

Aplicação da gestão de riscos na Represa do Funil

Igor Santos Moura (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO)

igormoura36@gmail.com

Anna Beatriz Pires Prado Teixeira (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) anna.teixeira@discentes.fat.uerj.br

Luana Souza Almeida (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO)
luana.almeida@fat.uerj.br

Thatiana Muylaert Siqueira Menezes (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO) thatiana.muylaert@fat.uerj.br

Resumo

Segundo o relatório mais recente do Fórum Econômico Mundial, desastres relacionados a infraestruturas críticas estão entre os 30 riscos globais mais severos. Embora a Usina do Funil seja classificada como de baixa Categoria de Risco (CRI), o risco de rompimento de barragens não pode ser tratado como um evento improvável. O elevado Dano Potencial Associado (DPA) evidencia a necessidade de maior atenção quanto à sua governança. Este artigo tem como objetivo propor estratégias de governança de risco diante de um eventual rompimento da Usina do Funil, localizada em Resende, no estado do Rio de Janeiro. A aplicação do *Risk Governance Escalator* permitiu identificar os *stakeholders* essenciais para a elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE), além de propor estratégias adequadas para a comunicação de risco e a participação ativa das partes interessadas. Os resultados demonstram que, em caso de ruptura, o risco relacionado à Usina do Funil deve ser classificado como complexo, incerto e ambíguo, e que a comunicação deve assumir um modelo de discurso participativo, incluindo representantes da sociedade civil, da academia, de órgãos governamentais e do setor privado.

Palavras-Chaves: represa do funil, gestão de risco, desastre.

1. Introdução

Com o propósito de formar reservatórios para o armazenamento de substâncias, sejam elas líquidas ou misturas de líquidos e sólidos (ANA, 2024), as barragens podem ser instaladas em ambientes com ou sem a presença direta de cursos d'água, independentemente de seu caráter permanente ou temporário (ANA, 2024). Falhas em barragens resultam de fatores humanos, hidrológicos ou geológicos (Phyo et al., 2023), podendo provocar perdas de vidas humanas, além de causar danos significativos às propriedades e ao meio ambiente (You et al., 2012).

A ruptura de barragens não é um evento atípico (Kelman, 2019). Na China, em 1975, chuvas extremas provocaram o rompimento das represas de Banqiao e Shimantan, assim como outras 58 barragens consideradas de pequeno porte. As falhas dessas estruturas resultaram na inundação de mais de 12.000 km², submergindo cidades, vilarejos e extensas áreas agrícolas (Xu et al., 2008). O desastre causou mais de 26.000 mortes confirmadas, milhões de desabrigados e prejuízos econômicos que ultrapassaram 10 bilhões de yuans (Xu et al., 2008). Consequentemente, o evento ficou marcado como um dos maiores e mais devastadores desastres envolvendo barragens da história (Xu et al., 2008).

O rompimento da barragem de Camará, em julho de 2004, por outro lado, ocorreu devido a falhas em sua construção (Silva et al., 2006). O colapso da ombreira esquerda, responsável por conter cerca de 60% dos 26 mil metros cúbicos de água da barragem, resultou em uma inundação repentina que devastou o município de Alagoa Grande (Silva et al., 2006). Considerada uma verdadeira catástrofe, resultou em diversos impactos negativos, como a perda de bens materiais, imóveis, patrimônio público, reservas hídricas e a morte de animais e pessoas (Silva et al., 2006).

No Brasil, 56% da matriz energética é composta por usinas hidrelétricas (Brasil, 2025). A página institucional da Furnas (2025) destaca a contribuição da Usina do Funil, situada em Resende, no sul do estado do Rio de Janeiro, para o funcionamento industrial e econômico da região. Além de sua participação no abastecimento da área mais densamente industrializada do Brasil (Quadra et al., 2021), composta pelos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.

Independentemente do seu tamanho, o potencial risco de ruptura de uma barragem pode ocasionar danos significativos às populações, ao meio ambiente e à economia (ANA,

2024), evidenciando a necessidade da adoção de medidas eficazes para a previsão, prevenção e mitigação de desastres relacionados a barragens (You et al., 2012). Utilizando o *Risk Governance Escalator* proposto pelo *International Risk Governance Council* (IRGC, 2017), o risco de rompimento da Usina do Funil será categorizado como simples, complexo, incerto e ambíguo, conforme sua complexidade e incerteza. Este estudo integra conceitos de gestão e governança de riscos de desastres.

O objetivo deste artigo é analisar, por meio de uma abordagem qualitativa, as estratégias de gerenciamento de riscos associadas ao rompimento da represa do Funil, visando identificar os *stakeholders* cuja participação é necessária na elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE), bem como examinar os tipos de discursos e abordagens empregados.

2. Referencial teórico

O aumento na frequência e intensidade de desastres têm impulsionado o desenvolvimento de metodologias eficazes para a gestão de riscos em diferentes contextos (Ali et al., 2024).

Nesta seção, são apresentados estudos que vêm contribuindo para o aprimoramento da gestão de riscos em contextos de desastres, aplicando abordagens inovadoras que combinam tecnologias, modelagens e estruturas de governança.

2.1 Integração entre gestão de risco e governança

Hochrainer-Stigler et al., (2024) propõem ampliar a gestão de riscos, antes focada nos impactos diretos, para incluir efeitos indiretos por meio de um processo participativo de governança. O modelo envolve quatro etapas principais: identificar riscos emergentes, mitigar riscos diretos e indiretos, analisar mudanças na percepção do risco e coletar dados para calibrar e simular sistemas e riscos associados. Com base na abordagem de Schinko et al., (2022), aplicada a inundações de grande escala na Austrália, propõe-se a consideração integrada de múltiplos riscos e a inclusão ativa dos *stakeholders* no processo de gestão, com o objetivo de apoiar a incorporação de riscos indiretos e efeitos em cascata na formulação de políticas públicas.

2.2 Governança de risco no setor de saúde

De acordo com o Marco de Sendai (ONU, 2015), resiliência é a capacidade de sistemas, comunidades ou sociedades de suportar, recuperar-se e adaptar-se a desastres,

garantindo a preservação e a restauração de funções essenciais por meio de uma gestão de risco eficaz. Em contextos críticos, os sistemas de saúde frequentemente não dispõem de recursos suficientes para atender à demanda crescente, o que reforça a necessidade de fortalecer a resiliência do setor, inclusive em áreas remotas e vulneráveis (Ali et al., 2024).

Ali et al., (2024) analisaram a relação entre competências de liderança e resiliência a desastres na saúde, realizando uma comparação das competências e sintetizando os principais fatores envolvidos. Os autores destacam que o desenvolvimento de competências de liderança transformadora é fundamental para preparar e conduzir organizações na resposta e recuperação frente a desastres, fortalecendo a resiliência organizacional e, consequentemente, a resiliência a desastres de forma mais ampla (Ali et al., 2024).

2.3 Revisão por pares

A revisão por pares tem ganhado destaque em instituições públicas e organizações internacionais como instrumento de fortalecimento das capacidades de gestão de riscos de desastres (Casartelli et al., 2025). Segundo o ISO/TC 292 (2021), trata-se de um processo em que um revisor avalia o desempenho de um anfitrião, fornece *feedback* e extrai lições aplicáveis ao seu próprio contexto. Considerada ferramenta relevante para monitorar diretrizes e avaliar desempenho, promove aprendizagem mútua e mudanças organizacionais voltadas ao fortalecimento da resiliência (Casartelli et al., 2025).

No âmbito da gestão de riscos, Casartelli et al., (2025) propuseram uma estrutura técnica para tornar a revisão por pares mais adaptável aos desafios emergentes, organizada em etapas que incluem governança, avaliação de risco, planejamento, prevenção, preparação, resposta, recuperação e lições aprendidas, favorecendo uma abordagem integrada.

2.4 Simulação do rompimento de barragens usando HEC-RAS

Em agosto de 2018, o rompimento da barragem de Swa Chaung afetou dezenas de vilarejos, deslocou cerca de 63.000 pessoas e comprometeu a infraestrutura em Mianmar (Phyo et al., 2023). Diante de eventos dessa magnitude, avanços na gestão de segurança de barragens têm incorporado simulações de cenários extremos para prevenção de riscos. Phyo et al., (2023) utilizaram o HEC-RAS para modelar hidrogramas de ruptura e comparar períodos de retorno de cheias, subsidiando medidas de mitigação, sistemas de alerta e planejamento em áreas a jusante vulneráveis.

Com base no *Risk Governance Escalator* proposto pelo IRGC (2017), este artigo busca identificar os *stakeholders* envolvidos em um eventual rompimento da Barragem do

Funil, em Resende (RJ), analisando responsabilidades, níveis de participação e mecanismos de coordenação necessários para uma gestão de risco mais eficaz.

A Tabela 1 fornece um comparativo entre métodos de gerenciamento de desastres.

Tabela 1 – Características do Risco e Metodologias Aplicadas à sua Gestão

Referência	Desastre	Método	Local
Hochrainer-Stigler <i>et al.</i> , 2024	Inundações	Governança de riscos	Áustria
Ali <i>et al.</i> , 2024	Sistema de saúde	Resiliência	Austrália
Casartelli <i>et al.</i> , 2025	Desastres	Revisão por pares	Itália
Phyo <i>et al.</i> , 2023	Rompimento de barragens	Simulação (HEC-RAS)	Mianmar
Este artigo	Rompimento de barragens	Risk Governance Escalator	Brasil

Fonte: Elaborado pelos Autores

A próxima seção descreve a metodologia adotada, com base no modelo do IRGC, que oferece uma abordagem sistemática para enfrentar riscos complexos.

3. Metodologia

O presente artigo foi elaborado com base em uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa, cujo objetivo é verificar o grau de conformidade entre o Plano de Ação de Emergência (PAE) desenvolvido pela Usina Hidrelétrica do Funil, e o modelo de governança de riscos proposto pelo IRGC.

A pesquisa é de natureza teórica, uma vez que tem como finalidade promover discussões conceituais acerca da aplicação da metodologia proposta pelo IRGC. O estudo foi conduzido entre março e junho de 2025, por meio de um levantamento bibliográfico que incluiu a análise de artigos científicos publicados no período de 2000 a 2025, acessados principalmente na plataforma *ScienceDirect*. Para a busca, foram utilizados termos-chave como “*governança de risco*” e “*risk governance escalator*”, além de documentos e publicações do International Risk Governance Council (IRGC).

O risco de rompimento da represa do Funil, situada no sudeste do estado do Rio de Janeiro, foi classificado conforme as diretrizes para governança de riscos propostas nos elementos estruturais do modelo IRGC.

3.1 Caracterização do risco

Segundo o IRGC (2005), a capacidade individual de resolver problemas é limitada, sobretudo quando a gestão de riscos envolve múltiplos atores no processo decisório. A governança de riscos amplia essa perspectiva ao incorporar contexto histórico e legal, valores e percepções sociais, com o objetivo de promover coordenação entre comunidade científica, empresários, ONGs e sociedade civil (IRGC, 2005).

Os riscos são classificados em quatro categorias: simples, complexos, incertos e ambíguos. Riscos simples são considerados rotineiros e podem ser tratados com instrumentos tradicionais e métodos empíricos já testados e validados (Renn, 2008). Quando não é possível estabelecer claramente relações de causa e efeito devido à presença de múltiplos fatores interdependentes, o risco é caracterizado como complexo, exigindo investigações científicas mais sofisticadas, pois as relações não são lineares e envolvem diversas variáveis intervenientes (Klinke; Renn, 2002).

A incerteza surge diante da limitação ou ausência de dados, o que compromete a estimativa de probabilidades e impactos potenciais dos desastres (Klinke; Renn, 2012). Já a ambiguidade decorre de interpretações divergentes sobre os resultados das avaliações de risco (IRGC, 2005). Pode ser interpretativa, quando há diferentes compreensões sobre os dados, ou normativa, quando existem divergências quanto à aceitabilidade do risco, considerando princípios éticos, qualidade de vida e distribuição de riscos e benefícios (IRGC, 2005).

3.2 Stakeholders

Florin e Parker (2020) definem *stakeholders* como grupos socialmente organizados que são ou poderão ser afetados pelos resultados de um evento ou da atividade que origina o risco, bem como pelas decisões e estratégias adotadas para sua gestão.

Grupos ou indivíduos que sofrem as consequências dos eventos relacionados ao risco, positivas ou negativas, são classificados como público diretamente afetado. Nessa categoria incluem membros da comunidade e grupos marginalizados (Florin; Parker, 2020). Além disso, cientistas, elites culturais, formadores de opinião, o público em geral e a mídia também podem ser considerados partes interessadas. Embora não estejam diretamente envolvidos nos acontecimentos, em determinadas circunstâncias devem participar do processo de gerenciamento de riscos, pois exercem influência na formação da opinião pública (Florin; Parker, 2020).

No contexto dos riscos, a inclusão dos *stakeholders* tem como objetivo informar o público, promover julgamentos fundamentados, definir a aceitabilidade e a tolerabilidade dos riscos, além de capacitar a população para lidar com possíveis impactos e consequências (Florin; Parker, 2020). A participação desses grupos contribui para decisões mais legítimas e socialmente alinhadas.

A forma como as pessoas compreendem e avaliam ameaças é influenciada por suas posições sociais, econômicas e emocionais. É pouco provável supor que o proprietário de uma fábrica de cigarros perceba o risco de câncer de pulmão da mesma maneira que alguém que perdeu um familiar em decorrência da doença. Enquanto indivíduos diretamente afetados tendem a atribuir maior gravidade e urgência ao risco, percepções mediadas por interesses econômicos podem resultar em avaliações mais distanciadas e racionalizadas.

Assim, ao considerar abordagens para a gestão de riscos, torna-se essencial compreender como diferentes partes interessadas percebem os impactos, sejam eles diretos ou indiretos. Essa compreensão permite estruturar estratégias mais eficazes e sensíveis às diversas realidades sociais envolvidas (Florin; Parker, 2020).

3.3 Risk governance escalator

Entre os principais componentes da gestão de risco, a comunicação é fundamental por incluir *stakeholders* na tomada de decisão, conciliando conhecimento técnico com interesses, crenças e recursos individuais (Renn, 2008). Para construir confiança institucional, é necessário promover tolerância entre visões conflitantes e criar bases para sua resolução, fortalecendo a preparação social diante de crises e desastres (Renn, 2008). As quatro categorias de risco orientam, de modo geral, as estratégias de participação.

Segundo Renn (2008), o caminho para criar confiança nos meios institucionais de gestão de risco, é promover tolerância entre pontos de vista conflitantes e fornecer a base para sua resolução. Em determinados contextos, a participação das partes interessadas influencia o nível de preparo da sociedade para lidar com riscos e responder de forma eficaz a crises e desastres (Renn, 2008). Nesse contexto, as quatro categorias de risco previamente discutidas servem de base para orientar, de forma geral, as estratégias de participação dos *stakeholders*.

Nos riscos simples, não é preciso envolver todos os potencialmente afetados, pois os resultados são considerados óbvios. O discurso é instrumental e voltado à cooperação entre governo e grupos diretamente impactados (IRGC, 2005).

No caso de riscos complexos, é necessário assegurar transparência quanto aos julgamentos subjetivos envolvidos, permitindo a avaliação equilibrada dos dois lados da equação custo-benefício (IRGC, 2005). A complexidade implica na inclusão de especialistas, visando a resolução de conflitos, por meio da inclusão de novos conhecimentos (IRGC, 2005). Para lidar com a complexidade, o discurso empregado é de natureza epistemológica, voltado à obtenção das melhores estimativas para a caracterização dos riscos (IRGC, 2005).

Em situações envolvendo incertezas, é inviável julgar com precisão a gravidade de um evento, seu potencial de dano e a probabilidade de ocorrência (Renn, 2008). Portanto, diante dessa limitação, é necessário envolver atores políticos, empresas privadas e a comunidade científica no processo de avaliação, a fim de definir, por meio do consenso, o nível de investimento considerado aceitável para evitar possíveis consequências (IRGC, 2005). Renn (2008) classifica o discurso como reflexivo, por depender da análise coletiva sobre o equilíbrio entre as possibilidades de superproteção e subproteção.

Por sua vez, em contextos marcados por alta ambiguidade, o discurso é definido como participativo (IRGC, 2005). E o processo de avaliação de risco deve estar aberto não apenas aos grupos diretamente impactados, mas também aqueles indiretamente afetados, cujas contribuições são relevantes para o debate (Renn, 2008). O propósito é encontrar um consenso sobre as dimensões de ambiguidade que precisam ser abordadas na comparação de riscos e benefícios, bem como no equilíbrio entre vantagens e desvantagens, por meio de uma plataforma que permita a discussão aberta de argumentos, crenças e valores divergentes (Renn, 2008).

A Figura 1 apresenta as características do risco e suas implicações para a gestão.

Figura 1 - Risk governance escalator



Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Florin e Parker (2020, p. 5)

Concluída a descrição dos procedimentos metodológicos, o artigo segue com a classificação do risco, realizada conforme a metodologia adotada, a identificação dos tipos de discurso considerados, e a análise crítica do Plano de Ação de Emergência (PAE).

4. Resultados

Atualmente, grande parte das estratégias de gestão de risco é direcionada à mitigação dos efeitos diretos dos desastres (Hochrainer-Stigler et al., 2024). No entanto, a pressão exercida por esses eventos sobre os sistemas sociais, econômicos e políticos no passado, somada à expectativa de aumento no número de desastres no futuro, evidencia a necessidade de dar maior atenção às suas consequências indiretas (Hochrainer-Stigler et al., 2024).

4.1 Classificação do risco

Em setembro de 2023, na cidade de Derna, na Líbia, o volume de chuvas acima do esperado provocou falhas sucessivas em barragens, desencadeando um desastre que resultou em mais de 20.000 mortes e desaparecimentos, além do colapso de mais de 3.000 edificações (Zhou et al., 2025). As inundações resultantes causaram perdas humanas e materiais irreparáveis, deixando marcas profundas na região (Zhou et al., 2025).

Originadas por diversos fatores, as falhas em barragens incluem problemas na fase de implementação, deficiências na gestão, erros humanos e fatores climáticos (Zhou et al., 2025). A multiplicidade de causas dificulta a identificação das relações de causa e efeito, favorecendo a formação de uma rede de variáveis interdependentes que influenciam o desenrolar do evento. Por isso, o risco é considerado complexo.

As mudanças climáticas intensificam os riscos de desastres ao aumentar tanto a frequência quanto a severidade dos eventos extremos, elevando sua probabilidade de ocorrência e a incerteza (Zhou et al., 2025). A dificuldade em realizar avaliações precisas da ocorrência de desastres, devido às lacunas causadas pela imprevisibilidade, implica na caracterização do risco como incerto, especialmente considerando que a modelagem das cadeias de causa e efeito permanece incompleta.

Em situações de ruptura, as águas, oriundas do reservatório, tendem a convergir para os canais principais por meio de afluentes, induzindo riscos complexos em regiões próximas (Zhou et al., 2025). O perigo, decorrente de um possível rompimento da Usina do Funil, se

estende além das características físicas da inundação, tais como a extensão das áreas alagadas, a profundidade da água e a velocidade da correnteza, uma vez que seu alcance impacta diretamente populações, infraestruturas e ecossistemas. Diante desse contexto, é necessário avaliar a capacidade das pessoas, comunidades e ambientes afetados de resistir e se recuperar dos danos sofridos pelos rompimentos das barragens. A partir da definição das zonas consideradas de risco, da priorização na ordem de evacuação e da disposição financeira, política ou social dos grupos afetados em assumir os custos decorrentes, configuram-se cenários que oscilam entre a subproteção e a superproteção. Nesse contexto, surge a ambiguidade, seja de natureza informativa ou linguística, inclusive em relação à própria definição do conceito de “seguro”.

Dessa forma, o risco de desastre, proveniente do rompimento da Usina do Funil, é classificado como complexo, incerto e ambíguo. Segundo Florin e Parker (2020), a caracterização adotada para orientar o tipo de discurso a ser empregado segue o nível mais elevado de complexidade identificado. Assim, o discurso a seguir foi construído com base em referenciais normativos aplicáveis a contextos marcados pela ambiguidade.

4.2 Tipo de discurso

O discurso adequado para contextos que envolvem ambiguidades é denominado participativo, abrangendo um diálogo social amplo (IRGC, 2005), no qual a avaliação de risco deve ser transparente e aberta ao público (Renn, 2008), em um espaço onde argumentos, crenças e valores divergentes possam ser discutidos (Renn, 2008).

Os responsáveis pela gestão precisam resolver a complexidade, definir a incerteza e lidar com a ambiguidade por meio da comunicação, assegurando a eficácia da governança de risco e garantindo que as partes interessadas possam questionar a forma como o problema é apresentado (IRGC, 2005; Klinke; Renn, 2012).

A região próxima à Usina do Funil, em Resende, Rio de Janeiro, concentra um importante polo industrial com grandes montadoras e siderúrgicas diretamente afetadas em caso de rompimento da represa.

Os grupos diretamente afetados incluem trabalhadores das indústrias, moradores das áreas próximas e potencialmente atingidas, além das equipes responsáveis pela operação e manutenção da usina. Também são impactados órgãos públicos, como defesa civil, saúde e meio ambiente, e empresas dos setores de transporte, energia, abastecimento, comércio e turismo, que precisam se adaptar às consequências do desastre.

O grupo indiretamente afetado inclui a sociedade em geral, dependente da segurança hídrica e energética da região. Cientistas e pesquisadores de universidades públicas e privadas também participam da avaliação, contribuindo com conhecimento científico e tecnológico para a gestão de riscos e emergências.

O sucesso na resolução de riscos marcados por ambiguidades depende da inclusão de grupos direta e indiretamente afetados, integrando diferentes perspectivas (Klinke e Renn, 2012). Nesse contexto, a criação de conselhos consultivos locais que promovam colaboração contínua entre população e gestores públicos é fundamental para complementar a gestão de risco (Renn, 2008).

4.3 Limitações

A Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, institui a Política Nacional de Segurança de Barragens, com o objetivo de prevenir e mitigar desastres relacionados à segurança de barragens (ANA, 2024).

De acordo com o § 3º do art. 12 da Lei nº 14.066/2020, o Plano de Ação de Emergência é obrigatório para barragens classificadas com DPA médio ou alto ou com CRI alto, conforme o órgão fiscalizador. O art. 3º, inciso II, da Lei nº 12.334/2010 garante a implementação do plano, o acesso ao seu conteúdo e incentiva a participação da população em sua formulação e execução.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, a Usina do Funil apresenta baixa Categoria de Risco e alto Dano Potencial Associado. O Relatório de Segurança de Barragens 2020 afirma que a população tem direito de conhecer os riscos a que está exposta para se preparar adequadamente. Entretanto, o site estava indisponível em junho de 2025, período de elaboração deste artigo.

Com base nos conceitos de gerenciamento de riscos do IRGC, a classificação como risco ambíguo exige a participação de partes direta e indiretamente afetadas, tanto na formulação do plano quanto em discussões voltadas à produção de conhecimento e à conscientização social.

A indisponibilidade de dados sobre o gerenciamento de riscos limita a comparação entre a metodologia adotada e a proposta neste artigo. Ainda assim, o site A Voz da Cidade (2024) registra ações da Usina do Funil, como instalação de placas do Plano de Ação de

Emergência com rotas de fuga, em parceria com a Defesa Civil, e simulações de evacuação nos últimos três anos em Resende e Itatiaia.

4.4 Implicações teóricas

Diante de contextos marcados por incertezas e ambiguidades e na busca por minimizar impactos indiretos de desastres (Hochrainer-Stigler et al., 2024), a gestão de riscos deve avaliar percepções, receios e ressalvas das partes interessadas (Florin e Parker, 2020), pois diferentes grupos sociais apresentam interesses e pontos de vista diversos (Hochrainer-Stigler et al., 2024).

Durante o processo de evacuação, a ausência de veículos particulares é utilizada para identificar indivíduos em situação de desvantagem locomotiva (Wang et al., 2024). No furacão Katrina, por exemplo, a gestão de risco não previa planos específicos para grupos vulneráveis, turistas e pessoas sem veículos, o que aumentou o número daqueles que não alcançaram áreas seguras em tempo hábil (Wang et al., 2024). Ao incluir stakeholders na gestão, a equipe passa a conhecer características do público diretamente envolvido, permitindo implementar ações direcionadas e, se necessário, ajustar políticas para proteger grupos mais vulneráveis (Florin; Parker, 2020).

A conscientização sobre condutas diante da possibilidade de desastre contribui para mudanças comportamentais, tornando as partes interessadas mais aptas a lidar com os riscos (Florin; Parker, 2020). Nesse contexto, a participação de tomadores de decisão, cientistas, partes interessadas, mídia e público favorece a construção de um plano de ação flexível, sensível às especificidades de cada situação e à disseminação de informações verificadas, evitando pânico generalizado (Florin; Parker, 2020).

5. Considerações finais

A construção de planos de emergência demanda articulação institucional e a participação de distintos setores da sociedade, considerando que a definição dos atores envolvidos e a comunicação adotada deve refletir as particularidades e a complexidade do risco analisado.

O *Risk Governance Escalator* foi empregado como ferramenta para a identificação dos stakeholders significativos na elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE). Os resultados analisados indicam que o risco associado ao rompimento da Usina do Funil é classificado como complexo, incerto e ambíguo, o que corrobora a necessidade de adoção de um modelo de comunicação fundamentado no discurso participativo. Nesse contexto, é

fundamental promover a participação de representantes do governo, da academia, do setor privado, da sociedade civil e de outros grupos potencialmente afetados, com o objetivo de incorporar diferentes perspectivas que envolvem o risco, por meio de painéis de deliberação, consultas públicas e outros mecanismos participativos que contribuam para a formulação do PAE.

Pesquisas futuras podem comparar as ações efetivamente adotadas pelas autoridades com os resultados previstos a partir dos modelos de governança de risco discutidos neste estudo, além de incluir a realização de consultas públicas para avaliar o nível de conhecimento da comunidade local sobre as ações previstas no plano de emergência e o grau de envolvimento dos diferentes atores envolvidos. Tais iniciativas são fundamentais para o aprimoramento contínuo das estratégias de prevenção, resiliência e resposta a desastres.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Relatório de Segurança de Barragens 2023. Brasília: ANA, 2024. Disponível em: https://www.snish.gov.br/portal-snish/api/file/download/714/4/rsb_2023_2024_06_27_11_01_28.pdf. Acesso em: 19 jun. 2025.

ALI, Heba Mohtady et al. Developing a healthcare transformational leadership competency framework for disaster resilience and risk management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 113, p. 104898, out. 2024.

A VOZ DA CIDADE. Plano de emergência da Usina de Funil avança com placas e simulado em Itatiaia. 16 abr. 2024. Disponível em: <https://avozdacidade.com/wp/plano-de-emergencia-da-usina-de-funil-avanca-com-placas-e-simulado-em-itatiaia>. Acesso em: 21 jun. 2025.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2025: relatório síntese – ano base 2024. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2025>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Consultar barragem – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Disponível em: <https://www.snish.gov.br/portal-snish/consultar-barragem>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 1 out. 2020.

CASARTELLI, Veronica et al. An innovative framework to conduct peer reviews of disaster risk management capabilities under the Union Civil Protection Mechanism (UCPM). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 120, p. 105350, abr. 2025.

FLORIN, Marie-Valentine; PARKER, Stephanie Danielle. Involving Stakeholders in the Risk Governance Process. 14 dez. 2020.



João Pessoa, Paraíba, Brasil – 27 a 29 de maio de 2026.

FURNAS – Centrais Elétricas S.A. Central de Funil. Disponível em: <https://www.furnas.com.br/funil/?culture=pt>. Acesso em: 19 jun. 2025.

HOCHRAINER-STIGLER, Stefan et al. Risk management against indirect risks from disasters: A multi-model and participatory governance framework applied to flood risk in Austria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 106, p. 104425, maio 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 22300:2021 – Segurança e Resiliência – Vocabulário. Genebra: ISO, 2021.

INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE COUNCIL (IRGC). Risk governance: towards an integrative approach. Geneva: IRGC, 2005. Disponível em: https://irgc.org/wp-content/uploads/2018/09/IRGC_WP_No_1_Risk_Governance_reprinted_version_3.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE CENTER (IRGC). Introduction to the IRGC Risk Governance Framework (Revised Version 2017). Lausanne: IRGC, 2017. Disponível em: <https://irgc.org/wp-content/uploads/2018/09/IRGC.-2017.-An-introduction-to-the-IRGC-Risk-Governance-Framework.-Revised-version..pdf>. Acesso em: 6 jun. 2025.

KELMAN, Jerson. Rompimento de barragens: por que ocorrem e como prevenir. Brasil Energia, 2024. Disponível em: <https://brasilenergia.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2025.

KLINKE, Andreas; RENN, Ortwin. A New Approach to Risk Evaluation and Management: Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-Based Strategies¹. *Risk Analysis*, v. 22, n. 6, p. 1071–1094, dez. 2002.

KLINKE, Andreas; RENN, Ortwin. Adaptive and integrative governance on risk and uncertainty. *Journal of Risk Research*, v. 15, n. 3, p. 273–292, mar. 2012.

ONU. Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR). Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015–2030. Genebra: UNDRR, 2015. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 17 jun. 2025.

PHYO, Aung Pyae; YABAR, Helmut; RICHARDS, Delmaria. Managing dam breach and flood inundation by HEC-RAS modeling and GIS mapping for disaster risk management. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, v. 8, p. 100487, dez. 2023.

QUADRA, Gabrielle Rabelo et al. Micropollutants in four Brazilian water reservoirs. *Limnologica*, v. 90, p. 125902, set. 2021.

RENN, Ortwin. Risk Governance: An Application of Analytic-deliberative Policy Making. In: MISRA, Krishna B. (Org.). *Handbook of Performability Engineering*. London: Springer London, 2008. p. 743–754.

SILVA, Marina et al. Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande, PB. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 6, n. 1, p. 20–34, 2006.

WANG, Wei et al. Pedestrian evacuation planning under dam-break flood disaster considering road risk and road pedestrian demand. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 104, p. 104355, abr. 2024.

XU, Yao; ZHANG, Limin; JIA, Jinsheng. Lessons from Catastrophic Dam Failures in August 1975 in Zhumadian, China. In: GEOCONGRESS 2008. *GeoCongress 2008*. New Orleans, Louisiana, United States: American Society of Civil Engineers, 7 mar. 2008. Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/40971%28310%2920>. Acesso em: 28 jun. 2025

YOU, Luo et al. Review of Dam-break Research of Earth-rock Dam Combining with Dam Safety Management. *Procedia Engineering*, v. 28, p. 382–388, 2012.



ZHOU, Jinjun et al. Risk spatial distribution and economic loss assessment for parallel reservoir group dam-break floods: A case study of southwest river basin in China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 59, p. 102364, jun. 2025.