

UNIVERSIDADE POSITIVO
PAULA IOHANA DOERINGUE FERNANDES

**ANÁLISE DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS: AS
INTERFACES DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SOB A PERSPECTIVA
DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

CURITIBA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central – Universidade Positivo

F363 Doeringue - Fernandes, Paula Iohana.

Análise da política nacional de segurança de barragens: as interfaces da gestão dos recursos hídricos sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável / Paula Iohana Doeringue Fernandes.
— Curitiba : Universidade Positivo, 2025.

132 f. ; il. col.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental – Universidade Positivo, 2025.

Orientador(a): Profa. Dra. Clarissa Bueno Wandscheer.

1. Gestão ambiental. 2. ESG. 3. Gestão hídrica. 4. Política pública ambiental. 5. Rompimento de barragens.
6. Sustentabilidade. I. Wandscheer, Clarissa Bueno. II. Título.

CDU 627.82:349.6:504

PAULA IOHANA DOERINGUE FERNANDES

**ANÁLISE DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS: AS
INTERFACES DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SOB A PERSPECTIVA
DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Universidade Positivo, como requisito parcial à obtenção do título em Mestre em Gestão Ambiental.

Orientadora: Clarissa Bueno Wandscheer

Linha de pesquisa: Planejamento, Conservação e Desenvolvimento socioambientais

CURITIBA

2025

“Aqua lateris Christi, lava me”.
Autor desconhecido

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de toda força, sabedoria e consolo. Foi nos momentos de silêncio e solidão que mais senti Tua presença, guiando cada passo, acalmando meu coração e renovando minha fé. Cada linha foi escrita com a Tua graça. A finalização desse ciclo é o Teu cuidado, Tua promessa de amor. “Sabemos que todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito” (Rm, 8, 28).

Em especial, à Nossa Mãezinha, que sempre esteve intercedendo por mim nos momentos que só eu, Ela e Deus sabemos. Pelas mãos de Maria muita coisa aconteceu e se transformou.

Ao meu amado esposo, cuja parceria, paciência e apoio incondicional foram essenciais ao longo desta caminhada. Seu amor foi meu abrigo. Obrigada por ser meu ponto de paz, por compreender minhas ausências e por compartilhar comigo não apenas este sonho pessoal, mas toda a construção dos nossos. Essa conquista é nossa – fruto do amor que no sustenta.

Aos meus pais, Ana Rita Doeringue e Paulo Rogerio Doeringue, que me ensinaram a força da fé, do esforço e do amor incondicional, que sob muito sol, me fizeram chegar até aqui pela sombra. Obrigada por nunca medirem esforços para que eu pudesse estudar e sonhar muito alto, retribuirei todos os sacrifícios silenciosos que fizeram por mim. Essa conquista carrega muito de vocês e para vocês.

À minha orientadora, professora Clarissa Bueno Wandscheer, minha profunda gratidão por sua dedicação, paciência e orientação acadêmica impecável. Sua vasta experiência, olhar atento e compromisso com a excelência foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Cada sugestão, questionamento e conselho não apenas enriqueceram essa dissertação, mas também contribuíram imensamente para o meu crescimento como pesquisadora. Agradeço por sua disponibilidade, pelo incentivo constante e por acreditar no meu potencial. O afeto genuíno com que conduz sua missão como educadora é inspirador. Minha profunda admiração pela sua pessoa e por ser uma inspiração como mulher no meio acadêmico e científico.

À professora Cíntia Mara Ribas de Oliveira, com imensa admiração e profundo carinho, a quem fez da minha experiência acadêmica um espaço de transformação e afeto. Sua paixão por ensinar vai muito além dos conteúdos, toca corações, desperta sonhos e planta sementes que florescem por toda a vida. Mostrou que educar é mais

do que transmitir conhecimento, é acolher, inspirar e acreditar, é um ato de amor diário, silencioso e potente, que molda não apenas mentes, mas também almas.

Aos professores que tive contato durante o Mestrado, por me proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Aos meus amigos e colegas de jornada, que estiveram ao meu lado, compartilhando experiências, trocando ideias e oferecendo suporte emocional ao longo desses anos. Cada um de vocês deixou uma marca em minha vida e em minha trajetória acadêmica.

À Universidade, por ser o solo fértil onde pude plantar meus sonhos e colher o fruto do conhecimento, Instituição que me acolheu, me desafiou e me transformou, não apenas em uma profissional qualificada, mas em uma pessoa melhor e mais completa.

A todos vocês, meu profundo agradecimento por fazerem parte deste momento especial e por contribuírem de maneira significativa para a conclusão desta dissertação. Suas contribuições foram inestimáveis e sempre serão lembradas com carinho.

RESUMO

Este trabalho visa contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), ao analisar os desafios institucionais e organizacionais enfrentados pelos órgãos responsáveis pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e da gestão hídrica. A pesquisa aborda a gestão de riscos, a fiscalização e monitoramento para prevenir desastres, garantir a proteção socioambiental e promover o acesso sustentável à água. Além disso, observa a relação entre a PNSB e a Política Nacional de Recursos Hídricos, visando o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Adota uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, com revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo. Como resultados a pesquisa identificou desafios institucionais e de coordenação que dificultam a plena integração entre os órgãos responsáveis pela implementação de ambas as políticas. A falta de sinergia e as competências sobrepostas entre agências reguladoras e comitês de bacias hidrográficas impactam a fiscalização e o monitoramento das barragens, comprometendo a segurança hídrica e a sustentabilidade.

Palavras-chave: ESG. Gestão hídrica. Política Pública Ambiental. Rompimento de Barragens. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study aims to contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically SDG 6 (Clean Water and Sanitation), SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), and SDG 16 (Peace, Justice, and Strong Institutions), by analyzing the institutional and organizational challenges faced by the bodies responsible for implementing the National Dam Safety Policy (NDSP) and water management. The research addresses risk management, supervision, and monitoring to prevent disasters, ensure socio-environmental protection, and promote sustainable access to water. Additionally, it examines the relationship between the NDSP and the National Water Resources Policy, aiming to balance economic development and environmental preservation. The study adopts a qualitative, exploratory, and descriptive approach, incorporating systematic literature review and content analysis. Findings highlight institutional and coordination challenges hindering full integration among agencies responsible for implementing both policies. Lack of synergy and overlapping responsibilities between regulatory agencies and watershed committees impact dam supervision and monitoring, thereby compromising water security and sustainability.

Keywords: *ESG. Water management. Environmental public policy. Dam failure. Sustainability.*

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal

AERGH – Agência Estadual de Recursos Hídricos

ANA – Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANM – Agência Nacional de Mineração

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima

ARSAE – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

CETESB – Agência Ambiental de São José do Rio Preto

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CODEBASf – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

DIOUT – Divisão de Outorga e Fiscalização dos Recursos Hídricos

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DPA – Dano Potencial Associado

DRSH – Divisão de Recrutamento e Seleção de Recursos Humanos

ESG – *Environmental, Social and Governance*

EUA – Estados Unidos da América

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FEMARH – Fundação Estadual do Meio Ambiente

GT – Grupo de Trabalho

IAT – Instituto Água e Terra

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IGAM – Instituto Mineira de Gestão das Águas
IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte
IMAC – Instituto de Meio Ambiente
IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
NATURANTINS – Instituto de Natureza do Tocantins
NUPAEM – Núcleos de Prevenção e Atendimento a Emergências Ambientais
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OFBS – Órgãos Fiscalizadores de Segurança de Barragens
ONU – Organizações das Nações Unidas
PAE – Plano de Ação de Emergência
PIB - Produto Interno Bruto
PNSB - Política Nacional de Segurança de Barragens
PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente
PNMC - Política Nacional de Mudança no Clima
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH - Plano Nacional de Segurança Hídrica
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSB - Plano de Segurança de Barragem
RBS - Relatório de Segurança de Barragens
SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Minas Gerais
SAR – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios
SDE – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina
SEDAM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental
SEDURBI – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Infraestrutura
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento
SEMARH – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura

SEIRHMA – Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIOUT – Sistema de Outorga

SIRH - Sistema de Informação de Recursos Hídricos

SNISB - Sistema Nacional de Informação de Segurança de Barragens

TBL - *Triple Bottom Line*

TCE – Tribunal de Contas do Estado

UE - União Europeia

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 - Tipo PRIMA.

Quadro 1 – Visão da metodologia

Quadro 2 – Coleta de dados da pesquisa em base de dados

Gráfico 1 – Resultado geral das pesquisas das bases de dados das plataformas CAPES, *Scopus* e *Web of Science*

Gráfico 2 – Resultado simplificado aplicando os filtros das pesquisas das bases de dados das plataformas CAPES, *Scopus* e *Web of Science*

Figura 1 – Ordem hierárquica das normas brasileiras - Pirâmide de Kelsen

Figura 2 - Bibliometria da base de dados Scopus de publicações por ano

Figura 3 - Informações principais da bibliometria da base de dados *Scopus*

Figura 4 – Termos mais citados em formato de nuvens de palavras

Figura 5 – Mapa de temáticas

Quadro 3 – Instrumentos que compõem o *corpus* da pesquisa documental

Quadro 4 – Análise de conteúdo das categorias e subcategorias

Quadro 5 – Análise de conteúdo – unidade de contexto das subcategorias

Quadro 6 – Quantidade de barragens no Brasil pelos critérios selecionados

Quadro 7 - O uso principal das barragens enquadradas na PNSB em cada Estado no Brasil (ANA, 2023).

Quadro 8 – O uso principal das barragens enquadradas na PNSB e sua quantidade

Quadro 9 – Empreendedores responsáveis com maior número de barragens enquadradas

Quadro 10 – Relação dos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens com as barragens cadastradas no SNISB em 2022 e 2023

Figura 6 - Hidrografia do estado do Rio Grande do Sul – Base Cartográfica SEMA/FEPAM

Gráfico 3 – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) – variações nas condições hidrológicas entre abril e maio de 2024 na Bacia Uruguai – RS – reservatório de Foz Chapecó

Gráfico 4 - Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) – variações nas condições hidrológicas entre abril e maio de 2024 na Bacia Uruguai – reservatório de Machadinho.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. JUSTIFICATIVA	18
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. Objetivo geral	19
1.2.2. Objetivos específicos	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. OS HORIZONTES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	20
2.1.1 Agenda 2030	25
2.1.2 ESG: aspectos da industrialização	31
2.1.3. Os <i>trade-offs</i>	39
2.2. POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS	43
2.2.1. Política Pública Ambiental e a segurança hídrica	50
2.2.2. Política Nacional de Recursos Hídricos	52
2.2.3. Política Nacional de Segurança de Barragens	56
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	61
3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA	61
4. RESULTADOS	72
4.1 Análise de Conteúdo	72
5. DISCUSSÕES	81
5.1 Quantificação de barragens no Brasil pelo uso principal	81
5.2 Desafios institucionais: sinergia e convergência das forças reguladoras	89
5.3 Análise da Política Nacional de Segurança de Barragens e as interfaces da gestão dos recursos hídricos	104
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
REFERÊNCIAS	122
ANEXOS	131

1. INTRODUÇÃO

A segurança de barragens no Brasil é um problema secular que persiste ao longo das décadas, tornando-se ainda mais crítico diante das crescentes demandas atuais. Historicamente, a falta de fiscalização rigorosa, a precariedade na gestão de riscos e a ausência de um planejamento sustentável adequado têm resultado em tragédias socioambientais de grandes proporções, como os rompimentos ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019). No entanto, esse cenário tende a se agravar ainda mais frente a desafios contemporâneos como as mudanças climáticas, a crescente escassez de recursos hídricos e o aumento da frequência e intensidade de catástrofes ambientais e climáticas.

O aumento das temperaturas globais, a alteração dos padrões de precipitação e os eventos climáticos extremos impõem novos riscos à estabilidade das barragens, que podem sofrer sobrecargas inesperadas devido a períodos prolongados de chuvas intensas ou, ao contrário, deterioração estrutural causada por secas severas. Além disso, a escassez hídrica intensifica a disputa pelo uso da água, colocando pressão sobre reservatórios e demandando políticas ainda mais eficientes para garantir tanto a segurança das barragens quanto o acesso sustentável a esse recurso essencial.

Diante desse cenário, torna-se urgente o aprimoramento dos mecanismos de segurança, fiscalização e monitoramento, de forma a evitar novas tragédias e garantir que a gestão das barragens seja compatível com as exigências de um mundo em transformação. A articulação entre a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) deve ser fortalecida para garantir que a segurança hídrica seja mantida de forma sustentável, equilibrando o uso múltiplo da água com a proteção ambiental.

A necessidade de políticas públicas mais eficazes e de uma governança ambiental mais robusta nunca foi tão evidente. Com as demandas atuais por recursos hídricos crescendo exponencialmente e os impactos das mudanças climáticas se tornando cada vez mais imprevisíveis, a segurança de barragens deixa de ser apenas um desafio técnico e passa a ser uma questão fundamental para a preservação ambiental, a proteção das populações vulneráveis e a manutenção da sustentabilidade hídrica no Brasil.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil possui uma trajetória marcada por desafios e transformações que refletem a relação entre sociedade e natureza ao longo

da história. Desde os tempos coloniais, a água desempenhou papel central na organização do território, influenciando o desenvolvimento de núcleos urbanos e atividades econômicas, como a agricultura e a mineração. Com a industrialização e o crescimento populacional nos séculos XIX e XX, a necessidade de uma gestão mais estruturada se tornou evidente, culminando na criação de políticas públicas voltadas para o uso racional da água, como a PNRH, instituída pela Lei nº 9.433/1997.

Paralelamente, a exploração mineral sempre teve relevância estratégica para a economia brasileira, com a construção de barragens de rejeitos se intensificando a partir do século XX como solução para armazenar os resíduos provenientes da extração de minérios. No entanto, a insuficiência de normas rigorosas e a precariedade na fiscalização dessas estruturas resultaram em desastres de grande impacto ambiental e social. Esses eventos evidenciaram a necessidade de aprimorar a governança das barragens no país, levando à instituição da PNSB por meio da Lei Federal nº 12.334/2010, visando garantir padrões mais elevados de segurança.

Nesse contexto, a presente dissertação se propõe a apresentar a PNSB, examinando suas interfaces com a gestão de recursos hídricos no Brasil sob a ótica do desenvolvimento sustentável. A escolha desta temática se justifica pela crescente preocupação com a segurança de barragens em um cenário marcado por eventos recentes de rompimentos, como os ocorridos em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), que resultaram em impactos socioambientais devastadores. Além disso, fatores como as mudanças climáticas e a disponibilidade hídrica reforçam a necessidade de um aprimoramento na governança dessas infraestruturas.

A relevância da pesquisa se ancora na importância estratégica das barragens para o desenvolvimento econômico e social do país, contribuindo para a geração de energia, o abastecimento de água, a irrigação agrícola e a mitigação de enchentes. A pesquisa também é motivada pela necessidade de aprimorar a gestão de riscos associados a essas estruturas, como evidenciado pelos acidentes que demonstram a importância de fortalecer os mecanismos de segurança, fiscalização e monitoramento para prevenir novos desastres e proteger o meio socioambiental.

O tópico 2.1, "Os horizontes do Desenvolvimento Sustentável", apresenta a evolução e os conceitos fundamentais do desenvolvimento sustentável. Destaca a crescente internalização das questões ambientais no meio empresarial desde a década de 1970, impulsionada pelo livro "Primavera Silenciosa" e reforçada pelo Relatório de Brundtland (1987). A Rio-92 consolidou a Agenda 21, estabelecendo os

três pilares do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e econômico. O desenvolvimento sustentável está previsto na Constituição Federal de 1988 e busca equilibrar o bem-estar humano e a preservação ambiental. A Agenda 2030 da ONU, com seus 17 ODS, propõe um plano global para a sustentabilidade até 2030, destacando a importância da governança na sua implementação. No Brasil, essa governança evoluiu para um modelo de regulamentação indireta, com a criação de agências reguladoras. Conceitos como governamentalidade e biopolítica são mencionados no contexto dessa transição.

O tópico 2.2, "Políticas Públicas Ambientais", discute a integração entre meio ambiente e desenvolvimento nas políticas públicas, planejamento e gestão. A Rio-92 destacou a necessidade de alinhar políticas econômicas, setoriais e ambientais, promovendo a participação social, especialmente das comunidades locais, na prevenção de acidentes ambientais.

Dessa forma, o presente estudo se insere no debate sobre a compatibilização entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, buscando observar como a PNSB se articula com a PNRH para garantir o uso múltiplo da água e a segurança hídrica de forma sustentável no Estado Brasileiro. Assim, a pergunta de pesquisa que norteará esse trabalho é "qual a interface entre as políticas nacionais de recursos hídricos e segurança de barragens"?

A metodologia da pesquisa será apresentada da seguinte maneira, conforme ilustrado no quadro abaixo.

Quadro 1 – Visão da metodologia

PROBLEMA DE PESQUISA: Qual a interface entre as políticas nacionais de recursos hídricos e segurança de barragens"?		
OBJETIVO GERAL: Analisar os desafios institucionais e organizacionais enfrentados pelos órgãos responsáveis pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens e pela gestão hídrica.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGIA	TRATAMENTO DE DADOS
Apresentar o conceito de Desenvolvimento Sustentável.	Pesquisa bibliográfica, documental, descritiva e exploratória.	Análise qualitativa e análise integrativa.
Apresentar o conceito de Política Pública Ambiental	Pesquisa bibliográfica, documental, descritiva e exploratória.	Análise qualitativa e análise integrativa.
Apresentar a Política Nacional de Recursos Hídricos e Segurança de Barragens.	Pesquisa documental e descritiva e exploratória.	Análise qualitativa e análise integrativa.

Apresentar a Política Nacional de Segurança de Barragens, destacando suas interfaces com a gestão dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento sustentável.	Pesquisa documental e descritiva e exploratória.	Análise qualitativa, análise de conteúdo (Bardin) e análise integrativa.
---	--	--

Fonte: autoria própria, 2024

Para aprofundar a análise, a pesquisa explorará os seguintes conceitos-chave: desenvolvimento sustentável; política pública ambiental; segurança de barragens; e gestão de recursos hídricos.

1.1. JUSTIFICATIVA

Este projeto encontra sua fundamentação na linha de pesquisa "Planejamento, Conservação e Desenvolvimento Socioambiental". Ao analisar a gestão dos recursos hídricos a partir das políticas nacionais e estaduais, busca-se contribuir significativamente para a compreensão e aplicação de estratégias que conduzam ao desenvolvimento sustentável. A abordagem integrada proposta aqui engloba não apenas a preservação dos recursos naturais, mas também a promoção da diversidade socioambiental.

A temática da presente pesquisa se pauta na influência direta que as barragens exercem sobre a gestão hídrica, evidenciando a importância das políticas públicas na regulamentação, monitoramento e segurança dessas estruturas. A análise dessa integração se torna ainda mais relevante diante de incidentes passados, que resultaram em desastres irreversíveis como, por exemplo, os de natureza hídrica. Estes incidentes ressaltam a necessidade de analisar como as políticas públicas impactam a segurança das barragens, emergindo como um dos fatores-chave na gestão dos recursos hídricos. A compreensão desses elementos é essencial para a formulação de estratégias governamentais que promovam a segurança das barragens e, por conseguinte, a sustentabilidade na gestão dos recursos hídricos.

Em conformidade com a linha de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Universidade Positivo, este estudo tem como propósito contribuir para o avanço do conhecimento nessa área, proporcionando insights valiosos para gestores, pesquisadores e formuladores de políticas ambientais. A pesquisa busca não apenas ampliar o entendimento acadêmico, mas também impulsionar discussões sobre sustentabilidade socioambiental. Isso é especialmente relevante, uma vez que essa sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável constituem um dos pilares fundamentais da PNSB, assim como estão intrinsecamente ligadas à implantação e implementação de políticas públicas ambientais.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Analisar os desafios institucionais e organizacionais enfrentados pelos órgãos responsáveis pela implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens e pela gestão hídrica.

1.2.2. Objetivos específicos

- Apresentar o conceito de Desenvolvimento Sustentável.
- Apresentar o conceito de Política Pública Ambiental.
- Apresentar a Política Nacional de Recursos Hídricos e Política Nacional de Segurança de Barragens.
- Apresentar a Política Nacional de Segurança de Barragens, destacando suas interfaces com a gestão dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento sustentável.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. OS HORIZONTES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável emerge como um conceito central nas discussões acadêmicas e políticas contemporâneas, fundamentando-se na necessidade de equilibrar o crescimento econômico, a equidade social e a preservação ambiental. Epistemologicamente, a sustentabilidade encontra respaldo em diversas correntes do pensamento científico, desde a economia ecológica até a ética ambiental, articulando-se como uma resposta à crise socioambiental resultante do modelo de exploração intensiva dos recursos naturais. A partir de uma abordagem interdisciplinar, o desenvolvimento sustentável não se limita a um conceito normativo, mas se estabelece como um paradigma essencial para garantir a continuidade da vida no planeta.

O meio ambiente, por sua vez, não é apenas um sistema biológico, mas uma rede complexa de interações que sustentam a biodiversidade e o próprio funcionamento das sociedades humanas. Sob a ótica da biopolítica e da governamentalidade, o controle dos recursos naturais reflete relações de poder que determinam quais populações e ecossistemas são privilegiados ou sacrificados no processo de desenvolvimento. Assim, a degradação ambiental não deve ser analisada apenas como um fenômeno ecológico, mas como um reflexo das dinâmicas políticas e econômicas que moldam a organização social.

A relevância do desenvolvimento sustentável reside na necessidade de repensar as práticas humanas para que estas sejam compatíveis com a resiliência ecológica e a justiça social. A manutenção dos ecossistemas não é apenas uma questão de conservação da biodiversidade, mas uma estratégia fundamental para assegurar a segurança alimentar, o acesso à água potável, a mitigação das mudanças climáticas e a saúde pública. Em um cenário de crescente pressão antrópica sobre os recursos naturais, torna-se imprescindível integrar o conhecimento científico e as políticas públicas em prol de uma governança ambiental que transcenda interesses imediatistas e promova a sustentabilidade como um princípio estruturante do desenvolvimento humano.

Dessa forma, a importância do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável está na interdependência entre natureza e sociedade. A degradação ambiental compromete não apenas os ecossistemas, mas também a qualidade de

vida das gerações presentes e futuras. Portanto, a construção de um modelo sustentável exige um compromisso epistemológico e ético, pautado na compreensão dos limites planetários e na necessidade de uma nova racionalidade socioambiental, capaz de reconciliar progresso e conservação em uma perspectiva verdadeiramente sustentável.

Adiante, a internalização das questões ambientais no meio empresarial ganhou forma a partir de 1970, alguns anos após a publicação do livro *Silent Spring* (Primavera silenciosa), de Rachel Carson, o qual trouxe críticas sobre os riscos irreversíveis na utilização e aplicação dos agrotóxicos e preclara a rápida evolução e a velocidade com que as demandas surgem, refletindo o ritmo impetuoso e frenético da humanidade. Nesse sentido, há mais de 50 décadas, repetem-se práticas de insustentabilidade para satisfazer as necessidades humanas, principalmente em um viés econômico, ignorando os avisos do bem comum – natureza – e as avaliações técnicas daqueles que se preocuparam, de fato, com as questões do desenvolvimento sustentável, alegações evidenciadas nos últimos acidentes de Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019), bem como as mudanças climáticas da presente década.

Ao analisar a sequência temporal dos debates políticos sobre propostas de alteração no panorama da utilização dos recursos naturais, é incontestada a existência de um embasamento teórico sólido. Em 1972, a ONU (Organização das Nações Unidas) reuniu representantes de diversos países na Conferência de Estocolmo, considerada um marco histórico na discussão sobre problemas ambientais. Durante esse encontro, foi elaborada uma declaração contendo 26 princípios e estabelecido o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Embora o termo "desenvolvimento sustentável" não tenha sido explicitamente utilizado, muitas das questões discutidas na conferência estavam alinhadas com os princípios fundamentais desse conceito.

Posteriormente, a ONU, na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, lançou um relatório intitulado como "Nosso Futuro Comum", conhecido também como Relatório de *Brundtland*. Com a pauta sobre a reflexão da limitação dos recursos naturais e o impacto corporativo no meio ambiente, inseriu-se, definitivamente, o conceito de desenvolvimento sustentável na sociedade.

Segundo Brundtland (1987), o conceito de desenvolvimento sustentável pressupõe um "modelo de desenvolvimento que atenda às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas

necessidades”. Desde então, tal conceito ganha novas interpretações e adaptações. Segundo Moretto e Giancchini (2005, p. 3), “o conceito de desenvolvimento sustentável se apresenta de forma ampla, envolvendo a questão produtiva, a questão social e a questão ambiental”. Dessa forma, compreende-se os fundamentos deste modelo de desenvolvimento.

Como consequência deste discurso, realizou-se a Conferência Rio-92 (e Cúpula da Terra), como ficou conhecida, a qual adotou a Agenda 21, abordando pautas centrais da Conferência realizada em Estocolmo 20 anos antes, em 1972. A preocupação expressa na Agenda 21 indicava que o modelo de vida impulsionado pelo crescimento econômico não era sustentável. Isso não se limita apenas à exploração dos recursos naturais, mas também aborda os impactos sociais de padrões insustentáveis a longo prazo, como a persistência da pobreza, o endividamento externo resultante da produção e o consumo excessivo, e as pressões demográficas. Elaboraram, assim, um plano estratégico para a edificação de sociedades sustentáveis que conciliam abordagens de preservação ambiental, equidade social e viabilidade econômica, as quais são hoje adotadas como os pilares do desenvolvimento sustentável.

O princípio do desenvolvimento sustentável é contemplado na Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, que afirma a necessidade de esforços públicos e coletivos na efetivação do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, com o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Entretanto, as ramificações adversas da industrialização e modernização deram origem a uma sociedade caracterizada pelo risco (Martins, 2022). Ainda, o art. 170 contempla aspectos econômicos sob o viés da sustentabilidade, garantindo o direito ao meio ambiente sadio e a necessidade do desenvolvimento econômico como fundamento para melhoria da justiça social (Egydio, 2022).

Críticos desse princípio defendem que a única maneira de se obter o índice do desenvolvimento sustentável (de identificar um país como desenvolvido) é por meio do Produto Interno Bruto (PIB) e, por isso, foi criado pela ONU o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o qual deve observar os pilares da longevidade da vida com saúde, acesso à educação, renda mínima e vida digna (Sirvinskas, 2022). O autor Juarez Freitas (2011) destaca que esse princípio constitucional “determina a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização solidária do

desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo e inovador”.

Adiante, a compreensão dos impactos do antropoceno também se torna fundamental para a análise das dinâmicas ambientais e sociais contemporâneas. A intensificação das pressões humanas sobre os sistemas naturais exige abordagens científicas que permitam interpretar os fenômenos decorrentes dessas mudanças e suas implicações para a sustentabilidade.

A era geológica¹ do antropoceno em que os seres humanos se tornaram a força dominante a moldar a natureza, por exemplo, influencia o clima, a biodiversidade e os ecossistemas globais de formas sem precedentes. Por outro lado, “o antropoceno oferece-nos não só a responsabilidade, mas também a oportunidade de prosseguir com o desenvolvimento humano, aliviando as pressões planetárias” (Relatório de Desenvolvimento Humano, 2021-2022).

As atividades e interações que decorrem do antropoceno refletem nas alterações climáticas, um problema ambiental internacional (Nierderle e Radomsky, 2016), gerando inúmeras incertezas e eventuais adaptações humanas, pois afeta diretamente o padrão ecossistêmico, gerando desafios até mesmo na saúde pública. E, decorrente disso, toda a gestão hídrica, por exemplo, acabaria sendo atingida por essas alterações climáticas, desencadeando crises, desde à seca até às inundações, afetando milhões de pessoas até 2080, segundo o referido Relatório. Como consequência, há impactos desiguais e fardos maiores para aqueles que, muitas vezes, contribuíram menos para as pressões planetárias. São esses fatores que se consolidam na discussão posterior sobre os aspectos da industrialização.

Segundo Joseph E. Stiglitz (2002), as políticas de globalização tiveram efeitos ambíguos e, em grande parte, frustrantes para o desenvolvimento econômico e a distribuição de renda na América Latina ao longo das últimas décadas. Embora alguns países tenham experimentado crescimento econômico significativo na década de 1990, os benefícios desse avanço foram concentrados desproporcionalmente entre os 30% ou 10% mais ricos, enquanto as camadas mais pobres da população enfrentaram um agravamento de sua condição socioeconômica.

A desigualdade, já historicamente elevada na região, permaneceu inalterada ou até se aprofundou, tornando-se um obstáculo persistente ao desenvolvimento

¹ Uma era geológica é um intervalo de tempo na escala geológica que identifica eventos e transformações que ocorreram no planeta Terra durante a sua formação e evolução.

social. Além disso, tanto a proporção de pessoas em situação de pobreza quanto o número absoluto de indivíduos vivendo nessa condição aumentaram, evidenciando as falhas estruturais do modelo de globalização adotado.

As práticas globalizadas, que precisam acompanhar um processo de produção e necessidade humana, encontram a existência de um conceito paralelo ao termo “desenvolvimento sustentável”, não relacionado à natureza, mas ao progresso industrial. Instala-se uma necessidade de superexploração dos recursos naturais a qualquer custo para fins econômicos, mesmo que este fim não se transforme em desenvolvimento.

O teólogo Leonardo Boff defende que o conceito “desenvolvimento sustentável” é contraditório e não há possibilidade de as duas palavras se complementarem, questionando a insustentabilidade intrínseca ao conceito geral (Trigueiro, 2009), e afirma que “a lógica do desenvolvimento neste sistema imperatriz contradiz a lógica da sustentabilidade” (Boff, 2002). O desenvolvimento se relaciona com a dominante economia, percorrendo a maximização dos lucros e a minimização dos custos. Por outro lado, a sustentabilidade perpassa à esfera biológica, de vivência e permanência na própria natureza. Apesar da dualidade conflitante acoplada ao conceito de desenvolvimento sustentável, a ideia colabora para uma tentativa de harmonização entre o ser humano e a Terra.

Os autores Mariosa *et.al* (2022) compreendem o desenvolvimento sustentável como um conjunto de ações realizadas para melhorar as condições de vida da população, dentro dos limites da capacidade de sustentação dos ecossistemas, integrando suas dimensões social, econômica, ambiental, política e cultural. Afirmam que o modelo de desenvolvimento sustentável busca uma produção econômica que opere em harmonia com os ciclos da natureza, visando não apenas a subsistência, mas também a criação de paradigmas para geração de renda e inclusão produtiva, sem agredir o meio ambiente de forma convencional, intencionalmente ou não.

Ainda, os autores Qarahasanlou, *et.al* (2022) definem que o principal objetivo do desenvolvimento sustentável é garantir a contribuição para uma melhor qualidade de vida, sem comprometer a qualidade de vida das gerações futuras, à medida que não pode significar apenas a perpetuação da situação existente. E todos os aspectos ambientais, materiais, ecológicos, sociais, econômicos, jurídicos, culturais, políticos e psicológicos da qualidade de vida devem ser considerados.

2.1.1 Agenda 2030

Em 2000, a ONU lançou uma nova parceria global, a Declaração do Milênio. Com 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), desde a erradicação da extrema pobreza à garantia da sustentabilidade ambiental. No entanto, em 2015, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou outros objetivos, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Na Agenda 2030, foram inseridos 17 objetivos e 169 metas. A formulação dos ODS incluiu preocupações significativas e estabeleceu objetivos inéditos, como a atenção com relação às mudanças climáticas, ao meio ambiente e aos oceanos. Desde então, esses temas têm sido abordados com maior frequência, embora não de maneira ideal nos discursos de governança entre os setores público e privado. É importante destacar que a abrangência dos ODS exige uma quantidade expressiva de capital humano e financeiro, recursos que já são limitados para a maioria dos estados-parte comprometidos com as metas.

Além disso, a Agenda 2030 da ONU, com seus 17 ODS, fornece um plano de ação global para alcançar o desenvolvimento sustentável até 2030. A importância dessa Agenda para a presente pesquisa reside na sua capacidade de fornecer um contexto abrangente para a análise da PNSB, destacando a interconexão entre a segurança de barragens e os ODS. A Agenda 2030 enfatiza que o desenvolvimento sustentável requer uma abordagem integrada, considerando as dimensões econômica, social e ambiental, de forma equilibrada.

Por exemplo, o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) refere-se à gestão segura e sustentável de barragens, a fim de garantir o acesso à água potável e ao saneamento, especialmente em regiões que dependem desses reservatórios para o abastecimento de água. Já o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) se relaciona com a segurança de cidades e comunidades, prevenindo desastres como inundações e rompimentos que podem causar perdas de vidas e impactos socioambientais devastadores, comprometendo o desenvolvimento sustentável. O ODS 15 (Vida Terrestre) relaciona-se com a construção de barragens que pode ter impactos significativos nos ecossistemas terrestres, incluindo a perda de biodiversidade e a alteração de habitats naturais. A PNSB, ao considerar a sustentabilidade ambiental na gestão de barragens, contribui para a meta 15.1, que visa conservar e restaurar ecossistemas terrestres, e para a meta 15.9, que busca integrar os valores da biodiversidade no planejamento e desenvolvimento.

Esse plano global fornece um marco de referência para avaliar a adequação da PNSB na promoção do desenvolvimento sustentável. Ao observar a PNSB, sob a ótica dos ODS, a pesquisa pode identificar áreas em que a política precisa ser fortalecida para garantir que as barragens sejam instrumentos para o desenvolvimento sustentável, e não fontes de risco e impactos negativos.

As questões relacionadas à água se tornaram um consenso global quanto à sustentabilidade e, como visto, foram inseridas na Agenda 2030. A conexão entre o desenvolvimento sustentável, a segurança de barragens e a gestão de recursos hídricos se baseia na busca por um uso responsável e justo dos recursos naturais, com o objetivo de reduzir os impactos adversos no meio ambiente e nas comunidades humanas. Uma abordagem sustentável procura harmonizar os benefícios econômicos e sociais obtidos com esses recursos, enquanto se preserva sua disponibilidade para as gerações futuras.

Diante disso, é notório que a governança desempenha um papel indispensável na implementação adequada da Agenda 2030. Marcado pela preocupação do gerenciamento de política econômica, o conceito de governança surgiu através das reflexões trazidas pelo Banco Mundial e foi definida como “a maneira pela qual o poder é exercido na administração dos recursos econômicos e sociais do país, com vistas ao desenvolvimento” (World Bank, 1992). O Banco Mundial estabeleceu dimensões para um sucesso de boa governança, o que inclui a administração do setor público, quadro legal, participação e *accountability*², informação e transparência.

O pilar governamental está relacionado a um conjunto de instrumentos, procedimentos e diretrizes que orientam e possibilitam ações de serviços públicos. O conceito “público” era condicionado à centralização e à hierarquia da forma governamental de gestão. A totalidade das estruturas de uma dada organização social refletirá sempre a globalidade das relações de forças, o grau de desenvolvimento de sua riqueza material e os interesses e as necessidades humanas fundamentais (Wolkmer, 2001).

A administração pública, por exemplo, está centrada no princípio da eficiência uma vez que, ligada às questões de produtividade e qualidade dos serviços prestados

²*Accountability* é um termo em inglês utilizado para se referir a um conjunto de práticas utilizadas pelos gestores para prestar contas e se responsabilizar pelas suas ações.

pela Administração Pública³, reflete nos interesses da coletividade. Segundo Maria Sylvia (2011):

O princípio da eficiência apresenta, na realidade, dois aspectos: pode ser considerado em relação ao modo de atuação do agente público, do qual se espera o melhor desempenho possível de suas atribuições, para lograr os melhores resultados; e em relação ao modo de organizar, estruturar, disciplinar a Administração Pública, também com o mesmo objetivo de alcançar os melhores resultados na prestação do serviço público.

O governo é formador do Estado, não se confundindo com ele, diferente do conceito aplicado na antiguidade, como ambos sendo sinônimos. Segundo Matheus Carvalho (2022), “o governo é a cúpula diretiva do Estado que se organiza sob uma ordem jurídica por ele posta, qual consiste no complexo de regras de direito baseadas e fundadas na Constituição Federal”.

Há uma mudança no estado brasileiro. De um papel de intervenção direta para um papel de regulamentação indireta na economia, principalmente por meio do estabelecimento de agências reguladoras. As agências reguladoras surgiram no Brasil em meados da década de 1990, como parte de uma mudança em direção a um estado regulador (Mesquita, 2005). Essa mudança envolveu a privatização de setores de serviços públicos, como telecomunicações e energia elétrica, e uma redução do papel do Estado como produtor direto de bens e serviços. Em vez de intervenção direta, o estado brasileiro passou a enfatizar a regulamentação e fiscalização de serviços, incluindo serviços públicos, para equilibrar os interesses de usuários e provedores, e o interesse público.

O autor Alvaro Mesquita (2005) enfatiza também que esse papel do Estado regulador visa criar mecanismos que promovam a concorrência, permitindo que o mercado determine as abordagens mais adequadas para a prestação de serviços públicos. Em casos de monopólios naturais, o Estado atua para simular a concorrência por meio da regulamentação. Ainda, destaca-se a importância do diálogo e da interação entre entidades reguladoras estatais e entidades regulamentadas para promover a legitimidade e atender às necessidades e perspectivas da sociedade. A

³ “A expressão Administração Pública, sem sentido formal, orgânico ou subjetivo, designa o conjunto de órgãos e agentes estatais no exercício da função administrativa, independentemente do poder a quem pertençam – seja ao Executivo, Judiciário, Legislativo ou a qualquer outro organismo estatal. Nesse sentido, a expressão deve ser grafada com as primeiras letras maiúsculas. Por sua vez, administração pública (em letras minúsculas), embasada no critério material ou objetivo, se confunde com a função administrativa, devendo ser entendida como a atividade administrativa exercida pelo Estado, ou seja, a defesa concreta do interesse público”. CARVALHO M. **Manual de Direito Administrativo**. 10. Ed. São Paulo: Editora Juspodivm, 2022.

ação regulatória moderna do Estado se estende além do domínio econômico e abrange também a ordem social.

Destaca-se outro conceito, o de governamentalidade, introduzido por Michel Foucault, o qual se refere ao conjunto de instituições, procedimentos, análises e reflexões que possibilitam o exercício de um tipo específico e complexo de poder. Esse poder tem como alvo principal a população, utiliza a economia política como principal forma de saber e emprega os dispositivos de segurança como instrumentos técnicos essenciais (Foucault, 2008).

No contexto contemporâneo, especialmente a partir do neoliberalismo, a governamentalidade assume formas ainda mais complexas, centradas na ideia de que os indivíduos devem se comportar como empresários de si mesmos. Essa racionalidade neoliberal reconfigura a relação entre Estado e sociedade ao transferir responsabilidades antes coletivas para a esfera individual, promovendo um “*ethos*”⁴ de autonomia aparente que mascara novas formas de controle.

O Estado, longe de desaparecer, atua como facilitador dessa lógica, organizando as condições para que os indivíduos sejam governados à distância por meio de incentivos, metas e regimes de avaliação. Assim, a governamentalidade moderna não elimina o poder soberano, mas o rearticula dentro de uma rede de dispositivos que tornam o exercício do poder mais difuso, eficiente e internalizado.

Ao mencionar que a governamentalidade é um conceito criado para explicar o processo que permitiu o surgimento do Estado governamental, é pertinente se referir às diversas práticas de governo associadas a esse desenvolvimento (Oliveira, 2019). Com essa observação, o poder passa a ser compreendido sob a perspectiva da racionalidade política, razão de Estado, introduzindo-se o conceito de governo. Para Foucault, a razão de Estado se define como “aquilo que é necessário e suficiente para que a república, [...] mantenha sua integridade” (2008). Em contrapartida, Santos defende que a razão de Estado é compreendida pela “nova concepção da arte de governar proposta pelos políticos” (2010).

A nova tecnologia de poder, a biopolítica, é focada na gestão da vida dos indivíduos enquanto espécie, considerando-os em sua totalidade. Foucault define a biopolítica como o exercício do poder típico das sociedades que alcançaram o limiar da modernidade biológica. Para o filósofo, trata-se de uma economia de poder que

⁴ Em termos gerais, “*ethos*” (em grego ἔθος) refere-se ao caráter ou temperamento de uma pessoa, grupo ou nação.

incorpora a vida e seus mecanismos nos cálculos explícitos do Estado, transformando o poder-saber em um agente de modificação dessa vida. Ao Estado, por meio da biopolítica, cabe a responsabilidade de promover e regular a vida humana por meio de uma série de intervenções e controles regulatórios, assegurando a constante proteção da vida.

O Estado, ao se apoiar na economia política para governar, passou a ser alvo de críticas, uma vez que essa mesma economia política assumiu o papel de apresentar um novo princípio: mostrar que o governo ilimitado do Estado não deveria mais prevalecer, conforme Foucault (2008). Segundo ele, "o governo nunca sabe o suficiente e corre o risco de governar em excesso; ou seja, um governo nunca sabe exatamente como governar de maneira adequada" (Foucault, 2008).

Cabe mencionar também o conceito de necropolítica⁵ de Achille Mbembe (2003). De acordo com o autor, o conceito busca explicar como, no mundo contemporâneo, o poder soberano se manifesta fundamentalmente na capacidade e no direito de ditar quem pode viver e quem deve morrer. Essa capacidade de "matar ou deixar viver" constitui os limites fundamentais da soberania. Essa formulação inicial já aponta para uma articulação entre o poder sobre a vida (biopoder) e o poder sobre a morte.

A necropolítica pode ser vista como uma evolução ou uma expansão crítica do conceito de biopoder. Enquanto o biopoder se concentra na gestão e controle da vida, a necropolítica enfatiza o poder de determinar quem vive e quem deve morrer ou ser deixado morrer. Em outras palavras, a necropolítica coloca a morte, e a capacidade de infringi-la ou administrá-la, no centro da compreensão da soberania e do poder político contemporâneo.

Ao relacionar a necropolítica com a governamentalidade — conceito foucaultiano que descreve as formas de condução das populações por meio de políticas e dispositivos de poder — percebe-se como os Estados e corporações moldam não apenas a vida humana, mas também a biodiversidade e o meio ambiente. O gerenciamento dos recursos naturais, por exemplo, pode ser estruturado de modo

⁵ O conceito de necropolítica e sua relação com as dinâmicas da presente pesquisa não serão aprofundados neste texto. Trata-se de uma discussão complexa que será objeto de um artigo específico em desenvolvimento.

a privilegiar determinados interesses econômicos em detrimento da preservação ambiental e da vida de populações marginalizadas.

No contexto ambiental, a necropolítica se manifesta na destruição sistemática de ecossistemas e na exploração desenfreada dos recursos naturais, afetando desproporcionalmente comunidades indígenas, quilombolas e populações periféricas, que são frequentemente deslocadas ou privadas de acesso a meios essenciais de sobrevivência. Políticas ambientais negligentes ou deliberadamente destrutivas tornam-se mecanismos de governamentalidade que regulam a distribuição da morte, seja pela omissão diante de desastres ambientais, seja pelo incentivo a práticas que intensificam as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade.

Além disso, a biopolítica aplicada à natureza pode ser observada na forma como governos e corporações promovem políticas de conservação seletiva, onde certas áreas são protegidas enquanto outras são sacrificadas para interesses econômicos. Esse controle da biodiversidade reflete uma lógica necropolítica, na qual determinados ecossistemas e as populações que deles dependem são descartáveis dentro da lógica do desenvolvimento capitalista.

Portanto, a interseção entre necropolítica, biopolítica, governamentalidade e meio ambiente revela como as relações de poder moldam tanto a vida humana quanto a qualquer ser vivo, demonstrando que as decisões políticas sobre quem vive e quem morre não se limitam aos corpos humanos, mas se estendem a toda a teia ecológica do planeta.

Em contrapartida, a descentralização governamental permite uma gestão mais próxima das necessidades locais, promovendo políticas de saúde, meio ambiente e direitos humanos alinhadas ao bem-estar das populações. No entanto, também pode aprofundar desigualdades, pois, dependendo da distribuição de recursos e do interesse político, certas regiões podem ser negligenciadas, tornando-se espaços de vulnerabilidade e abandono. Nesse sentido, o poder descentralizado pode operar dentro da lógica da governamentalidade foucaultiana, regulando a vida e a morte de populações conforme interesses políticos e econômicos, tornando visível a dimensão necropolítica na administração pública.

Nesse contexto, uma das formas de descentralização governamental identificadas na PNSB e na PNRH é a adoção de processos de tomada de decisão participativa pela sociedade civil. O relatório de World Bank de 1997 defende a descentralização, argumentando que os governos locais podem adequar mais

facilmente a oferta de serviços às preferências locais, o que varia de acordo com o município ou o distrito. A biopolítica, articulada com o capitalismo, expressa uma forma de governança em que a gestão da vida das populações é cada vez mais instrumentalizada pela lógica do lucro, pela eficiência produtiva e pela regulação estatal, em uma simbiose entre poder político e econômico.

Considerando isso, é relevante abordar o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual engloba as dimensões ambiental, social, econômica e governamental.

2.1.2 ESG: aspectos da industrialização

O conceito de *Triple Bottom Line* (TBL), mais conhecido como o tripé da sustentabilidade, criado por John Elkington, incorpora três princípios a essa visão: pessoas, planeta e lucro. Foi este conceito que impulsionou o desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, o desenvolvimento do termo ESG. Embora as discussões estivessem em evidência, na medida em que se demonstrava uma preocupação global, algumas empresas se referiam ao conceito de desenvolvimento sustentável como traiçoeiro, afirmando ser um comunismo camuflado (Elkington, 1997). Os sistemas econômicos possuem aspectos como a propriedade dos meios de produção, os mecanismos de tomada de decisões e a distribuição de recursos e produtos, cada qual com a sua forma de integração com o processo de industrialização.

A industrialização no socialismo é impulsionada pela necessidade de aumentar a produtividade do trabalho coletivo e garantir as bases materiais necessárias para construir a sociedade socialista. Isso inclui o crescimento contínuo da produção e a melhoria constante do bem-estar da população. Este processo está alinhado com a necessidade de harmonizar as relações de produção com a natureza das forças produtivas, conforme a lei econômica fundamental do socialismo, focando no desenvolvimento econômico e na justiça social (Araújo, 2021).

Ademais, a industrialização no contexto do socialismo não é vista apenas como um processo de desenvolvimento econômico, mas também como um meio de transformar a estrutura social, alcançando a igualdade. Uma das características da industrialização nesse modelo é a integração dos trabalhadores nos processos de

tomada de decisão sobre a produção, valorizando seus interesses e necessidades (Marx, 1984).

No capitalismo, modelo oposto ao anterior, a industrialização é caracterizada pela maximização do lucro e pela dominação da propriedade privada nos meios de produção. A Indústria 4.0 ou a chamada “Quarta Revolução Industrial”, conceituada à luz de Karl Marx, revela-se por um investimento implacável em capital, possibilitando a produção em larga escala com uma força menor de trabalho e uma maior qualificação, e excluindo, conseqüentemente, uma parcela da população. A dependência do ser humano à máquina é uma substituição realista e atual (Dias, 2021).

A produção capitalista procura sempre ultrapassar esses limites imanentes, mas ultrapassa-os apenas com meios que de novo lhe opõem esses mesmos limites, em escala mais potente. A barreira efetiva da produção capitalista é o próprio capital: o capital e sua autoexpansão se patenteiam ponto de partida e meta, móvel e fim da produção; a produção existe para o capital, ao invés de os meios de produção serem apenas meios de acelerar continuamente o desenvolvimento do processo vital para a sociedade dos produtores. Os limites intransponíveis em que se podem mover a manutenção e a expansão do valor-capital, a qual se baseia na expropriação e no empobrecimento da grande massa dos produtores, colidem constantemente com os métodos de produção que o capital tem de empregar para atingir seu objetivo e que visam ao aumento ilimitado da produção, à produção como fim em si mesma, ao desenvolvimento incondicionado das forças produtivas sociais do trabalho. O meio – desenvolvimento ilimitado das forças produtivas sociais –, em caráter permanente, conflita com o objetivo limitado, a valorização do capital existente. Por conseguinte, se o modo capitalista de produção é um meio histórico para desenvolver a força produtiva social e criar o mercado mundial apropriado, é ele ao mesmo tempo a contradição permanente entre essa tarefa histórica e as relações sociais de produção que lhe correspondem.” (O Capital, Karl Marx. 1984, p. 189) (Tradução nossa).

Um dos desafios enfrentados pelo capitalismo é a degradação ambiental, resultante da exploração intensiva de recursos naturais e impulsionada pela busca incessante de lucro. Com a instituição de um mercado global, os impactos ambientais se potencializaram (Borile, Rocha e Olea, 2019). A produção muitas vezes é priorizada acima de considerações ecológicas, levando a práticas que podem causar danos significativos ao meio ambiente. No entanto, o mesmo padrão pode ser observado nos sistemas socialistas, embora essa generalização não se aplique completamente no contexto contemporâneo. A questão ambiental, historicamente, não tem sido uma prioridade nos regimes socialistas tradicionais, especialmente nos modelos do século XX, como os da União Soviética e da China. Esses sistemas, em grande parte, estavam focados na rápida industrialização, no crescimento econômico e na produção em massa, muitas vezes em competição direta com as economias capitalistas. Como

resultado, o meio ambiente frequentemente foi sacrificado em prol do desenvolvimento industrial, com pouco ou nenhum foco em práticas sustentáveis.

Em 2020, uma análise realizada por pesquisadores da *Heritage Foundation* revelou uma correlação interessante entre o nível de liberdade econômica e o desempenho ambiental de diversos países. Ao comparar as classificações do Índice de Liberdade Econômica, elaborado pela própria fundação, com o Índice de Desempenho Ambiental (EPI) da Universidade de Yale, os resultados mostraram que os países mais economicamente livres — ou seja, aqueles com economias mais capitalistas — obtiveram as melhores pontuações no EPI, com uma média de 76,1 pontos. Em contraste, países com níveis moderados ou baixos de liberdade econômica apresentaram desempenhos ambientais significativamente piores, como no caso dos países "moderadamente livres", que tiveram uma média de 59,6 pontos, e daqueles considerados "quase sem liberdade" ou "reprimidos", com pontuações de 46,7 e 50,3, respectivamente. Esses dados indicam uma possível relação entre liberdade econômica e sustentabilidade ambiental, sugerindo que economias mais abertas tendem a adotar práticas ambientais mais eficazes (Zitelmann, 2022).

Decorrente disto, surge a necessidade de diálogo sobre o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade, bem como a aplicação das práticas de ESG, provenientes do conceito de TBL. Nessa perspectiva, a concepção do conceito de TBL perpassa aquela preconizada por Nogueira, E., Gomes, S., e Lopes, J. (2023), que se baseia numa estrutura contábil para avaliar a sustentabilidade. Ou seja, refere-se às atividades de criação de valor de uma empresa relacionadas à sustentabilidade corporativa, assegurando o sucesso empresarial ao equilibrar as três dimensões do TBL com os princípios do desenvolvimento sustentável.

A evolução do processo industrial carrega um conjunto de valores que se renova a cada geração. O rumo desse progresso abre oportunidades para explorar novos horizontes que estão intrinsecamente ligados à sustentabilidade. Entretanto, é necessário pontuar os aspectos da industrialização que corroboraram com a pressão dos recursos naturais. Atualmente, avança um debate sobre o impacto real dos sistemas de produto e serviço na dimensão da sustentabilidade e que os modelos de negócios não são, de fato, intrinsecamente sustentáveis como esperado (Pacheco *et.al.*, 2022).

O processo intensivo e predatório do desenvolvimento urbano é resultante de um suporte da industrialização, por exemplo. O advento do modelo urbano industrial

no Brasil desencadeou significativas transformações socioespaciais, acompanhadas por grandes consequências ambientais. Estas implicações podem ser equiparadas aos impactos de grandes desastres naturais ou provocados pela humanidade. O desenvolvimento humano está intrinsicamente ligado a várias dimensões que estão todas conectadas com a ideia de sustentabilidade. No entanto, a equidade nem sempre é plenamente alcançada nesse processo, como afirma Luiz Pedrosa, citando o caso concreto do Nordeste brasileiro:

“O Nordeste brasileiro sempre representou um desafio permanente para os inúmeros programas governamentais que visam a uma política de desenvolvimento para a região. Aqui o enigma da desigualdade regional assume contornos cruéis, em que pese a riqueza do povo e de sua cultura e o enorme potencial de seus recursos naturais, quase sempre interpretados como óbices intransponíveis ao desenvolvimento regional” (Pedrosa, 2002, p. 107).

O crescimento econômico pode, contraditoriamente, significar um aumento da pobreza, por exemplo, e as consequências ambientais e mudanças socioculturais dos processos econômicos incidem sobre essa problemática.

Como suporte à industrialização, do desenvolvimento urbano decorre a elaboração de planos e estratégias para a construção de barragens, uma vez que a sua construção é fundamental para a gestão de recursos hídricos, a proteção contra enchentes, a geração de energia e o fornecimento de água para o consumo humano e industrial. Essa relação é complexa e multifacetada, e exige um planejamento integrado que considere aspectos econômicos, ambientais, sociais e institucionais.

Assim como o termo “desenvolvimento sustentável”, a sigla ESG vem ganhando espaço no mercado financeiro, substituindo o conceito de *Triple Bottom Line*. A sigla ESG em inglês significa *environmental, social and governance*, e corresponde às práticas ambientais, sociais e de governança de uma organização (Pacto Global, s.d). Através de uma parceria com o Banco Mundial, o Pacto Global publicou o chamado *Who Cares Wins*, o qual levantou questões sobre as abordagens empresariais diante da integração das práticas relacionadas ao ESG para o mercado financeiro.

Com base em pesquisas sobre empresas altamente poluentes, descobriram que um sólido desempenho em ESG poderia fortalecer significativamente a capacidade de inovação verde das empresas, o que, por sua vez, contribui para a melhoria do desempenho financeiro (Chen e Luo, 2024). Por outro lado, os autores Marie (2024) argumentam que as conexões políticas do CEO podem reduzir a

influência do desempenho das práticas de ESG na melhoria dos resultados financeiros.

A adoção de práticas sustentáveis, como produção verde, conservação de energia e redução de emissões, contribui para a mitigação de riscos ambientais, minimizando penalidades e compensações decorrentes de violações ambientais. Além disso, empresas que demonstram um forte compromisso com a responsabilidade social e aprimoram sua governança corporativa tendem a conquistar maior confiança dos investidores, facilitando o acesso a capital socialmente responsável e reduzindo os custos de financiamento (Che, Song e Li, 2024). Esse processo impulsiona a transformação da indústria para um modelo mais sustentável e fortalece o sistema financeiro de mercado de carbono.

Aprofundar a compreensão dos mecanismos que ligam o ESG ao desempenho financeiro pode incentivar as empresas a internalizar externalidades associadas à busca pela maximização do lucro, promovendo sua estabilidade financeira e contribuindo para o aprimoramento da governança corporativa e a implementação de estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável, afirmam (Che, Song e Li, 2024).

Em relatórios empresariais, a abordagem integrada aparece, levando em consideração não apenas os aspectos econômicos, mas também os ambientais, sociais e de governança. Embora esses relatórios frequentemente apresentem uma narrativa de sustentabilidade, não se deve subestimar as significativas consequências que a construção e manutenção de barragens podem ter sobre os ecossistemas naturais e a sociedade em geral.

Algumas práticas empresariais insustentáveis aparecem há anos no cenário brasileiro. A mineração no Brasil Colônia, por exemplo, ocupou quase um século do cenário econômico e foi o centro das atenções de Portugal até o final do século XVIII, e atingiu a maior área de expansão geográfica, com alto nível de produtividade (Prado, 2012). Entretanto, no final do século, o recurso natural – jazidas – começaram a esgotar, entrando em decadência a mineração de ouro no Brasil, afetando os recursos monetários destinados à manutenção das instalações e dos mineradores. Esse cenário reflete até os dias atuais, o qual o autor Caio Prado (2012) denomina a exploração do ouro, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Bahia, como antieconômica.

O progresso industrial no Brasil e o estabelecimento da indústria moderna no país dependia das fontes de energia, condição primordial da moderna indústria, como afirmou o referido autor Caio Prado Júnior (2012). Como consequência, o aumento da industrialização resultou em uma maior demanda por energia elétrica. Interessante o destaque feito pelo autor, no qual a concentração inicial da indústria, a partir de 1907, se alojava em São Paulo, o segundo estado que possui maior quantidade de barragens voltados à energia elétrica atualmente (ANA, 2024).

Somente a partir dos anos 60 é que várias alternativas de geração de energia se tornaram economicamente viáveis e, no passado, essa geração teve como principal matéria-prima os recursos naturais (óleo e carvão mineral) e hoje, majoritariamente, os recursos hídricos.

O rápido desenvolvimento da economia global impulsionado pelo consumo excessivo de recursos naturais e políticas de desenvolvimento insustentáveis levou a sérios desafios socioeconômicos e ambientais nas últimas décadas. Alcançar parâmetros de referência de crescimento econômico a qualquer custo tornou-se uma prioridade máxima para os governos resistirem à concorrência internacional e satisfazerem as aspirações locais. Neste processo, as narrativas sobre o desenvolvimento muitas vezes ignoram e negligenciam os danos irreversíveis causados pelos riscos de desenvolvimento às entidades naturais e a quantidade de entropia⁶ gerada no sistema terrestre (Mishra, *et al.*, 2023).

Ainda sob o olhar do autor Caio Prado (2012), a indústria de base moderna, a metalurgia de ferro, ganhou força no Brasil pelas grandes reservas de minério de ferro, apenas durante e após a I Guerra Mundial. Entretanto, uma das dificuldades técnicas encontradas na metalurgia brasileira é a localização das jazidas, afastada dos principais núcleos de população e de difícil acesso, a maioria situada no Estado de Minas Gerais. As empresas internacionais possuíam interesse nas áreas minerárias, mas apenas para evitar a exploração da concorrência, o intuito era apenas o controle, pois permaneceram inativas por longo período até a I Grande Guerra.

O autor John Elkington (1997) comenta que o diretor do Programa de Gestão Ambiental da Universidade de Michigan alertou que “as empresas são as únicas organizações com os recursos, a tecnologia, o alcance global e, em última análise, a motivação para alcançar a sustentabilidade”.

Nessa abordagem, surge o conceito de capitalismo verde ou capitalismo sustentável. Entretanto, a contextualização vai além da promoção à sustentabilidade

⁶ Entropia designa a tendência generalizada de todos os sistemas do universo, sejam eles naturais ou feitos pelo homem, de deteriorar-se.

ou às tecnologias capazes de ajudar o ambiente. O conceito de capitalismo verde “trata-se não somente de uma construção teórica, e sim de uma formulação técnica, proativa e eficiente que busca, na práxis de uma nova forma de capitalismo, integrar os princípios ecológicos com as estruturas de economia de mercado” (Borile, Rocha e Olea, 2019). Embora a ideia central do capitalismo verde seja se desenvolver tanto na tecnologia quanto no crescimento econômico com vistas à manutenção dos processos ecológicos, tal prática não reflete no sistema.

Nessa perspectiva, a abordagem da compreensão de justiça ambiental, equidade social e ética empresarial precisam ser integradas e relacionadas às práticas empresariais, englobando o cenário do capital natural, humano e social. A crítica ao capitalismo como sistema social, que vai muito além de sua dimensão econômica, surge ao considerar as questões relacionadas às desigualdades sociais, as quais estão estreitamente ligadas à divisão de classes (Richer, 2018).

A distribuição desigual de recursos naturais coopera para o desnivelamento e a desigualdade ambiental, gerando um conflito entre sociedade e meio ambiente (Kassmayer, 2017). “Qualquer relação com o processo produtivo ou de acumulação decorre de problemas sociais e políticos criados pela própria expansão do capital” (Ianni, 1989). São esses fatores que se consolidam na discussão sobre os aspectos da industrialização.

Ao serem colocadas em xeque a industrialização, a tecnicização e as conquistas científicas oriundas da modernidade, o agir moral para com o meio ambiente estendeu-se ao campo da moralidade política, constituindo-se, em paralelo, um novo princípio para a ordem jurídica. A ética ambiental, por sua vez, surge como polo oposto às intervenções negativas da ação humana diretamente na natureza, com a finalidade de protegê-la e conservá-la, sob os auspícios de um interesse intergeracional (Kassmayer, 2017, p. 550).

A preservação da natureza se torna imperativa não apenas pela sua intrínseca pureza, mas também pela sua essencialidade como fornecedora dos recursos que a humanidade valoriza como insumos cruciais para a economia.

Ao discutir sobre as barragens, são evidentes os benefícios que essas estruturas oferecem à sociedade, especialmente no que diz respeito ao armazenamento de água. No entanto, a sustentabilidade das construções de barragens é questionável devido aos diversos fatores envolvidos no processo de implantação de uma obra de grande porte. Um fator determinante, e frequentemente negligenciado, é a natureza dinâmica das mudanças climáticas e sua interferência nos fenômenos naturais.

A Jordânia, por exemplo, está situada dentro dos limites da Placa Tectônica Arábica, e os monitoramentos de registros sísmicos são constantes, embora a maioria dos terremotos tenha sido de baixa intensidade. A infraestrutura da Jordânia, incluindo suas barragens, é vulnerável a fenômenos sísmicos, e o rápido crescimento populacional do país agrava esse risco (Abu-Afifeh *et al.*, 2023). Em áreas onde lagos glaciais são circundados, sua estabilidade é precariamente mantida pelo gelo ou pela moreia glacial⁷, aumentando o risco de colapsos catastróficos que podem resultar na liberação súbita de água, causando inundações e potenciais rupturas de barragens (Puthucherril, 2022).

O caso do Rio Rishiganga, na Índia, também é uma comprovação disso, haja vista que o rompimento das geleiras do Himalaia causou danos significativos ao projeto hidrelétrico, comprometendo sua estrutura e resultando na morte de mais de 200 pessoas em 2021. A Comissão Central de Águas da Índia informou que ocorreram 36 falhas em barragens, em 2021, e 30 delas foram relacionadas com barragens de terra, sendo ruptura a principal causa e responsável por 44% dos casos, e o galgamento por 25% dos casos (Puthcherril, 2022). No Brasil, de acordo com o Relatório de Segurança de Barragens (RBS), elaborado pela Agência Nacional das Águas e Saneamento (ANA) (2024), 57% das barragens brasileiras são construídas com estrutura de terra.

Oportunamente, as barragens brasileiras estão suscetíveis a colapsos devido aos impactos das mudanças climáticas. Recentemente, as enchentes no estado do Rio Grande do Sul foram determinantes para o rompimento de algumas barragens concebidas para mitigar os efeitos das cheias. Adicionalmente, esse mesmo cenário foi observado em 1941, quando o centro urbano de Porto Alegre foi completamente inundado, com as águas alcançando uma altura recorde de mais de 4 metros de altura, afetando diretamente mais de 70 mil habitantes (Trevisan, 2004).

Em decorrência da enchente histórica, a construção do Muro de Mauá foi incorporada ao sistema de proteção contra cheias da capital gaúcha, sendo projetada para suportar até 6 metros de altura. Estudos realizados pela Universidade do Rio Grande do Sul indicam que o alagamento da cidade ocorreu devido às falhas em uma das comportas e em casas de bombas, causadas pela falta de manutenção

⁷ Qualquer acúmulo de detritos não consolidados, que ocorre em regiões atualmente e anteriormente glaciadas e que foi anteriormente transportado por uma geleira ou glaciador ou manto de gelo.

(Zeinzelmann, 2024). Ademais, há indícios de que, em 2023, a estrutura já apresentava problemas técnicos.

Essa observação é preocupante, pois as mudanças climáticas podem ser impulsionadas pelo fracasso no desenvolvimento de estratégias de emergência, conectando essas alterações às consequências dos *trade-offs* nas práticas empresariais.

2.1.3. Os *trade-offs*

As empresas têm sido avaliadas com base em seu desempenho econômico desde o início dos tempos. Os processos e produtos foram continuamente desenvolvidos e aprimorados com o objetivo de maximizar o valor econômico gerado pelas atividades empresariais. É notável que muitos líderes e gestores de produção não definam seus critérios de sucesso de maneira precisa, preferindo utilizar termos como “eficiência”, “baixo custo” e “produtividade”. As pesquisas de Skinner (1969) indicam que uma das principais razões para esse fenômeno é a falta de percepção por parte dos executivos sobre os compromissos desenvolvidos na concepção e operação de sistemas de produção.

É fundamental estabelecer um processo decisório competente que busque minimizar os riscos enquanto se aumenta os retornos sobre os investimentos. Os agentes econômicos têm necessidades básicas que não podem deixar de ser satisfeitas, por isso, o crescimento econômico deve progredir a um ritmo suficiente para satisfazer as demandas das diversas classes sociais, regiões e nações (Souza, 1995).

O conceito de "*trade-offs*", traduzido do inglês para o português, significa "trocas" ou "compensações". O conceito teórico se baseia em uma relação negativa de efeitos de uma escolha, a qual se apresenta em um processo de decisão, em detrimento de outra, conforme Paiva, Júnior e Fensterseifer (2009), na medida em que a escolha secundária vai se distanciando da escolha primária. A visão deste conceito está integrada à dimensão estratégica que deveria ser vinculada ao contexto de sustentabilidade ambiental diante da transição das organizações de um modelo de negócio linear para o modelo circular e sustentável (Diniz Júnior, 2011).

Para Rudele, Wolf e Ramsauer (2024), os *trade-offs* surgem quando apenas um efeito é potencializado e o outro não. É preciso reconciliar os *trade-offs* entre as

três dimensões (ambiental, social e econômico), afirmam Kyoji, Mori e Matsushita (2023), mas é preciso reconhecer e analisar as diferenças regionais, bem como as questões individuais, as quais devem ser resolvidas simultaneamente.

No final do século XVIII, no Brasil Colônia, quando a mineração de ouro e diamantes estavam defasadas devido ao esgotamento das jazidas e à depreciação das pedras pelo afluxo no mercado europeu, o governo português tentou impedir a queda dos preços dos diamantes, por exemplo, restringindo a produção e venda. Entretanto, as questões financeiras foram determinantes para dispensar tais restrições e lançar no mercado grandes quantidades de pedras (Prado, 2012).

Como visto, há séculos a realidade de algumas empresas é tornar a prática de *trade-off* uma regra, e não uma exceção. Essas compensações, sejam elas compensações processuais ou substantivas, são comuns. Entende-se por compensação processual aquelas que surgem nas decisões sobre o tempo, dinheiro e outros recursos dedicados à avaliação ambiental. Por outro lado, a compensação substantiva compreende aquela que está mais relacionada ao conteúdo da decisão que é tomada e aos compromissos resultantes (Gibson, 2013), ou seja, foca nos danos e riscos previstos que são aceitos diante do preço a pagar pelos benefícios esperados.

Na medida em que avança a terceira Revolução Industrial, torna-se evidente o deslocamento do foco dos custos para o tempo como elemento central nos processos. Aprimorar a eficiência empresarial e a competitividade requer a adoção de práticas gerenciais e organizacionais que deem prioridade à gestão temporal. Ademais, os sistemas insustentáveis apresentam várias ameaças potenciais e possíveis consequências, tais como ineficiências financeiras e ambientais decorrentes do uso de tecnologias obsoletas, aumento dos custos operacionais, desempenho ambiental inadequado, maior incidência de incidentes, conflitos com as comunidades locais, deterioração da imagem corporativa e perda de clientes internacionais, entre outros (Samsuddin *et.al*, 2024).

Na China, a maioria das barragens é construída utilizando o método com terra, que é o tipo mais prevalente sujeito a rupturas (Gu et al., 2020), como abordado anteriormente. As barragens de concreto, como a barragem de Itaipu, são mais seguras, resistentes e com menor custo de manutenção. Entretanto, é o método com o custo mais elevado quanto à sua construção (Effyía, 2013). O rompimento de barragens é um evento catastrófico que acarreta uma série de consequências

multifacetadas, exigindo uma análise detalhada para compreender suas implicações. Nesse contexto, diversos estudos têm sido realizados para categorizar e avaliar os diferentes tipos de impactos resultantes de tais incidentes, com o objetivo de desenvolver metodologias e sistemas eficazes de prevenção e resposta.

Os autores Gu *et.al* (2020) defendem que há consequências decorrentes dos rompimentos e são divididas por categorias como, por exemplo, perdas de vidas, econômicas, impactos sociais e impactos ambientais. Entretanto, do ponto de vista humanitário, a economia e o ambiente podem ser sacrificados para salvar vidas humanas. Por outro lado, estudos apontam que os impactos ambientais e sociais vêm ganhando foco para estabelecer um método com sistemas de índices para avaliação dos efeitos sociais e ambientais de rompimento de barragens. Os índices de avaliação devem estar interligados para permitir a integração do sistema, garantindo que sejam operacionais e acessíveis em sua aplicação, afirmam os autores Gu *et.al* (2020).

Para alcançar o desenvolvimento sustentável, sugere-se um processo de intervenções e gestão para abordar os danos e a degradação já existentes (Jenkins, 2020). Esse processo começa na fase de reorganização, no qual o sistema se recupera da perturbação (insustentabilidade), tentando manter sua função e estrutura básica. As intervenções e gestões incluem avaliações de impactos e recuperação. A avaliação de impacto se concentra na fase de exploração, com o objetivo de garantir que o uso dos recursos não ultrapasse os limites ambientais. Já a avaliação da recuperação ocorre após a superação desses limites, visando restabelecer um sistema sustentável.

O estrategista ambiental Bryan Jenkins (2020) da Universidade de Adelaide, na Austrália, expõe em seus estudos que as empresas responsáveis pelo acidente em 2019 do rompimento da barragem em Brumadinho, utilizaram-se de análise de equivalência de recursos e habitats, através de metodologias que auxiliaram a determinar a restauração e compensação dos danos. A análise de equivalência baseia-se no custo de restaurar os recursos danificados à condição original anterior ao desastre e na compensação pela perda intermediária de recursos, desde o momento do dano até a recuperação da condição inicial. Alguns indicadores foram analisados, como a porcentagem de áreas ribeirinhas recuperadas para o capital natural, e a retomada das atividades pesqueiras para o capital social e humano.

Apesar dos danos causados pelo desastre de Brumadinho, o estrategista ambiental Bryan Jenkins (2020) constatou que havia impactos pré-existentes na bacia

do Rio Doce que não eram sustentáveis, como impactos na qualidade da água devido ao tratamento inadequado de esgoto e à erosão causada pelo desmatamento, condições que excediam os limites ambientais. Concluiu-se que atividades de remediação e restauração eram essenciais para que a comunidade atingisse resultados ambientais sustentáveis. Esse objetivo seria alcançado por meio de uma abordagem colaborativa, envolvendo intervenções empresariais e governamentais, além de ações de múltiplas partes interessadas em toda a bacia do Rio Doce.

Os autores Qarahasanlou, *et.al* (2022) apontam uma visão análoga, argumentando que os operadores enfrentam desafios adicionais, uma vez que o ambiente apresenta fragilidades, destacando-se a defasagem na evolução da infraestrutura necessária para operações e comunicações. Adicionalmente, argumenta-se que algumas barragens de mineração, no exterior, frequentemente se situam em áreas remotas, distantes de centros urbanos, o que acarreta desafios significativos em termos de logística e custos adicionais como o alto custo com tecnologias modernas, gestão abrangente e manutenção.

Todavia, os países que têm a mineração como uma potencial fonte econômica, como Finlândia, Suécia, Groelândia e Rússia, implementaram estratégias específicas para promover a sustentabilidade neste setor. Na Finlândia, por exemplo, o desenvolvimento industrial tem se focado na modernização das regulamentações mineradoras, visando alcançar metas sustentáveis para a indústria (Qarahasanlou, *et.al* 2022). Por outro lado, a Rússia apresenta uma carência de apoio legislativo no que diz respeito à implementação de práticas sustentáveis nas indústrias.

Ainda que o conceito de desenvolvimento sustentável tenha sido bem absorvido pela coletividade, foi bastante difundido e, em alguns casos, degradado. O essencial agora é muito mais evidente, e as discussões sobre os comportamentos problemáticos, bem como estratégias promissoras que foram adotadas, tornaram-se mais precisas. São discutidos elementos-chave que auxiliam no processo de avaliação, garantindo que os *trade-offs* sejam evitados ou minimizados, como uma política pública abrangente que aborda todo o conjunto de considerações de sustentabilidade, bem como o envolvimento público (Gibson, 2013), integrando as sinergias disponíveis.

2.2. POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, houve debate sobre a integração do meio ambiente e desenvolvimento nos processos políticos, de planejamento e de gestão, com foco nas tomadas de decisão, afirmando que, em muitos países, essa prática tende a separar os pilares do desenvolvimento sustentável.

Importante destacar que era evidente a afirmação de que estavam sendo desenvolvidas novas formas de diálogo para a obtenção de melhor integração entre os governos nacional e local, a indústria, a ciência, grupos ligados a assuntos ecológicos e o público no processo de construção de abordagens eficazes para as questões de meio ambiente e desenvolvimento. Consequentemente, a conexão dessas estratégias e a implementação das normas ambientais teria um impacto nos custos econômicos e sociais de difícil compreensão.

Os objetivos decorrentes deste cenário investiam no fortalecimento da integração das políticas públicas dos planos econômicos, setoriais e ambientais, a fim de construir uma sinergia entre meios, e o aprimoramento dos mecanismos que facilitassem a participação da sociedade no processo de tomada de decisões. Veja-se que o aspecto da tomada de decisões aparece constantemente, bem como a integração de uma abordagem intersetorial.

O último objetivo elencado é “estabelecer procedimentos de inclusão das comunidades locais nas atividades de planejamento para a eventualidade de ocorrerem acidentes ambientais [...]” (Brasília, 1995). Quando é rememorado a questão das barragens, suas construções e os desastres resultantes de algumas delas, fica evidente a ausência desse propósito e, até mesmo, da tentativa de implementá-lo no contexto relevante. Os dados disponíveis confirmam que as realidades ambientais não têm melhorado significativamente na mesma proporção do avanço das políticas públicas.

A reflexão sobre o papel do Estado e a necessidade de transformá-lo ou modernizá-lo está crescendo, especialmente na América Latina, em um contexto de globalização e formação de blocos regionais. Surge a necessidade de redesenhar as fronteiras entre o Estado e a sociedade. O novo cenário político e econômico global, aliado às demandas nacionais, regionais e locais (como maior democracia, participação, autonomia e proteção ambiental), apresenta novos desafios para os

Estados, adicionando-se aos problemas tradicionais como desigualdade, pobreza, violência, corrupção e insegurança. Questões ambientais, por sua natureza transversal, têm impulsionado mudanças institucionais significativas (Deubel, 2007).

Desde o início do século XX, com o aumento das responsabilidades governamentais na formulação e implementação de políticas, a coordenação tornou-se um tema central na agenda de aperfeiçoamento da ação pública. Eventos como as guerras mundiais e o surgimento do Estado de bem-estar social e desenvolvimentista levaram as questões de coordenação a serem integradas ao desenho e à implementação de políticas macroeconômicas e sociais. Mais recentemente, a participação da sociedade também passou a ser um elemento a ser coordenado, dando origem ao conceito de governança (Souza, 2018).

A autora Celina Souza, (2018), afirma que a falta de coordenação e coerência nas políticas governamentais é um problema reconhecido, resultando em dificuldades para cidadãos e empresas acessarem serviços, programas contraditórios e lacunas na provisão. A coordenação é frequentemente vista como uma solução para economizar recursos e aumentar a eficiência na prestação de serviços.

Formalmente, coordenação pode ser definida como a organização de todas as atividades com o objetivo de alcançar consenso para o atingimento dos objetivos de um grupo. Está associada à cooperação, mas se distingue desta, pois a cooperação é voluntária, enquanto a coordenação não ocorre naturalmente e precisa ser construída, muitas vezes com incentivos.

De acordo com Rafael Bonato (2020), as políticas públicas são atualmente classificadas em duas correntes distintas: i) estatista, na qual os entes estatais exercem determinada influência; e ii) multicêntrica, em que a personalidade jurídica do formulador desempenha um papel determinante na categorização como política pública ou não, ambas advindas de ações governamentais. Na primeira vertente, o ente estatal deve conduzir o processo do início ao fim. Em contrapartida, a segunda caracteriza-se pelo foco no problema a ser enfrentado, não sendo determinada pelo formulador específico da política pública.

Até o início da década de 80 as políticas públicas no Brasil eram caracterizadas pela centralização decisória e financeira no âmbito federal, como afirma e ressalta Farah (2001):

Ao se destacar a exclusão da sociedade civil dos processos envolvidos na formulação, implementação e controle das políticas públicas, procura-se, portanto, chamar atenção para um padrão não-democrático de articulação

Estado-sociedade, que só veio reforçar um dos elementos constitutivos do modelo de proteção social instaurado durante os anos 1960: a exclusão de amplos segmentos da sociedade do acesso a bens e serviços públicos. Neste padrão não-democrático, sobressaem a opacidade e impermeabilidade das políticas e agências estatais ao cidadão e a ausência de mecanismos de controle da ação estatal, traços do regime autoritário – mas não exclusivos deste regime – o que reforçou a tendência ao comprometimento das metas de equidade, assim como introduzir no sistema crescente **déficit** de “**accountability**” e de responsabilidade pública.

A Constituição Federal teve como eixos a democratização dos processos decisórios e a equidade dos resultados das políticas públicas, destacando o princípio da subsidiariedade, originado do Direito Canônico e presente na PNRH⁸, por exemplo.

Alguns autores defendem a política pública como uma punição ou recompensa (Lowi e Ginsburg, 1996). Por outro lado, Harold Lasswell entende que havia a necessidade de ajustar as práticas democráticas às realidades de uma sociedade emergente da época - tecnológica-industrial - através de uma disciplina científica social, abrangendo diversas especializações. Entretanto, essa abordagem não foi adiante e, atualmente, entende-se que o método empírico das políticas públicas se volta mais às práticas de gestão do que para a facilitação do governo democrático (Fischer, Miller e Sidney, 1994).

As políticas públicas possuem dois elementos de formulação, quais sejam: (i) definição de agenda e (ii) alternativas (Capella, 2018), equivalentes a um conjunto de elementos integrados e não individuais. A autora Ana Cláudia Capella menciona o conceito de ciclo de políticas, o qual se constitui com as fases de formulação: (i) etapa inicial; (ii) tomada de decisão; (iii) implementação; (iv) e avaliação -, constatando-se uma metodologia cíclica de políticas públicas. No entanto, é durante a etapa de agenda que se estabelece o rumo de todo o debate subsequente, sendo o poder público um dos atores que exerce maior influência na tomada de decisões.

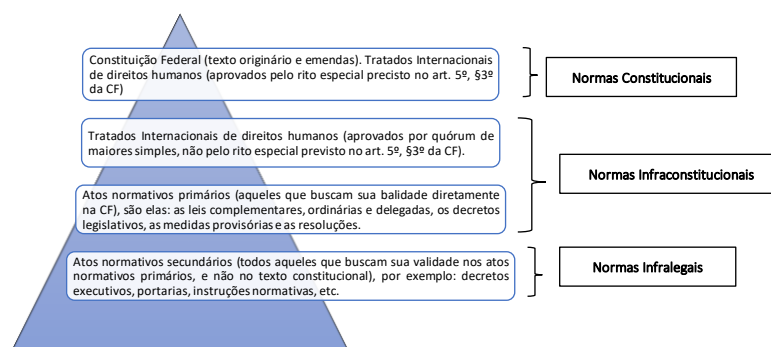
No âmbito da avaliação das políticas públicas, alguns resultados das pesquisas realizadas logo após o rompimento da barragem de Brumadinho-MG e em resposta à nova redação do instrumento legal sobre segurança de barragens, demonstram que a avaliação é uma ferramenta essencial para aprimorar o rendimento do gasto público, a qualidade da gestão e o controle social sobre a efetividade do Estado (Macedo, *et al*, 2020). Ainda assim, é importante destacar que essa ferramenta não deve ser interpretada como autossuficiente para definir o rumo de determinada política pública.

⁸ Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: inciso VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

As políticas públicas transcendem a concepção de serem exclusivamente ações governamentais, uma vez que o governo não é a única instituição responsável por impulsionar essas políticas. A designação da palavra “pública” no contexto das políticas implica que seu objetivo é abordar e resolver questões de interesse público.

Um adendo à hierarquia normativa, Hans Kelsen (1999), um renomado jurista e filósofo do Direito, desenvolveu a teoria da hierarquia das normas jurídicas, que é fundamental para entender a estrutura normativa de um sistema jurídico. No topo da hierarquia está a Norma Fundamental, que é uma norma hipotética e pressuposta que fundamenta toda a ordem jurídica de um país. Ela confere validade a todas as outras normas dentro do sistema jurídico, ou seja, a Constituição Federal. O jurista descreve a estrutura do sistema jurídico como uma pirâmide, onde cada norma deriva sua validade da norma superior. As normas superiores são aquelas que são criadas de acordo com procedimentos estabelecidos por normas ainda mais altas na hierarquia. Elas conferem validade às normas inferiores e estabelecem os critérios para sua criação e aplicação. As normas inferiores são aquelas que devem estar em conformidade com as normas superiores para serem válidas. Uma característica central da teoria de Kelsen é a ideia de que as normas jurídicas são acompanhadas por uma sanção coercitiva, ou seja, há uma consequência legal para o descumprimento das normas, garantindo assim sua eficácia no sistema jurídico.

Figura 1 – Ordem hierárquica das normas brasileiras - Pirâmide de Kelsen



Fonte: Garcia Moreno, 2021

A relação entre hierarquia das normas e políticas públicas está diretamente ligada ao modo como o ordenamento jurídico estrutura a elaboração, implementação e execução dessas políticas, garantindo que elas estejam em conformidade com os princípios legais e constitucionais. A hierarquia das normas no direito estabelece uma ordem de prevalência entre as leis e atos normativos, garantindo que normas de

menor hierarquia estejam em conformidade com normas de maior hierarquia. As políticas públicas são ações e programas desenvolvidos pelo Estado para atender às necessidades da sociedade, como saúde, educação, segurança, entre outras.

Essas políticas são estruturadas por leis e normas que regulamentam o seu desenvolvimento, implementação e controle. As políticas públicas precisam, necessariamente, observar os princípios e diretrizes previstos na Constituição Federal. Um exemplo disso é o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225 da CF) e o dever do Estado em protegê-lo. Além disso, a responsabilidade por danos ambientais e a competência para legislar sobre o tema (art. 26 da CF) orientam a criação de políticas públicas voltadas para a preservação e proteção ambiental. Muitas políticas públicas são definidas por leis ordinárias ou complementares, um exemplo disso é a PNSB e PNRH. Para que essas leis sejam efetivamente colocadas em prática, são necessários decretos e regulamentos que detalhem a forma de sua execução. Isso permite que o governo federal, estadual e municipal estabeleça normas mais específicas para a operacionalização de políticas públicas. Quando uma política pública é implementada, ela deve respeitar a hierarquia das normas. Se, por exemplo, um decreto do Executivo para implementar uma política pública de saúde contrariar uma lei ordinária ou a Constituição, esse decreto pode ser questionado judicialmente e invalidado por inconstitucionalidade.

Adiante, o conceito de política ambiental se refere a um conjunto de prioridades e medidas destinadas a regular as interações dos sistemas sociais com o meio ambiente, articulando com os procedimentos formais e informais das relações de poder frente às resoluções de conflitos quanto aos bens públicos (Bonato, 2020).

Essas metas, estratégias e instrumentos abrangem diversas dimensões, incluindo conservação, restauração e gestão ambiental. Dado que a reprodução dos sistemas ecosociais a longo prazo está intrinsicamente ligada às limitações e potencialidades do meio natural, uma política ambiental abrangente deve considerar de forma holística as normas sociais que regem a apropriação e os usos dos recursos naturais, do espaço e do habitat, por diferentes atores, em contextos históricos específicos (Cavalcanti, 2001). Faz-se necessário elaborar um sistema cronológico das políticas relacionadas às barragens, meio ambiente e recursos hídricos, destacando a interconexão entre essas temáticas.

Em 1981, foi sancionada a Lei nº 6.938, a qual dispõe sobre a PNMA e possui como um dos seus princípios o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos

ambientais, tendo como seu órgão consultivo e deliberativo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Uma das competências deste órgão é “estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos” (Brasil, 1981). Adiante, essa Política Nacional possui instrumentos e ferramentas a serem utilizadas para assegurar o cumprimento dos seus objetivos, incluindo a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, dando origem ao licenciamento ambiental, conforme dispõe o art. 10.

O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos que utilizam os recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes de causar degradação ambiental (Sirvinskas, 2022). O especialista em Direito Ambiental, Paulo de Bessa Antunes (1999), entende o licenciamento ambiental como um instrumento jurídico importante e é por meio dele que acontece a materialização do princípio da prevenção e é por meio dele que se busca evitar a ocorrência de danos ambientais. Porém, o fato de o Estado aplicar multas e sanções demonstra uma falha dessa prevenção.

Em 1985, a lei nº 7.347 disciplinou a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente. Essa legislação estipula que, em caso de condenação ao pagamento de indenizações, os recursos serão direcionados a um fundo administrado por um Conselho Federal ou Estadual, com a finalidade de reconstituir os bens e direitos lesados. Posteriormente, a promulgação da Constituição Federativa da República do Brasil de 1988 consagrou o meio ambiente como um direito fundamental, incorporando outros valores ambientais ao texto constitucional.

Em 1997, instituíam-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, lei nº 9.433, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Um dos seus princípios fundamentais é garantir o uso múltiplo das águas, priorizando, especialmente em períodos de escassez, o abastecimento humano e a dessedentação animal. Além disso, é primordial que a gestão hídrica seja descentralizada e envolva ativamente a participação da comunidade, dos usuários e do Poder Público, constituindo um princípio essencial da referida política.

Entre os instrumentos dessa política, destaca-se o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH). A Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA) é responsável pela implementação desse sistema. Por exemplo, os

empresários responsáveis por barragens devem manter atualizadas as informações daquelas sob sua responsabilidade. Essas informações são disponibilizadas no SIHR e integram a gestão hídrica realizada pela ANA.

Outrossim, as mudanças climáticas têm impactos visíveis nos ecossistemas e nos recursos naturais, sendo a água o recurso mais gravemente afetado. Em 2009 foi instituída a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), lei nº 12.187, de 29 de dezembro. Evidencia-se a importância da implementação desta política, uma vez que as variações climáticas afetam ainda mais os padrões hidrológicos, ocasionando, conseqüentemente, períodos mais intensos de secas ou enchentes, impactando diretamente a disponibilidade hídrica.

No entanto, os dados disponíveis também confirmam que as condições ambientais do país não têm melhorado na mesma medida em que avançam as leis e políticas ambientais. Isso se deve não apenas à escala e natureza dos problemas ambientais existentes, mas também à persistência de numerosos obstáculos que limitam a eficácia das ações ambientais em todos os níveis de governo. Esses obstáculos podem ser agrupados em três categorias principais: jurídica, institucional e política (Freitas, 2002). Na esfera institucional, destacam-se conflitos de competência, capacidade institucional insuficiente das agências públicas para implementar e monitorar programas, falta de coordenação entre diferentes níveis e dentro do mesmo nível de governo, muitas vezes operando de maneira setorial ou até mesmo empresarial. Esses problemas são exacerbados pela crônica escassez de recursos financeiros. Como consequência, muitas políticas ambientais acabam sendo apenas parcialmente implementadas, quando não são puramente retóricas.

Um aspecto crucial a ser enfatizado é que a ordem político-institucional brasileira não reflete adequadamente a ordem urbano-territorial do país, especialmente devido à ausência de uma dimensão metropolitana no sistema constitucional. No entanto, o processo de metropolização tem sido uma das características mais marcantes do crescimento urbano. Questões ambientais fundamentais, como abastecimento de água, transporte, localização industrial, gestão de resíduos e uso do solo, possuem uma dimensão metropolitana que não pode ser adequadamente tratada apenas no nível municipal.

Um exemplo prático é a Lei nº 13.089 de 12 de janeiro de 2015 que instituiu o Estatuto da Metrópole, alterando a lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Essa lei define diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução de funções públicas de

interesse comum em regiões metropolitanas e aglomerações urbanas criadas pelos Estados. Além disso, estabelece normas gerais sobre o plano de desenvolvimento urbano integrado, outros mecanismos de governança interfederativa e critérios para que a União apoie ações voltadas a essa governança no âmbito do desenvolvimento urbano.

No Brasil, as políticas ambientais não são priorizadas e quando elaboradas acabam não sendo monitoradas ou, até mesmo, aplicadas (Bonato, 2020). Um exemplo é a PNSB, diante dos últimos desastres ocasionados pelos rompimentos de barragens, a ausência de fiscalização e monitoramento da política elaborada evidenciou-se, não há uma avaliação ou acompanhamento de sua aplicação, tampouco uma condicionante para sua continuidade. Todos esses eventos têm desempenhado um papel importante na necessidade de reformulação das políticas públicas ambientais no âmbito nacional.

Essas políticas são implementadas para prevenir ou avaliar os impactos ambientais e, conforme destacado por Sánchez (1991), seu efeito só poderia ser reconhecido se desempenhassem quatro funções complementares: servir como instrumento auxiliar na tomada de decisões políticas; contribuir para a concepção de projetos e o planejamento; atuar como instrumento de negociação social; e desempenhar um papel fundamental na gestão ambiental.

Entretanto, os aspectos regulatórios existentes acerca das políticas públicas contribuem para uma análise sobre questões estruturais. As políticas econômicas dominantes, por exemplo, acabam sendo priorizadas para o desenvolvimento econômico em detrimento da sustentabilidade ambiental. Não obstante, a redução de leis orçamentárias, bem como a destinação dos recursos financeiros diretos para o âmbito das políticas públicas ambientais, reforça a justificativa para a falta de implementação e fiscalização das políticas nacionais e estaduais relacionadas ao meio ambiente e as suas vertentes.

2.2.1. Política Pública Ambiental e a segurança hídrica

Com o aprimoramento das discussões sobre recursos hídricos, identificou-se algumas inovações, ainda que desafiadoras, na elaboração das políticas públicas à luz do gerenciamento desse recurso ambiental, destacando-se, portanto, a descentralização da gestão, conforme já mencionado, abrindo espaço para a comunidade e os usuários. Evidencia-se uma possível manifestação além da

programática, a fim de conjugar esforços para proteger esse recurso e conscientizar o uso racional diante das crises hídricas que se tornam cada vez mais habituais.

Diferente da PNMA, que dispõe de mecanismos de controle e comando, com medidas de intervenções extremas envolvendo o âmbito penal para proteger os interesses difusos, a PNRH abarca mecanismos econômicos de incentivo ao uso racional, bem como aos de soluções de conflitos (Freitas, 2002).

A gestão da água no Brasil enfrenta desafios significativos, especialmente em um contexto de crescente demanda provocada pelo aumento populacional e suas implicações econômicas. O uso consuntivo setorial⁹ da água abrange diversas atividades, incluindo irrigação, abastecimento humano e abastecimento animal, conforme destacado pela ANA (2023). À medida que a população cresce, a pressão sobre os recursos hídricos se intensifica, resultando em uma maior necessidade de água não apenas para o consumo direto, mas também para a produção de bens essenciais.

Cada modalidade de uso consuntivo da água apresenta características únicas, e as retiradas de água variam conforme as dinâmicas sociodemográficas e econômicas de cada município. No Brasil, o estado do Rio Grande do Sul se destaca pela demanda predominante por água para irrigação, enquanto São Paulo apresenta uma elevada demanda para abastecimento urbano, refletindo as particularidades regionais e a importância da irrigação como o maior uso da água tanto no país quanto globalmente, conforme o Relatório de Conjuntura (2023).

A intensidade do uso da água é influenciada por uma variedade de fatores, como o tipo de processo e produtos, as tecnologias utilizadas, as práticas de gestão adotadas e o grau de maturidade da gestão. A indústria pode ser classificada em duas categorias: extrativa, que extrai recursos naturais sem alterar suas características, e de transformação, que converte matérias-primas em produtos intermediários ou finais.

Em 2022, estimou-se que a indústria de transformação retirou 190,52 m³/s de água, enquanto a indústria extrativa mineral retirou 31,62 m³/s. A indústria de transformação foi responsável por 9% do total de água retirada no ano de referência. A mineração, ou indústria extrativa mineral, abrange os processos de extração de

⁹ Os usos consuntivos são aqueles que retiram água do manancial para sua destinação, como a irrigação, a utilização na indústria e o abastecimento humano. Já os usos não consuntivos não envolvem o consumo direto da água - o lazer, a pesca e a navegação, são alguns exemplos, pois aproveitam o curso da água sem consumi-la.

substâncias minerais, representando aproximadamente 2% do volume total de água retirado em 2022. O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de minério de ferro, bauxita e alumina, nióbio, fosfato, entre outros.

Apesar da importância econômica, a atividade minerária resulta em resíduos como o chumbo e o alumínio, os quais possuem elevado potencial tóxico e são elementos que não se degradam quando incorporados aos ecossistemas aquáticos, podendo alterar parâmetros físico-químicos dos cursos d'água (Nogueira, *et.al*, 2021).

2.2.2. Política Nacional de Recursos Hídricos

Já a PNRH estabelece a gestão participativa entre as diferentes instâncias governamentais – federal, estadual e local -. A legislação adota princípio da democracia representativa e participativa, gerando desafios para a sua implementação à luz do desenvolvimento sustentável. Isso ocorre porque o desenvolvimento real está intrinsecamente ligado à equidade social que, por sua vez, depende de uma distribuição econômica ativa, realizada com respeito à capacidade de suporte dos ecossistemas. A sustentabilidade é inerente ao conceito de desenvolvimento (Muñoz, 2000).

Consta nas diretrizes estabelecidas pela referida lei “a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental” (Brasil, 1997, art. 3º, inciso III). Os recursos hídricos são recursos ambientais, portanto, condicionados à gestão ambiental. Em contrapartida, é notório que a gestão dos recursos hídricos no Brasil ainda não conquistou a posição de prioridade estratégica na agenda política nacional. Da mesma forma, sua importância e necessidade não são plenamente reconhecidas pelos usuários da água nem compreendidas pela sociedade em geral. A gestão dos recursos hídricos é, muitas vezes, percebida como uma atividade realizada em prol de interesses difusos – sociedade e meio ambiente -.

No entanto, quando essa gestão é deficiente, seus efeitos geralmente não são percebidos tão prontamente como, por exemplo, no fornecimento de energia elétrica – um dos setores consuntivos¹⁰ -, o que dificulta a sua priorização da agenda política. Os benefícios da gestão e os custos associados à falta dela ainda são pouco divulgados e geralmente só recebem atenção durante crises hídricas e desastres

¹⁰ Conceito ANA.

naturais, quando o impacto na economia e na vida cotidiana das pessoas é significativo (Group, 2018).

Assegurar o acesso à água para usos múltiplos – um dos fundamentos da PNRH -, seja para fins econômicos ou de proteção ambiental, através da gestão, pode aprimorar os padrões e a qualidade de vida, especialmente em regiões ainda carentes de abastecimento e saneamento. Essa abordagem tem o potencial de impulsionar as economias locais e gerar empregos, contribuindo para o Desenvolvimento Sustentável, conforme destacado por Amartya Sen (2016).

O não engajamento em práticas de gestão pode acarretar impactos significativos na vida das pessoas, na economia, na redução da produção e na qualidade e quantidade de empregos, entre outros aspectos. Essas consequências podem ser agravadas diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, como a escassez/crise hídrica. A gestão contínua e constante dos recursos hídricos é elementar para prevenir ou mitigar tais crises, estabelecendo uma estrutura de governança que opte por decisões adequadas mesmo em períodos que não envolvam crises iminentes.

Por meio da Resolução nº 58/2006, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos conferiu à ANA a responsabilidade pela elaboração sistemática e periódica do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2023). Este relatório oferece uma análise abrangente da situação e da gestão dos recursos hídricos no país, servindo como instrumento fundamental para a avaliação do grau de implementação do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) e da PNRH, além de orientar as revisões e atualizações necessárias do referido Plano. Os relatórios visam avaliar as mudanças ocorridas no ano anterior, considerando a ocorrência de eventos hidrológicos extremos, as condições da qualidade das águas superficiais e outros fatos relevantes relacionados ao uso dos recursos hídricos, bem como a evolução da gestão.

A tarefa de conferir visibilidade política à gestão de recursos hídricos e estabelecer uma articulação governamental tanto horizontal – mesmo nível de governo - quanto vertical – diferentes níveis – é difícil. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em sua abrangente análise sobre a governança no Brasil em 2015, destaca o isolamento setorial existente entre ministérios e órgãos públicos, salientando o quão isso prejudica a coerência política

entre o setor de recursos hídricos e outros setores vitais para a gestão da água, como agricultura, energia, licenciamento ambiental, saneamento e uso do solo.

A OCDE propõe como alternativa indispensável a integração entre os planejamentos setoriais e de recursos hídricos. Um exemplo é o Plano Nacional de Segurança Hídrica. Seu propósito é delinear intervenções estruturantes e estratégicas em recursos hídricos para todo o país, como barragens, sistemas adutores, canais e eixos de integração. Essas intervenções são essenciais para aumentar a oferta de água para o abastecimento humano e atividades produtivas, ao mesmo tempo em que visam reduzir os riscos associados a eventos críticos, como secas e cheias.

O Boletim de Monitoramento do Plano Nacional de Segurança Hídrica de 2022 relata que, apenas com as atuais medidas de infraestrutura hídrica em operação, a Região Nordeste estará com o Índice mínimo de segurança hídrica no ano de 2035, em razão da expansão das demandas setoriais de uso da água (usos consuntivos). Além disso, o Boletim aborda questões orçamentárias, incluindo investimentos necessários para a execução de obras, estudos, manutenção e operação de empreendimentos. Esses investimentos estão alinhados com as políticas públicas de competência das Secretarias Nacionais de Segurança Hídrica e de Saneamento, conforme afirmado no relatório.

Bettencourt, Fulgêncio e Wasserman (2021) compreendem que para lidar com situações extremas são desejáveis abordagens que impliquem na integração de instrumentos de políticas públicas, articulações entre políticas governamentais e fortalecimento de mecanismos que promovam a participação social na tomada de decisões. A utilização do recurso hídrico introduz a necessidade de incentivos para a conservação desse recurso por parte dos titulares de direitos através das licenças e outorgas. O estudo realizado pelos autores acima teve como objetivo comparar modelos de gestão e políticas de recursos hídricos na União Europeia (UE) e no Brasil. Uma das abordagens utilizadas foi o quadro legislativo e procedimentos de gestão e avaliação.

Os desafios encontrados na gestão hídrica da UE dialogam com a fiscalização e monitoramento. Os critérios de avaliação no monitoramento das condições ambientais não consideram as particularidades locais. Além disso, as mesmas medidas tradicionais são aplicadas como, por exemplo, a regulação de poluentes monitorados de forma individual. São metas irreais que dificultam o alcance dos objetivos previstos pela legislação da UE (Bettencourt, Fulgêncio e Wasserman,

2021). No Brasil, como já exposto, a gestão hídrica é descentralizada, participativa e integrada de acordo com a PNRH. Entretanto, foram destacados problemas em diversas bacias hidrográficas onde há múltiplos usos da água, carecendo, na maioria das áreas, de estratégias de intervenção adequada para resolução de conflitos à escala local (ANA, 2018).

No contexto internacional, particularmente no Alasca e no Canadá, as barragens construídas por castores têm gerado preocupações significativas devido à sua influência sobre a dinâmica das águas superficiais. Estudos indicam que as estruturas construídas por esses animais foram responsáveis por dois terços do aumento de 8,3% na área total de águas superficiais em uma região específica de duas bacias hidrográficas na Península Baldwin, no Alasca (Jones *et al.*, 2020).

A retenção de água promovida pelos castores, conforme revelado por análises de imagens de satélite, está associada a grandes inundações e alterações hidrológicas, as quais podem desencadear processos cársticos ¹¹, iniciando o degelo nos lagos represados. A engenharia de ecossistemas realizada pelos castores é, portanto, um fator predominante nas mudanças na área de águas superficiais, no desenvolvimento e nas transformações cársticas na região delimitada (Jones *et.al.* 2020).

As preocupações relacionadas às barragens transcendem as questões convencionais, abrangendo tanto a construção quanto os possíveis rompimentos dessas estruturas. As barragens humanas exercem uma influência significativa na gestão hídrica, especialmente no contexto das barragens de acumulação de água. No âmbito do Sistema Nacional de Informação de Segurança de Barragens (SNISB), destaca-se que 96% das barragens registradas são destinadas ao armazenamento de água. Dentre as 25.943 barragens cadastradas, 25.666 são reservatórios de água (RSB, 2023).

Da capacidade total de reserva hídrica, 641 bilhões de m³ dizem respeito à 24.959 barragens, das quais 24.682 são reservatórios (RSB, 2023). O RSB (2023) aponta que 1.303 das barragens cadastradas são destinadas à geração de energia elétrica, totalizando 5%, e possuem uma reserva hídrica de 89%, com capacidade de 572 bilhões m³. Em segundo lugar estão as barragens para abastecimento humano, totalizando 41 bilhões de m³ (6% da reserva de água) e, em terceiro lugar, as

¹¹ É um tipo de relevo geológico caracterizado pela dissolução química das rochas.

barragens de irrigação, totalizando 11 bilhões de m³ (2% da reserva hídrica). Além disso, das 25.943 barragens cadastradas, 23.656 (91%) destinam ao uso múltiplo, com exceção à energia, - um dos princípios basilares da PNSB quanto à destinação do recurso hídrico - , e são essas barragens que estão em estágio inicial para implementação da PNSB (ANA, 2023).

Esses dados ressaltam a importância dessas estruturas na gestão hídrica e a necessidade de monitoramento e manutenção adequados para garantir sua segurança.

2.2.3. Política Nacional de Segurança de Barragens

Conforme descrito no Relatório de Conjuntura de 2023, barragens são obras de engenharia de considerável escala e complexidade, cuja manutenção adequada, monitoramento contínuo e atualização dos planos de segurança são imperativos importantes para assegurar benefícios sociais positivos generalizados.

A segurança de barragens é uma noção que vai além das medidas imediatas para evitar o rompimento e abrange uma ampla gama de procedimento para garantir que as barragens operem com segurança, afirma o autor Tony George Puthucherril (2022). A implantação das barragens se relaciona, de forma intrínseca, à necessidade de subsistência e geração de riqueza, pois os usos dos setores consuntivos e não consuntivos, com enfoques econômicos ou não, dependem dessas estruturas para alcançar seu objetivo ou produto. No Brasil, os reservatórios originados pela implantação de barragens possuem uma contribuição valiosa ao viabilizar uma parte significativa dos sistemas de reserva para abastecimento de água e diversas outras finalidades (Silva, *et al*, 2021).

No ano de 2010, instituiu-se a PNSB destinada às barragens de acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, e criou-se o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Alguns dispositivos tiveram sua redação modificada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, em decorrência do desastre de Brumadinho em janeiro de 2019, trazendo diversas alterações, inclusive, das características das barragens. Na redação subsequente, a construção ou o

alteamento de barragens de mineração pelo método a montante¹², o mesmo utilizado nas barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019), foi proibido.

A ANA é um dos 33 órgãos fiscalizadores de barragens no Brasil e responsável pela consolidação anual dos dados no SNISB e pelas informações complementares enviadas pelos Órgãos Fiscalizadores de Segurança de Barragens (OFBS), originando os relatórios anuais de segurança de barragens, resumindo os eventos mais relevantes do ano na implementação da PNSB. Esse documento é enviado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), integrando a dinâmica da segurança de barragens à de recursos hídricos.

Além desses instrumentos operacionais, também fazem parte do mecanismo de segurança a elaboração de documentos que auxiliam na verificação das construções das barragens como, por exemplo, o Plano de Segurança de Barragens (PSB) e o Plano de Ação de Emergência (PAE), que será descrito no tópico 5.3.

Ainda que as construções de barragens forneçam inúmeros benefícios para satisfazer as necessidades humanas como o abastecimento de água, mitigação de enchentes, entre outros, é preciso introduzir o desenvolvimento sustentável e rever a sustentabilidade ambiental nos empreendimentos de barragens, como já exposto pelos autores anteriormente citados.

Não obstante, a colaboração assertiva precisa se sustentar – ser sustentável – e ser contínua, assim como os esforços coletivos de diferentes partes interessadas, para que haja um monitoramento pós construção, assim como acontece na fase inicial desses empreendimentos. Tais práticas abrem espaço para o desenvolvimento, uma vez que necessita ser direcional e progressivo (Qarahasanlou, *et.al*, 2022). Responder aos desafios do desenvolvimento sustentável requer uma visão das características de um sistema sustentável.

Os prognósticos realizados em várias áreas de pesquisa, incluindo os desastres de Brumadinho e Mariana, refletem a preocupação com os rompimentos de barragens, constatando a tardia alteração na lei ou até mesmo a ausência de alterações legislativas, de regulamentação, de práticas industriais e de tecnologias voltadas para a mitigação dos riscos de colapso (Carvalho, 2019).

¹² Art. 2º-A. § 1º Entende-se por alteamento a montante a metodologia construtiva de barragem em que os diques de contenção se apoiam sobre o próprio rejeito ou sedimento previamente lançado e depositado. Lei nº 12.334/2010 (Política Nacional de Segurança de Barragens).

Além disso, as principais causas dos incidentes e acidentes com barragens de rejeitos, por exemplo, “são a falta de controle do balanço hídrico, eventos climáticos, a falta de controle da construção e uma falta geral de compreensão das características que controlam as operações seguras” (Carvalho, 2019). A relação do desenvolvimento sustentável com os desastres ambientais envolvendo as barragens está implícita nas vulnerabilidades físicas e sociais, uma vez que o impacto que os rompimentos causam são imensuráveis e se desdobram a longo prazo.

Os autores Qarahasanlou, *et.al* (2022) defendem que a mineração sustentável, por exemplo, é dividida em cinco partes, são elas: economia, meio ambiente, eficiência, segurança e comunidade. Alegam que o essencial para a segurança se volta aos planos educativos com atenção às instalações e processos, assim como os planos de gerenciamento de riscos, critérios exigidos pela PNSB.

Os aspectos regulatórios e administrativos criam mecanismos para mitigar eventuais riscos decorrentes das construções de barragens, como o licenciamento ambiental, por exemplo. Nesse procedimento, o PSB é obrigatório, porém, diante dos resultados desta pesquisa e conforme o RSB de 2023, 27% das barragens cadastradas no SNISB não o possuem. Este documento é requisito para a construção da barragem e obrigatório ao licenciamento ambiental.

O Estado do Sergipe utiliza mecanismos de segurança disponíveis na PNSB para mapear lugares com possíveis riscos de inundação decorrentes de eventual rompimento. A partir disso, a zona de risco é determinada, configurando-se Zona de Autossalvamento (Oliveira, Mendes e Santa Rita, 2023). As barragens Jacarecica I e Jacarecica II, em Sergipe, são enquadradas na PNSB e, embora não tenham a documentação completa exigida, foram realizados estudos para avaliar efeitos hidrodinâmicos nos vales a jusante das barragens num hipotético rompimento a fim de delimitar uma adequada zona de risco – Zona de Autossalvamento¹³, assim como uma extensão de segurança secundária¹⁴. Entende-se por zona de risco aquela distância percorrida dentro dos primeiros 30 minutos a partir do rompimento da

¹³ Art. 2º, inciso IX – zona de autossalvamento (ZAS): trecho do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação. Lei nº 12. 334/2010 - Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

¹⁴ Art. 2º, inciso X – zona de segurança secundária (ZSS): trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS. Lei nº 12. 334/2010 - Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

barragem e a Zona de Autossalvamento dentro dos 120 minutos, conforme recomendação da ANA (2022).

Assim, como em outras localidades no exterior, como é o caso da China, a qual utiliza-se de tecnologias específicas para monitorar a segurança das barragens, o estado de Sergipe utilizou mecanismos tecnológicos (*Global Digital Elevation Model*), como imagens avançadas de resolução espacial e temporal, via satélite, para simular as inundações nas áreas ao redor das barragens I e II. Essas tecnologias auxiliam no monitoramento dos eventos dinâmicos e gestão de enchentes, por exemplo, um dos fatores que influenciam nos rompimentos de barragens.

A ANA possui um método de monitoramento de barragens para classificar o DPA (Dano Potencial Associado), chamado de Metodologia Simplificada. A elaboração desse método contou com a participação do Exército dos Estados Unidos da América (EUA) que realizou uma análise estatística de um determinado banco de dados. Recentemente, foi desenvolvido um *software* para este método capaz de reduzir o tempo e interação do usuário, com melhor custo-benefício às agências governamentais e aos empreendedores (Rolo *et.al*, 2023). O estudo realizado nas barragens I e II concluiu que o método simplificado aplicado pela ANA superestima a vazão de água num hipotético rompimento, ressaltando a necessidade de abordagens, métodos, gestão e monitoramento pontuais nas barragens (Oliveira, Mendes e Santa Rita, 2022).

Em contrapartida, os autores Samsuddin *et.al* (2024) abordam as lacunas existentes nos métodos avaliativos de inundações quando estes focam apenas nos resultados estruturais e desconsideram os outros impactos do rompimento, sejam eles sociais, ambientais e/ou econômicos. São fenômenos naturais, mas que não podem desconsiderar as causas provocadas pela humanidade, especialmente em rompimento de barragens.

O estudo dos autores Qarahasanlou, *et.al* (2022) apresenta diversas metodologias para reconhecimento e redução de impactos ambientais na sustentabilidade da mineração e inclui métodos, problemas, soluções, objetivos e indicadores de cumprimento, muitos deles com foco nos ODS. Uma das metodologias utilizadas na Turquia é o Programa “*Survey Monkey*” no qual as empresas mineradoras respondem a um questionário sobre suas atividades nas áreas florestais. Os resultados positivos demonstram a sustentabilidade do uso da terra nas atividades

minerárias e indicam uma redução potencial na necessidade de utilização de novas áreas florestais.

Importante destacar a necessidade na transparência das informações e da disponibilidade de dados, uma vez que as análises dos métodos aplicados dependem da boa-fé desse conjunto. É uma das lacunas e desafios nos esforços pela sustentabilidade atualmente (Qarahasanlou, *et. al* 2022). Ainda, as análises dependem das particularidades de cada área ou estrutura, considerando todos os fenômenos externos que permeiam as extensões.

A Índia é o terceiro país com o maior número de barragens no mundo, perdendo apenas para os EUA e, em primeiro, a China. Na sua grande maioria, as barragens possuem mais de 100 anos e a questão de manutenção vem preocupando o país. A legislação nacional de segurança de barragens foi instituída apenas em 2021 (Puthcherril, 2022), ano em que o rompimento da estrutura de um projeto hidrelétrico no Himalaia, causado pelo derretimento das geleiras, resultou na morte de 200 pessoas. Esse cenário legislativo é análogo ao ocorrido no Brasil em 2019, com a tragédia de Brumadinho. A referida lei foi recebida por críticas pela população indiana, mas fortaleceu o federalismo cooperativo do país.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os critérios e procedimentos metodológicos que permitem definir os caminhos a serem percorridos para se realizar a presente pesquisa, ou seja, as técnicas de coleta e análise de dados (Gerhardt e Silveira, 2009).

Este estudo visa analisar os desafios institucionais e organizacionais enfrentados pelos órgãos responsáveis pela implementação da PNSB e gestão hídrica. Além disso, busca responder a pergunta “qual a interface entre as políticas nacionais de recursos hídricos e segurança de barragens”?

3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA

A proposta de pesquisa será de natureza aplicada, adotando uma abordagem qualitativa com caráter exploratório e descritivo. Para alcançar os objetivos desse estudo, será utilizada uma revisão sistemática da literatura, com ênfase no Desenvolvimento Sustentável. A revisão incluirá outros itens como o conceito de *Triple Bottom Line*, *ESG*, os *trade-offs*, e as políticas públicas ambientais.

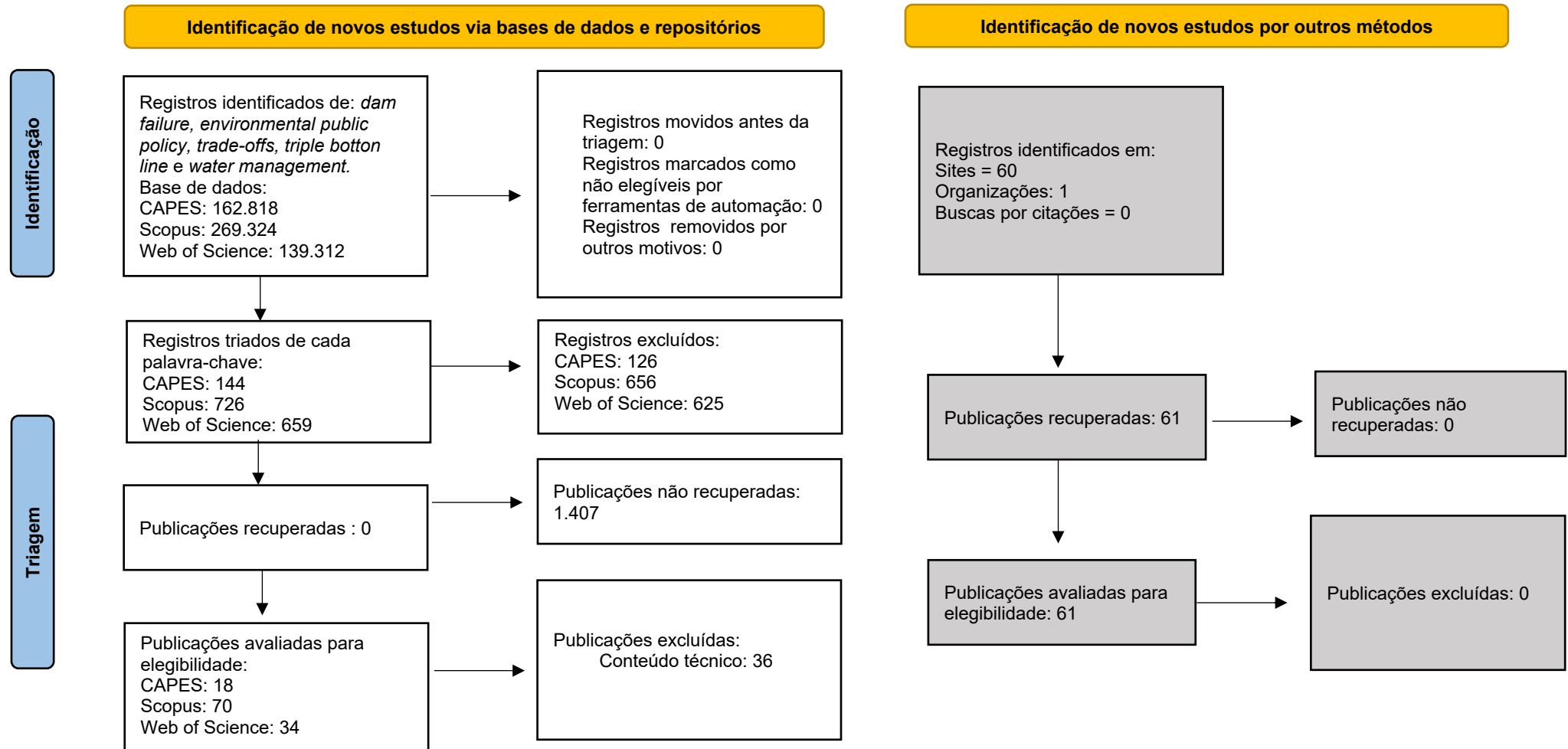
O conceito de Desenvolvimento Sustentável surgiu a partir do Relatório de Brundtland, em 1987, da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente da ONU. Este conceito clássico tem sido amplamente utilizado para abordar ideias semelhantes apresentadas por outros autores influentes. O conceito de *Triple Bottom Line* surgiu em 1996 e teve como seu precursor John Elkington, bibliografia referencial utilizada na presente pesquisa para contextualizar também o conceito de *ESG*. Como o termo decorre também dos aspectos de industrialização, utilizou-se o autor Caio Prado Júnior (2012), autor do livro “História da Economia do Brasil”, para exemplificar os conceitos de *Triple Bottom Line* e *trade-offs* no mercado minerário brasileiro durante o século XVIII. Além disso, o conceito de *trade-offs*, que é bastante amplo e aplicável em diversas áreas, teve suas raízes nos estudos realizados por Skinner em 1969.

Adiante, serão considerados os impactos no desenvolvimento econômico, proporcionando uma visão abrangente e multidimensional do Desenvolvimento Sustentável. “A constatação de que o desenvolvimento econômico é o principal condicionante para a produção de conhecimento, torna-se o motivo pelo qual se deve produzir e encaminhar pesquisas” (Lima e Miotto, 2007).

Para uma descrição completa dos procedimentos metodológicos, quais sejam, pesquisa bibliográfica, e documental, como auxiliar, foi desenvolvido o fluxograma do

tipo PRISMA o qual “destina-se ao uso em revisões sistemáticas que incluem sumarizações ou que não incluem sumarização (Page *et.al*, 2020), conforme elaboração abaixo.

Fluxograma 1 - Tipo PRISMA



Conforme detalhado no fluxograma, foram realizadas pesquisas para a coleta de dados nas bases das plataformas CAPES, *Scopus* e *Web of Science*. Para a coleta foram aplicadas as seguintes filtragens:

Quadro 2 – Coleta de dados da pesquisa em base de dados.

Palavras-chave / Base de dados: CAPES
<p>Ruptura de barragens: 21 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “ciências humanas e ciências sociais aplicadas”; idioma: Português.</p> <p>Políticas Públicas Ambientais: 72 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “ciências humanas e ciências sociais aplicadas”; idioma: Português.</p> <p>“Triple Bottom Line”: 29 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “ciências sociais aplicadas e ciências humanas”.</p> <p>“Trade-offs” e desenvolvimento sustentável: 5 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “ciências sociais aplicadas e ciências humanas”.</p> <p>Gestão Hídrica: 17 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “ciências sociais aplicadas e ciências humanas”.</p>
Palavras-chave / Base de dados: SCOPUS
<p>“Dam Failure”: 243 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “<i>social Science e Environmental Science</i>”; acesso aberto; idioma: Inglês.</p> <p>“Environmental Public Policy”: 40 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “<i>Social Science, environmental Science, economics, econometrics and finance</i>”; idiomas: Português e Inglês.</p> <p>“Triple Bottom Line”: 292 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categoria em “<i>Social Science</i>”.</p> <p>“Water management”: 116 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “<i>Social Science</i>”; palavras-chave: <i>water management</i> e <i>water resource</i>”; país/território: Brasil.</p> <p>“Trade-offs”: 36 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “<i>Social Science, Environmental Science</i>”; palavras-chave: <i>economic and social affects, sustainability, climate change</i>; artigos; idioma: Inglês; país/território: Brasil.</p>
Palavras-chave / Base de dados: WEB OF SCIENCE
<p>“Dam Failure”: 100 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “<i>Social Science Interdisciplinary, Environmental Science, water resources</i>”; acesso aberto; idioma: Inglês.</p> <p>“Environmental Public Policy”: 18 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categoria “<i>Environmental Science</i>”; idiomas: Português e Inglês.</p> <p>“Triple Bottom Line”: 304 artigos Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categoria em “<i>Environmental Science, water resources</i>”; idioma: Inglês; país/território: Brasil.</p> <p>“Water management”: 186 artigos</p>

Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “*Social Science*”; palavras-chave: *water management* e *water resource*; país/território: Brasil.

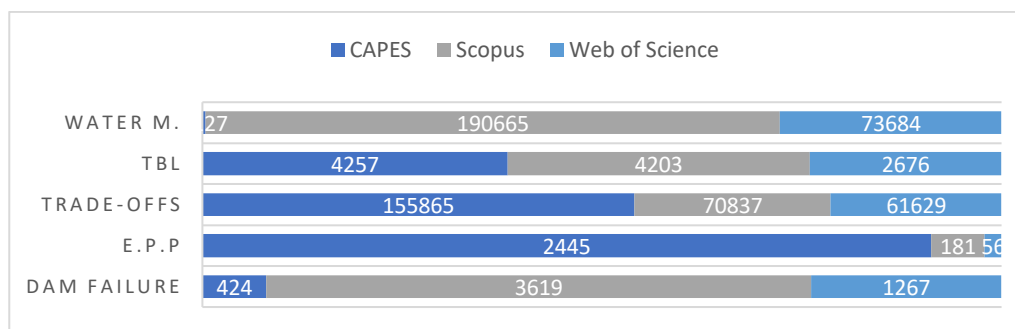
“*Trade-offs*”: 51 artigos

Filtros aplicados: limite temporal de 2019 a 2024; acesso aberto; artigos; categorias “*Environmental Science*”; idioma: Inglês; país/território: Brasil.

Fonte: autoria própria, 2024

De acordo com o gráfico abaixo, tem-se os resultados obtidos de cada palavra-chave sem as filtrações identificadas acima e a quantidade dos respectivos artigos produzidos, utilizando o parâmetro cronológico (Lima e Miotto, 2007) do ano de 2019 a 2024, considerando o fato de que um dos maiores desastres de rompimento de barragem ocorreu em 2019 e seus impactos refletem até os dias atuais.

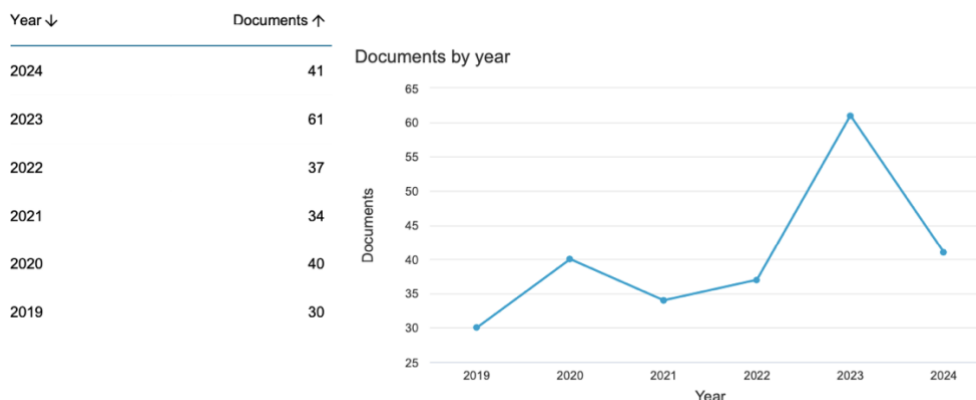
Gráfico 1 – Resultado geral das pesquisas das bases de dados das plataformas CAPES, Scopus e Web of Science.



Fonte: autoria própria, 2024

A análise bibliométrica revela um crescimento significativo nas publicações a partir de 2019, coincidindo com o acidente em Brumadinho, até o ano atual da pesquisa em 2024, como ilustrado na figura abaixo, justificando o recorte temporal escolhido para esta pesquisa.

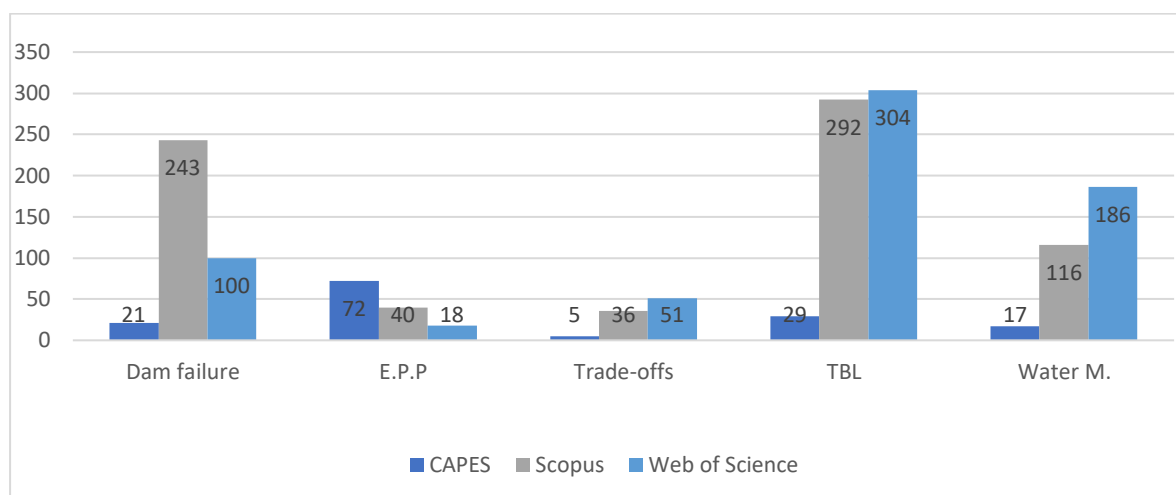
Figura 2 – Bibliometria da base de dados Scopus de publicações por ano



Fonte: Scopus, 2024

Posteriormente, realizou-se uma leitura flutuante dos resumos dos artigos para a certificação de quais direcionavam o conteúdo às temáticas de estudo e, conseqüentemente, que mais se aproximavam ao objetivo da palavra-chave selecionada. Como resultado, obteve-se um novo dado quantitativo dos artigos, conforme ilustrado no gráfico abaixo:

Gráfico 2 – Resultado simplificado aplicando os filtros das pesquisas das bases de dados das plataformas CAPES, Scopus e Web of Science.

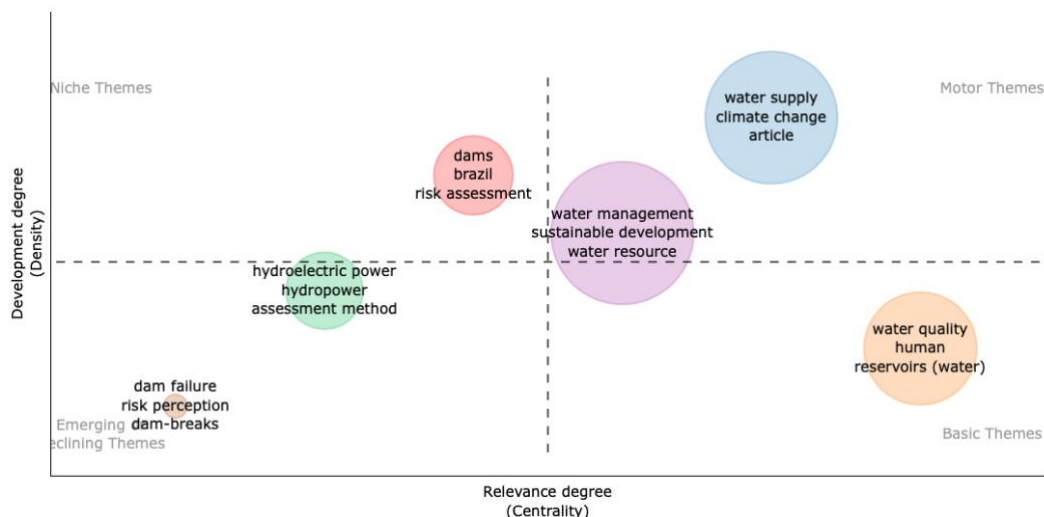


Fonte: autoria própria, 2024

A busca por “*Dam failure*” foi utilizada para verificar o conteúdo acerca dos rompimentos das barragens de maneira geral, tendo em vista que o critério temporal aplicado contemplou cinco anos após um dos maiores desastres na esfera ambiental, social, econômica – e em perda de vidas humanas - ocorrido na cidade de Brumadinho em 2019. A busca por “*Environment public policy*” teve como objetivo explorar as políticas públicas ambientais, os conceitos utilizados e o núcleo da elaboração dessas políticas. O termo “*trade-offs*” teve como objetivo discutir sobre desenvolvimento sustentável, tendo em vista a ilustração da necessidade de encontrar um equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica. O termo “*Triple Bottom Line*” teve como objetivo compreender a aplicação do TBL à época, buscando conciliar os interesses econômicos com os sociais e ambientais, promovendo o desenvolvimento sustentável e a criação de valor a longo prazo para a organização e para a sociedade, bem como utilizá-lo na contextualização do conceito de ESG. O emprego do termo “*Water management*” teve como objetivo perceber a influência dos recursos hídricos em diversas esferas, assim como suas formas de gestão.

sustentável e recurso hídrico”. Além de ser relacionado ao tema de nicho “barragens brasileiras e avaliação de risco”, ambas as temáticas com alto grau de relevância.

Figura 5 – Mapa de temáticas.



Fonte: Scopus, 2024

A exposição anterior dos dados gerados por meio do método de pesquisa bibliométrico foi gerado graficamente.

O presente estudo teve quatro objetivos específicos: apresentar o conceito de Desenvolvimento Sustentável, o conceito de Política Pública Ambiental, bem como a apresentar a PNSB, destacando suas interfaces com a gestão dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento sustentável.

Os procedimentos metodológicos adotados para atingir os objetivos da pesquisa incluíram uma pesquisa bibliográfica, a qual implica em um conjunto ordenado de procedimentos (Lima e Mito, 2007), bem como pesquisa documental, sendo esta auxiliar, análise bibliométrica e análise de conteúdo (Bardin, 2015).

Por meio de um conjunto de instrumentos metodológicos decorre a análise de conteúdo, “a qual procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça”, afirma Laurence Bardin (2015). A autora ressalta que a “análise de conteúdo é uma busca de outras realidades através das mensagens” (2015). Também, visa conhecer variáveis de ordem psicológica, sociológica, histórica, entre outras, por meio de mecanismos dedutivos baseados em indicadores, reconstruídos a partir do *corpus* constituído para a análise de conteúdo.

A partir da estruturação da análise de conteúdo, foi iniciada a fase de pré-análise mediante a leitura flutuante dos materiais selecionados nas bases de dados

para a revisão de literatura. Esta etapa se integra à análise documental, - “a qual tem por objetivo dar forma conveniente e representar de outro modo essa informação” (Bardin, 2015) -, iniciando pela indexação por classificação em palavras-chave (Quadro 2), seguida pela análise da síntese dos documentos (resumos/ *abstracts*). A seleção dos documentos analisados foi baseada na aplicação de filtros específicos descritos no Quadro 2, destinados a restringir o conteúdo à temática central da pesquisa em questão, permitindo assim a constituição de um *corpus* adequado. (Bardin, 2015). Além disso, documentos que foram analisados por outras fontes, dispostos em sites governamentais e similares, também abrangem a análise documental (Fluxograma 1 e Quadro 3).

Para constituir o *corpus*, foram estabelecidos critérios de análise para percorrer as etapas da escolha dos documentos, como indica Bardin (2015). O recorte cronológico de 2019 a 2024 foi aplicado na pesquisa bibliográfica e documental. Deu-se preferência a documentos de órgãos fiscalizadores, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), instituição responsável por fiscalizar a segurança de barragens de acumulação de água localizadas em rios de domínio da União para as quais emitiu outorga, bem como de outros órgãos fiscalizadores estaduais e federais.

Essa análise documental contemplou documentos e relatórios técnicos sobre segurança das barragens no Brasil, legislação nacional e estadual, relatórios de pesquisa, relatórios de empresas privadas responsáveis por barragens e tabelas estatísticas sobre o uso dos recursos naturais dos setores consuntivos e não consuntivos, conforme Quadro 4. A obtenção de dados foi estritamente sobre as barragens cadastradas SNISB.

Quadro 3 – Instrumentos que compõem o *corpus* da pesquisa documental

Fonte	Documentos
Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA)	Relatório Anual de Segurança de Barragens; Planos de Recursos Hídricos; Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens; Classificação de Barragens; Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil.
Leis Federais	Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH); Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB); Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); Constituição Federal.
Leis Estaduais	Política Estadual de Segurança de Barragens dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Goiás; Normas e Diretrizes para verificação da segurança das barragens do Estado do Maranhão; Projeto de Lei sobre a Política Estadual de Segurança de Barragens do Estado do Paraná.

Portarias, Decretos, Resoluções e Instruções Normativas	Portaria SEMA nº 168, de 04 de junho de 2019; Portaria do SEMA nº 110, de 31 de agosto de 2018; Portaria GM/MS nº 888/2021; Resolução ARSAE-MG nº 129/2019; Resolução nº 58/2006 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.
<i>World Bank Group</i>	Diálogos para Aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil.
Notas Técnicas e Portarias do IAT	Nota técnica nº 01/IAT/Segurança de Barragens; Nota técnica nº 23/2021/IAT/Segurança de Barragens; Portaria nº 46/2018 sobre o Plano de Segurança de Barragens, das Inspeções de Segurança Regular e especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragens e Plano de Ação Emergencial.
Secretarias do Meio Ambiente, Instituto do Meio Ambiente...	Relatórios Estaduais de Segurança de Barragens; Relatório de Atividades de 2022 do GT de Segurança de Barragens.

Fonte: autoria própria, 2024

A escolha dos documentos transcorreu as regras da exaustividade, esgotando o assunto, sem omissão; da representatividade, em que os materiais demonstram o objeto de estudo de maneira universal; da homogeneidade, os dados se referem ao mesmo tema e foram coletados da mesma forma; e da pertinência, os documentos são adequados, tendo em vista que correspondem aos objetivos de pesquisa.

A análise de conteúdo teve como objetivo observar a atuação da gestão hídrica e sua relação com a segurança de barragens, assim como os desafios institucionais. Por isso, essa metodologia também extraiu dados sobre gestão hídrica da pesquisa bibliográfica e pesquisa documental, a fim de compará-las posteriormente nas políticas nacionais de recursos hídricos e segurança de barragens. A abordagem qualitativa contemplou a análise de conteúdo (Bardin, 2015) realizada a partir das informações nos instrumentos que compuseram o *corpus* da pesquisa bibliográfica e documental, como exposto.

O tratamento dos resultados e suas interpretações foram realizados conforme descrito a seguir. Através da exploração do material, foi possível codificar os dados encontrados de forma sistematizada.

Quadro 4 – Análise de conteúdo – categorias e subcategorias

Categorias/unidade de registro	Base teórica	Subcategorias	Base teórica de cada subcategoria
Gestão Hídrica	Segundo os autores Pollachi e Momm (2023), é um modelo essencial para a governança da água no Brasil, orientando-se pela integração dos sistemas ambientais, socioeconômicos e institucionais.	Gestão integrada	Modelo de governança da água que busca a integração entre sistemas ambientais e socioeconômicos para um uso mais sustentável (Pollachi e Momm (2023).
		Formas de gestão	Modelos, métodos e estratégias utilizadas para organizar e gerenciar recursos e processos (Jimenez et. al, 2018).
Desafios de Gestão	Relacionados à governança da água, implementação de políticas públicas, e articulação entre diferentes níveis de governo e sociedade (Jacobi <i>et al.</i> , 2015; Fracalanza e Freire, 2016; Momm <i>et al.</i> , 2021; Carneiro <i>et al.</i> 2010).	Desafios Institucionais, financeiros, técnicos e social.	Problemas de planejamento setorial e os diferentes níveis de governo (Carneiro et. al, 2010; Pereira e Medeiros, 2009; Azevedo, 2009).
		Políticas Públicas	Uma ação governamental direcionada para alcançar objetivos fora de si mesmo (Deubel, 2007).
Segurança de Barragens	Conjunto de esforços, recursos e profissionais treinados que se decidam à concepção, projeto e construção de barragens seguindo as melhores práticas de engenharia, se estendo às etapas pós-construção como enchimento, manutenção, operação e descomissionamento, quando aplicável (Marques Filho, 2023).	Impactos socioeconômicos e ambientais	Consequências de ações políticas, projetos ou eventos nas condições sociais e econômicas de indivíduos, comunidades e sociedades (Daú <i>et. al</i> , 2019).
		Gestão de risco	Um processo de envolve a análise de aspectos operacionais e de gestão (Baracho, Najberg e Scalize, 2023).

Fonte: autoria própria, 2024

A codificação – unidade de registro – foi realizada com base na teoria da revisão bibliográfica e na pesquisa documental. A partir de então, o tópico 4 e 5 apresentam os resultados e as discussões alcançados nesta pesquisa, respectivamente.

4. RESULTADOS

4.1 Análise de Conteúdo

Com base na análise de conteúdo conduzida nesta pesquisa, foram realizadas codificações das unidades de registro e de contexto, bem como a identificação de suas respectivas subcategorias, associando cada uma delas às suas fundamentações teóricas. No capítulo de resultados, serão apresentadas detalhadamente as unidades de registro, exemplificando as subcategorias identificadas e suas correspondentes unidades de contexto, a fim de proporcionar uma interpretação estruturada e fundamentada dos dados analisados, conforme tabela abaixo.

Quadro 5 – Análise de conteúdo – unidade de contexto das subcategorias

Categorias/unidade de registro	Base teórica	Subcategorias	Base teórica de cada subcategoria	Unidade de contexto
Gestão Hídrica	Segundo os autores Pollachi e Momm (2023), é um modelo essencial para a governança da água no Brasil, orientando-se pela integração dos sistemas ambientais, socioeconômicos e institucionais.	Gestão integrada	Modelo de governança da água que busca a integração entre sistemas ambientais e socioeconômicos para um uso mais sustentável (Pollachi e Momm (2023)).	Resistência de agências estatais em renunciar ao poder. A falta de recursos financeiros. Complexidade inerente à gestão de um bem comum.
		Formas de gestão	Modelos, métodos e estratégias utilizadas para organizar e gerenciar recursos e processos (Jimenez et. al, 2018).	Cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão.
				Segurança hídrica e revitalização de bacias hidrográficas para garantir a gestão hídrica das regiões.
				Conflitos de interesse e a necessidade de um marco regulatório.
				Segurança de barragens como forma de gestão para garantir a segurança hídrica.
		Desafios de Gestão	Relacionados à governança da água, implementação de políticas públicas, e articulação entre diferentes níveis de governo e sociedade (Jacobi <i>et al.</i> , 2015; Fracalanza e Freire, 2016; Momm <i>et al.</i> , 2021; Carneiro <i>et al.</i> 2010).	Desafios Institucionais, financeiros, técnicos e social.
Políticas Públicas				Legislações, regulamentações, normas que regem a segurança de barragens (Puthucherril, 2022).

			Uma ação governamental direcionada para alcançar objetivos fora de si mesmo (Deubel, 2007).	
Segurança de Barragens	Conjunto de esforços, recursos e profissionais treinados que se decidam à concepção, projeto e construção de barragens seguindo as melhores práticas de engenharia, se estendo às etapas pós-construção como enchimento, manutenção, operação e descomissionamento, quando aplicável (Marques Filho, 2023).	Impactos socioeconômicos e ambientais	Consequências de ações políticas, projetos ou eventos nas condições sociais e econômicas de indivíduos, comunidades e sociedades (Daú <i>et. al</i> , 2019).	Os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes de falhas em barragens podem resultar em perdas humanas, danos materiais significativos, além de impactos severos nos ecossistemas e nas estruturas sociais (Arias <i>et.al</i> , 2022).
		Gestão de risco	Um processo de envolve a análise de aspectos operacionais e de gestão (Baracho, Najberg e Scalize, 2023).	Mapeamento probabilístico; avaliação de risco de barragens em cascata; adpção de medidas preventivas e de mitigação; Plano de Ação de Emergência (PAE).

Fonte: autoria própria, 2024

A análise de conteúdo referente à gestão hídrica, conforme apresentado, considerou essa unidade de registro como um modelo essencial para a governança da água no Brasil, orientando-se pela integração dos sistemas ambientais, socioeconômicos e institucionais. A unidade de registro "gestão hídrica" foi analisada por meio de subcategorias como gestão integrada e formas de gestão. A gestão integrada foi definida como um modelo de governança da água que busca a integração entre sistemas ambientais e socioeconômicos para um uso mais sustentável, revelando desafios na implementação da gestão integrada, incluindo a resistência de agências estatais em renunciar ao poder, a falta de recursos financeiros, e a complexidade inerente à gestão de um bem comum.

Contudo, autores como Pollachi e Momm (2023) defendem que a gestão integrada é o modelo ideal para lidar com a complexidade da água, buscando um equilíbrio entre as dimensões social, econômica e ambiental, exigindo uma abordagem participativa. As formas de gestão abrangem os modelos, métodos e estratégias utilizados para organizar e gerenciar recursos e processos.

A análise de conteúdo identificou a cobrança pelo uso da água como um instrumento de gestão, sendo a outorga um mecanismo regulatório do uso deste bem comum. A segurança hídrica e a revitalização de bacias hidrográficas foram apontadas como essenciais para garantir a gestão hídrica regional. A necessidade de um marco regulatório para gerir conflitos de interesse também foi evidenciada. A descentralização da gestão hídrica no Brasil, acompanhada por iniciativas participativas e compartilhadas, foi observada.

Além disso, a análise de conteúdo ressaltou que a disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades humanas, econômicas e ecossistêmicas é uma forma de gestão, implicando a necessidade de planejamento do recurso hídrico e de infraestrutura hídrica. Por exemplo, o grande número de barragens destinadas à irrigação no Rio Grande do Sul evidencia a importância desse setor para a gestão da água naquela região.

Em suma, a análise de conteúdo sobre gestão hídrica enfatizou a necessidade de uma abordagem integrada e participativa, identificou desafios na sua implementação, e destacou instrumentos e estratégias como a cobrança pelo uso da água, a segurança hídrica, a revitalização de bacias, e o planejamento como elementos cruciais para uma gestão sustentável dos recursos hídricos. A análise

também apontou para a intersecção entre a gestão hídrica e a segurança de barragens, reforçando a necessidade de medidas que garantam ambos os aspectos.

De acordo com a pesquisa, em 18 de novembro de 2023, o Brasil possuía um total de 25.542 barragens existentes, das quais 1.872 foram cadastradas em 2023. Houve um aumento de 227 unidades cadastradas em comparação com a última atualização feita em 23 de outubro de 2023. O uso principal das barragens cadastradas é um critério importante para a implementação da Política Nacional e do SGRH. Os principais setores que mais retiram água das Bacias Hidrográficas são: irrigação: 9.440 barragens existentes, 380 cadastradas em 2023; uso animal: 5.254 barragens existentes, 231 cadastradas em 2023; abastecimento: 1.932 barragens existentes, 71 cadastradas em 2023; energia elétrica: 1.303 barragens existentes, 0 cadastradas em 2023; mineração: 616 barragens existentes, 31 cadastradas em 2023; indústrias: 591 barragens existentes, 45 cadastradas em 2023.

Quanto à situação das barragens sob os critérios selecionados (dados de 18 de novembro de 2023): inspecionadas: 49 barragens; com Dano Potencial Alto (DP alto): 3.853 barragens; com Dano Potencial Médio (DP médio): 1.221 barragens; não classificadas: 14.753 barragens.

Em relação ao enquadramento na PNSB (dados atualizados até 03 de janeiro de 2024): total de barragens cadastradas: 25.943; sem informação suficiente para verificar o enquadramento: 12.865; enquadradas na PNSB: 5.916; barragens enquadradas e inspecionadas (2023): 279 (4,72%). O uso principal das 5.916 barragens enquadradas na PNSB é: irrigação: 1.970 (33%); abastecimento humano: 1.230 (21%); energia: 774 (13%); mineração: 471 (8%); vazão: 378 (6%); animal: 340 (6%); aquicultura: 249 (4%); recreação: 150 (3%); industrial: 147 (2%); paisagismo: 79 (1%).

Dessas 5.916 barragens enquadradas, 1.277 não possuem indicação de empreendedor. Os empreendedores com o maior número de barragens enquadradas são listados no Quadro 9, incluindo principalmente entes privados (67%) e públicos (29%), 46% (2.705) das barragens não possuem informações disponíveis sobre os empreendedores responsáveis.

Quanto aos instrumentos da PNSB: Plano de Segurança de Barragens (PSB): 1.582 barragens possuem; Plano de Ação Emergencial (PAE): 1.373 barragens possuem; Relatório de Segurança de Barragens (RSB): 701 barragens possuem; Inspeções de Segurança Regular (ISR) ou Especial (ISE) em 2023: 262 barragens

realizaram; barragens sem registros de inspeções (mesmo em anos anteriores): 4.720.

O Quadro 10 apresenta a relação dos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens com as barragens cadastradas no SNISB em 2022 e 2023, indicando o número de barragens cadastradas e não verificadas por cada órgão. Órgãos como ANEEL, ADASA/DF, FEAM/MG e CETESB/SP tiveram todas as barragens sob suas jurisdições verificadas quanto ao enquadramento na PNSB, enquanto a ANA, SEMAD/GO, SEMA/MA, DAEE/SP, IAT/PR e SEMA/RS ainda apresentam desafios na verificação.

O Quadro 7 detalha o uso principal das barragens enquadradas na PNSB em cada estado do Brasil (ANA, 2023). Por exemplo, o Rio Grande do Sul detém o maior número de barragens, totalizando 10.267, com irrigação sendo o principal uso. Esses dados quantitativos ressaltam a importância e a complexidade da gestão hídrica, além da segurança de barragens no Brasil.

Já a análise de conteúdo referente à unidade de registro “desafios de gestão” centra-se nos obstáculos relacionados à governança da água, implementação de políticas públicas e articulação entre diferentes níveis de governo e sociedade. A análise categorizou esses desafios em subcategorias como institucionais, financeiros, técnicos e sociais. A análise apontou para a falta de coordenação entre diferentes atores como um desafio institucional significativo. No contexto da fiscalização de barragens, a convergência entre diferentes instituições enfrenta obstáculos decorrentes de estruturas burocráticas divergentes e competências sobrepostas. A definição clara de responsabilidades e a coordenação eficaz entre agências governamentais, empresas privadas e a sociedade civil também se mostraram desafios.

Existe uma forte pressão institucional para a adoção de comportamentos socialmente responsáveis, porém, a ausência de responsabilidade corporativa é evidente em incidentes como os rompimentos de barragens de grandes empresas. Os incisos III, IV e V do art. 3º da PNSB estabelecem objetivos como a promoção do monitoramento, a ampliação do controle de barragens pelo poder público através da fiscalização, orientação e correção, e a coleta de informações para o gerenciamento da segurança de barragens. No entanto, há inúmeras dificuldades no monitoramento e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis, devido à falta de equipe técnica e

ausência das informações necessárias, considerando que os relatórios sobre as barragens são autodeclaratórios pelos empreendedores.

A convergência entre as diferentes instituições envolvidas na supervisão e regulamentação das barragens frequentemente enfrenta obstáculos decorrentes de estruturas burocráticas divergentes e competências sobrepostas. Além disso, as forças reguladoras muitas vezes se deparam com desafios relacionados à definição clara de responsabilidades e à coordenação eficaz entre agências governamentais, empresas privadas e a sociedade civil. A necessidade de monitoramento contínuo e capacidade de resposta rápida diante de emergências também destaca a importância de superar esses desafios institucionais.

Os dados disponíveis corroboram a observação de que as condições ambientais do país não têm melhorado significativamente concomitantemente ao avanço das leis e políticas ambientais, devido a desafios e obstáculos nas esferas jurídica, institucional e política (Capella, 2018). Na esfera institucional, destacam-se problemas como conflitos de competência, capacidade institucional insuficiente das agências públicas para implementação e monitoramento, falta de coordenação intra e intergovernamental, exacerbados pela crônica escassez de recursos financeiros. A fase operacional das barragens demanda uma forte cooperação, que se mostra um desafio a ser superado.

A ausência de gestão, planejamento e execução na fiscalização das estruturas de barragens por parte do governo estadual também é apontada como um grave déficit institucional. A ausência de um plano de segurança e a necessidade de criar uma legislação estadual e fortalecer as normas federais existentes são ressaltadas.

A ausência de elementos como análise documental, vistorias técnicas e indicadores de segurança, que muitas vezes são gerados pelo próprio processo de fiscalização, dificulta a execução efetiva das atividades de supervisão, criando um ciclo vicioso. A falta de verbas destinadas às vistorias, devido à defasagem e falta de reajuste, também reforça a existência de déficit institucional. Os RSB de diversos estados também apontam para desafios institucionais como a ausência de responsáveis técnicos, carência de colaboradores para fiscalização, ausência de indicação do empreendedor, déficit de instrumentos da PNSB (PSB e PAE) e ausência de inspeções pelos próprios empreendedores.

Órgãos fiscalizadores como a ANA, SEMAD/GO, SEMA/MA, DAEE/SP, IAT/PR e SEMA/RS ainda apresentam desafios significativos quanto à verificação do

enquadramento das barragens na PNSB. Apesar da existência de um Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens (ANA, 2017), a quantidade de pessoas trabalhando diretamente com a fiscalização de barragens é limitada em comparação com o número total de servidores nos órgãos fiscalizadores. A principal falha antes do conceito de desenvolvimento sustentável era a falta de integração entre os diferentes setores na formulação e execução de estratégias, o que ainda se mostra evidente na gestão hídrica e segurança de barragens.

A resistência de agências estatais em renunciar ao poder é outro obstáculo à gestão integrada da água. Problemas de planejamento setorial e entre diferentes níveis de governo também foram identificados. Um grave déficit institucional, carência orçamentária e ausência de gestão, planejamento e execução na fiscalização das estruturas de barragens foram constatados em alguns estados.

A insuficiência de recursos para investir em infraestrutura e gestão dos recursos hídricos e na segurança de barragens foi um desafio recorrente na análise. A falta de recursos financeiros dificulta a implementação da gestão integrada da água e a aplicação de medidas de segurança e monitoramento nas barragens. A defasagem monetária nas verbas destinadas às vistorias em barragens também foi identificada como um desafio financeiro que compromete a fiscalização. A análise revelou a dificuldade na obtenção e gestão de dados sobre recursos hídricos. A incompletude e falta de atualização dos dados no Sistema Nacional de Informação de Segurança de Barragens (SNISB) dificultam a criação de políticas baseadas em informações confiáveis. A falta de critérios de avaliação no monitoramento das condições ambientais que considerem as particularidades locais também foi apontada como um desafio técnico.

A baixa aplicação de recursos públicos em manutenção de barragens e a incompletude e falta de atualização dos dados no SNISB são apontados como obstáculos à implementação da PNSB. A falta de coordenação entre os diferentes atores envolvidos (governos, empresas, comunidades e organizações ambientais) é uma objeção para a eficiência da gestão hídrica. A dificuldade em garantir uma participação social efetiva no processo de tomada de decisões também limita a transparência e legitimidade das políticas adotadas.

No contexto da integração da PNSB e PNRH, a integração e cooperação entre os órgãos reguladores e comitês de bacias hidrográficas são apontadas como alternativas para o déficit técnico na fiscalização, propondo planos regionais de

monitoramento e coleta de dados locais. A descentralização da fiscalização com a atuação de diferentes atores regionais e locais, além da participação social e acesso unificado e transparente aos dados, também é mencionada. O CNRH tem um papel importante na articulação entre diferentes órgãos e entidades envolvidas na segurança de barragens, promovendo a integração das políticas públicas.

Já a análise de conteúdo referente à unidade de registro “segurança de barragens” buscou observar a atuação da gestão hídrica e sua relação com a segurança de barragens, bem como os desafios institucionais. A base teórica a define como o conjunto de esforços, recursos e profissionais treinados dedicados à concepção, projeto e construção de barragens seguindo as melhores práticas de engenharia, estendendo-se às etapas pós-construção, como enchimento, manutenção, operação e descomissionamento (Marques Filho, 2023).

A análise de conteúdo também abordou aspectos regulatórios e administrativos como mecanismos para mitigar riscos decorrentes da construção de barragens, mencionando o licenciamento ambiental como um exemplo. Nesse procedimento, o PSB é obrigatório, porém, conforme o RSB de 2023, 27% das barragens cadastradas no SNISB não o possuem.

Outro ponto da análise de conteúdo foi a identificação de legislações, regulamentações e normas que regem a segurança de barragens. A PNSB, instituída pela Lei nº 12.334/2010 e modificada pela Lei nº 14.066/2020, é um elemento central nesse arcabouço legal. A análise também considerou a fiscalização como um objetivo da PNSB, embora tenha apontado inúmeras dificuldades nesse aspecto devido à falta de equipe técnica e informações. A análise também revelou desafios na implementação da PNSB, como a defasagem na fiscalização e a limitação de recursos financeiros.

Ademais, a análise de conteúdo destacou a importância de instrumentos da PNSB, como o PSB e o PAE. Contudo, os resultados parciais do RSB de 2023 indicam uma baixa adesão a esses instrumentos. Por fim, focada na segurança de barragens, a análise também evidenciou a definição do conceito, a importância dos instrumentos regulatórios como a PNSB e o licenciamento ambiental, os desafios na fiscalização e implementação da política, e a preocupante ausência de documentos essenciais como o PSB em uma parcela significativa das barragens cadastradas no SNISB.

5. DISCUSSÕES

5.1 Quantificação de barragens no Brasil pelo uso principal

Embora a presente pesquisa adote uma abordagem qualitativa, oportunamente se quantificou as barragens existentes e critérios para a enumeração foram utilizados, a fim de obter os resultados relacionados à problemática e aos objetivos de pesquisa, como: (i) barragens existentes; (ii) cadastradas em 2023; (iii) inspecionadas; (iv) Dano Potencial Alto e Médio; (v) barragens não classificadas; e (vi) uso principal. Os dados coletados foram atualizados até 18 de novembro de 2023. Em comparação com a última atualização feita em 23 de outubro de 2023, revelou-se uma mudança na quantidade de barragens cadastradas, somando agora mais 227 unidades ao quantitativo total. O cadastro das barragens é um dos instrumentos de fiscalização da segurança.

Na quantificação das barragens, utilizando os critérios elencados anteriormente, obteve-se os resultados a seguir. Os principais setores – uso principal - selecionados são aqueles que mais retiram água das Bacias Hidrográficas, unidades territoriais para implementação da Política Nacional e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Quadro 6 – Quantidade de barragens no Brasil pelos critérios selecionados.

	Uso principal	Existentes	Cadastradas 2023	Inspecionada	DP (alto)	DP (médio)	Não classificadas
1	Irrigação	9.440	380	16	1.154	454	-
2	Animal	5.254	231	1	196	77	4.003
3	Abastecimento	1.932	71	2	1006	130	-
4	Energia elétrica	1.303	0	0	588	94	-
5	Mineração	616	31	2	186	115	-
6	Indústrias	591	45	5	86	29	-
	Principais usos	Existentes	Cadastradas 2023	Inspecionada	DPA (alto)	DPA (médio)	Não classificadas
	Todos	25.542	1.872	49	3.853	1221	14.753

Fonte: autoria própria, 2024 a partir de ANA.

A quantificação das barragens ilustra a extensão da infraestrutura hídrica do país e a sua importância para diversos usos da água, que são centrais para a gestão hídrica. A quantificação das barragens por "uso principal" (irrigação, abastecimento humano, energia elétrica etc.) demonstra as prioridades e as pressões sobre os recursos hídricos.

Entre esses diversos desafios que envolvem a gestão hídrica e, conseqüentemente, a segurança das barragens, destaca-se a questão das barragens não classificadas. Mesmo estando cadastradas, essas barragens não permitem a identificação do Potencial de Dano Associado (DPA), seja em termos econômicos, sociais e ambientais, ou em perda de vidas humanas. Essa falta de categorização, uma das condições para a aplicação da PNSB, torna mais complexo o enfrentamento dos desafios devido à escassez de informações disponíveis.

Os dados da quantificação das barragens no Brasil demonstraram que a quantificação pode ser um aspecto fundamental também para o desenvolvimento de políticas públicas ambientais adequadas, dado o impacto significativo que essas estruturas têm sobre os ecossistemas, recursos hídricos e comunidades locais. Segundo dados da ANA, o país possui milhares de barragens registradas, usadas para abastecimento público, geração de energia, irrigação, contenção de resíduos e outros fins.

A expansão de barragens para geração de energia, irrigação ou contenção de rejeitos deve ser compatibilizada com a preservação de áreas de proteção ambiental, a conservação dos cursos d'água, entre outros. Projetos de grande porte muitas vezes afetam diretamente o fluxo de rios, fauna aquática e ecossistemas associados, e é responsabilidade das políticas públicas garantir que esses impactos sejam mitigados por meio de estudos de impacto ambiental, compensações ecológicas e reabilitação de áreas afetadas.

No entanto, a falta de um mapeamento completo e atualizado dessas barragens, especialmente das de pequeno porte, compromete a capacidade de controle e fiscalização ambiental. A relação com as políticas públicas ambientais se dá, principalmente, na necessidade de garantir a segurança dessas estruturas, promover a gestão sustentável dos recursos hídricos e prevenir desastres ambientais como os rompimentos de barragens de rejeitos, que podem causar danos ecológicos e sociais severos, como visto.

As políticas ambientais precisam integrar o monitoramento constante das barragens com práticas de preservação ambiental, além de promover mecanismos de reparação em casos de impactos negativos, harmonizando desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente. A integração das comunidades locais, ambientalistas e a sociedade civil nas fases de planejamento e monitoramento é

extremamente importante para aumentar a transparência e a legitimidade das decisões públicas.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1995) estabeleceu como objetivo a “inclusão nas atividades de planejamento para eventualidade de ocorrerem acidentes ambientais”. No entanto, a participação como um todo ainda é limitada, e as políticas públicas precisam fortalecer canais de diálogo e consulta para que os interesses das comunidades afetadas sejam devidamente considerados.

O conceito de política pública ambiental, segundo Bonato (2020), envolve um conjunto de ações voltadas a regular as interações entre os sistemas sociais e o meio ambiente, buscando alinhar os mecanismos formais e informais de poder na resolução de conflitos relacionados aos bens públicos. Além disso, Cavalcanti (2001) também destaca a importância de a política pública ambiental abordar uma visão holística das normas sociais que regem a apropriação e os usos dos recursos específicos para determinados fins.

A modernização tecnológica e o aprimoramento na coleta e gestão de dados são questões críticas que as políticas públicas precisam priorizar. A falta de informações confiáveis sobre o estado das barragens, especialmente em termos de vulnerabilidade e impacto ambiental, limita a capacidade dos órgãos reguladores de atuar de forma proativa. Ainda que a implantação das barragens se relacione com a necessidade de subsistência e geração de riqueza, como menciona o autor Puthucherril (2022), são obras de engenharia complexas, conforme dispõe o Relatório de Conjuntura (2023).

Como exposto, o Estado do Sergipe utiliza mecanismos tecnológicos de segurança das estruturas de barragens, assim como a China. A ANA possui um método de monitoramento chamado de Metodologia Simplificada para classificar o DPA e contou com a participação do exército dos EUA para a sua elaboração. Embora sejam essenciais, os autores Samsuddin *et.al* (2024) afirmam que os métodos avaliativos focam apenas nas estruturas, desconsiderando os impactos do rompimento. Investir em tecnologia de monitoramento remoto e fortalecer os bancos de dados nacionais sobre recursos hídricos e estruturas de barragens são passos indispensáveis para uma gestão preventiva.

Além disso, a pesquisa pelos instrumentos regulatórios foi fundamental para identificar os Estados que possuem Política Estadual de Segurança de Barragens.

Identificou outros instrumentos regulatórios de segurança e fiscalização, sendo eles: (i) Política Estadual; (ii) Projeto de Lei Estadual; (iii) Portarias; (iv) Cadastro de Segurança de Barragens; (v) Decretos; (vi) Resoluções; e (vii) Instruções Normativas.

Embora as questões ambientais que envolvem políticas públicas tenham dimensões metropolitanas que extrapolam o âmbito municipal, é essencial que a execução dessas políticas ocorra preferencialmente em nível estadual, não se restringindo apenas ao nível nacional. Segundo Sánchez (1991), tais políticas não apenas facilitam a tomada de decisões políticas e contribuem para a concepção de projetos e planejamento, mas também funcionam como instrumentos de negociação social e desempenham um papel indispensável na gestão ambiental.

Foram instrumentos de pesquisa as legislações de todos os Estados brasileiros, a fim de verificar a existência de Políticas Estaduais da Segurança de Barragens. No entanto, identificou-se que apenas quatro estados possuem políticas estaduais de segurança de barragens, os demais possuem outra regulação, detalhada no Quadro 7.

Destaca-se um ponto importante de análise a quantidade existente de barragens em cada estado e seu instrumento regulatório de segurança de barragens, conforme informações reunidas.

Quadro 7 – O uso principal das barragens em cada Estado no Brasil (ANA, 2023)

	ESTADO	USO PRINCIPAL						TOTAL
		Abast.	Energia	Irrigação	Rejeitos	Industrial	Animal	
1	Rio Grande do Sul	56	129	5889	4	292	3178	10.267
2	Mato G. Sul	0	36	162	17	2	379	2.139
3	Paraná	116	96	379	3	67	129	1.727
4	Minas Gerais	66	238	399	144	48	53	1.423
5	Goiás	72	53	615	11	28	155	1.175
6	Tocantins	33	28	168	5	13	425	941
7	São Paulo	56	138	28	40	13	4	869
8	Bahia	228	30	340	79	28	30	796
9	RN	353	0	75	0	0	309	759
10	Mato Grosso	14	118	284	163	11	31	725
11	Paraíba	293	0	138	1	9	3	638
12	Espírito Santo	42	25	442	0	8	36	635
13	Pará	5	53	102	75	34	61	565
14	Pernambuco	207	6	92	0	11	6	504
15	Ceará	275	0	29	0	1	63	385
16	Acre	0	0	5	0	0	244	357
17	Santa Catarina	4	225	44	8	3	2	340
18	Rondônia	1	37	10	30	1	57	207
19	Alagoas	21	5	89	1	5	0	146
20	Distrito Federal	30	1	70	0	0	9	134
21	Sergipe	10	6	27	3	3	65	122
22	Roraima	1	11	0	0	0	1	110
23	Maranhão	15	0	44	3	3	9	103

24	Rio de Janeiro	14	53	0	1	7	1	88
25	Piauí	20	1	5	1	1	3	64
26	Amazonas	0	6	1	11	1	1	54
27	Amapá	0	8	3	16	2	0	44

Legenda:

	Política Estadual de Segurança de Barragens
	Projeto de lei estadual
	Portarias
	Cadastro de Segurança de Barragens
	Decretos
	Resoluções
	Instruções Normativas
	Lei Estadual (normas e diretrizes)

Fonte: autoria própria, 2024 a partir de Política Estadual de Segurança de Barragens dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Goiás; Normas e Diretrizes para verificação da segurança das barragens do Estado do Maranhão; Projeto de Lei sobre a Política Estadual de Segurança de Barragens do Estado do Paraná. Portaria SEMA nº 168, de 04 de junho de 2019; Portaria do SEMA nº 110, de 31 de agosto de 2018; Portaria GM/MS nº 888/2021; Resolução ARSAE-MG nº 129/2019; Resolução nº 58/2006 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Relacionando o texto com a Pirâmide de Kelsen (1999), as políticas públicas ambientais que envolvem a segurança de barragens podem ser enquadradas dentro dessa hierarquia normativa. No topo, a Constituição Federal define as diretrizes fundamentais para a proteção ambiental e delega competências a diferentes entes federativos, como a União, os estados e os municípios. A legislação nacional, como a PNSB (Lei nº 12.334/2010), insere-se no nível intermediário da pirâmide, estabelecendo parâmetros gerais que devem ser seguidos por estados e municípios.

Nesse contexto, as legislações estaduais sobre segurança de barragens podem ser entendidas como normas infraconstitucionais que, conforme a Pirâmide de Kelsen, precisam estar em conformidade com as diretrizes nacionais e constitucionais. Isso demonstra que, enquanto a lei federal define os princípios gerais, cabe aos estados especificar e aplicar normas adequadas às suas particularidades regionais, sempre respeitando a hierarquia normativa e garantindo conformidade com o art. 24 da CF/88, que trata da competência concorrente, por exemplo. O fato de apenas quatro estados possuírem políticas específicas de segurança de barragens mostra uma lacuna na legislação estadual, o que enfraquece a estrutura normativa em relação a essa temática. A ausência dessas políticas estaduais específicas nos demais estados pode indicar que tais estados dependem de regulamentos menos detalhados ou de normas mais gerais (que estariam no nível intermediário ou inferior da pirâmide), como a legislação federal ou outras regulações, sem desenvolver uma normatização própria para atender às suas particularidades ambientais e territoriais.

De acordo com as informações apresentadas no Quadro 8, é evidente que o estado do Rio Grande do Sul detém o maior número de barragens, totalizando 10.267 unidades cadastradas. Notavelmente, o estado não possui uma Política Estadual específica para o gerenciamento de barragens. Em vez disso, faz uso da Portaria – SEMA (Secretaria Meio Ambiente) nº 168, de 04 de junho de 2019, a qual estabeleceu um GT (Grupo de Trabalho) encarregado da fiscalização. Os integrantes do GT são servidores da DRHS (Divisão de Recrutamento e Seleção de Recursos Humanos), especialmente da DIOUT (Divisão de Outorga e Fiscalização dos Recursos Hídricos). Entretanto, os servidores não possuem dedicação exclusiva para a área de segurança de barragens, conforme Relatório de Atividades de 2022 elaborado pelo GT de Segurança de Barragens do Rio Grande do Sul.

A análise de processos relacionados à regularização de outorga de direito de uso da água, à obtenção do alvará de obra de barragens e açudes, e à aplicação da PNSB é conduzida por meio do SIOUT-RS (Sistema de Outorga do Rio Grande do Sul), conforme dispõe a Portaria do SEMA nº 110, de 31 de agosto de 2018. As informações inseridas no SIOUT dependem exclusivamente do empreendedor.

Conforme indicado pelo referido Grupo de Trabalho (GT), há preocupações com algumas barragens, incluindo aquelas sob a responsabilidade do Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Essas barragens levantam preocupações devido à falta de manutenção adequada, identificação de responsabilidade apropriada, entre outros aspectos. Outro ponto que merece destaque são as barragens que foram construídas com recursos da União, localizadas no estado do Rio Grande do Sul, que estão incluídas na lista de barragens que também geram preocupação. Isso se deve à falta de clareza jurídica em relação à competência para fiscalização da segurança das barragens que foram construídas com recursos da União em cursos hídricos sob domínio estadual.

Os usos principais com maior número de barragens são os que mais demandam água no Brasil e vem crescendo continuamente ao longo dos anos, com destaque para o abastecimento das cidades, a indústria de transformação e a agricultura irrigada, que somam cerca de 83% do total retirado (Relatório de Conjuntura, 2023).

Neste tópico, ao apresentar dados sobre o número de barragens existentes no Brasil, as cadastradas, as inspecionadas, aquelas com DPA médio e alto, e, crucialmente, a distribuição dessas barragens por uso principal, oferece-se uma

dimensão da magnitude do objeto de estudo. Por exemplo, o detalhamento dos principais setores que mais retiram água das bacias hidrográficas, que são o abastecimento das cidades, a indústria de transformação e a agricultura irrigada, e a quantificação das barragens enquadradas na PNSB por uso, como irrigação (1.970), abastecimento humano (1.230) e energia (774), ilustra a relevância da gestão hídrica e da segurança de barragens para diversos setores da economia e para a sociedade.

Além disso, a informação de que um número significativo de barragens cadastradas não possui informação suficiente para verificar seu enquadramento na PNSB ou não possui indicação de empreendedor reforça os desafios de gestão e fiscalização discutidos na revisão de literatura. A constatação de que poucas barragens enquadradas na PNSB foram inspecionadas (4,72% em 2023) corrobora as alegações da revisão de literatura sobre a deficiência na fiscalização e a falta de recursos.

Os números fornecem uma base empírica para entender a extensão e a complexidade dos desafios institucionais e organizacionais enfrentados na implementação da PNSB e na gestão hídrica, que são os objetivos gerais da pesquisa. A quantificação demonstra a escala da infraestrutura de barragens no Brasil e a importância de políticas públicas eficazes para garantir sua segurança e o uso sustentável dos recursos hídricos, temas centrais da revisão de literatura.

Esses dados demonstram que a gestão hídrica é um campo interdisciplinar fundamental que envolve a administração e a coordenação do uso, conservação e distribuição dos recursos hídricos para garantir sua disponibilidade e qualidade para as gerações presentes e futuras. Como já dialogado, o crescimento populacional, a urbanização acelerada e as mudanças climáticas, a gestão eficiente da água se tornou um dos maiores desafios globais. Esse cenário exige a implementação de políticas integradas que conciliem as demandas por abastecimento, saneamento, agricultura, indústria e preservação ambiental.

Além disso, a gestão hídrica deve considerar a equidade no acesso à água, a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e a mitigação de conflitos entre diferentes usuários. A complexidade do gerenciamento dos recursos hídricos exige uma abordagem que envolva governos, comunidades, organizações internacionais e o setor privado, promovendo a cooperação e a inovação para enfrentar os desafios contemporâneos e futuros relacionados à água.

Uma outra terminologia utilizada para se referir às formas de gestão hídrica é a da disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para atender as necessidades humanas, econômicas e ecossistêmicas. Conseqüentemente, a necessidade em realizar o planejamento do recurso hídrico é inadiável, assim como o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos até às ações futuras. A necessidade de infraestrutura hídrica, construção e/ou ampliação, faz parte de modelos de gestão de acordo com a análise de conteúdo dessa unidade de registro.

Autores como Torres *et. al* (2020) argumentam que a gestão integrada de recursos hídricos é o modelo ideal para lidar com a complexidade da água, buscando um equilíbrio entre as dimensões social, econômica e ambiental. Esse modelo exige uma abordagem participativa, envolvendo atores estatais, usuários da água e a sociedade civil na tomada de decisões. Contudo, a implementação dessa gestão integrada enfrenta desafios, incluindo a resistência de agências estatais em renunciar a poder, a falta de recursos financeiros e a complexidade inerente à gestão de um bem comum.

A cobrança pelo uso da água como um instrumento de gestão também foi acentuada pela revisão de literatura e identificada na unidade de contexto da subcategoria “formas de gestão”, uma vez que a entidade reguladora do recurso hídrico necessita outorgar o uso deste bem comum. Além do mais, observou-se que a segurança hídrica está relacionada com a revitalização das bacias hidrográficas, a fim de garantir uma melhor gestão regional. Decorrente disso, entende-se pela necessidade de um marco regulatório para gerir também os conflitos de interesse sob o bem comum.

Os autores Trindade e Scheibe (2014) e Pollachi (2021), defendem a cobrança pelo uso da água como um instrumento essencial da gestão integrada dos recursos hídricos, pois gera recursos para financiar projetos de recuperação e conservação de recursos hídricos. No entanto, a implementação da cobrança esbarra na resistência de usuários e na falta de capacidade técnica e institucional para sua gestão adequada.

A articulação entre diferentes níveis de governo é outro pilar essencial para uma gestão hídrica estratégica. A cooperação entre esferas municipais, estaduais e federais possibilita uma melhor coordenação de ações, evitando sobreposições de competências e promovendo sinergias na implementação de projetos voltados à segurança hídrica. Programas de incentivo à inovação tecnológica, investimentos em

infraestrutura hídrica e o fortalecimento de mecanismos de fiscalização e controle são medidas fundamentais para garantir um abastecimento sustentável.

A gestão hídrica é um tema central para o desenvolvimento sustentável, exigindo uma governança estratégica, políticas públicas bem estruturadas e uma forte articulação entre diferentes níveis de governo e a sociedade (Jacobi *et al.*, 2015; Fracalanza e Freire, 2016; Momm *et al.*, 2021; Carneiro *et al.* 2010).

5.2 Desafios institucionais: sinergia e convergência das forças reguladoras

A revisão de literatura estabelece o arcabouço teórico e conceitual para entender a complexidade da gestão de recursos hídricos e da segurança de barragens, dentro do qual se inserem os desafios institucionais. Discute, ainda, a evolução da governança no Brasil para um modelo de regulamentação indireta com agências reguladoras. Este tópico explora as dificuldades de sinergia e convergência entre essas forças reguladoras, como a falta de coordenação e as competências sobrepostas.

A importância do diálogo entre entidades reguladoras e regulamentadas para promover a legitimidade é contrastada com as dificuldades práticas de atuação conjunta observadas nos desafios institucionais. Detalha-se como a falta de sinergia entre diferentes níveis de governo e entre agências com competências relacionadas (por exemplo, órgãos ambientais, agências de recursos hídricos etc.) representa um obstáculo significativo para a efetiva gestão da segurança de barragens e dos recursos hídricos.

Adiante, a PNMA e a PNRH são abordadas, destacando a necessidade de integração entre meio ambiente e desenvolvimento nas políticas públicas e, como se observou, este tópico demonstra como a falta de sinergia entre órgãos e ministérios, evidenciada pelo isolamento setorial, dificulta essa integração e a implementação eficaz de políticas como a PNSB. A revisão também menciona os obstáculos jurídicos, institucionais e políticos à eficácia das ações ambientais, sendo os desafios institucionais um dos principais entraves.

Os exemplos práticos mencionados nesse tópico, como a falta de um PSB e PAE no Paraná e a falta de clareza jurídica na fiscalização de barragens construídas com recursos da União no Rio Grande do Sul, ilustram concretamente os desafios

institucionais de coordenação e definição de responsabilidades identificados de forma mais geral na unidade de registro "desafios de gestão".

Existe uma forte pressão institucional para adotar comportamentos socialmente responsáveis, entretanto, a ausência de responsabilidade corporativa é clara ao observarmos os recentes incidentes relacionados ao rompimento das barragens de responsabilidade de potentes multinacionais. A situação de práticas irresponsáveis persiste há décadas como, por exemplo, o acidente do Exxon Valdez, no Alasca, ocorrido em 1989, derramando mais de 11 milhões de galões de petróleo bruto no mar. Os cientistas afirmam que a vida marinha, ainda hoje, apresenta expressões genéticas decorrentes da exposição contínua ao óleo, além das localidades que nunca se recuperaram totalmente das contaminações sofridas (Junges, 2012). Não obstante, os impactos ocorridos pelos rompimentos das barragens de Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019) também não foram supridos.

Embora existam mecanismos auxiliares, ainda há lacunas a serem interpretadas e compreendidas, e conceitos a serem difundidos:

Vivemos uma profusão de siglas e acrônimos sem precedentes, não apenas no Brasil, mas em todo o planeta, muitos deles relacionados às leis e regulamentações, indicando há tempos um viés de maior rigidez e menor tolerância a erros – e por que não dizer perdas? – decorrentes de riscos diversos [...] de não conformidade (*compliance*), estratégicos, entre outros (Müller; Vadas; e Torres, 2021).

Ainda, os autores ressaltam a negligência empresarial e a relacionam com os rompimentos de barragens:

No gerenciamento de riscos, vimos grandes grupos negligenciarem riscos situados na calda da curva normal, ou "senoide", tecnicamente chamada de "onda seno", "onda senoidal" ou "onda sinusoidal". Trata-se de uma curva matemática que descreve uma oscilação repetitiva suave, sendo esta uma onda contínua. Por conta dessa negligência, vimos barragens caindo e interrompendo a jornada de vida de muitas famílias (Müller; Vadas; e Torres, 2021).

Os incisos III, IV e V do art. 3º da PNSB estabelecem os objetivos da legislação, dentre eles a promoção do monitoramento, a criação de condições para ampliar o universo de controle de barragens pelo poder público por meio da fiscalização, orientação e correção das ações de segurança, bem como a coligação de informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos. Entretanto, há inúmeras dificuldades no monitoramento e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis, tendo em vista a falta de equipe técnica e ausência das

informações necessárias, considerando que relatórios sobre as barragens são autodeclaratórios por parte dos empreendedores.

Os desafios institucionais relacionados à convergência e às forças reguladoras, especialmente no contexto da fiscalização de barragens, representam um campo complexo para a gestão ambiental e de recursos hídricos. A convergência entre diferentes instituições envolvidas na supervisão e regulamentação das barragens frequentemente enfrenta obstáculos decorrentes de estruturas burocráticas divergentes e competências sobrepostas. Além disso, as forças reguladoras muitas vezes se deparam com desafios relacionados à definição clara de responsabilidades e à coordenação entre agências governamentais, empresas privadas e a sociedade civil. A necessidade de monitoramento contínuo e capacidade de resposta rápida diante de emergências são aspectos críticos que destacam a importância de superar esses desafios institucionais para garantir a segurança e a sustentabilidade das barragens.

Esse cenário demonstra que a PNSB se alinha com o conceito de TBL e ESG ao integrar as dimensões ambiental, social e econômica na gestão de barragens. No entanto, a implementação da PNSB na promoção dos conceitos esbarra em desafios como a defasagem na fiscalização, uma vez que compromete a dimensão ambiental ao permitir que barragens operem em condições de risco, e a dimensão social, colocando em risco a segurança de comunidades. Não obstante, a limitação de recursos financeiros se faz presente, pois a dimensão ambiental é prejudicada ao não receber implementação de medidas de segurança e monitoramento, além da dimensão econômica, a qual é afetada na ocorrência de desastres, gerando inúmeros prejuízos significativos.

A PNSB, especialmente após a revisão em 2020 pela Lei nº 14.066, demonstra a sinergia com a dimensão ambiental ao proteger os ecossistemas e a saúde humana. Além disso, estabeleceu medidas para minimizar os riscos de rompimento de barragens, objetivando evitar a perda de vidas humanas e impactos na comunidade, relacionando a dimensão social.

No entanto, os dados disponíveis corroboram a observação geral de que as condições ambientais do país não têm demonstrado melhorias significativas concomitantemente ao avanço das leis e políticas ambientais (Capella, 2018). Essa disparidade é atribuída não apenas à escala e à natureza complexa dos diversos

problemas ambientais existentes, mas também à persistência de numerosos desafios e obstáculos que dificultam uma ação ambiental eficaz em todos os níveis de governo.

Estes problemas e obstáculos estão relacionados e podem ser categorizados principalmente nas esferas jurídica, institucional e política (Freitas, 2002). Na esfera institucional, destacam-se problemas como conflitos de competência, capacidade institucional insuficiente das agências públicas para implementação e monitoramento de programas, falta de coordenação intra e intergovernamental, frequentemente caracterizada por abordagens setoriais ou corporativas, exacerbadas pela crônica escassez de recursos financeiros.

Como resultado, muitas políticas ambientais são implementadas de forma parcial ou permanecem predominantemente retóricas (Bonato, 2020). Um aspecto importante a ser enfatizado é que a estrutura político-institucional do Brasil não corresponde à realidade urbano-territorial do país, especialmente devido à ausência de uma dimensão metropolitana claramente definida no sistema constitucional. No entanto, o processo de metropolização tem sido uma característica marcante do crescimento urbano, e questões ambientais como abastecimento de água, transporte, localização industrial, gestão de resíduos sólidos e uso do solo possuem uma dimensão metropolitana que transcende as competências municipais isoladamente.

A gestão da segurança de barragens é um termo holístico que enfatiza preocupações em todos os ciclos de vida de uma barragem, a fim de gerir os riscos associados à segurança pública, à infraestrutura e ao meio ambiente, afirma Puthcherril (2022). A fase operacional das barragens demanda uma forte cooperação que, de acordo com os resultados, mostra-se como um desafio de maior evidência a ser superado.

Há um Projeto de Lei sobre a Política Estadual de Segurança de Barragens que tramita na Assembleia Legislativa do Paraná desde 2019, sob o nº 403/2019, de autoria do deputado Requião Filho. O Instituto Água e Terra (IAT) expressou uma preocupação em relação a algumas barragens existentes no estado, quando realizou uma auditoria para avaliar a qualidade na fiscalização e após estudo elaborado em parceria com o Simepar (Sistema Meteorológico do Paraná).

Os resultados da auditoria e do referido estudo revelaram a existência de 18 barragens com DPA alto, representando um risco significativo em caso de rompimento. Até o momento, o Paraná não havia apresentado um PSB e PAE em casos de rompimentos. Um relatório da auditoria realizada pelo IAT foi encaminhado

para o Tribunal de Contas do Estado (TCE) e uma equipe do Tribunal visitou algumas estruturas pelo estado e dentre elas identificou rompimentos, alguns com vítima fatal, e obras paralisadas. Todas elas reguladas pela ANA.

O analista de controle Claudio Henrique Castro afirmou que o Governo Estadual possui grave déficit institucional, carência orçamentária, ausência de gestão, planejamento e execução na fiscalização das estruturas de barragens (Paraná, 2019). O engenheiro e diretor técnico do Comitê Brasileiro de Barragens, Demilson Coelho, corrobora com essa visão ao ressaltar que as barragens brasileiras sofrem deformações geológicas após a construção, resultando em rompimento devido à negligência estatal e à falta de um plano de segurança. O diretor ainda destaca a necessidade de criar uma legislação estadual e fortalecer as normas federais existentes.

No contexto paranaense, observa-se que a tramitação do Projeto de Lei nº 403/2019, de autoria do deputado Requião Filho, que propõe a criação da Política Estadual de Segurança de Barragens, representa um avanço importante na tentativa de consolidar um marco regulatório específico para o tema no estado. Em minha avaliação, a iniciativa é especialmente relevante diante das preocupações manifestadas pelo Instituto Água e Terra (IAT), que, por meio de auditorias e estudos realizados em parceria com o Simepar, identificou fragilidades na fiscalização de algumas barragens. Esses achados ressaltam a urgência da adoção de medidas legislativas e institucionais que fortaleçam os mecanismos de controle e prevenção de riscos associados a essas estruturas.

As declarações de especialistas como o analista de controle Claudio Henrique Castro e o engenheiro Demilson Coelho reforçam o diagnóstico de que a fiscalização das barragens no Brasil, e em particular no estado do Paraná, enfrenta sérios entraves institucionais e operacionais. Na minha perspectiva, o relato de Castro evidencia um cenário preocupante, marcado por déficit institucional, insuficiência orçamentária e ausência de gestão eficaz, elementos que comprometem diretamente a segurança das estruturas. A análise de Coelho, por sua vez, ao destacar os riscos decorrentes das deformações geológicas pós-construção e da negligência estatal, sublinha a urgência de medidas preventivas mais robustas. Concordo com a ênfase do especialista na necessidade de se estabelecer uma legislação estadual específica, ao mesmo tempo em que se fortalecem os dispositivos legais já previstos em âmbito federal.

O art. 5º, §2º da PNSB estabelece que a fiscalização deve se fundamentar em análise documental, vistorias técnicas, indicadores de segurança e outros procedimentos definidos pelo órgão competente. No entanto, a ausência desses elementos, que muitas vezes são gerados ou aprimorados justamente por meio do processo de fiscalização, acaba por dificultar a execução efetiva das atividades de supervisão. Esse cenário cria um ciclo vicioso, no qual a carência de informações técnicas e indicadores limita a capacidade de fiscalização, comprometendo a segurança das barragens e a implementação da própria política.

De acordo com o Relatório de Atividades de 2022 do GT de Segurança de Barragens, elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, constatou-se que algumas vistorias em barragens não foram realizadas devido à defasagem monetária nas verbas destinadas à cobertura das despesas relacionadas a essas atividades. Tal fato decorreu da falta de reajuste desses valores desde 2012, reajustados somente no final do ano de 2022, reforçando a existência de déficit institucional nas esferas governamentais.

Além disso, foi possível identificar desafios semelhantes nos Relatórios de Segurança de Barragens dos estados que os realizam, tais como: Amapá, Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Pará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Roraima e Rio Grande do Sul, relatórios disponibilizados no site da ANA.

Os desafios que se destacaram foram: (i) a ausência de responsáveis técnicos pela segurança das barragens do próprio empreendimento; (ii) a carência de colaboradores para fiscalizar todas as barragens de sua competência, a demanda se torna humanamente impossível à luz da quantidade de colaboradores da equipe responsável para fiscalizar todas as barragens existentes e as que possuem demandas decorrentes de denúncias, entre outros; (iii) a ausência de indicação do empreendedor, uma vez não identificado, os órgãos não têm a quem solicitar informações. Hoje, o RSB relata que 46% das barragens não possuem a informação quanto ao seus empreendedores responsáveis; (iv) o déficit do número de instrumentos da PNSB apresentados como o Plano de Segurança de Barragens (PSB) e Plano de Ação de Emergência (PAE), a ausência ou a minoria desses instrumentos previstos em legislação, dificulta o êxito das ações num eventual acidente; (v) e a ausência de inspeções pelos próprios empreendedores em suas barragens, dificultando a identificação de eventuais falhas.

O desafio (v), por exemplo, acaba gerando outros fatores que impedem a garantia de uma adequada segurança de barragem. Vistorias regulares pelos engenheiros ou técnicos dos empreendimentos são capazes de identificar possíveis problemas causados pela falta de manutenção nas vegetações densas presente nas estruturas e pela falta de manutenção das estruturas em si.

Além das situações expostas, há um outro fator essencial para se preocupar, como o cenário de eventos climáticos extremos que destaca a crescente vulnerabilidade das infraestruturas ao longo do tempo. Os especialistas contratados pela empresa Vale sugeriram que a ruptura estava associada às fortes chuvas de 2018 que ocasionaram a perda de sucção induzida (Zhu, Zhang e Puzrin, 2024). Essa ocasião evidencia a necessidade de revisões contínuas nos critérios de manutenção das barragens, incorporando projeções climáticas atualizadas. Ainda, as falhas de comunicação e a falta de precisão aumentam a vulnerabilidade das estruturas que enfrentam desastres (Carvalho, 2019).

Entende-se que a redução das vulnerabilidades se torna fundamental para as políticas públicas elaborarem mecanismos à luz dos eventos de risco. Por esse ponto de vista, reforça-se a urgência em adaptar as políticas de gestão de risco para considerar os impactos das mudanças climáticas, assegurando uma maior estabilidade das infraestruturas diante dos desafios ambientais.

De acordo com o RSB (ANA, 2023), os órgãos fiscalizadores ANEEL, ADASA/DF, FEAM/MG e CETESB/SP tiveram todas as barragens sob suas jurisdições verificadas quanto ao enquadramento na PNSB. Em contrapartida, os órgãos que ainda apresentam desafios quanto à tentativa de fiscalização das barragens são a ANA, a SEMAD/GO, a SEMA/MA, o DAEE/SP, o IAT/PR e a SEMA/RS, em que 50% não foram verificadas quanto ao enquadramento na PNSB.

Em 2023, ainda sob análise do RBS do referido ano, considerando o total de 25.943 barragens cadastradas, 12.865 não possuem informação suficiente para verificar seu enquadramento, 5.916 estão enquadradas na PNSB, porém, apenas 279 barragens enquadradas foram inspecionadas (4,72%). Na tabela abaixo estão as barragens cadastradas e enquadradas na PNSB, atualizadas pelo RSB de 2023 até o dia 03 de janeiro de 2024, indicando o uso principal e a quantidade respectiva.

Quadro 8 – O uso principal das barragens enquadradas na PNSB e sua quantidade.

Uso principal	Nº	%
Irrigação	1.970	33%
Abastecimento H.	1230	21%
Energia	774	13%
Mineração	471	8%
Vazão	378	6%
Animal	340	6%
Aquicultura	249	4%
Recreação	150	3%
Industrial	147	2%
Paisagismo	79	1%
Total	5.916	100%

Fonte: autoria própria, 2024 a partir de ANA.

Dessas 5.916 barragens, 1.277 não possuem indicação de empreendedor. No quadro abaixo, consta os empreendedores que mais possuem barragens enquadradas pela PNSB.

Quadro 9 – Empreendedores responsáveis com maior número de barragens enquadradas.

Empreendedor	Ano/nº			
	2023	2022	2021	2020
DNOCS	230	229	228	227
Vale S.A	98	105	113	119
SEIRHMA/PB	94	83	84	83
COGERH/CE	91	91	91	93
COMPESA/PE	87	76	75	76
CODEVASF	65	61	55	54
SEMARH/RN	63	62	61	53
SEMARH/RN	63	62	61	53

Fonte: autoria própria, 2024 a partir de ANA.

O RSB de 2023 também detalha a natureza jurídica dos empreendedores responsáveis. De acordo com o relatório, 48% (2.222) das barragens são administradas por entidades privadas, 23% (1.062) por pessoas físicas, 12% (734) por entes públicos, e 4% (225) por sociedades de economia mista. Adicionalmente, 46% (2.705) das barragens não possuem informações disponíveis sobre os empreendedores responsáveis.

A PNSB define alguns instrumentos como elencados no tópico 2.2.3. Apenas 1.582 barragens possuem o PSB, 1.373 possuem o PAE, 701 possuem o RSB e 262 tiveram ISR ou ISE que ocorreram em 2023. De acordo com a ANA (2024), 4.720 barragens não possuem registros de inspeções mesmo em anos anteriores.

Com relação à estrutura organizacional e a atuação dos órgãos, há 32 entidades estaduais e federais ativas e que possuem barragens sob suas jurisdições.

Quadro 10 – Relação dos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens com barragens cadastradas no SNISB em 2022 e 2023.

REGIÃO	ÓRGÃO FISCALIZADOR	ANO 2022 Cadastradas e não verificadas	ANO 2023 Cadastradas e não verificadas
FEDERAL	ANEEL	1.303 - 0	1.302 0
	ANA	1.135 - 898	1.140 896
	ANM	934 - 99	931 - 5
	CNEN	1 - 0	-
CENTRO-OESTE	ADASA (DF)	112 - 0	114 - 0
	SEMAD (GO)	1.002 - 633	1.078 - 702
	IMASUL (MS)	1.702 - 671	1.948 - 775
	SEMA (MT)	289 - 18	310 - 10
NORDESTE	SEMARH (AL)	115 - 7	123 - 16
	INEMA (BA)	495 - 33	502 - 34
	SHR (CE)	355 - 45	400 - 85
	SEMA (MA)	85 - 48	86 - 48
	AESA (PB)	538 - 170	571 - 184
	APAC (PE)	439 - 106	458 - 101
	SEMAR (PI)	55 - 22	56 - 23
	IGARN (RN)	675 - 283	686 - 247
	SEDURBS (SE)	103 - 34	103 - 34
NORTE	IMAC (AC)	358 - 42	428 - 13
	IPAAM (AM)	32 - 0	43 - 11
	SEMAS (PA)	371 - 98	398 - 92
	SEDAM (RO)	126 - 0	136 - 6
	FEMARH (RR)	100 - 10	101 - 9
	NATURANTINS	849 - 358	911 - 343
	SEMA (AP)	19 - 2	18 - 2
SUDESTE	AGERH (ES)	530 - 33	595 - 73
	IGAM (MG)	431 - 5	881 - 5
	FEAM (MG)	22 - 0	22 - 0
	INEA (RJ)	28 - 7	34 - 13
	DAEE (SP)	604 - 358	633 - 385
	CETESB (SP)	2 - 0	2 - 0
SUL	IAT (PR)	1.186 - 953	1.655 - 1.251
	SEMA (RS)	9.922 - 8.502	10.219 - 8.499
	SDE (SC)	59 - 3	59 - 3

Fonte: autoria própria, 2024 a partir de ANA.

Para os referidos órgãos fiscalizadores ativos, criou-se o Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens (ANA, 2017), e que estabelece o corpo de trabalhadores destinados à fiscalização das barragens. Ao total, os 32 órgãos fiscalizadores e o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) possuem 352 pessoas, 18% superior a 2022. Entretanto, apenas 166 pessoas trabalham com o tema, as outros 186 atuam em outras atividades. Em 15 órgãos houve aumento dos cargos efetivos, por outro lado, em 12 órgãos ocorreu a redução do quadro profissional.

O IBAMA tem um setor com atribuição formal¹⁵ para atuar em segurança de barragens com servidores distribuídos nos Núcleos de Prevenção e Atendimento a Emergências Ambientais (Nupaem). Entretanto, atua supletivamente ou sob provocação, uma vez que não possui mais barragens sob sua competência de fiscalização.

Em 2019 ocorreu um pico na quantidade de fiscalizações, período pós acidente de Brumadinho com 1287 fiscalizações em barragens estaduais e 881 barragens em federais, de acordo com o RSB de 2023. Em 2023, 658 barragens foram fiscalizadas, mas é importante destacar que a quantidade de fiscalizações e o número de barragens fiscalizadas não são sinônimos.

Antes do desenvolvimento sustentável, a principal falha nas abordagens era a falta de integração entre os diferentes setores na formulação e execução de estratégias. Isso resultou em políticas de desenvolvimento que se concentravam excessivamente em um único setor, em detrimento dos demais (Mishra, *et al.*, 2023).

A falta de financiamento adequado compromete a implementação de políticas de segurança e agrava os problemas de gestão. Também, informações precisas, atualizadas e consistentes são indispensáveis para embasar a tomada de decisões, tanto na gestão de recursos hídricos quanto na segurança de barragens. A ausência de dados completos e de sua sistematização adequada gera incertezas e fragilidades nos processos de planejamento e operação desses sistemas.

O RSB aponta diretamente para a baixa aplicação de recursos públicos em manutenção de barragens como um dos principais obstáculos à implementação da PNSB. Sem investimentos suficientes, a infraestrutura crítica das barragens se deteriora, comprometendo a segurança dessas estruturas e, conseqüentemente, a gestão sustentável dos recursos hídricos. Além disso, o relatório evidencia um problema recorrente: a incompletude e falta de atualização dos dados no SNISB, o que dificulta a criação de políticas baseadas em informações confiáveis.

De forma semelhante, a Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil destaca a insuficiência de investimentos na construção e manutenção de reservatórios, identificando esse fator como agravante dos desafios de gestão das águas. A escassez de recursos financeiros afeta diretamente a capacidade de expandir e

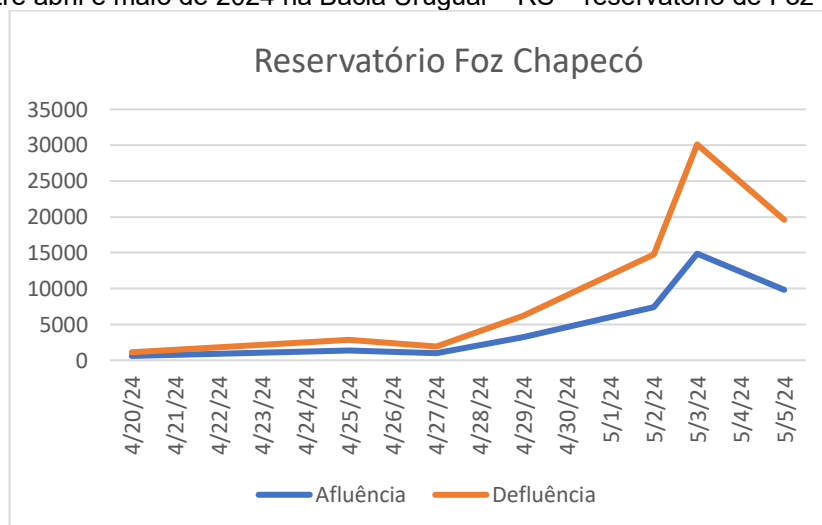
¹⁵ Atribuição formal: um setor destinado a um tema específico. Atribuição informal: dois ou mais setores atuam no mesmo tema.

A gestão hídrica e o planejamento eficiente dependem diretamente da capacidade de monitorar, em tempo real, as variações nos níveis e vazões dos reservatórios. Nesse contexto, o Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR), desenvolvido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), desempenha um papel fundamental ao centralizar e organizar os dados operacionais dos principais reservatórios do Brasil.

Por meio do SAR, é possível identificar rapidamente as variações nas condições hidrológicas, como foi observado na Bacia do Uruguai, no estado do Rio Grande do Sul. Ao analisar a afluência do reservatório Foz Chapecó, por exemplo, registrou-se um aumento expressivo na vazão hídrica durante um curto período: em apenas dois dias, a afluência passou de 965,15 m³/s (no início das chuvas, em 27/04/2024) para 3.207,08 m³/s (após a intensificação das chuvas, em 29/04/2024) (Anexo 03 e 04)

A rápida escalada atingiu 7.444,71 m³/s em 02/05/2024 (Anexo 05) e dobrando para 14.872,33 m³/s no dia seguinte (Anexo 06). Esse cenário evidencia a importância do monitoramento contínuo para a tomada de decisões assertivas na gestão dos recursos hídricos, sobretudo em situações de aumento brusco de afluência que podem impactar as operações de geração de energia, controle de inundações e segurança hídrica.

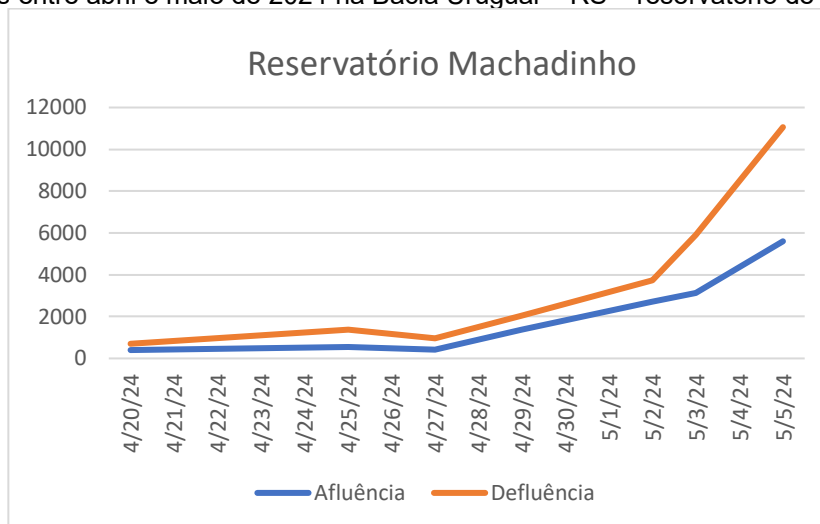
Gráfico 3 – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) – variações nas condições hidrológicas entre abril e maio de 2024 na Bacia Uruguai – RS – reservatório de Foz Chapecó.



Fonte: autoria própria, 2024

Por outro lado, o reservatório de Machadinho, também localizado na Bacia do Uruguai, apresentou uma variação mais moderada antes das chuvas intensas, com afluições variando entre 400 e 600 m³/s. No entanto, com o aumento das chuvas, a vazão subiu para 1.377,65 m³/s em 29/04/2024, atingindo 5.602,02 m³/s em 05/05/2024. Embora a mudança tenha sido menos abrupta do que no caso de Foz Chapecó, esses dados reforçam como o SAR fornece subsídios cruciais para o planejamento estratégico, permitindo ajustes nas operações dos reservatórios em resposta às mudanças climáticas e hidrológicas.

Gráfico 4 – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) – variações nas condições hidrológicas entre abril e maio de 2024 na Bacia Uruguai – RS – reservatório de Machadinho.



Fonte: autoria própria, 2024

A ANA desenvolveu o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) com base no acelerado processo de urbanização no Brasil e nas recorrentes crises hídricas que atingiram diversas regiões do país nos últimos anos. Segundo a ANA, o Brasil experimentou um crescimento rápido e significativo da taxa de urbanização, especialmente entre as décadas de 1960 e 1980. Apesar de diversas intervenções em infraestrutura hídrica terem sido implementadas ao longo das últimas décadas (ANA, 2019), o país ainda carece de um planejamento nacional estratégico e integrado para os investimentos nesse setor.

Esse cenário, agravado pelo aumento da demanda por recursos hídricos - decorrente, em grande parte, da expansão urbana - e pelas recentes crises hídricas, fundamenta a necessidade de elaboração e execução do PNSH. O plano visa, assim, garantir a segurança hídrica no contexto das crescentes pressões sobre os recursos

disponíveis, considerando os desafios do desenvolvimento urbano e as vulnerabilidades climáticas do país.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2018) critica o PNSH por sua ênfase excessiva em infraestrutura hídrica, negligenciando aspectos fundamentais da gestão da água. O PNSH, segundo o IPEA, foca principalmente na construção de infraestrutura para abastecimento de água e regularização de vazão dos rios, como se essa fosse a solução definitiva para a segurança hídrica. Essa visão limitada ignora a governança dos recursos hídricos, a eficiência no uso da água, a redução de perdas nos sistemas de abastecimento, a preservação ambiental através de práticas que aumentam a disponibilidade hídrica (ex: manutenção da vegetação nativa).

Esse ponto foi enfatizado na unidade de contexto da unidade de registro "gestão hídrica" (Quadro 4), que também reconhece a necessidade de novas infraestruturas hídricas como uma solução para os problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos. Argumenta-se, a favor, que a construção de novas barragens, sistemas de distribuição e reservatórios pode melhorar a segurança hídrica, garantindo o fornecimento estável em períodos de seca e atendendo ao crescimento populacional e ao aumento da demanda. Além disso, essas infraestruturas podem favorecer o desenvolvimento econômico e mitigar os impactos das mudanças climáticas.

No entanto, há também críticas (Samsuddin *et. al*, 2024), que apontam para os altos custos financeiros e os impactos ambientais significativos dessas obras. A construção de novas infraestruturas pode afetar ecossistemas, causar deslocamento de comunidades e gerar desequilíbrios na fauna e flora locais. Além disso, há quem defenda que uma gestão mais eficiente dos recursos existentes, junto ao uso de tecnologias mais sustentáveis, pode ser uma alternativa menos prejudicial e igualmente eficaz para enfrentar os desafios hídricos.

A construção e operação de barragens trazem vários benefícios. No entanto, esses benefícios vêm acompanhados de uma série de *trade-offs* que precisam ser considerados, especialmente em relação à segurança e aos impactos ambientais e sociais. Por um lado, barragens podem contribuir para o desenvolvimento econômico, proporcionando um suprimento regular de água para setores críticos como agricultura e indústria.

Além disso, as barragens ajudam a mitigar problemas sazonais de seca e controle de enchentes, o que pode proteger áreas urbanas e rurais. No entanto, essas estruturas também apresentam desafios significativos. Por exemplo, o impacto ambiental inclui a alteração de ecossistemas aquáticos, a perda de biodiversidade e a alteração do fluxo natural dos rios, o que pode afetar a qualidade da água e reduzir o fluxo de base, como observado nos casos de intensificação agrícola.

Assim como no caso da agricultura intensiva, em que o aumento da produção de alimentos pode prejudicar a disponibilidade de água, as barragens também devem equilibrar diferentes objetivos de sustentabilidade. A busca por eficiência econômica ou expansão agrícola precisa ser contrabalançada por estratégias que garantam a segurança estrutural, a preservação dos ecossistemas e o acesso equitativo à água. Dessa forma, o conceito de *trade-offs* revela a complexidade de gerenciar barragens de forma a maximizar benefícios econômicos, enquanto minimiza os riscos ambientais e sociais.

A crítica do IPEA se baseia na necessidade de uma abordagem mais holística e integrada para a segurança hídrica, que vá além de apenas construir mais infraestrutura. É preciso considerar a gestão adequada dos recursos hídricos existentes, o uso racional da água e a preservação do meio ambiente como pilares fundamentais para garantir a segurança hídrica a longo prazo.

A construção de barragens como investimento em infraestrutura hídrica, por exemplo, sem o devido cuidado com aspectos ambientais e sociais, pode gerar impactos negativos. Embora as barragens sejam uma ferramenta importante dentro do PNSH, elas devem ser complementadas por estratégias que promovam a eficiência hídrica, o combate às perdas de água nos sistemas de abastecimento, e a preservação dos recursos naturais, como o reflorestamento e a recuperação de áreas degradadas.

No entanto, surgem questões críticas que complicam a implementação dessas soluções na análise de conteúdo da unidade de registro "desafios de gestão". A falta de coordenação entre os diferentes atores envolvidos — governos, empresas, comunidades e organizações ambientais — tem sido um obstáculo para a eficiência da gestão hídrica. Além disso, a insuficiência de recursos financeiros para investir tanto em novas infraestruturas quanto na manutenção e modernização das existentes é uma limitação significativa.

Os desafios técnicos, como a necessidade de tecnologias avançadas para monitorar e gerenciar os recursos, também se somam à complexidade do problema. Outro fator elementar é a dificuldade em garantir uma participação social efetiva no processo de tomada de decisões. A inclusão da sociedade civil é fundamental para assegurar que os interesses das comunidades sejam representados, mas há obstáculos para a mobilização e a integração dessas vozes, o que limita a transparência e a legitimidade das políticas adotadas.

5.3 Análise da Política Nacional de Segurança de Barragens e as interfaces da gestão dos recursos hídricos

A relação deste tópico com a unidade de registro "Segurança de Barragens" é direta e central, representando uma análise específica e aprofundada dentro do tema mais amplo da segurança de barragens. Para entender essa relação, é importante recordar a definição da unidade de registro "Segurança de Barragens" conforme o Quadro 5 da pesquisa, sendo ela um conjunto de esforços, recursos e profissionais treinados que se decidam à concepção, projeto e construção de barragens seguindo as melhores práticas de engenharia, se estendendo às etapas pós-construção como enchimento, manutenção, operação e descomissionamento, quando aplicável, com base em Marques Filho (2023).

Um dos objetivos deste tópico é analisar a relação da PNSB e a gestão dos recursos hídricos com a disponibilidade, acessibilidade hídrica e mitigação dos danos e impactos ocasionados pelos rompimentos de barragens. Um dos métodos para se alcançar esses resultados é analisar os dados obtidos na análise de conteúdo com a análise integrativa, assim como outras informações provenientes de instrumentos regulatórios diversos.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil é diretamente influenciada por políticas públicas, legislações e regulamentações, especialmente no que tange à segurança de barragens. A Lei 12.334/2010, que instituiu a PNSB, exemplifica o papel dessas normativas ao estabelecer diretrizes para a construção, operação e manutenção dessas estruturas, assegurando que estejam em conformidade com padrões técnicos rigorosos. Além disso, normas que regem o licenciamento ambiental, planos de emergência e de contingência também integram esse arcabouço, promovendo a

segurança do recurso hídrico e prevenindo desastres que poderiam comprometer sua qualidade e disponibilidade.

A PNRH, referência para as políticas públicas estaduais e distritais e para demais políticas setoriais, foi implementada em todos os estados brasileiros, os quais possuem sua Política Estadual de Recursos Hídricos. Por outro lado, da PNSB resultou em apenas em 5 Políticas Estaduais no estado de Goiás, do Rio de Janeiro, do Maranhão, do Espírito Santo e de Minas Gerais.

A lei nº 912/2019, Política Estadual de Governança e Segurança de Barragens, institui o sistema estadual de Governança de Empreendimentos de Infraestrutura Hídrica. Cabe destacar que a legislação do estado do Espírito Santo traz o aspecto de governança como elemento essencial na gestão de segurança de barragens. O destaque para essa legislação gira em torno da referência à seca. Dos cinco estados, apenas o Espírito Santo dispõe sobre ações quanto aos cenários de secas, bem como as estratégias, a fim de garantir a oferta de água para o abastecimento humano e para o uso em atividades produtivas.

A segurança de barragens depende de uma sólida base de engenharia e geotecnia, que considera materiais de construção apropriados, métodos de análise de estabilidade e o uso de instrumentação avançada para monitoramento. A escolha de materiais, como concreto e solo compactado, deve levar em conta a resistência à pressão e aos desgastes naturais. Métodos de análise de estabilidade, como estudos de infiltração e de resistência ao deslizamento, são importantes para assegurar que as barragens possam suportar eventos extremos. A PNSB compreende como “segurança de barragem” condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente”. O art. 2º-A proíbe a construção ou o alteamento de barragem de mineração pelo método a montante, da qual a empresa Vale possuía algumas ativas até 2019. Ainda, no §2º é disposto o dever de descaracterizar as barragens construídas por esse método. A empresa Vale, em seus relatórios, informa regularmente sobre o cronograma para descaracterizá-las. Das 30 estruturas previstas para a descaracterização em setembro de 2024, a empresa descaracterizou a 15ª estrutura, localizada na comunidade de Itabira (MG), o Dique 1B da barragem da Conceição, afirmando a conclusão de 50% do Programa de Descaracterização da Vale (Vale, 2024).

A interface entre a gestão hídrica e os impactos socioeconômicos e ambientais fica evidente quando se considera o potencial de falhas de barragens. A ruptura de uma barragem pode acarretar perda de vidas humanas, danos extensos a propriedades, destruição de infraestrutura e graves impactos nos ecossistemas locais, incluindo a contaminação de rios, redução da biodiversidade e perda de habitats naturais. Essas falhas, além de comprometerem o recurso hídrico, geram consequências sociais, como o deslocamento de populações, perda de meios de subsistência e aumento da vulnerabilidade das comunidades afetadas, aprofundando desigualdades socioeconômicas.

O rompimento da barragem B-I, em 2019 na cidade de Brumadinho, impactou significativamente a qualidade da água do Rio Paraopeba, principalmente nos primeiros 40 km a partir do ponto de rompimento. Os níveis de turbidez, ferro, manganês e alumínio aumentaram consideravelmente, além da presença de metais pesados como chumbo e mercúrio, tornando a água imprópria para qualquer uso nesse trecho. Embora a situação tenha melhorado nos últimos anos, o rio ainda apresenta alguns parâmetros em desacordo com a legislação, demonstrando que a recuperação total ainda não ocorreu, de acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM) (2024).

As concentrações de chumbo e mercúrio, que aumentaram após o rompimento, não apresentaram violações nos meses de junho e julho de 2024. É importante destacar que esses metais não faziam parte da composição da barragem, sendo sua presença associada ao carreamento de materiais durante o fluxo de rejeitos. A turbidez, indicador da presença de partículas em suspensão, também apresentou melhora, sem registros acima do limite legal em junho e julho de 2024. O manganês total, relacionado à mineração, ainda apresentou violações em junho e julho de 2024, especialmente nos municípios de Brumadinho e Mário Campos, indicando a influência de atividades antrópicas como a dragagem. O ferro dissolvido apresentou violações em junho e julho de 2024, com destaque para o município de Brumadinho.

Esse fato não trouxe apenas impactos imediatos, mas também efeitos duradouros que afetam a qualidade da água e a subsistência de comunidades locais. Embora a qualidade da água tenha melhorado em relação aos primeiros meses após o desastre, alguns parâmetros permanecem fora dos padrões estabelecidos pela legislação ambiental, refletindo a presença de contaminação residual. Isso torna a

água imprópria para diversos usos, como o consumo humano, agrícola e industrial, exigindo ações contínuas de monitoramento e recuperação ambiental.

Essa persistente contaminação impacta diretamente a pesca artesanal, que era o meio de subsistência de muitos moradores da região. A dificuldade em obter peixes em quantidade e qualidade suficientes, devido à degradação do ecossistema aquático, compromete tanto a segurança alimentar quanto a renda de diversas famílias. O envenenamento dos peixes por metais pesados e outros poluentes decorrentes do rompimento da barragem significa que, mesmo quando a pesca é possível, ela pode ser perigosa para o consumo humano, gerando insegurança e desalento entre os pescadores.

Além disso, a contaminação contínua do rio agrava os desafios já enfrentados pela comunidade na obtenção de água limpa, exacerbando problemas de saúde pública e fragilizando ainda mais a sustentabilidade econômica da região. Esses fatores reforçam a necessidade da sinergia de diferentes órgãos e instituições, que priorizem a restauração da qualidade da água e a revitalização do ecossistema, para que as comunidades locais possam retomar suas atividades tradicionais, como a pesca, de forma segura e sustentável.

Ao estabelecer uma possível existência entre a PNSB e as interfaces da gestão hídricas, é necessário evidenciar a relação entre PNSB e a PNRH, pois ambas garantem a gestão sustentável e segura dos recursos hídricos no Brasil, sendo a segurança de barragem um “instrumento de alcance da sustentabilidade socioambiental” (Brasil, 2010). Enquanto a PNSB estabelece diretrizes para a fiscalização, monitoramento e manutenção de estruturas de contenção de água, a PNRH visa promover o uso racional e integrado dos recursos hídricos, considerando aspectos como disponibilidade, qualidade e sustentabilidade ambiental. A integração entre essas políticas é fundamental para assegurar que as barragens sejam projetadas, construídas e operadas de forma a minimizar riscos de ruptura, protegendo não apenas vidas humanas, mas também os ecossistemas e atividades econômicas dependentes dos recursos hídricos.

Os instrumentos da PNSB estão diretamente relacionados à gestão hídrica, uma vez que garantem a integridade das estruturas que armazenam e controlam recursos hídricos, como represas e reservatórios. A segurança dessas barragens é importante para a proteção dos mananciais e para assegurar a distribuição adequada de água para diversos usos, como abastecimento público, irrigação, geração de

energia e controle de cheias. Instrumentos como o Plano de Segurança da Barragem (PSB), a classificação de risco e o monitoramento contínuo contribuem para a prevenção de desastres que possam comprometer a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos. Além disso, a fiscalização e os indicadores de segurança promovem uma gestão integrada, garantindo que a água seja utilizada de forma sustentável e segura, evitando impactos ambientais e socioeconômicos negativos.

A gestão de risco é um aspecto central na segurança de barragens e na proteção dos recursos hídricos associados. Processos como a elaboração de PSB e PAE são ferramentas fundamentais para identificar e mitigar riscos. Inspeções regulares e análises de estabilidade atualizadas, além do monitoramento constante por meio de instrumentação, garantem que as barragens estejam operando de forma segura. A avaliação contínua dos riscos, considerando variáveis como o desgaste dos materiais, as condições climáticas e o comportamento geotécnico, permite ajustes rápidos nos planos de segurança, prevenindo acidentes que poderiam ter consequências catastróficas para a gestão hídrica.

O Plano de Ação Emergencial (PAE), presente como um instrumento da PNSB, é um documento que define as ações imediatas a serem adotadas em caso de emergência, com o objetivo de prever medidas para minimizar os riscos às comunidades, além de mitigar os impactos ambientais e proteger o patrimônio cultural. Todas as barragens da Vale no Brasil, por exemplo, que estão incluídas na PNSB e na Política Estadual de Segurança de Barragens de Minas Gerais, contam com Planos de Ação de Emergência para Barragens (PAEBM/PAE). Esses planos são elaborados, desenvolvidos, implementados e geridos em conformidade com as exigências legais e as diretrizes dos órgãos de proteção e defesa civil.

Sob análise, observa-se que a Vale cumpre com o disposto no art. 4º, inciso II na PNSB em que a participação direta ou indiretamente da população nas ações preventivas e emergenciais, incluindo a elaboração deste documento, deve ser estimulado. No dia 12 março de 2024, a Vale reuniu a comunidade na Reunião Pública e Seminário Orientativo sobre Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (Ata nº 003/2024)¹⁶, registrou em ata as considerações dos moradores, incluindo fotos do evento, lista de presença, roda de conversa, considerações da empresa frente às perguntas realizadas.

¹⁶ Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM). Vale, Minas Gerais, [s.d]. Disponível em: <<https://vale.com/pt/paebm>>. Acesso em: 20 de jun. de 2024.

Ainda sobre o PAE da referida empresa, há descrito o Plano de Abastecimento de Água Potável. O documento aborda a gestão de recursos hídricos em situações emergenciais, particularmente em caso de ruptura de barragens. O plano delinea estratégias destinadas a assegurar o fornecimento de água potável em diversos municípios afetados por um cenário hipotético de falha nas Barragens Borrachudo II, Borrachudo, Quinzinho, Alcindo Vieira, Jirau, Piabas, Cemig I e Cemig II. A Vale assume a responsabilidade pela elaboração e execução do plano de emergência, enquanto a COPASA (Companhia de Saneamento – MG) é encarregada da distribuição de água na maioria dos municípios afetados, exceto Itabira, onde o serviço é provido pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto – MG), e Joanésia, onde a responsabilidade recai sobre a Prefeitura.

O plano estabelece protocolos detalhados para diferentes níveis de emergência (NE1, NE2, NE3 e Ruptura sem Escalonamento), delineando ações específicas para cada nível, incluindo comunicação com autoridades competentes e a população, mobilização de recursos como água mineral, caminhões-pipa e helicópteros, monitoramento da qualidade da água, e avaliação e recuperação de estruturas afetadas de abastecimento de água. O plano também apresenta um planejamento específico para cada município, detalhando rotas de distribuição de água, pontos de apoio, localização de usuários essenciais e mapas pertinentes. Além disso, inclui uma análise da disponibilidade hídrica local e da capacidade de resposta em emergências. Em síntese, o documento descreve um plano abrangente para gerenciamento de recursos hídricos em cenários emergenciais, focando na garantia do abastecimento de água potável para a população impactada por potenciais rupturas de barragens.

Pela complexidade geral do PAE, ainda há um Diagnóstico de Abastecimento Público e Privado de Água. É descrito o "Plano de Proteção e Minimização dos Potenciais Impactos em Estações de Captação de Água para Abastecimento Urbano, na Mancha de Inundação" para um cenário sinérgico envolvendo oito barragens localizadas no município de Itabira, Minas Gerais. O plano visa garantir o abastecimento de água em caso de um cenário hipotético de rompimento dessas barragens, conhecido como "Dam Break". O plano identifica as áreas e municípios potencialmente afetados pela mancha de inundação, incluindo Itabira, Santa Maria de Itabira, Ferros, Joanésia, Braúnas, Açucena, Mesquita, Belo Oriente, Naque, Iapu e Bugre. Ele detalha as fontes de dados utilizadas para sua elaboração, incluindo informações do IBGE, ANA, IGAM, PMSBs dos municípios afetados, SNIRH e SNIS.

O plano se concentra principalmente no impacto do possível rompimento nas estruturas de captação, tratamento e distribuição de água, tanto públicas quanto privadas. Cada município impactado é analisado, listando as estruturas existentes e sua localização em relação à mancha de inundação. Para cada estrutura potencialmente afetada, o plano apresenta soluções emergenciais de curto prazo, como o abastecimento por caminhões-pipa e distribuição de água envasada. Além disso, são propostas alternativas de médio e longo prazo, como a construção de novas captações, adutoras e estações elevatórias em locais seguros, fora da área de risco. O plano também considera a legislação pertinente, como a Portaria GM/MS nº 888/2021 e a Resolução ARSAE-MG nº 129/2019, que tratam do transporte de água potável em situações emergenciais.

A legislação vigente sobre segurança de barragens estabelece a obrigatoriedade de elaborar documentos fundamentais como o PSB) e o PAE, promovendo a inclusão de diversos atores sociais no processo de gestão de riscos. Essa abordagem participativa reforça a dimensão social do TBL, ao garantir que as decisões e ações relacionadas à segurança de barragens envolvam as comunidades afetadas, promovendo justiça social e fortalecendo o desenvolvimento comunitário. A inclusão ativa de diferentes grupos garante não apenas a proteção e bem-estar das populações vulneráveis, mas também fomenta um senso de responsabilidade coletiva e transparência nas decisões, contribuindo para uma gestão mais equitativa e sustentável.

Um outro instrumento presente na PNSB é o monitoramento das barragens e dos recursos hídricos em sua área de influência (art. 6º, inciso IX). Esse dispositivo foi incluído apenas em 2020 pela lei nº 14.066, juntamente com outras inclusões pós acidente de Brumadinho. O objetivo é garantir a segurança estrutural das barragens e a sustentabilidade do uso da água, prevenindo desastres e assegurando que os recursos hídricos sejam gerenciados de forma adequada e segura.

Existem diferentes atores que atuam na integração da PNSB e PNRH. A relação entre os Comitês de Bacias Hidrográficas e a segurança de barragens de água está vinculada à gestão integrada dos recursos hídricos, à proteção das populações e ao equilíbrio ambiental. Embora os Comitês não sejam diretamente responsáveis pela fiscalização das barragens, desempenham um papel relevante na articulação e monitoramento dos impactos das barragens nas bacias hidrográficas. Os comitês ajudam a coordenar o planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos, o que

inclui a avaliação dos impactos das barragens no regime hídrico, na qualidade da água e na sustentabilidade dos recursos da bacia. Além das influências que os comitês podem ter na forma como as barragens são operadas, ainda podem auxiliar a minimizar impactos negativos no ecossistema e nas populações a jusante.

Embora não sejam responsáveis pela fiscalização direta das barragens, os comitês podem atuar como fóruns de debate para os impactos das barragens, influenciando decisões sobre a construção e operação. Ainda, pelos múltiplos usos da água, as barragens podem gerar conflitos entre diferentes usuários (agricultura, energia, abastecimento humano etc.), especialmente em situações de risco ou crise. Os comitês atuam como mediadores, buscando soluções integradas que considerem os interesses de todos os usuários e a segurança da população, especialmente nas áreas a jusante de barragens. Os comitês podem recomendar melhorias nos planos de segurança e operação de barragens dentro de suas respectivas bacias, baseado nos planos de bacia e nas diretrizes de sustentabilidade. Também podem colaborar com órgãos fiscalizadores ao fornecer dados e informações coletadas no monitoramento das bacias. A atuação dos Comitês das Bacias Hidrográficas, ainda que não regulatória, se integra à segurança das barragens a fim de garantir que a gestão seja feita de maneira sustentável, considerando a segurança hídrica, os aspectos sociais e os riscos ambientais.

A agência reguladora responsável pela fiscalização das barragens de água situadas em rios federais é a ANA, as barragens que se localizam em rios estaduais são de responsabilidade dos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos. No estado do Rio Grande do Sul as barragens que são estão sob a jurisdição da ANA e que se situam na Bacia Uruguai são apenas 42 barragens, mas 37 delas não possuem classificação a respeito do DPA (ANA, 2024), por exemplo, um dos instrumentos da PNSB. As barragens de responsabilidade da SEMA/RS totalizam 5.459, mas 3.640 não possui classificação de DPA (ANA, 2024). Essa questão, além de implicar diretamente na segurança das barragens, tem impacto direto na gestão hídrica e na prevenção de desastres ambientais e sociais. A defasagem fiscalizatória se evidenciou pelos dados trazidos quanto a quantidade das barragens fiscalizadas, mas a integração e cooperação entre os órgãos reguladores e comitês de bacias hidrográficas seria uma das alternativas para o déficit técnico na fiscalização, propondo planos regionais de monitoramento das barragens e coletando os dados locais dos empreendimentos. Nessa perspectiva, a descentralização da fiscalização

pode emergir com a atuação de diferentes atores regionais e locais, além da participação social e do acesso aos dados de maneira unificada, transparente e mais acessível.

O CNRH é um órgão colegiado integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) no Brasil. Ele tem como principais funções formular diretrizes da PNRH, estabelecer critérios para outorga de direitos de uso de recursos hídricos e deliberar sobre questões relacionadas à gestão das águas no país. Em relação à segurança das barragens, o CNRH desempenha um papel importante ao estabelecer normas, diretrizes e critérios técnicos para o projeto, construção, operação e monitoramento de barragens. Ele pode definir diretrizes específicas que assegurem a segurança das estruturas e a gestão hídrica adequada, visando prevenir acidentes e impactos ambientais. Além disso, o CNRH também pode atuar na articulação entre diferentes órgãos e entidades envolvidas na segurança de barragens, promovendo a integração das políticas públicas voltadas para a gestão de recursos hídricos e a segurança das estruturas.

A PNSB, ao garantir a gestão segura das estruturas, assume uma função predominante na sustentabilidade ambiental, especialmente ao assegurar a disponibilidade de água em termos de quantidade e qualidade. Essa abordagem não apenas protege ecossistemas, mas também suporta a continuidade de atividades econômicas essenciais, como a agricultura e a indústria, que dependem diretamente do acesso confiável à água. Assim, a PNSB não só fortalece a segurança das barragens, mas também promove uma gestão responsável dos recursos hídricos, integrando efetivamente os aspectos ambientais e econômicos dentro do contexto do TBL e ESG.

Por fim, as políticas públicas e regulamentações garantem o enquadramento legal; os impactos socioeconômicos e ambientais reforçam a importância de uma gestão preventiva; os aspectos técnicos asseguram que a infraestrutura opere de maneira segura; e a gestão de risco estabelece as diretrizes para a prevenção de desastres, promovendo a sustentabilidade do uso dos recursos hídricos e a segurança das populações. Esses quatro pilares interagem de maneira dinâmica na interface da gestão dos recursos hídricos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste trabalho consolidam a análise empreendida sobre a PNSB e suas interfaces com a gestão de recursos hídricos no Brasil, sob a ótica do desenvolvimento sustentável, em consonância com os ODS 6, 11 e 16.

O objetivo geral desta dissertação, que consistia em analisar os desafios institucionais e organizacionais enfrentados pelos órgãos responsáveis pela implementação PNSB e pela gestão hídrica, foi alcançado através das análises integrativas da metodologia, como a revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo. A pesquisa identificou e discutiu as dificuldades de coordenação entre diferentes esferas de governo e órgãos reguladores, a insuficiência de recursos financeiros e técnicos, a incompletude dos dados no SNISB, e a complexidade na articulação entre a PNSB e a gestão hídrica.

Diante da análise realizada, conclui-se que a ausência de coordenação entre os diversos atores envolvidos configura-se como um dos principais entraves institucionais à fiscalização de barragens. A articulação entre instituições distintas é dificultada por estruturas burocráticas complexas e competências que, muitas vezes, se sobrepõem. Considera-se que a superação desses desafios demanda não apenas a delimitação clara de responsabilidades, mas também o fortalecimento de mecanismos de cooperação entre órgãos governamentais, setor privado e sociedade civil, de modo a promover uma governança mais integrada.

Observa-se que a resistência de agências estatais em renunciar a parcelas de poder representa também um obstáculo relevante à efetivação da gestão integrada dos recursos hídricos. A persistência de falhas no planejamento setorial e na articulação entre os diferentes níveis de governo reforça a fragmentação das ações institucionais. Percebe-se que o cenário é agravado por um expressivo déficit institucional, marcado pela insuficiência orçamentária e pela ausência de uma gestão

estruturada, de planejamento e de execução adequados no que tange à fiscalização das estruturas de barragens, especialmente em determinadas unidades federativas.

Com base nos dados e relatos institucionais, é possível identificar diversos desafios estruturais que comprometem a efetividade da PNSB. Destacam-se, por exemplo, alguns deles: (i) a insuficiência de pessoal nos órgãos fiscalizadores, tornando inviável, em termos operacionais, a cobertura de todas as barragens sob sua competência, especialmente diante de demandas adicionais oriundas de denúncias; (ii) a falta de identificação de empreendedores, o que impede o repasse de informações e dificulta a responsabilização – situação agravada pelo fato de que, segundo o Relatório de Segurança de Barragens (RSB), 46% das estruturas não possuem essa informação cadastrada; (iii) o déficit na elaboração e apresentação dos instrumentos previstos pela PNSB, como o PSB e o PAE, cuja ausência compromete seriamente a capacidade de resposta a eventuais acidentes; e (iv) a inexistência de inspeções realizadas pelos próprios empreendedores, dificultando a detecção precoce de falhas. Tais fragilidades evidenciam a necessidade urgente de reforço institucional, normativo e técnico para garantir a segurança das barragens em território nacional.

Os dados que revelam a ausência de informações suficientes sobre um número expressivo de barragens cadastradas, bem como a falta de identificação do respectivo empreendedor, também reforçam os desafios de gestão e fiscalização apontados ao longo da revisão de literatura. Esse cenário demonstra uma fragilidade estrutural no sistema de controle e monitoramento.

A constatação de que apenas 4,72% das barragens enquadradas na PNSB foram efetivamente inspecionadas em 2023 confirma as limitações já discutidas, especialmente no que se refere à carência de recursos humanos, técnicos e financeiros para a fiscalização adequada dessas estruturas.

A partir das observações do GT do estado do Rio Grande do Sul, torna-se evidente a existência de preocupações significativas relacionadas à segurança de determinadas barragens, especialmente aquelas sob responsabilidade do INCRA, que apresentam fragilidades quanto à manutenção, à definição de responsabilidades e à gestão adequada. A situação se agrava no caso das barragens construídas com recursos da União, localizadas no estado do Rio Grande do Sul, cuja fiscalização é dificultada por uma lacuna jurídica quanto à delimitação de competências entre os entes federativos. A ausência de clareza normativa sobre a atribuição da fiscalização

em cursos d'água de domínio estadual, ainda que financiados com recursos federais, compromete a efetividade das ações de segurança e evidencia a necessidade urgente de harmonização legal e institucional no setor.

Com relação à iniciativa no contexto paranaense para implementar a PESB, por exemplo, é especialmente relevante diante das preocupações manifestadas pelo IAT, que, por meio de auditorias e estudos realizados em parceria com o Simepar, identificou fragilidades na fiscalização de algumas barragens. Esses achados ressaltam a urgência da adoção de medidas legislativas e institucionais que fortaleçam os mecanismos de controle e prevenção de riscos associados a essas estruturas.

As declarações de especialistas como o analista de controle Claudio Henrique Castro e o engenheiro Demilson Coelho reforçam o diagnóstico de que a fiscalização das barragens no Brasil, e em particular no estado do Paraná, enfrenta sérios entraves institucionais e operacionais. O relato evidencia não só o cenário preocupante paranaense, mas também nacional, marcado por déficit institucional, insuficiência orçamentária e ausência de gestão eficaz, elementos que comprometem diretamente a segurança das estruturas.

Adiante, os objetivos específicos delineados para a pesquisa foram integralmente atingidos. O capítulo 2.1, "Os horizontes do Desenvolvimento Sustentável", dedicou-se a apresentar a evolução e os fundamentos do desenvolvimento sustentável, abordando desde suas raízes epistemológicas até as discussões contemporâneas, como a Agenda 2030 e os aspectos ESG da industrialização.

A maioria dos autores, como Mariosa et al. (2022) e Qarahasanlou et al. (2022), abordam o conceito de desenvolvimento sustentável como um conjunto de iniciativas destinadas a promover uma melhor qualidade de vida, sem comprometer as condições de vida das gerações futuras. Em contraste, Leonardo Boff (2002) adota uma perspectiva divergente, argumentando que o conceito de desenvolvimento sustentável é intrinsecamente paradoxal, uma vez que as aspirações ideais e as realidades práticas dificilmente podem ser reconciliadas.

Leonardo Boff sugere que o ideal de sustentabilidade está distante da realidade imediata, refletindo uma lacuna intransponível entre idealismo e pragmatismo, um conceito que ressoa com o contexto contemporâneo.

O compromisso epistemológico com as questões ambientais e sociais avança em ritmo mais lento do que as transformações humanitárias e as mudanças climáticas que se impõem com urgência crescente. Embora os fundamentos conceituais do desenvolvimento sustentável apresentem um idealismo coerente e teoricamente robusto, a realidade concreta tende a corroborar a crítica formulada por Leonardo Boff.

Enquanto o comprometimento ético e humano não superar as práticas que continuam a degradar o meio ambiente, não será possível a plena conciliação entre os termos "desenvolvimento" e "sustentável", cuja coexistência permanece, assim, marcada por uma tensão conceitual e prática.

O capítulo 2.2, "Políticas Públicas Ambientais", explorou o conceito de políticas públicas ambientais, sua integração com o desenvolvimento, os diferentes tipos de classificação e os elementos de sua formulação e avaliação. Os capítulos 2.2.2 e 2.2.3 apresentaram detalhadamente a PNRH (Lei nº 9.433/1997) e a PNSB (Lei nº 12.334/2010 e suas alterações), respectivamente, discorrendo sobre seus objetivos, fundamentos e instrumentos.

A interface entre a PNSB e a gestão dos recursos hídricos foi analisada ao longo de toda a dissertação, com destaque para o capítulo 5.3. A pesquisa demonstrou como a segurança de barragens é intrínseca à gestão hídrica sustentável, influenciando a disponibilidade e a qualidade da água, a prevenção de desastres e a proteção socioambiental.

A pergunta central desta pesquisa foi: “qual a interface entre as políticas nacionais de recursos hídricos e segurança de barragens?”. A análise realizada demonstrou que a PNSB e a PNRH possuem uma interface essencial e complexa, embora sua integração efetiva ainda apresente desafios significativos. Ambas as políticas visam a gestão sustentável da água, embora com focos distintos.

A PNRH busca garantir o uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos, enquanto a PNSB se concentra na segurança das infraestruturas hídricas para prevenir desastres e proteger o meio ambiente e a sociedade. A segurança das barragens é fundamental para a efetividade da gestão dos recursos hídricos, pois a falha dessas estruturas pode comprometer o abastecimento, a irrigação, a geração de energia e outros usos da água, além de causar danos ambientais e sociais.

Diante do aumento progressivo da demanda por recursos hídricos — impulsionado, em grande medida, pela expansão urbana — e das recorrentes crises hídricas que vêm afetando diversas regiões do país, torna-se evidente a urgência na

elaboração e efetiva implementação do PNSH. Conclui-se que o cenário de intensificação das pressões sobre os recursos naturais reforça a necessidade de políticas públicas que assegurem a gestão sustentável da água.

O PNSH representa, nesse contexto, uma estratégia essencial para garantir a segurança hídrica nacional, ao considerar simultaneamente os desafios impostos pelo crescimento urbano desordenado e as crescentes vulnerabilidades decorrentes das mudanças climáticas.

Com base na crítica apresentada pelo IPEA, é possível afirmar que a efetiva promoção da segurança hídrica no Brasil exige mais do que a expansão da infraestrutura física, medida defendida pelo PNSH. Concorda-se que apenas soluções estruturais são insuficientes diante da complexidade dos desafios hídricos atuais. É imprescindível adotar uma visão sistêmica que considere a gestão integrada dos recursos hídricos, o uso sustentável da água e a conservação ambiental como eixos estratégicos. Nesse sentido, a crítica do IPEA revela-se pertinente ao enfatizar que a segurança hídrica duradoura só será alcançada por meio de políticas públicas que articulem desenvolvimento, responsabilidade ambiental e equidade no acesso à água.

Adiante, a análise da unidade de registro referente aos "desafios de gestão" revela questões críticas que dificultam a efetivação das soluções propostas no âmbito da gestão hídrica. A ausência de coordenação entre os diversos atores envolvidos — incluindo esferas governamentais, setor privado, comunidades locais e organizações ambientais — compromete a eficiência das ações e a construção de uma governança integrada.

Soma-se a isso a limitação imposta pela escassez de recursos financeiros, que restringe tanto a expansão de novas infraestruturas quanto a adequada manutenção e modernização das estruturas já existentes, fragilizando ainda mais a capacidade de resposta diante das demandas atuais e futuras por segurança hídrica.

Considera-se que a formulação de planos regionais de monitoramento, ancorados na coleta de dados locais, aliada à descentralização das ações fiscalizatórias, com a efetiva participação de atores regionais e locais, pode fortalecer significativamente a governança do setor.

Ademais, a promoção da participação social e o acesso unificado e transparente às informações constituem elementos essenciais. Nesse cenário, deve ser reconhecido o papel estratégico do CNRH na mediação e articulação entre as

diversas instâncias envolvidas, contribuindo para a integração e efetividade das políticas públicas voltadas à segurança de barragens.

A PNSB estabelece instrumentos como o PSB e o PAE, que são importantes para a gestão de riscos associados às barragens e, conseqüentemente, para a segurança hídrica. A baixa adesão a esses instrumentos, conforme apontado na pesquisa, demonstra uma fragilidade na interface prática entre as duas políticas. A pesquisa identificou desafios institucionais e de coordenação que dificultam a plena integração entre os órgãos responsáveis pela implementação de ambas as políticas. A falta de sinergia e as competências sobrepostas entre agências reguladoras e comitês de bacias hidrográficas impactam a fiscalização e o monitoramento das barragens, comprometendo a segurança hídrica e a sustentabilidade.

Os instrumentos previstos na PNSB desempenham papel fundamental na gestão hídrica, uma vez que asseguram a integridade de estruturas essenciais para o armazenamento e o controle dos recursos hídricos, como represas e reservatórios. A segurança dessas barragens é indispensável não apenas para a proteção dos mananciais, mas também para garantir a distribuição adequada da água para múltiplos usos — incluindo o abastecimento público, a irrigação, a geração de energia e o controle de cheias.

Instrumentos como o PSB, a classificação de risco e o monitoramento contínuo são ferramentas indispensáveis para a prevenção de desastres que possam comprometer a disponibilidade e a qualidade da água. Além disso, mecanismos de fiscalização e o uso de indicadores de segurança contribuem para uma gestão integrada e sustentável, reduzindo impactos ambientais e socioeconômicos e promovendo o uso responsável desse recurso vital.

Portanto, a interface entre a PNSB e a PNRH é marcada pela interdependência e pela necessidade de uma maior articulação e convergência de esforços para garantir tanto a segurança das barragens quanto a gestão sustentável dos recursos hídricos no Brasil, contribuindo de forma efetiva para ODS 6, 11 e 16. O fortalecimento dos mecanismos de implementação, fiscalização e aprimoramento dos sistemas de informação são passos importantes para consolidar essa interface e mitigar os riscos associados às barragens no país.

Diante de um enfoque integrado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a consideração a seguir é fundamentada nos 3 principais ODS desta pesquisa e nas metas estabelecidas pela Agenda 2030 da ONU, com ênfase nos

empreendimentos relacionados a barragens de água. Esta abordagem busca avaliar como as práticas de segurança e gestão de barragens se alinham com os princípios do desenvolvimento sustentável, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos, além de identificar as oportunidades e desafios para garantir a segurança hídrica de forma sustentável e responsável.

O ODS 6, "água potável e saneamento", em suas metas 6.4, 6.5 e 6.a, busca promover o uso eficiente da água, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos e fortalecer a cooperação internacional em questões relacionadas à água. No entanto, as discussões e os resultados dessa pesquisa indicam que a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis ainda requer maior atenção.

Uma abordagem categórica envolve a inclusão de todos os atores relevantes – governos, comunidades, empresas e comitês de bacias – no processo de tomada de decisões. Essa integração garante que as decisões considerem tanto a demanda humana quanto a preservação ambiental, promovendo um equilíbrio sustentável entre o uso dos recursos hídricos e a proteção dos ecossistemas. Além disso, é fundamental que a cooperação internacional seja fortalecida, de modo a compartilhar tecnologias, conhecimentos e boas práticas que possam melhorar a eficiência no uso da água e assegurar acesso universal à água potável e saneamento adequado.

O ODS 11, "cidades e comunidades sustentáveis", visa tornar os assentamentos humanos mais inclusivos e sustentáveis. As barragens desempenham um papel importante na prevenção de inundações e na gestão de recursos hídricos, protegendo áreas urbanas de enchentes e secas. Ao armazenar água em períodos de excesso e liberá-la de forma controlada, as barragens ajudam a tornar as cidades mais adaptativas frente às mudanças climáticas e a eventos climáticos extremos, como tempestades e períodos prolongados de seca. Além disso, muitas barragens são usadas para o abastecimento de água potável, beneficiando grandes centros urbanos e comunidades ao garantir acesso a esse recurso vital.

A água armazenada pode ser usada para melhorar a infraestrutura de saneamento, ajudando a promover a saúde pública e o bem-estar, elementos essenciais para cidades mais seguras e inclusivas. Ao serem integradas aos sistemas urbanos de forma planejada e com um enfoque em sustentabilidade, as barragens podem apoiar o desenvolvimento de cidades mais modernas e eficientes em termos de energia e recursos. Elas fornecem infraestrutura essencial para o crescimento

urbano sustentável, criando condições para o planejamento de cidades mais seguras e preparadas para lidar com desafios futuros.

O ODS 16, "paz, justiça e instituições eficazes", tem como foco promover sociedades pacíficas, inclusivas e justas, além de fortalecer as instituições em todos os níveis. As barragens podem se relacionar ao ODS 16 de várias maneiras, especialmente em questões de governança, justiça social e participação comunitária. A construção de barragens muitas vezes envolve decisões que afetam diretamente comunidades locais, como aquelas que dependem dos recursos hídricos para sua subsistência.

Alinhar projetos de barragens com o ODS 16 significa garantir que essas decisões sejam tomadas de maneira inclusiva e transparente, com a participação ativa das populações afetadas, respeitando os direitos das comunidades indígenas e locais. Isso envolve consultas públicas, diálogos transparentes e a consideração dos interesses de todas as partes envolvidas. Além disso, é essencial que os impactos ambientais sejam monitorados e mitigados, protegendo tanto as pessoas quanto o meio ambiente.

Com base nas análises realizadas durante esta pesquisa, foram identificados diversos desafios significativos que requerem abordagens estratégicas e colaborativas para mitigação efetiva. Os principais obstáculos incluem a fragmentação na coordenação entre diferentes entidades governamentais e esferas administrativas, limitações de recursos financeiros e técnicos, deficiências na aquisição e gestão de dados, participação social reduzida, dificuldades na fiscalização e ambiguidades na atribuição de responsabilidades. Em resposta a essas questões, recomenda-se adotar os seguintes caminhos alternativos e estratégias futuras.

Primeiramente, é essencial fortalecer os mecanismos de cooperação entre órgãos governamentais, setor privado e sociedade civil para fomentar uma governança mais integrada e eficiente. O aporte de recursos financeiros adequados deve ser uma prioridade para sustentar infraestruturas, monitorar, manter e fiscalizar barragens e recursos hídricos de maneira eficaz.

Adicionalmente, garantir a disponibilidade de informações precisas, atualizadas e consistentes, como no SNISB, é importante para embasar decisões informadas e políticas confiáveis. A transparência na informação e a acessibilidade aos dados desempenham um papel fundamental nesse contexto.

A implementação de uma gestão integrada dos recursos hídricos surge como um modelo ideal, visando equilibrar os aspectos sociais, econômicos e ambientais, com um enfoque participativo. É imperativo considerar uma abordagem holística e integrada para promover a segurança hídrica, indo além da simples construção de infraestruturas, e concentrando-se na gestão eficiente dos recursos hídricos existentes, no uso sustentável da água e na preservação ambiental.

Finalmente, é fundamental aprimorar os mecanismos que facilitem a participação da sociedade no processo decisório, integrando as comunidades locais no planejamento para prevenir acidentes ambientais. Essas estratégias visam abordar os desafios identificados nos âmbitos institucional, financeiro, técnico e social, promovendo uma gestão mais integrada, eficaz e sustentável da segurança de barragens e dos recursos hídricos, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Por fim, evidencia-se que as fragilidades das políticas públicas no que tange aos processos de avaliação, à articulação entre diferentes instrumentos e à escuta qualificada dos diversos atores envolvidos — incluindo gestores de barragens, lideranças comunitárias e as populações diretamente impactadas por essas estruturas — configuram pontos críticos que merecem maior atenção. Tais lacunas comprometem a eficácia das ações implementadas e apontam para a necessidade de abordagens mais integradas, participativas e sensíveis às realidades locais.

Nesse contexto, são encaminhamentos para pesquisas futuras que podem aprofundar a compreensão sobre os impactos socioambientais, os mecanismos de governança e os caminhos possíveis para o fortalecimento de políticas públicas voltadas à segurança hídrica e à justiça socioambiental.

REFERÊNCIAS

ABU-AFIFEH, Q., RAHBEH, M., AL-AFESHAT, A., AL-OMARI, S., QUTISHAT, T. A., ALKAYED, A. **Dam Sustainability's Interdependency with Climate Change and Dam Failure Drivers. Sustainability**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su152316239>. Acesso em: 12 de jun de 2024.

ANTUNES, P. B. **Direito Ambiental**. 3 ed. Rio de Janeiro, Lumen Juris, 1999.

ARAÚJO, W. P. **Marx e a indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital**. Katálysis, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1982-0259.2022.e82591>>. Acesso em: 27 de maio de 2024.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ. **IAT cobra segurança de barragens**. Paraná, 2022. Disponível em: <http://www.assembleia.pr.leg.br/comunicacao/noticias/iat-cobra-seguranca-de-barragens>. Acesso em: 23 jun. de 2023.

BOFF, L. **Desenvolvimento ou sociedade sustentável?** Disponível em: <https://leonardoboff.org/?s=Desenvolvimento+ou+sociedade+sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 23 de maio de 2024.

BONATTO, Rafael Araújo. **Políticas públicas ambientais no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 16 nov. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Relatório de Segurança de Barragens 2022**. Brasília: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/documentos-e-capacitacoes?tipo=documento&id=121>. Acesso em: 17 nov. de 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Resolução ANA nº 121, de 09 de maio de 2022 que altera a Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2022/121>. Acesso em: 11 jul. de 2024.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Comissão de defesa do consumidor, meio ambiente e minorias. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Câmara dos Deputados, 1995. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/528199/mod_resource/content/0/Agenda%2021.pdf. Acesso em 26 de mar. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, p. nº 1, 05 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. nº 16509, 02 set. 1981.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. **Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. nº 10649, 25 jul. 1985. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7347orig.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Dispõe sobre a Política Nacional e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. nº 470, 09 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. nº 109, 29 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais e cria o Sistema de Informação sobre Segurança de Barragens**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. nº 1, 21 set. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. **Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração)**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. nº 3º, 01 out. 2020. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14066.htm. Acesso em: 17 nov. 2023.

CAPELLA, A.; C.; N. **Formulação de Políticas Públicas**. Brasília: Enap, 2018. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3332/1/Livro_Formula%C3%A7%C3%A3o%20de%20pol%C3%ADticas%20p%C3%ABlicas.pdf. Acesso em: 24 nov. 2023.

CATEN, C. S. T., JUNG, C. F., HUNT, J. D., PACHECO, D. A. de J. **Triple Bottom Line impacts of traditional Product-Service Systems models: Myth or truth? A Natural Language Understanding approach**. Environmental Impact Assessment Review 96, 2022. Acesso em: 06 jun de 2024.

CAVALCANTI, C. (Organizador) **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**, organizador - 3ª ed., São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2001 p. 429.

CHE, X.; SONG, C.; LI, J. **How do corporate environmental, social, and governance (ESG) factors affect financial performance?** Sustainability, 2024. DOI 10.3390/su/162310347.

CHEN, J.; LUO, Y. **Desempenho ESG, Inovação Verde e Desempenho Financeiro Corporativo**: Com base em dados empíricos de empresas listadas em indústrias altamente poluentes. J. Entrep. Ciência e Tecnologia. 2024, 37, 67–73.

DA SILVA, A.; STÉFFANO, R.; MEDEIROS, A. B. S.; JÚNIOR, A. P. O.; NETO, O. F.; JÚNIOR, O. F. S. **Acidentes e incidentes em barragens brasileiras**: uma análise dos dados disponíveis nos relatórios de segurança de barragens e da legislação vigente. Holos, Rio Grande do Norte, 2021.

DE LIMA, T. C. S; MIOTO, R. C. T. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico**: a pesquisa bibliográfica. Revista Katál. Florianópolis, v. 10, 2007.

DIAS, L. **Indústria 4.0**: seu significado à luz do marxismo e seus impactos na luta de classes (parte 2). Escola Mundial do Comunismo. Disponível em: <https://www.marxismo.org.br/industria-4-0-seu-significado-a-luz-do-marxismo-e-seus-impactos-na-luta-de-classes-parte-2/>. Acesso em: 06 jun de 2024.

DINNEBIER, F. F. e LEITE, J. R. M. (Org). **Estado de Direito Ecológico**: Conceito, Conteúdo e Novas Dimensões para a Proteção da Natureza. São Paulo: Inst. O direito por um Planeta Verde, 2017.

DEUBEL, A-N. R. **Políticas Públicas: Formulación, implementación y evaluación**. Editora Aurora: Bogotá, 2007.

EFFYÁ. **O que são barragens, para que servem e quais os principais tipos?** Escola de Engenharia. Disponível em: <https://effyia.com.br/o-que-sao-barragens-para-que-servem-e-quais-os-principais-tipos/>. Acesso em: 12 jul. 2024.

FARAH, M. F. S. Parcerias, novos arranjos institucionais e políticas públicas no nível local de governo. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 35, n. 1, p. 119 a 144, 2001. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/6364>. Acesso em: 24 nov. 2023.

FISCHER, F.; MILLER, G. J.; SIDNEY, M. S. **Handbook of Public Policy Analysis: Theory, Politics, and Methods**. Public Administration and Public Policy/125, 1964.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS. **Boletim Informativo do Cidadão nº 62, julho de 2024** – Qualidade da água no rio Paraopeba. Disponível em: < [http://www.feam.br/images/stories/2024/boletimcidadao/Boletim do_Cidadao_N%C2%BA_62_FINAL.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2024/boletimcidadao/Boletim_do_Cidadao_N%C2%BA_62_FINAL.pdf)> Acesso em: 30 de set. de 2024.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 84.

GIACCHINI, Jussara; MORETTO, Cleide Fátima. **Do surgimento da teoria do desenvolvimento sustentável à concepção de sustentabilidade**: velhos e novos enfoques rumo ao desenvolvimento sustentável. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA AMBIENTAL, 6., 2005, Brasília. Anais... Brasília, DF: UNB, 2005.

GOMES, S.; LOPES, J. M.; NOGUEIRA, E. **Triple Bottom Line, sustainability, and economic development**: What binds them together? A bibliometric approach. Sustainability, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/sul15086706>>. Acesso em

HEINZELMANN, L. T. **O Muro de Mauá e a memória das enchentes**. Jornal da Universidade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Secretaria de Comunicação Social. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/jornal/o-muro-da-maua-e-a-memoria-das-enchentes/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

JUNGES, M. **A sede pelo petróleo e a destruição dos oceanos**. Revista do Instituto Humanitas Unisinos, edição 404, novembro de 2012.

KASMAIER, K. **A justiça Ambiental como elemento do estado contemporâneo**, p. 542-564.

KELSEN, H. **Teoria Pura do Direito**. Tradução João Baptista Machado, 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2021.

KYOI, S., MORI, K., MATSUSHITA, K. Solution of trade-offs between food production, water use, and climate change mitigation in global agriculture. Sustainable Development, V. 32, 2023. Disponível em: <https://doi.org.ez129.periodicos.capes.gov.br/10.1002/sd.2792>. Acesso em: 10 de jun de 2024.

LOWI, T. J. **American Business, Public Policy, Case-Studies, and Political Theory.** *World Politics*. Vol. 16, nº. 4, 1964, p. 677–715. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2009452>. Acesso em: 17 nov. 2023.

MACEDO, S. V.; SILVEIRA, S. F. R.; VALADARES, J. L.; FRANÇA, V. M.; **Avaliação de Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) de Mineração**: uma Proposta com base da Teoria do Programa. VII Encontro Brasileiro de Administração Pública: Brasília, 2020. Disponível em: <https://ebap.online/ebap/index.php/VII/viiebp/paper/viewFile/1050/393>. Acesso em: 17 nov. de 2023.

MARIE, M. **Um futuro mais sustentável**: CEOs politicamente conectados podem estimular o nexo entre o desempenho ESG e o desempenho financeiro da empresa? J. Int. Financ. Mark. Inst. Money 2024, 96.

MARTINS, F. R. A FALÁCIA DO DISCURSO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL FRENTE À REALIDADE DA MINERAÇÃO BRASILEIR. In: RECH, A.U. et al. (Org.). **Direito ambiental e desenvolvimento sustentável: anais do IV Encontro Nacional de pesquisadores**. 1ª ed. Caxias do Sul, RS: Educus, 2022, p. 40 - .E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MARX, K. **O Capital**. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

MBEMBE, A. **Necropolítica**. Public Culture 15 (1), 2003, p. 11-40.

MESQUITA, A. A. P. **O papel e o funcionamento das Agências Reguladoras no contexto do Estado brasileiro** – problemas e soluções. Brasília: Revista de Informação Legislativa nº 166, 2005.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **3º Boletim de Monitoramento** – Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-seguranca-hidrica/boletins-de-monitoramento-do-pnsh/3oboletimpnsh_01072022.pdf. Acesso em: 27 nov. de 2023.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. **Relatório da Delegação Brasileira à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente** – Volume I. Estocolmo 72. Brasília, 1972. Disponível em: [MINISTÉRIO DO INTERIOR. Relatório da Delegação Brasileira à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – Volume I. Estocolmo, 72 – Volume I.doc. Brasília, 1972](#). Acesso em: 22 nov. 2023.

MORENO, G. Ordem hierárquica das normas brasileiras, 2021. Disponível em: <http://www.garciaemoreno.com.br/artigo/14973/ordem-hierarquica-das-normas-brasileiras.html>.

MORICZ, C. L.; SIMÃO, C.; MORALES, C. M. **Direito, políticas públicas e controle externo: temas contemporâneos**. 1. Ed. Indaiatuba: Foco, 2022. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 16 nov. 2023.

MUÑOZ, R. H. **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997**. Ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000, p. 13. Disponível em: <https://issuu.com/fernandodecarvalho4/docs/interfaces-da-gest-o-de-recursos-h>. Acesso em: 17 nov. 2023.

OLIVEIRA, L. S. **O conceito de governamentalidade em Michel Foucault**. Ítaca 34, 2019. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ONU. Pacto Global Rede Brasil. **ESG**. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/pg/esg>. Acesso em: 04 dez. de 2023.

PAGE, M. J., MCKENZIE, J. E., BOSSUYT, P., BOUTRON, I., HOFFMANN, T. C., MULROW, C. D., SHAMSEER, L., TETZLAFF, J. M., AKL, E. L., BRENNAN, S. E., CHOU, R., GLANVILLE, J., GRIMSHAW, J. M., HRÓBJARTSSON, A., LALU, M. M., LI, T., LODER, E. W., WILSON, M. E., MCDONALD, S., MCGUINNESS, L. A., STEWART, L. A., THOMAS, J., TRICCO, A. C., WELCH, V. A., WHITING, P., MOHER, D. **A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas**. Traduzido por: Galvão, T. F., e Tiguman, G. M. B. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>. Acesso em 11 de jun de 2024.

PAIVA, E. L.; JÚNIOR, J. M. de C.; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de produção e de operações**: Conceitos, melhores práticas, visão de futuro. Grupo A – Bookman, 2009.

PARK, D.; You, H. **A Digital Twin Dam and Watershed Management Platform**. *Water* 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w15112106>. Acesso em: 29 nov. 2023.

PEDROSA, L. A. C. A REFORMA AGRÁRIA NO NORDESTE: O CASO DO MARANHÃO. In: NETO, A. et al (Org.). **O Nordeste à procura da sustentabilidade**. Cadernos Adenauer III, nº 5. Rio de Janeiro, Fundação Konrad Adenauer, 2002.

POLLACHI, A.; MOMM-SCHULT, S. I.; DA SILVA, R. L. **Integração e adaptação na Bacia do Alto Tietê (São Paulo)**: o papel do Fundo Estadual de Recursos Hídricos na proteção e recuperação das áreas de mananciais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 62, 2023. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/83573>>. Acesso em: 15 out. 2024.

RICHER, J. **The Ethical Capitalist**: how to make business work better for society. New York: Random House, 2018, p. 11.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria nº 110, de 31 de agosto de 2018. **Institui a obrigatoriedade do Sistema de Outorga – SIOUT – para os procedimentos administrativos relacionados ao uso dos recursos hídricos sob a gestão do Estado do Rio Grande do Sul**. Diário Oficial do Estado: Porto Alegre, RS, nº 168, p. 4, 31 ago. 2018. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201809/05134326-2018-portaria-sema-n-110-2018-institui-a-obrigatoriedade-do-siout-para-proced-amd-relacionados-ao-uso-dos-rechidr-gestao-rs.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria nº 168, de 04 de jun de 2019. **Institui o Grupo de Trabalho de Segurança de Barragens**. Diário Oficial do Estado: Porto Alegre, RS, nº 168, 11 jun. 2019. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202308/30110643-2019-portaria-sema-n-168-institui-grupo-trab-seguranca-barragens-conduzir-acoes-implem-polit-seg-barragens-no-rs-11-06.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

RÜDELE, K., WOLF, M. and RAMSAUER, C. (2024), **Synergies and trade-offs between ecological and productivity-enhancing measures in industrial production – a systematic review**", *Management of Environmental Quality*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org.ez129.periodicos.capes.gov.br/10.1108/MEQ-07-2023-0195>.

SAMSUDDIN, S. A.; KAMAN, Z. K.; TAMANNA, K.; ALI, Z.; MAT, N. **Assessing socio-economic and environmental losses of dam-failure flood risk: a review on sustainable framework**. *Journal of Sustainability Science and management*. Volumer 19 number 1, 2024.

SÁNCHEZ, L.E. **Os papéis da avaliação de impacto ambiental**. Trabalho apresentado no Seminário Internacional “Avaliação de Impacto Ambiental: Situação atual e Perspectivas”. USP, 1991.

SANTOS, R. E. d. **Genealogia da governamentalidade em Michel Foucault**. 2010. 242f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Belo Horizonte, 2010.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. **Relatório de Atividades 2022** – GT Segurança de Barragens. Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202303/20140742-4-relatorioatividadesgt-2022-marodin-rev-luciano.pdf>. Acesso em 24 nov. de 2023.

SEN. A. **Desenvolvimento como Liberdade**. Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de Direito Ambiental**. 20 ed. São Paulo: SaraivaJur, 2022, p. 145.

SKINNER, W. **Manufacturing** – The missing link in corporate strategy. Harvard Business Review, v.47, p.5-14, May/Jun, 1969.

SOUZA, C. **Coordenação de políticas públicas**. Brasília: Enap, 2018.

STIGLITZ, J. E. **Políticas de Desenvolvimento no mundo da Globalização**. Revista de Desenvolvimento e Globalização – 333, 2002.

TREVISAN, T. **Um porto vazio no centro da capital gaúcha**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2007. Acesso em: 24 jul. 2024.

TRIGUEIRO, A. **Espiritismo e ecologia**. 3. ed. Brasília: FEB, 2013.

TRINDADE, L. de L.; SCHEIBE, L. F. **Gestão das águas: limitações e contribuições na atuação dos comitês de bacias hidrográficas brasileiros**. v. 22, n. 2019, 2019.

VALE. **Eliminação de barragens**. Vale conclui obras de descaracterização do Dique 1B, da barragem Conceição em Itabira (MG). Disponível em: < <https://vale.com/pt/w/mais-seguranca-vale-conclui-obras-de-descaracterizacao-do-dique-1b-da-barragem-conceicao-em-it>

Yapici, N.; Dheer, R. J. S. **Esquecendo a Irresponsabilidade Corporativa: O Papel das Atividades Políticas Corporativas e as Características das Partes Interessadas**. Revista de Ética Empresarial, 2023. Disponível em: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001028388900002>. Acesso em: 04 dez. de 2023.

WORLD BANK GROUP. **Aperfeiçoamento da política e do sistema de recursos hídricos no Brasil**. Vol. VI – Aspectos dos Arcabouços Legal e Institucional. Brasília, Banco Mundial, 2018.

ZITELMANN, R. Economias planejadas destroem o meio ambiente mais do que qualquer outro Sistema. Disponível em:

<https://www.institutoliberal.org.br/blog/economias-planificadas-destroem-meio-ambiente-mais-do-que-qualquer-outro-sistema/>. Acesso em: 23 de out. de 2024.

ANEXOS

Anexo 01 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 20/04/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 20/04/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	136,59	32,00	634,22	51,97
CAMPOS NOVOS	205,99	209,00	659,24	84,80
MACHADINHO	400,54	302,00	473,99	57,03
ITÁ	594,02	433,00	368,98	-
PASSO FUNDO	128,53	18,00	596,29	82,55
MONJOLINHO	70,81	44,00	327,96	-
FOZ CHAPECO	612,69	512,00	264,68	-
QUEBRA QUEIXO	96,26	37,00	548,04	79,69
SAO JOSE	928,51	824,00	154,09	-
GARIBALDI	199,12	196,00	704,62	83,89
PASSO SAO JOAO	911,37	883,00	128,31	-

Anexo 02 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 25/04/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 25/04/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	173,17	68,00	634,60	53,28
CAMPOS NOVOS	302,11	305,00	658,86	77,20
MACHADINHO	532,73	853,00	473,36	52,80
ITÁ	1.087,92	976,00	368,75	-
PASSO FUNDO	60,09	44,00	596,52	84,80
MONJOLINHO	111,89	133,00	328,07	-
FOZ CHAPECO	1.394,47	1.440,00	264,42	-
QUEBRA QUEIXO	97,85	96,00	548,17	82,44
SAO JOSE	378,48	321,00	154,56	-
GARIBALDI	292,00	292,00	704,80	91,48
PASSO SAO JOAO	345,92	311,00	128,20	-

Anexo 03 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 27/04/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 27/04/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	152,50	91,00	634,75	53,80
CAMPOS NOVOS	187,00	223,00	658,42	68,40
MACHADINHO	429,25	536,00	472,75	48,70
ITÁ	758,30	678,00	368,88	-
PASSO FUNDO	73,06	41,00	596,55	85,10
MONJOLINHO	78,82	133,00	327,30	-
FOZ CHAPECO	965,15	947,00	264,33	-
QUEBRA QUEIXO	94,40	115,00	547,56	69,54
SAO JOSE	378,45	368,00	154,56	-
GARIBALDI	174,33	168,00	704,92	96,58
PASSO SAO JOAO	410,91	400,00	128,31	-

Anexo 04 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 29/04/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 29/04/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	489,01	197,00	635,37	55,96
CAMPOS NOVOS	494,07	395,00	658,99	79,80
MACHADINHO	1.377,65	655,00	473,98	56,96
ITÁ	2.532,76	2.126,00	369,53	-
PASSO FUNDO	269,14	74,00	596,86	88,18
MONJOLINHO	532,74	475,00	329,29	-
FOZ CHAPECO	3.207,08	2.960,00	264,75	-
QUEBRA QUEIXO	56,33	87,00	547,16	61,07
SAO JOSE	425,71	444,00	154,48	-
GARIBALDI	512,34	385,00	705,51	122,29
PASSO SAO JOAO	485,09	496,00	128,28	-

Anexo 05 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 02/05/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 02/05/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	3.459,89	43,00	639,89	72,27
CAMPOS NOVOS	973,97	947,00	659,44	88,80
MACHADINHO	2.716,55	1.009,00	476,80	76,69
ITÁ	5.606,47	5.256,00	368,72	-
PASSO FUNDO	1.221,00	807,00	597,25	92,14
MONJOLINHO	1.874,18	1.703,00	331,39	-
FOZ CHAPECO	7.444,71	7.281,00	264,49	-
QUEBRA QUEIXO	72,41	115,00	545,35	25,95
SAO JOSE	1.526,68	1.592,00	153,90	-
GARIBALDI	631,08	549,00	705,51	122,29
PASSO SAO JOAO	1.600,81	1.627,00	128,12	-

Anexo 06 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 03/05/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 03/05/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	3.935,73	274,00	643,67	86,70
CAMPOS NOVOS	1.264,05	1.360,00	659,12	82,40
MACHADINHO	3.131,99	2.765,00	477,22	79,69
ITÁ	7.830,17	9.419,00	367,71	-
PASSO FUNDO	627,40	959,00	597,05	90,10
MONJOLINHO	2.140,89	2.224,00	330,20	-
FOZ CHAPECO	14.872,33	15.244,00	264,08	-
QUEBRA QUEIXO	104,81	115,00	545,17	22,50
SAO JOSE	1.956,58	2.001,00	153,73	-
GARIBALDI	825,01	738,00	705,77	134,00
PASSO SAO JOAO	1.945,54	1.963,00	128,04	-

Anexo 07 - Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) no dia 05/05/2024 na Bacia Hidrográfica Uruguai, ANA, 2023.

DATA DE REFERÊNCIA: 05/05/2024				
Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
BARRA GRANDE	2.812,32	2.924,00	645,41	93,58
CAMPOS NOVOS	1.542,01	1.464,00	659,39	87,80
MACHADINHO	5.602,02	5.458,00	478,27	87,26
ITÁ	8.517,29	7.342,00	368,47	-
PASSO FUNDO	663,75	581,00	597,14	91,02
MONJOLINHO	1.112,57	1.151,00	329,62	-
FOZ CHAPECO	9.840,55	9.732,00	264,27	-
QUEBRA QUEIXO	372,64	226,00	549,61	114,15
SAO JOSE	2.641,00	2.641,00	153,73	-
GARIBALDI	1.214,32	1.190,00	706,23	155,23
PASSO SAO JOAO	2.449,57	2.409,00	128,05	-

