).

TCU. **Técnicas de Auditoria: marco lógico**. Brasília/DF, p. 26. 2001.

TCU. **Referencial para avaliação de governança em políticas públicas**. Brasília/DF, p. 91. 2014a.

TCU. **Dez passos para a boa governança**. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Brasília/DF, p. 28. 2014b.

TCU. Acórdão nº 2.440/2016. Plenário. Relator: Ministro José Múcio Monteiro. Sessão de 21/09/2016, 2016. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/2.440%252F2016/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/5>>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 2.475/2018. Plenário. Relator: Ministro Marcos Bemquerer. Sessão de 24/10/2018, 2018. Disponível em: <[https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/\\*/NUMACORDAO%253A2475%2520ANOACORDAO%253A2018%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0](https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A2475%2520ANOACORDAO%253A2018%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0)>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 2.608/2018. Plenário. Relator: Benjamin Zymler. Sessão de 14/11/2018, Brasília, 2018b. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/2608%252F2018/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>>. Acesso em: 12 Dezembro 2023.

TCU. **Relatório de políticas públicas elaborado com objetivo de subsidiar o Congresso Nacional na elaboração da Lei Orçamentária**. Brasília/DF, p. 79. 2018c.

TCU. Acórdão nº 1.257/2019. Plenário. Relator: Ministro Augusto Nardes. Sessão de 05/06/2019, 2019. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/1.257%252F2019/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 50/2019. Plenário, de 23/01/2019. Relator: Ministro Marcos Bemquerer. Sessão de 23/01/2019, 2019. Disponível em: <[https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/\\*/NUMACORDAO%253A50%2520ANOACORDAO%253A2019%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0](https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A50%2520ANOACORDAO%253A2019%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0)>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 2.031/2020. Plenário. Relator: Ministro Marcos Bemquerer. Sessão de 05/08/2020, 2020. Disponível em: <[https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/\\*/KEY:ACORDAO-COMPLETO-2416341/NUMACORDAOINT%20asc/0](https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/KEY:ACORDAO-COMPLETO-2416341/NUMACORDAOINT%20asc/0)>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 4.549/2020. Plenário. Relator: Ministro Marcos Bemquerer. Sessão de 09/12/2020, 2020. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/4.549%252F2020/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

completo/4.549%252F2020/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUM ACORDAOINT%2520desc/1>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 726/2020. Plenário. Relator: Ministro Ana Arraes. Sessão de 01/04/2020, 2020a. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/726%252F2020/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 1.116/2020. Plenário. Relator: Ministro Ana Arraes. Sessão de 06/05/2020, 2020b. ISSN <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/1.116%252F2020/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/1>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 2.052/2022. Plenário. Relator: Ministro Jorge Oliveira. Sessão de 14/09/2022, 2022. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/2.052%252F2022/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 1.108/2023. Plenário. Relator: Ministro Aroldo Cedraz. Sessão de 31/05/2023, 2023. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/1.108%252F2023/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0>>. Acesso em: 15 Dezembro 2023.

TCU. Acórdão nº 2.279/2023. Plenário. Relator: Ministro Marcos Bemquerer. Sessão de 08/11/2023, 2023. Disponível em: <<https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/64.%2520O%2520lapso%2520prolongado%2520entre%2520a%2520cons-tata%25C3%25A7%25C3%25A3o%2520da%2520necessidade%2520de%2520obra-s%2520complementares%2520%25282013%2529%2520e%2520a%2520obten%25C3%25A7%25>>. Acesso em: 21 Fevereiro 2024.

TECHNE ENGENHEIROS CONSULTORES. **Plano de Aproveitamento dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana do Recife, Zona da Mata e Agreste Pernambucano (PARH/PE)**. Recife. 2005.

THE INTERNATIONAL FEDERATION OF ACCOUNTANTS. **Governance in the Public Sector: A Governing Body Perspective**. New York. 2001. (ISBN 1-887464-68-9).

TRIBUNAL DE CONTAS DE RONDÔNIA. **Manual do gestor público: um guia de orientação ao gestor público para a sustentabilidade da administração pública / Omar Pires Dias (Org.)**. Porto Velho, p. 245. 2017. (978-85-64505-02-5).

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and cooperation for water**. Paris, França, p. 210. 2023. (ISBN 978-92-3-100576-3).

UNITED NATIONS. Governance and development. **Thematic Think Piece**, Maio 2012. 12p. Disponível em: <[https://www.un.org/millenniumgoals/pdf/Think%20Pieces/7\\_governance.pdf](https://www.un.org/millenniumgoals/pdf/Think%20Pieces/7_governance.pdf)>.

UOL. Barragem se rompe e atinge três cidades em Pernambuco, 2020. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2020/06/15/barragem-pernambuco.htm>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

USBR. **Downstream hazard classification guidelines**. Bureau of Reclamation. Denver, Colorado, p. 56. 1988.

VERÇOSA, Livia F. M. **Modelagem hidrológica e hidrodinâmica aplicada à avaliação da ocorrência de inundações na cidade do Recife, PE (dissertação de mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. Pós-graduação em Engenharia Civil. Recife/PE, p. 114. 2019.

VIANNA, Heraldo M. Natureza das medidas educacionais. **Educação e Seleção**, n. 9, p. 7-16, 1984.

VIEIRA, Kelmara M.; DALMORO, Marlon. Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição Influenciam nos resultados? **XXXII Encontro da ANPAD**, Rio de Janeiro/RJ, n. Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Administração, p. 16, Setembro 2008.

WESTPHAL, Marcia Faria; MENDES, Rosilda. Avaliação participativa e a efetividade da promoção da saúde: desafios e oportunidades. **Boletim Técnico do SENAC**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 17-27, maio-ago 2009.

WIKIPEDIA. Dam failure. **Wikipedia, The Free Encyclopedia**, 2023. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Dam\\_failure](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Dam_failure)>. Acesso em: 18 out. 2023.

WISE. Chronology of major tailings dam failures, 2023. Disponível em: <<https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>>. Acesso em: 19 out. 2023.

WISHART, MARCUS J; UEDA, SATORU; PISANIELLO, JOHN D; TINGEY-HOLYOAK, JOANNE L; LYON, KIMBERLY N; GARCÍA, ESTEBAN B. **Laying the Foundations: A Global Analysis of Regulatory Frameworks for the Safety of Dams and Downstream Communities**. Washington, DC. 2020. (ISBN 978-1-4648-1243-9). Sustainable Infrastructure Series.

WU, Xun et al. **Guia de Políticas Públicas: Gerenciando processos**. Brasília/DF, p. 160. 2014. (978-85-256-0073-8).

YANG, Long et al. Typhoon Nina and the August 1975 Flood over Central China. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, n. 2, Fevereiro 2017.

ZUFFO, Monica Soares Resio. **Metodologia para avaliação da segurança de barragens**. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas/SP, p. 192. 2005.

## **APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DOS BOLETINS DA ICOLD MAIS RELACIONADOS AO TEMA DA PESQUISA**

Para tornar o texto principal da revisão bibliográfica mais conciso, os resumos dos boletins da Icold mais diretamente relacionados ao tema de interesse da pesquisa foram apresentados neste Apêndice. Esses resumos são apresentados a seguir:

- Boletim 41/1982: a opinião pública se tornou mais sensível a segurança de barragens demandando um monitoramento mais intensivo das condições de segurança. Neste intuito, o boletim trata do monitoramento automatizado para o controle de segurança de barragens (ICOLD, 1982, p. 7);
- Boletim 59/1987: traz definições de conceitos, diretrizes e recomendações relativos à segurança de barragens (ICOLD, 1987, p. 21);
- Boletim 62/1988: logo após terremotos, deve-se tomar decisões sobre reparos. O boletim representa um guia geral para procedimentos de inspeção pós-terremoto (ICOLD, 1988, p. 9);
- Boletim 74/1989: destinado principalmente a agências reguladoras responsáveis pela segurança de barragens de rejeitos, também oferece auxílio aos operadores de minas para assegurar a segurança durante a operação e reabilitação das barragens (ICOLD, 1989, p. 9);
- Boletim 82/1992: aborda critérios técnicos para definição da cheia de projeto (ICOLD, 1992, p. 11);
- Boletim 87/1992: discute a importância de sistemas de monitoramento e fornece recomendações para seu aprimoramento em barragens mais antigas (ICOLD, 1992, p. 7);
- Boletim 93/1994: trata do envelhecimento das barragens e de obras adjacentes e discute os principais problemas em barragens de concreto, alvenaria, terra e pedra (ICOLD, 1994, p. 11);
- Boletim 99/1995: oferece dados estatísticos sobre acidentes em barragens. Destaca que a incidência de falhas em grandes barragens reduziu nas últimas quatro décadas, sendo que a maioria das falhas ocorre em pequenas barragens e em barragens recém-construídas, principalmente nos primeiros dez anos após a inauguração, com uma incidência particularmente alta no primeiro ano de operação. Os principais motivos de

falha em barragens de concreto são problemas de fundação, com erosão interna e resistência ao cisalhamento insuficiente na fundação. Em barragens de terra, enrocamento e alvenaria, a causa mais comum de falha é o transbordamento, seguido por erosão interna no corpo da barragem ou na fundação. Nas obras auxiliares, a maior causa de falhas se deve a inadequação do vertedor. Após o acidente, na maioria das vezes as barragens ficam abandonadas (ICOLD, 1995, p. 17);

- Boletim 111/1998: faz uma revisão de conceitos e recomendações sobre estudos de ruptura de barragens (ICOLD, 1998, p. 15);
- Boletim 119/2000: trata da reabilitação de barragens e estruturas auxiliares e comenta sobre estudos de casos. Discute a importância em reavaliar os projetos de barragens devido à evolução das técnicas de projeto e construção, ao envelhecimento das estruturas, deterioração natural ou causada por vandalismo, perda de eficiência etc. (ICOLD, 2000, p. 19-21);
- Boletim 121/2001: apesar da existência de diretrizes para o design, construção e descomissionamento seguro de barragens de rejeitos, acidentes significativos continuam ocorrendo. Este boletim visa identificar as causas dessas falhas e propor melhorias para prevenir incidentes futuros (ICOLD, 2001, p. 10);
- Boletim 125/2003: aborda a questão das inundações em estudos de casos, seus impactos sociais e econômicos, as formas de mitigação, incluindo o controle das inundações pelas barragens, e discute a segurança hidrológica das barragens existentes (ICOLD, 2003, p. 29-37);
- Boletim 130/2005: o texto reforça a necessidade de transparência nas decisões sobre a segurança de barragens uma vez que a sociedade tem mais consciência sobre o problema e demanda informações. O boletim discute a avaliação de riscos na gestão da segurança, aborda os mecanismos de falha, os métodos de avaliação de risco, incluindo a percepção do risco e o risco tolerável (ICOLD, 2005, p. 17-27);
- Boletim 131/2006: trata do papel das barragens na mitigação dos impactos das inundações (ICOLD, 2006, p. 11);
- Boletim 138/2009: a “supervisão” de barragens é vista como um componente básico para garantia da segurança. Apesar da baixa

probabilidade de ocorrência, as consequências de uma falha de barragem podem ser graves, então é essencial compreender o comportamento da barragem para gerenciar o risco de falhas e prevenir eventos indesejados. O processo envolve a identificação dos modos potenciais de falha e detecção dos primeiros sinais de problemas (ICOLD, 2009, p. 11);

- Boletim 139/2011: aborda aspectos críticos para melhorar a segurança das barragens de rejeitos, destaca a importância do comprometimento corporativo e gerencial, a educação e treinamento do pessoal da empresa, incluindo diretores, aspectos críticos de projeto para garantir estabilidade e segurança a longo prazo, e a necessidade de auditorias externas regulares (ICOLD, 2011, p. 13);
- Boletim 142/2012: discute a passagem de inundações extremas visando a segurança de barragens, considerando a avaliação da capacidade de vertedor, o nível de confiança em relação ao cálculo da cheia de projeto e a utilização de sistema de alerta de inundações (ICOLD, 2012, p. 15-19);
- Boletim 154/2017: o Boletim 59/1987 estabeleceu os fundamentos da segurança de barragens, enquanto o Boletim 130/2005 enfatizou a avaliação de riscos. Por sua vez, o Boletim 154/2017 se dedica ao desenvolvimento e à implementação de um sistema de gestão de segurança de barragens durante a fase operacional a partir de uma abordagem sistêmica, buscando abordar as interdependências e arranjos necessários para garantir a adequada gestão da segurança da barragem. O texto traz ainda o conceito de escalabilidade, que se refere à capacidade de adaptar os processos para gestão da segurança de barragens para atender às necessidades de proprietários de barragens de qualquer tamanho ou dimensão (ICOLD, 2017, p. 15-19,25);
- Boletim 156/2014: aborda a gestão integrada de riscos de inundação, considerando as características das inundações, a avaliação dos impactos e as medidas de mitigação (ICOLD, 2014, p. 13-14);
- Boletim 157/2016: considerando que as pequenas barragens são a maioria e que podem causar graves impactos, este boletim apresenta diretrizes para o monitoramento destas barragens. Aborda ainda a atualização de padrões de projeto, a deterioração ao longo do tempo, práticas de

reabilitação, planos de ação de emergência e descomissionamento. O foco das recomendações é para que estas pequenas barragens operem adequadamente a um baixo custo (ICOLD, 2016, p. 23);

- Boletim 158/2018: o guia de supervisão de barragens apresenta diretrizes sobre inspeções, verificação de equipamentos hidromecânicos, equipamentos de monitoramento, automação, manutenção de sistemas de monitoramento, “reinstrumentação” de barragens, gerenciamento de dados, avaliação da condição e comportamento da barragem, entre outros (ICOLD, 2018, p. 21-27);
- Boletim 160/2018: a discussão sobre a remoção de barragens tem ganho destaque devido a preocupações com a segurança, altos custos de manutenção e impactos ambientais. Desse modo, para orientar essa decisão, foi elaborado o boletim com as diretrizes para descomissionamento de barragens (ICOLD, 2018, p. 15);
- Boletim 166/2016: atualiza o Boletim 62/1988 sobre inspeção de barragens após terremotos, orienta a avaliação dos danos para servir como base para o desenvolvimento de procedimentos de inspeção (ICOLD, 2016, p. 9);
- Boletim 167 (versão pré-impressão): faz uma revisão da regulação da segurança de barragens em 44 países das regiões abrangidas pela Icold no período de 2008 a 2012. No documento são discutidos os princípios, arcabouço legal, responsabilidades, supervisão e classificação (ICOLD, [s.d.], p. 15-16);
  - O estabelecimento e manutenção da segurança de barragens seguem um procedimento de cima para baixo (*top-down*), iniciando-se com legislação, passando por atividades governamentais, regulamentações e chegando à aplicação;
  - Quase todos os países possuem leis específicas ou abrangentes onde as exigências de segurança das barragens estão incluídas.
  - Em quase todos os países, o dono da barragem é responsável pela segurança, e em muitos países, as barragens pertencem ao Estado, cabendo a ele garantir a segurança;
  - A supervisão das barragens é geralmente realizada tanto pelo próprio proprietário quanto por um especialista independente;

- A maioria dos países classifica barragens com base no tamanho e/ou risco potencial. Cerca de metade dos países também classificam outras estruturas, como diques e barragens de rejeito;
- De uma forma geral, a regulação do Estado e as ações dos empreendedores seguem certos procedimentos, entretanto, o nível de complexidade varia muito entre os países.
- Boletim 168/2017: aborda os métodos disponíveis para os proprietários de barragens realizarem eficazmente a operação, manutenção e reabilitação delas. O documento considera aspectos econômicos e sociais de diferentes países e apresenta recomendações para uma variedade de cenários, incluindo barragens em países altamente desenvolvidos e menos desenvolvidos (ICOLD, 2017, p. 15);
- Boletim 167/2016 (versão pré-impressão): tem como objetivo avaliar o papel de barragens e reservatórios na adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, identificando os riscos associados e propondo medidas para adaptar as estruturas existentes. Destaca a importância de uma abordagem sistêmica, adaptativa e "*sem arrependimentos*" para tomada de decisão, contando com a colaboração de diversos atores (políticos, cientistas, engenheiros, membros da comunidade etc) (ICOLD, 2016, p. 4-5);
- Boletim 170/2018: fornece recomendações para estudar os eventos hidrológicos extremos, discutindo técnicas tradicionais e novas e considerando as incertezas inerentes (ICOLD, 2018, p. 25-29);
- Boletim 175/2021: aborda a gestão da segurança de barragens nas fases pré-operacionais de um projeto e a conecta às orientações do Boletim 154/2017, que apresenta recomendações para a gestão de segurança durante a fase de operação da barragem. Entre os elementos-chave na fase pré-operacional, são destacados (ICOLD, 2021, p. 57-65):
  - fatores não-técnicos: o "*proprietário irrealista*", aquele que ignora os custos reais de ter uma barragem; o "*projetista incerto*", o que busca economizar nas investigações; o "*projetista excessivamente otimista*", aquele que interpreta os dados coletados de forma muito positiva e acredita que a obra vai correr da melhor forma; o "*projetista sem experiência em obra*", aquele que pode fazer especificações sem sentido; o "*fiscal ineficiente*",

aquele que faz uma inspeção de forma inadequada, o que pode se agravar caso do outro lado haja um empreiteiro experiente mal intencionado; o “*empreiteiro que explora brechas*”, o que tenta se beneficiar de lacunas no contrato, prejudicando a qualidade da obra; o “*empreiteiro não qualificado*”, um encarregado de obra ruim, sem conhecimento profundo do trabalho, é um obstáculo para uma obra com qualidade;

- fatores técnicos externos (perigo natural): inundações, terremotos, condições climáticas extremas, sedimentação no reservatório, deslizamentos de terra, qualidade do material de empréstimo etc.;
  - fatores técnicos internos (padrão de projeto): erro conceitual de projeto, falta de descarregador de fundo, vertedor subdimensionado, fundação inadequada, sem transição entre os materiais do corpo da barragem etc.;
  - fatores técnicos internos (organizacionais): orçamento insuficiente, empreiteiro com proposta inexequível, investigação de campo incompleta, longas interrupções na obra, mudança nas áreas de empréstimo, falta de informação entre projetista e equipe de campo;
- Boletim 180/2022: relata lições aprendidas em 80 estudos de casos históricos relativos à supervisão de barragens, envolvendo aspectos da fundação, barragens de terra e concreto, reservatório e rio a jusante, além de melhorias no sistema de monitoramento (ICOLD, 2022, p. 53-57);
  - Boletim 185 (versão de pré-impressão): trata dos desafios e necessidades para o século 21 envolvendo barragens: a crescente demanda por água potável e produção de energia; a necessidade de combinar energia hidroelétrica com outras fontes de energia intermitentes, como eólica e solar; os impactos das mudanças climáticas no abastecimento de água, controle de inundações e produção energética; a necessidade de lidar com questões financeiras, ambientais e sociais para o desenvolvimento e para a resposta às mudanças climáticas (ICOLD, [s.d.], p. 6);
  - Boletim 188: é uma atualização da base de acidentes apresentada no boletim 99, adicionando casos ocorridos até 2018 (ICOLD, 2019, p. 48);

- Conforme indicado no Boletim 99, os primeiros dez anos de uma barragem é quando 50% das falhas ocorrem;
  - Não há uma influência significativa do tipo de barragem ou do tamanho do reservatório na taxa de falhas;
  - Falhas em barragens ocorrem tanto durante a operação normal quanto em eventos de inundação, sendo que 70% das falhas desde 2.000 ocorreram durante inundações. Para as barragens de gravidade e terra, a operação inadequada durante inundações é considerada responsável por cerca de 20% dos acidentes;
  - Os modos de falha em barragens de terra são transbordamento (40%), erosão interna (39%) e falha estrutural (21%);
  - Para barragens de gravidade, principalmente nas de alvenaria, a falha dominante ocorre devido a problemas com a fundação. Nas barragens de concreto dos tipos arco, contraforte e múltiplos arcos, os acidentes ocorrem principalmente devido à falhas de projeto ou construtivas.
- Boletim 189: apresenta uma pesquisa sobre como os países têm considerado a gestão de riscos na tomada de decisão para a segurança de barragens e diques (ICOLD, [s.d.], p. 6);
  - Boletim 191/2021: a segurança das barragens é um processo dinâmico e integrado que envolve governos, proprietários de barragens e o público, necessitando da combinação de ciência, engenharia, economia, políticas públicas sociais e ambientais. O boletim aborda os conceitos, princípios e o arcabouço legal e institucional de segurança de barragens, fornecendo uma orientação atualizada para governos e proprietários de barragens (ICOLD, 2021, p. 9-11,38);
  - Boletim 192/2021 (versão pré-impressão): apresenta considerações sobre a governança em segurança de barragens, regras básicas, fundamento legal, arranjos institucional, financeiro e regulatório, incluindo em rios transfronteiriços, entre as quais (ICOLD, 2021):
    - Bases legais: o fundamento legal da segurança das barragens é influenciado por diversos fatores, que variam de país para país, como, por exemplo, há países que adotam a “*commom law*” (baseado em jurisprudência) e países que adotam o “*civil law*”

(baseado em leis). De uma forma geral, o proprietário da barragem é o principal responsável por sua segurança, e a legislação deve definir padrões, requisitos e procedimentos claros. A existência de seguros relacionados a barragens não é comum, mas em países com renda mais alta, como Suécia e Portugal, tais seguros são integrados ao quadro legal. A adaptação e revisão contínua das leis são essenciais para responder às mudanças nas necessidades de segurança e riscos associados (ICOLD, 2021, p. 26-28);

- Arranjos institucionais, financeiros e de governança: diferentes países possuem variadas abordagens regulatórias, sendo fundamental uma definição clara de responsabilidades, enfatizando a independência das autoridades reguladoras. É necessário alinhar a capacidade financeira e humana, considerando a diversidade e complexidade das barragens e a necessidade de coordenação e adaptação contínua às mudanças (ICOLD, 2021, p. 38-40);
- Arranjos regulatórios: embora existam diretrizes internacionais, é vital adaptá-las ao contexto específico de cada país. Um elemento básico é a classificação das barragens, com a finalidade de definir os requisitos a serem atendidos. Barragens antigas que não atendem aos padrões modernos representam um desafio particular. A supervisão rigorosa é crucial para atingir os objetivos do regime regulatório (ICOLD, 2021, p. 52-55);
- Arranjos para barragens transfronteiriças: poucos operadores de barragens transfronteiriças possuem arranjos institucionais formais para garantir a segurança das barragens e das comunidades a jusante. Organizações multilaterais são frequentemente defendidas para equilibrar interesses e promover ações coletivas. Organizações transfronteiriças responsáveis pela propriedade e operação de grandes barragens são geralmente estabelecidas por acordos internacionais e, muitas vezes, não estão sujeitas aos regimes nacionais de segurança de barragens dos estados membros (ICOLD, 2021, p. 60-62);

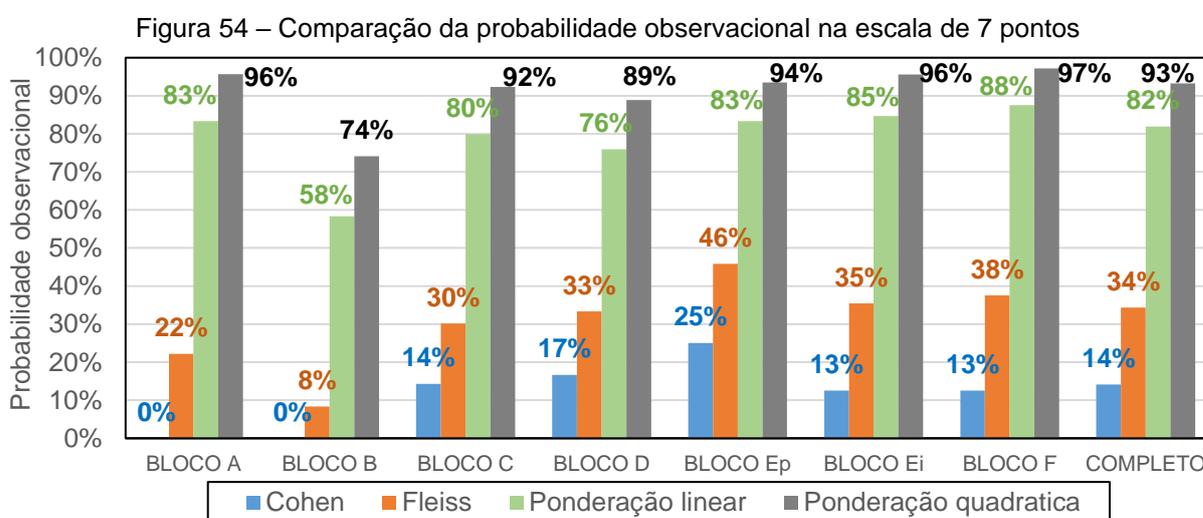
- Considerações financeiras: os recursos devem ser proporcionais às responsabilidades. O proprietário ou operador deve ter uma receita suficiente para realizar a manutenção e outras medidas de segurança obrigatórias. Pode-se considerar uma taxa para financiar inspeções de segurança, assim como penalidades financeiras para não conformidade (ICOLD, 2021, p. 74);
- Boletim 194 (versão pré-impressão): documenta técnicas recomendadas para o planejamento, projeto, construção, operação, descomissionamento de barragens de rejeito, preparo para emergência etc. (ICOLD, 2022, p. xi);
- Boletim 197/2022: fornece orientações sobre os princípios, aplicações contemporâneas e métodos utilizados para a análise e avaliação das consequências de acidentes de barragens, incluindo 32 estudos de caso em 11 países (ICOLD, 2022, p. 8,128);
- Boletim 198: focado em barragens de concreto, este boletim complementa o boletim 93. O texto aborda os principais fenômenos de deterioração do concreto e suas causas, a evolução da tecnologia do concreto e descreve um sistema para gestão de barragens de concreto. A intenção é estender a vida útil das barragens de concreto, que é frequentemente considerada entre 80 e 100 anos (ICOLD, 2015, p. 9).

## APÊNDICE B – ALTERNATIVAS DE CÁLCULO DA CONCORDÂNCIA

Este apêndice apresenta os resultados do cálculo do coeficiente Kappa utilizando diferentes métodos. No texto principal do trabalho, foi adotada a abordagem original proposta por Jacob Cohen na década de 1960. O método permitiu identificar os principais pontos de concordância ou discordância entre os profissionais da Apac/PE sobre a avaliação ex-post da PNSB.

Na abordagem utilizada, a probabilidade de concordância observacional levou em conta apenas as respostas com pontuação exatamente idêntica entre avaliadores. Como consequência, a estimativa da concordância é rigorosa, especialmente quando se trabalha com muitos níveis na escala de medição e vários avaliadores.

Assim, foram testados outros métodos de cálculo que levam em consideração a proximidade dos níveis na escala de medição: a ponderação linear, quadrática e a metodologia proposta por Joseph Fleiss. A Figura 54 mostra a comparação dos resultados obtidos com esses quatro métodos.



Fonte: O autor (2023)

Observa-se que a aplicação de pesos eleva consideravelmente os índices de concordância. Destaca-se que a seleção do tipo de ponderação está relacionada à ênfase que o avaliador deseja atribuir às diferenças nas respostas. Utilizar a ponderação quadrática tende a minimizar o impacto de pequenas variações nas respostas e a ressaltar discrepâncias maiores, tornando a análise mais sensível a variações significativas nas avaliações. Por outro lado, não usar algum tipo de ponderação numa escala intervalar limita a avaliação apenas à concordância exata entre as respostas, desprezando a semelhança entre os níveis da escala.

## APÊNDICE C – COMENTÁRIOS SOBRE OS RESULTADOS DAS VISTORIAS

Nesta seção, comentam-se os resultados das vistorias realizadas na Barragem de Jucazinho, os quais fundamentaram a classificação do estado de conservação. Os tópicos foram organizados de acordo com a estrutura avaliada.

- Confiabilidade das estruturas extravasoras:
  - Vertedores laterais: eram uns dos principais problemas da barragem. A situação deles é muito parecida, a diferença é que um se localiza na ombreira direita e outro na esquerda.
    - Em ambos, havia risco de desmoronamentos de rochas fraturadas nas ombreiras, sendo que a ombreira direita já estava parcialmente obstruída, conforme se observa na primeira vistoria (Figura 65), porém as encostas já foram estabilizadas (Figura 130);
    - O principal problema dos vertedores laterais era a capacidade hidráulica de projeto. A partir da segunda vistoria as obras de ampliação e construção dos canais vertedores nas ombreiras já estavam em andamento, o que justificou a melhoria progressiva das avaliações dessas estruturas. Na última vistoria, aparentemente as obras dos vertedores laterais estavam praticamente finalizadas (Figura 131 e Figura 133). Um detalhe que ainda deve ser investigado é o impacto da revisão da curva cota-volume na capacidade de laminação das cheias da barragem, conforme comentado no item 3.1.1;
    - Observa-se que houve falhas de concretagem nas obras do canal vertedor da ombreira direita, pois nota-se que havia várias fissuras longitudinais e até vazios - “bicheiras” (Figura 128). Embora tenham sido posteriormente selados, isso demonstra falta de controle na execução;
  - Vertedor central: a vistoria do vertedor central é dificultada pelo acesso, sendo apenas visualizada à distância. Essas estruturas de mais difícil acesso têm de ser objeto de inspeções futuras pelo empreendedor;

- Bacia de dissipação: este foi considerado o problema mais crítico pela empresa Geotechnique, que apontou falhas de projeto. O projeto original consistia no vertedor em degraus e laje apoiada na rocha (“*stepped spillway*”), o que era inadequado, tanto que sofreu muitos danos na cheia de 2004 mesmo com um vertimento bem inferior a lâmina d’água de projeto. A solução dada foi construir a bacia de dissipação no tipo “salto de esquí”. Desde a primeira vistoria, a bacia já estava nessa configuração. O que se observou apenas foi o acúmulo de água no pé da bacia de dissipação (Figura 59), principalmente nas duas primeiras vistorias. Foram instalados drenos que reduziu bastante o acúmulo de água (Figura 116);
- Confiabilidade das Estruturas de Adução:
  - Esses dispositivos geralmente possuem capacidade hidráulica reduzida em relação a capacidade do reservatório. Quando se necessita utilizá-los para esvaziar o reservatório, o processo geralmente é lento, o que os tornam pouco eficaz em situações emergenciais, mas ainda assim essenciais quando operados preventivamente. O funcionamento normalmente é verificado durante uma inspeção de segurança regular do empreendedor. Assim, a verificação visual em uma vistoria geralmente não permite ter certeza se os equipamentos estão funcionando adequadamente. Na última vistoria foi verificado que pintaram a comporta (Figura 125) e instalaram uma escada de acesso à casa de controle da válvula dispersora (Figura 126). Além disso, foi informado verbalmente que os equipamentos hidromecânicos estavam funcionando desde final de 2022;
- Controle da percolação:
  - Segundo relatórios, a galeria apresentava sérios danos, incluindo segregação de concreto das paredes e percolação de água com carreamento de material fino. Sabe-se que foram feitos serviços dentro da galeria (instalação de poços de alívio e aplicação de concreto projetado) e que no projeto de recuperação estava prevista limpeza geral;

- A vazão percolada depende da carga hidráulica no reservatório, cujo acompanhamento é feito verificando a medição de vazão percolada e o nível de água no reservatório periodicamente. Na avaliação visual das vistorias, verificou-se que havia material depositado nas canaletas e percolação de água (Figura 60 e Figura 123). A quantidade de água na bacia de dissipação foi diminuindo após a segunda vistoria, entretanto, devido à ausência de registros de medições de vazão, torna-se difícil avaliar se a vazão percolada está sob controle. Além disso, devido à falta de limpeza nas calhas de drenagem, também não é possível determinar se o processo de carreamento de materiais se estabilizou. Ressalta-se que em nenhum momento o medidor de vazão esteve em boas condições (Figura 86);
- Controle de deformações e recalques:
  - Teria de ter tido alguma movimentação significativa para ser notada visualmente. Sabe-se que foram instaladas placas de recalque (Figura 122), cujo monitoramento pode indicar essa anomalia futuramente;
- Conservação dos Taludes / Paramentos:
  - A barragem possui diversos problemas menores em relação a trincas no concreto que reveste o CCR do talude de jusante, inclusive crescendo vegetação entre as fissuras, causando até desprendimento deste concreto de revestimento (Figura 113). Este tem sido um processo lento e até é possível acompanhar as plantas se desenvolvendo ao longo dos anos. Na soleira do vertedor lateral da ombreira direita, há também fissuras e pequenas fraturas que chegam até a expor a armadura (Figura 129). Todos esses são problemas que acontecem devido à falta de manutenção regular preventiva e devem ser monitorados ao longo do tempo para avaliar a progressão dos danos;
  - Na crista também ainda há fissuras de menor porte, desgaste nas juntas entre as placas de concreto sobre o vertedor principal (Figura 118) e restos de concreto de obras (Figura 119);

- Os itens avaliados correspondem a situações consideradas de maior risco para a segurança da barragem. Portanto, anomalias de menor intensidade, que não comprometem a segurança geral da barragem em curto prazo, nem chegam a ser contabilizadas:
  - Durante muitos anos o guarda-corpo da crista esteve em situação muito precária até que foram substituídos (Figura 61), o que pode ser observado a partir da vistoria de 16/12/2021 (Figura 84). Este tipo de situação pode até causar algum acidente com alguém que esteja circulando na área, mas não está relacionada à segurança estrutural da barragem e, portanto, não é contabilizada. Inclusive, é importante destacar que, apesar de haver portões na entrada da barragem e nas entradas da galeria, não é difícil para qualquer pessoa ter acesso ao local. Essa é uma situação comum a várias barragens, que é a exposição ao vandalismo de suas estruturas.

**ANEXO A – LISTA DOS PRINCIPAIS ACIDENTES COM BARRAGENS**

<b>Nome curto da barragem</b>	<b>Fonte</b>	<b>País</b>	<b>Ano</b>	<b>Fatalidades</b>
Banqiao e Shimantan	BGM	China	1975	56.300-171.000
Machhu 2	BGM	Índia	1979	1.800-25.000
Derna	WKPD	Líbia	2023	18.000-20.000
Guan County	BGM	China	-	5.000
Diexi	BGM	China	1934	2.500
Vajont	BGM	Itália	1963	1.900-2.500
Min Rive	BGM	China	1934	2.423
South Fork	ASDSO	Estados Unidos	1889	2.209
Batang	BGM	China	-	2.000
Kurenivka	BGM	União Soviética	1961	1.500-2.000
Beiguanhe	BGM	China	1918	1.800
Möhne	BGM	Alemanha	1943	1.579
Levees	BGM	Estados Unidos	2005	>1.500
Iruka Lake	BGM	Japão	1868	941-1.200
Zhalonggou	BGM	China	-	1.080
Ojika River	BGM	Japão	1723	1.005
Tigra	BGM	Índia	1917	>1.000
Panshet	BGM	Índia	1961	1.000
Liujiatai	BGM	China	1963	937
Hengjiang	BGM	China	1970	891
Longtun	BGM	China	1959	707
Yuexi	BGM	China	-	700
Pantano De Puentes	BGM	Espanha	1802	608-680
St. Francis	ASDSO	Estados Unidos	1928	600
Gleno	BGM	Itália	1923	209-600
Brenno River	BGM	Suíça	1515	600
Lijiazui	BGM	China	1973	516
Hutai	BGM	China	1971	512
Koshi	BGM	Nepal	2008	250-434
Malpasset	BGM	França	1959	421-423
Barragem Nova e Velha El Cobre	WKPD	Chile	1965	350-400
Passirio River	BGM	Itália	1419	>400
Qiaodunmen	BGM	China	1960	291
Luchedu	BGM	China	1936	286
Yanchihe	BGM	China	2000	281
Shabagou	BGM	China	1936	280
Brumadinho	WKPD	Brasil	2019	270
Val Di Stava	BGM	Itália	1985	268
Hyogiri	BGM	Coreia	1961	250
Prarie Farm	ASDSO	Estados Unidos	1903	250
Khadakwasla	BGM	Índia	1961	250

<b>Nome curto da barragem</b>	<b>Fonte</b>	<b>País</b>	<b>Ano</b>	<b>Fatalidades</b>
Zhugou	BGM	China	1975	248
Canyon Lake	BGM	Estados Unidos	1972	237-245
Dale Dike	BGM	Reino Unido	1864	244-245
Bradfield	BGM	Reino Unido	1864	240
Touzhaigou	BGM	China	2000	216
Kyzyl-Agash	BGM	Cazaquistão	2010	43-200
Mianyuanhe	BGM	China	-	200
Dongkoumiao	BGM	China	1971	186
Sempor	BGM	Indonésia	1967	160
Baimeiya	BGM	China	2000	159
Tsao-Ling Lake	BGM	Taiwan	1952	154
Tephra	BGM	Nova Zelândia	1953	151
Walnut Grove	BGM	Estados Unidos	1890	30-150
Solakli River	BGM	Turquia	-	146
Vega De Tera	BGM	Espanha	1959	144
Ma River	BGM	Japão	1859	140
Yu River	BGM	Japão	1859	140
Mill River	ASDSO	Estados Unidos	1874	139
Kantale	BGM	Sri Lanka	1986	135
Alla Sella Zerbino No.2	BGM	Itália	1935	111-130
Guavio Hydroelectric	BGM	Colômbia	1989	128
Pittston	BGM	Estados Unidos	1901	125
Buffalo Creek	ASDSO	Estados Unidos	1972	125
Jiawucun	BGM	China	1943	120
Heiwaiké	BGM	Japão	1951	117
Belci	BGM	Romênia	1991	65-116
Vaerdalselven River	BGM	Noruega	-	111
Taisho Lake	BGM	Japão	1951	108
Mina Plakalnitsa	BGM	Bulgária	1966	107
Sai River	BGM	Japão	1848	>100
Zhana	BGM	China	1944	100
Diexi	BGM	China	1983	100
Austin	BGM	Estados Unidos	1911	78-100
Nanaksagar	BGM	Índia	1967	100
Situ Gintung	BGM	Indonésia	2009	98-100
Langjiaogou	BGM	China	-	92
Bouzey II	BGM	França	1895	90
Certej Mine	BGM	Romênia	1971	89
Bayless Pulp & Paper Mill	ASDSO	Estados Unidos	1911	88
Shijiagou	BGM	China	1973	81
Bilberry	BGM	Reino Unido	1852	81
Del Monte	BGM	Colômbia	1976	80

<b>Nome curto da barragem</b>	<b>Fonte</b>	<b>País</b>	<b>Ano</b>	<b>Fatalidades</b>
Sayano–Shushenskaya	BGM	Rússia	2009	75
Edersee Möhne	BGM	Alemanha	1943	70
Shakidor	BGM	Paquistão	2005	70
Bila Desna	BGM	República Tcheca	1916	62-65
Uttarakhand	WKPD	Índia	2021	61
Sem Nome	ASDSO	Estados Unidos	1916	60
Horonai	BGM	Japão	1941	60
Coedty	BGM	Reino Unido	1925	60
Kakhovka	WKPD	Ucrânia	2023	58
Mabian	BGM	China	-	54
Vanoi Torrent	BGM	Itália	1826	52
Patel	BGM	Quênia	2018	38-48
Sem Nome	ASDSO	Estados Unidos	1916	44
Laurel Run	BGM	Estados Unidos	1977	40-41
Riacho sem nome	BGM	Canadá	1892	13-40
Maidi	BGM	China	2000	40
Tangyanguang	BGM	China	2011	40
Tous	BGM	Espanha	1982	30-40
Laurel Run	ASDSO	Estados Unidos	1977	40
Gusau	BGM	Nigéria	2006	40
Kelly Barnes	ASDSO	Estados Unidos	1977	39
Britannia Creek	BGM	Canadá	-	37
Canyon Lake	ASDSO	Estados Unidos	1972	33
Pujiagou	BGM	China	-	31
Guanjiayuanzi	BGM	China	2000	30
Lower Otay	ASDSO	Estados Unidos	1916	30
Lavant Valley	BGM	Áustria	-	29
Swift Irrigation No. 2	BGM	Estados Unidos	1964	19-28
Longtanxiang	BGM	China	-	27
Zhongyangcun	BGM	China	2000	26
John Thompsons Mill	ASDSO	Estados Unidos	1916	26
Bento Rodrigues e Germano	BGM	Brasil	2015	17-24
Oakford Park	BGM	Estados Unidos	1903	23
Barragem de Tiware	WKPD	Índia	2019	23
Dapingshan	BGM	China	1985	22
Zeyzoun	BGM	Síria	2002	22
Deliji	BGM	China	1962	19
Saltville Muck	ASDSO	Estados Unidos	1924	19
Swift Irrigation	ASDSO	Estados Unidos	1964	19
Cary's Lake	BGM	Estados Unidos	2015	19
Lake Elizabeth	BGM	Estados Unidos	2015	19
Lower Rocky Ford	BGM	Estados Unidos	2015	19

<b>Nome curto da barragem</b>	<b>Fonte</b>	<b>País</b>	<b>Ano</b>	<b>Fatalidades</b>
Old Mill Pond	BGM	Estados Unidos	2015	19
Ulmers	BGM	Estados Unidos	2015	19
Upper Rocky Creek	BGM	Estados Unidos	2015	19
Walden Place	BGM	Estados Unidos	2015	19
Merriespruit Tailings No.4	BGM	África do Sul	1994	17
Llyn Eigiau	BGM	Reino Unido	1925	16-17
Flint River	BGM	Estados Unidos	1994	15
Briseis	BGM	Austrália	1929	14
Mahuangxiang	BGM	China	1985	13
Yidai	BGM	China	BC	13
Mur River	BGM	Áustria	-	12
Teton	ASDSO	Estados Unidos	1976	11
Xe Pian-Xe Namnoy	BGM	Laos	2018	>10
Vale Panjshir	WKPD	Afeganistão	2018	10
Gran Cheurfas	BGM	Argélia	1885	10
Saguenay	WKPD	Canadá	1996	10
Shigaodi	BGM	China	1882	10
Qianjiangpingcun	BGM	China	-	10
Ajka Alumina Sludge Spill	BGM	Hungria	2010	10
Corsanico Creek	BGM	Itália	1717	10
Köprü	BGM	Turquia	2012	10

Fonte: BGM (BERNARD-GARCIA e MAHDI, 2020), ASDSO (2023) e WKPD (WIKIPEDIA, 2023).

## ANEXO B – TRECHOS DO ACÓRDÃO N° 1257/2019–TCU–PLENÁRIO

Nesta seção, são transcritas as recomendações do TCU ao Dnocs e aos órgãos gestores de recursos hídricos contidas no Acórdão 1257/2019-TCU-Plenário.

Recomendações ao Dnocs (grifo do Autor):

9.1.1 quando da elaboração do planejamento orçamentário a ser encaminhado ao Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR, incluir em suas demandas as justificativas e fundamentações, apresentando as respectivas planilhas, memórias de cálculo e projetos que permitam uma adequada análise e aprovação por parte do MDR, do Ministério da Economia e de seus respectivos setores orçamentários, dos valores a serem inseridos nos orçamentos de segurança de barragens, aditando as obras de recuperação, reabilitação e manutenção das infraestruturas existentes, as ações de segurança, tais como, a realização de inspeções regulares e especiais e de revisões periódicas, a elaboração dos Planos de Segurança de Barragens (PSBs) e dos Planos de Ações de Emergência (PAEs), **demonstrando a necessidade de alocação sustentável de recursos compatíveis com as necessidades financeiras, de recursos humanos e organizacionais para o pleno cumprimento/implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB;**

9.1.2 efetuar o planejamento e promover treinamentos internos na área de segurança de barragens no máximo a cada dois anos, mantendo os respectivos registros das atividades, contemplando inclusive os servidores lotados nas unidades de campo que gerenciam as barragens (...);

9.1.3 prover as unidades de campo e unidades administrativas dos elementos mínimos de funcionamento e operacionalidade, dotando-as de materiais/insumos de conservação rotineira, inclusive equipamentos/ferramental indispensável para a realização de suas atividades, **provimento dos setores específicos de segurança de barragens de pessoal qualificado**, por meio de concurso público, realocações internas e/ou aproveitamento de outros órgãos, objetivando a obtenção de quadro especializado e permanente no setor;

9.1.4 implantar na estrutura organizacional **setor específico voltado para a segurança** de barragens, no intuito de viabilizar o armazenamento sistemático, o fluxo e a disseminação de informações, a tomada tempestiva de decisões, a adoção de providências saneadoras e de processos padronizados de atuação, em função da volatilidade dos membros dos grupos de trabalho atualmente incumbidos de tais atividades;

9.1.5 adotar ações administrativas tendentes ao cumprimento das disposições constantes do Decreto 9.203/2017, com vistas à efetiva **implantação e manutenção dos mecanismos, instâncias e práticas de governança relacionados com a segurança de barragens (artigos 6º e 13), à instituição de comitê interno de governança (artigo 14) e ao sistema de gestão de riscos e controles internos (artigo 17);**

9.1.6 dar destaque ao tema segurança de barragens em nível de planejamento estratégico e operacional, com clara definição dos objetivos, metas e **indicadores de forma a permitir o acompanhamento e avaliação das ações** implementadas e possibilitar uma vinculação com o Plano Plurianual do Governo Federal;

9.1.7 **adotar ações para a correção imediata das anomalias** e implementação das recomendações já constatadas e registradas nos relatórios das inspeções já levadas a efeito, nos relatórios de fiscalização e no relatório de segurança de barragens (RSB) da ANA, por meio de levantamento para fins de quantificação, orçamentação, e especificações técnicas elaborados com o grau de precisão adequado em relação aos serviços necessários para a recuperação das barragens, elaboração de projetos, com posterior realização de licitação para contratação, execução dos serviços e monitoramento sustentável;

9.1.8 elaborar **plano de manutenção preventiva das barragens**, incluindo quantificação, orçamentação e especificações técnicas dos serviços, detalhando insumos e ferramental necessários, com os respectivos cronogramas de execução;

9.1.9 contemplar nos projetos e especificações técnicas de barragens novas, inclusive as atualmente com obras em fase de execução, dispositivos de segurança da barragem, incluindo a **instrumentação**, de modo a garantir os aspectos de segurança (...);

9.1.10 **hierarquizar as prioridades dos serviços** relativos à segurança de barragens em razão dos riscos e danos potenciais altos e emergenciais já diagnosticados nos barramentos sob as respectivas jurisdições;

9.1.11 promover gestões no sentido de remanejar as famílias que ocupam irregularmente a área do entorno dos reservatórios (jusante e montante), bem como implementar ações de caráter permanente e preventivo no sentido de **coibir novas ocupações irregulares;**

9.1.12 promover gestões no sentido das renovações dos convênios com as entidades afins relativos às estações sismológicas, de modo a possibilitar o **monitoramento dos eventos sísmicos** potenciais causadores de prejuízos às estruturas dos barramentos e a implementação das ações preventivas que se fizerem necessárias;

9.1.13 designar responsáveis pela análise das fichas/relatórios de inspeção respeitando-se a devida segregação de funções, com análise sistêmica do comportamento de cada anomalia considerada de maior relevância, formulando-se proposta de ações corretivas tecnicamente bem definidas;

9.1.14 **dar publicidade aos resultados das inspeções** para que as defesas civis, sociedade civil local, municípios, movimentos e organizações sociais tenham conhecimento das anomalias detectadas nos barramentos e dos serviços necessários às suas correções, de modo a possibilitar o acompanhamento das ações saneadoras a serem adotadas para a manutenção da segurança das barragens (...), **bem como a implantação das ações preventivas da defesa civil** (...);

9.1.15 inserir as organizações da sociedade civil, as brigadas municipais, as populações adjacentes às estruturas dos barramentos no processo de esclarecimento, conhecimento, **participação social e conscientização** quanto à importância da sustentabilidade das manutenções das barragens e dos respectivos reservatórios, de modo a suprir a atual inexistência de canais diretos de comunicação e interação com a administração, com vistas à preservação, conservação e proteção dos recursos hídricos e do meio ambiente, bem como à promoção e defesa dos direitos humanos, ampliando a gestão de informação, transparência e publicidade;

9.1.16 juntamente com os movimentos sociais, seja implementada **ações no sentido de que sejam assegurados os direitos das populações atingidas** em caso de acidentes com barragens;

9.1.17 concluir a instituição e delimitação das Áreas de Preservação Permanente no entorno dos reservatórios das barragens (...), bem como a implantação de regime de proteção e de manutenção da vegetação situada nas referidas áreas de proteção (...);

#### Recomendações aos órgãos estaduais de recursos hídricos (grifo do Autor):

9.4.1 seja dado destaque ao tema segurança de barragens em nível de planejamento estratégico e operacional, com clara definição dos objetivos, metas e indicadores de forma a permitir o **acompanhamento e avaliação das ações implementadas** e possibilitar uma vinculação com o Plano Plurianual do Governo Federal;

9.4.2 o **registro consolidado das ações adotadas pelos empreendedores** para a correção das anomalias e implementação das recomendações já constatadas e registradas nos relatórios de inspeções, nos relatórios de fiscalização e no relatório de segurança de barragens;

9.4.3 o **acompanhamento das ações dos empreendedores quanto à hierarquização das prioridades** em razão dos riscos e danos potenciais

altos e emergenciais já diagnosticados nos barramentos sob as respectivas jurisdições;

9.4.4 o **aprimoramento da definição normativa do nível de perigo global da barragem (NPGB)** no sentido de que a sua vinculação ao teor individual do nível de perigo das anomalias (NPA) (artigo 12, § único da Resolução ANA 236/2017: NPGB no mínimo igual ao NPA de maior gravidade) não gere excessivo rigor na estipulação no referido NPGB e reflita um resultado preciso decorrente de necessária análise conjunta das anomalias;

9.4.5 a **especificação da qualificação técnica mínima para a figura do Coordenador do Plano de Ação de Emergência - PAE** formalmente designado pelo empreendedor da barragem, (...), podendo até mesmo ser o próprio empreendedor, com atividades específicas, abrangendo inclusive a declaração do nível de resposta das situações de emergência em potencial (...), encerramento da emergência e elaboração do respectivo relatório de encerramento (...);

9.4.6 a **padronização da forma de elaboração do conteúdo mínimo e do nível de detalhamento dos Plano de Segurança da Barragem - PSB's e dos Plano de Ação de Emergência - PAE's**, de modo a facilitar a sua elaboração pelos empreendedores;

9.4.7 conclusão do levantamento de todas as barragens de acumulação de água dos empreendedores públicos e privados localizadas em suas áreas de jurisdição abrangendo também as barragens particulares mesmo que não atingidas pela PNSB, adotando medidas tendentes à: (...)

9.4.8 criação de canais de comunicação direta entre os órgãos fiscalizadores federais e estaduais do setor de segurança de barragens que permita a intensificação e troca/disseminação de informações, com o fito de buscar a **uniformização dos procedimentos alusivos aos diferentes normativos emitidos em cada uma das unidades da federação**, e a sensibilização dos governos no sentido de destacar definitivamente e com efetividade a temática de segurança de barragens;

9.4.9 **prover as estruturas dos órgãos fiscalizadores de barragens de usos múltiplos de setor específico com atribuição formal para atuar em segurança de barragens**, dotando-as de recursos financeiros e humanos (equipe técnica qualificada), em número suficiente para exercer as atividades, bem como do adequado aparelhamento tecnológico para cumprir as obrigações legais previstas na PNSB e para obter com acurácia as informações a serem enviadas para o Relatório de Segurança de Barragens;

## ANEXO C – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DAS VISTORIAS

### C.1 VISTORIA REALIZADA EM 14/12/2020

Figura 55 – Vista do paramento de jusante



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 56 – Deterioração da superfície do paramento de jusante



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 57 – Vista do paramento de montante



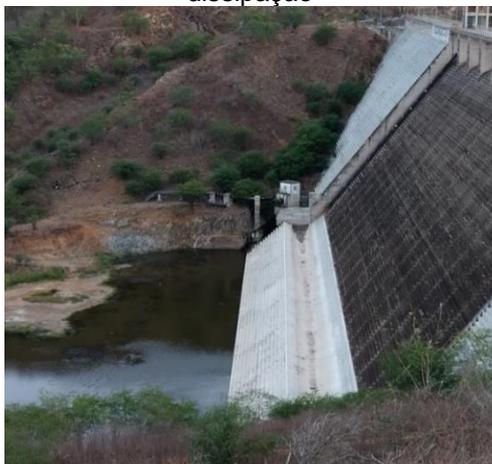
Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 58 – Falha na concretagem do paramento de montante



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 59 – Acúmulo de água na bacia de dissipação



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 60 – Carreamento de sedimento na galeria



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 61 – Deterioração do guarda-corpo na crista



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 62 – Deterioração da superfície da crista



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 63 – Torre de controle da tomada d'água



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 64 – Deságue pela válvula dispersora



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 65 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (14/12/2020)

Figura 66 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (14/12/2020)

## C.2 VISTORIA REALIZADA EM 17/06/2021

Figura 67 – Vista do paramento de jusante



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 68 – Deterioração da superfície do paramento de jusante



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 69 – Acúmulo de água na bacia de dissipação



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 70 – Surgência em furo na galeria



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 71 – Deterioração do guarda-corpo na crista



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 72 – Deterioração da superfície da crista



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 73 – Vista do paramento de montante



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 74 – Nível da régua em 273,48m



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 75 – Torre de controle da tomada d'água



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 76 – Deságue pela válvula dispersora



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 77 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 78 – Obras no vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 79 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (17/06/2021)

Figura 80 – Obras no vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (17/06/2021)

## C.3 VISTORIA REALIZADA EM 16/12/2021

Figura 81 – Vista do paramento de jusante



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 82 – Deterioração da superfície do paramento de jusante



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 83 – Deterioração da superfície da crista



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 84 – Recuperação do guarda-corpo na crista



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 85 – Drenagem interna na galeria



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 86 – Medidor de vazão deteriorado



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 87 – Acúmulo de água na bacia de dissipação



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 88 – Vista do paramento de montante



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 89 – Nível da régua em 270,02m



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 90 – Torre de controle da tomada d'água



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 91 – Deságue pela válvula dispersora



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 92 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 93 – Vertedor na ombreira direita



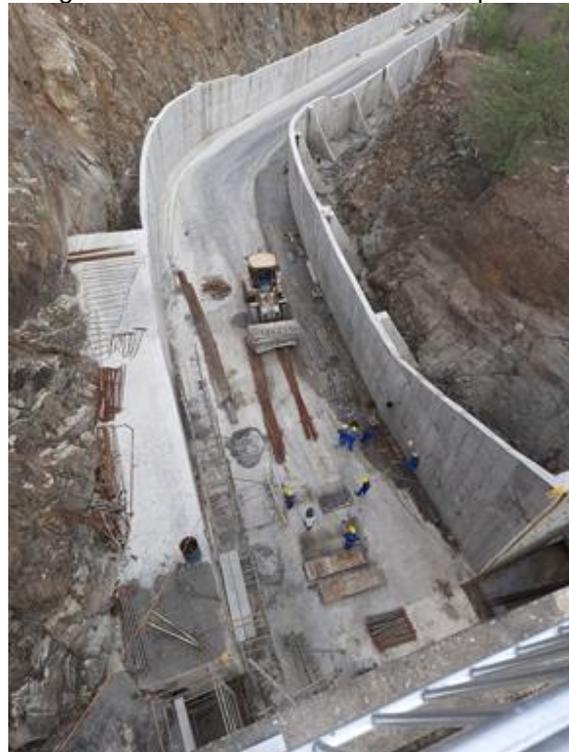
Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 94 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (16/12/2021)

Figura 95 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (16/12/2021)

## C.4 VISTORIA REALIZADA EM 14/07/2022

Figura 96 – Vista do paramento de jusante



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 97 – Deterioração da superfície do paramento de jusante



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 98 – Guarda-corpo na crista



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 99 – Deterioração da superfície da crista



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 100 – Vista do paramento de montante



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 101 – Nível da régua em 269,46m



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 102 – Torre de controle da tomada d'água



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 103 – Deságue pela válvula dispersora



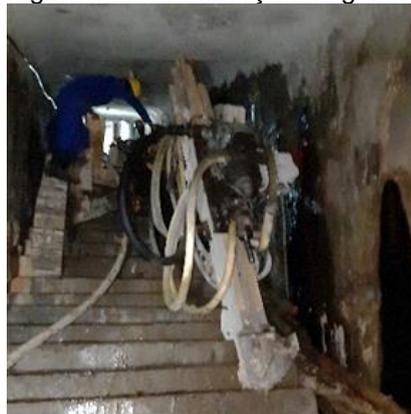
Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 104 – Carreamento de material na galeria



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 105 – Perfuração na galeria



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 106 – Acúmulo de água na bacia de dissipação



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 107 – Realização de ensaios na crista



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 108 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 109 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 110 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (14/07/2022)

Figura 111 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (14/07/2022)

## C.5 VISTORIA REALIZADA EM 06/01/2023

Figura 112 – Vista do paramento de jusante



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 113 – Deterioração da superfície do paramento de jusante



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 114 – Vista do paramento de montante



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 115 – Nível da régua em 265,39m



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 116 – Acúmulo de água na bacia de dissipação



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 117 – Detalhe de drenos na bacia de dissipação



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 118 – Deterioração das juntas de dilatação na crista



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 119 – Deterioração da superfície da crista



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 120 – Guarda-corpo na crista



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 121 – Deterioração da superfície da crista



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 122 – Placa de recalque



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 123 – Carreamento de material na galeria



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 124 – Torre de controle da tomada d'água



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 125 – Comporta na torre de tomada d'água



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 126 – Casa de controle da válvula dispersora



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 127 – Válvula dispersora



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 128 – Falha na concretagem do muro lateral do canal vertedor da ombreira direita



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 129 – Deterioração da soleira do vertedor lateral na ombreira direita



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 130 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 131 – Vertedor na ombreira direita



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 132 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (06/01/2023)

Figura 133 – Vertedor na ombreira esquerda



Fonte: O autor (06/01/2023)