

IV-684 - ANÁLISE DA VULNERABILIDADE HÍDRICA E AÇÕES ATENUANTES COM INTERFACE NOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

Pedro Gustavo Câmara da Silva^{(1)*}, Marcos Roberto Benso⁽²⁾, Greicelene Jesus da Silva⁽³⁾, Eduardo Mário Mendiondo⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Engenheiro Civil (UFRN). Doutorando em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (WADILab, EESC/USP). *Autor correspondente.

⁽²⁾ Engenheiro Ambiental e Sanitarista (UFSM). Doutorando em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (WADILab, EESC/USP).

⁽³⁾ Engenheira Ambiental (UFRN). Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFRN. Doutoranda em Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (WADILab, EESC/USP).

⁽⁴⁾ Engenheiro de Recursos Hídricos (UNL). Professor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (WADILab, EESC/USP).

Endereço^(1,2,3,4): Av. Trab. São Carlense, 400 - Parque Arnold Schimidt, São Carlos - SP, 13566-590 - e-mail: [^{\(1\)*}pedrogc.silva@usp.br](mailto:pedrogc.silva@usp.br), [^{\(2\)}marcosbenso@usp.br](mailto:marcosbenso@usp.br), [^{\(3\)}greicelene.silva@usp.br](mailto:greicelene.silva@usp.br), [^{\(4\)}emm@sc.usp.br](mailto:emm@sc.usp.br).

RESUMO

Os recursos hídricos são fundamentais para a vida e desenvolvimento humano, porém a sua gestão sustentável é um desafio. As barragens são estruturas importantes para o armazenamento e uso racional da água, mas o seu mau gerenciamento pode conduzir a consequências socioambientais negativas. Este artigo aborda a problemática da segurança hídrica em diferentes regiões hidrológicas do Brasil, considerando o Índice de Segurança Hídrica (ISH) e a Categoria de Risco (CRI) das barragens de usos múltiplos. O objetivo é avaliar a vulnerabilidade hídrica, para definir estratégias de gestão mais assertivas, e, assim, minimizar os riscos associados à exploração dos recursos hídricos. Os dados foram coletados nos sítios do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), ambos geridos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). A análise dos dados possibilitou classificar as barragens de acordo com a CRI e ISH, resultando em 15 categorias de classificação. A classificação mostrou que, considerando o cômputo do índice CRI, é possível notar uma vulnerabilidade acentuada para determinadas barragens. Conclui-se que é necessário aprimorar a gestão de recursos hídricos no Brasil para garantir um panorama de aproveitamento da matriz hídrica de maneira mais sustentável, através de ações atenuantes, minimizando as vulnerabilidades às quais estejam expostas.

PALAVRAS-CHAVE: ISH, CRI, gestão sustentável, segurança hídrica, barragens.

INTRODUÇÃO

As crescentes pressões sobre os recursos hídricos têm posto em alerta gestores e tomadores de decisão em âmbito mundial (Nkiaka, 2022). Aliar desenvolvimento com práticas sustentáveis de gestão tem sido um desafio em razão das disparidades entre demanda e oferta de água nas diferentes regiões hidrológicas (IPCC, 2021; Hausfather et al., 2022). Esse desafio também é pauta das agendas brasileiras, havendo significativo impacto na segurança hídrica e riscos associados ao desabastecimento de água para os múltiplos usos, evidenciando as vulnerabilidades dos sistemas hídricos nacionais (ANA, 2019).

Para mensurar a segurança hídrica nas diferentes regiões do Brasil, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) desenvolveu o Índice de Segurança Hídrica (ISH), de forma a retratar as diferentes dimensões (econômica, humana, resiliência e ecossistêmica) associadas (ANA, 2019). Concomitante, através do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), a ANA reúne o cadastro de barragens de usos múltiplos da água, tendo como um dos índices de categorização a Categoria de Risco (CRI), determinada pelas características construtivas e de conservação (ANA, 2022a).

O necessário aprimoramento da gestão de recursos hídricos, frente às alterações climáticas e sua forma de distribuição, pode garantir caminhos para um panorama de aproveitamento da matriz hídrica de maneira mais sustentável aliada com a minimização de riscos, tanto de acidentes estruturais, quanto do desabastecimento de água, diminuindo as vulnerabilidades às quais estejam expostas (Di Baldassare et al., 2019; Espíndola et al., 2020, Mao et al., 2022).

A disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, é uma das metas brasileiras da Agenda 2030, englobando o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 (ANA, 2022b). Esse, por sua vez, tem interfaces estreitas com demais metas sustentáveis, como as elencadas nos ODS 2 – fome, ODS 7 – energia, ODS 12 - consumo sustentável e ODS 11 - cidades sustentáveis, por exemplo (ONU, 2023). Ambos os objetivos têm impacto substancial nos modos de vida (Espíndola et al., 2020).

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a vulnerabilidade hídrica, o ISH e CRI serão tomados como parâmetros combinados para classificar as barragens de usos múltiplos. Ademais, a consideração do CRI no cômputo da vulnerabilidade hídrica também reside na prerrogativa de aumento de riscos de desabastecimentos quando a gestão de riscos de rompimento é incipiente, conforme relatado em eventos recentes no cenário brasileiro (Marcondes, 2023; Campinas, 2023). Por fim, será possível definir estratégias de gestão de maneira mais assertiva, com base nas dimensões do ISH e também nos ODS, podendo auxiliar na minimização de riscos associados à exploração dos recursos hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreendeu as regiões hidrográficas do território brasileiro, e as barragens de usos múltiplos cadastradas, excluindo-se aquelas de mineração e rejeito, foram objetos de análise no artigo (Figura 1).

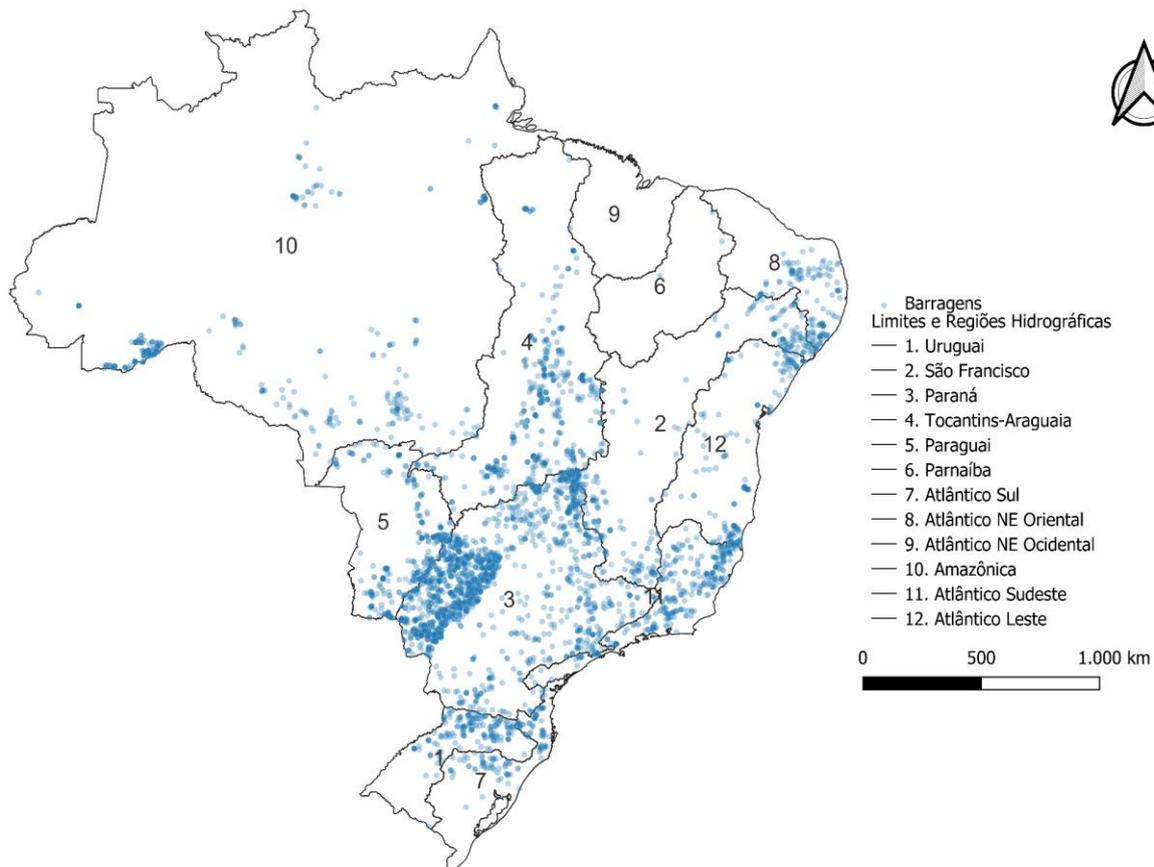


Figura 1. Regiões hidrográficas e distribuição de barragens em território brasileiro.

Seleção de dados

Os dados selecionados para o estudo foram o Índice de Segurança Hídrica (ISH), juntamente com a Categoria de Risco (CRI) das barragens, conforme a Política Nacional de Segurança de Barragens, estabelecida pela Lei nº 12.334/2010 (Brasil, 2010). Os dados estão disponíveis eletronicamente nos sítios do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), ambos geridos pela ANA.

Classificação das barragens

Para cada barragem, foi feita a respectiva classificação considerando o seu índice de risco e considerando a categoria de segurança hídrica da região a qual ela pertence. Visando uma melhor organização desse cruzamento de informações, as categorias do ISH foram referenciadas como A, B, C, D e E, correspondendo à mínimo, baixo, médio, alto e máximo, respectivamente, e as categorias de CRI como 1, 2 e 3, correspondendo a baixo, médio e alto, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação das barragens quanto ao ISH e a CRI

		Categorias do ISH				
		Mínimo (A)	Baixo (B)	Médio (C)	Alto (D)	Máximo (E)
Categorias da CRI	Baixo (1)	1A	1B	1C	1D	1E
	Médio (2)	2A	2B	2C	2D	2E
	Alto (3)	3A	3B	3C	3D	3E

O nível de vulnerabilidade (V) para cada barragem é dado por V_{ij} , onde i corresponde à categoria da CRI e j corresponde à categoria do ISH, totalizando 15 categorias de classificação.

Adicionalmente, foram selecionadas as barragens com dados de CRI e ISH completos para as subbacias da classificação da ANA.

Descrição do Índice de Segurança Hídrica

Uma vez que o ISH abrange quatro dimensões de classificação, sendo elas, econômica, humana, resiliência e ecossistêmica. É possível destacar uma visão holística da dinâmica existente entre as variações deste índice, juntamente com a classificação de risco das barragens, e as ações de desenvolvimento sustentável.

Em sua construção, o Índice de Segurança Hídrica (ISH) é composto por cinco indicadores que refletem as dimensões da segurança hídrica. Os indicadores que foram consideradas para a construção do ISH são:

1. Disponibilidade Hídrica: essa dimensão se refere à quantidade de água disponível em uma determinada região, levando em conta a oferta natural e a disponibilidade através de infraestrutura construída.
2. Acesso à Água: essa dimensão se refere à capacidade das pessoas e das comunidades de acessar água de qualidade em quantidade suficiente para atender às suas necessidades básicas, incluindo saúde, higiene e alimentação.
3. Qualidade da Água: essa dimensão se refere à qualidade da água disponível, ou seja, se ela é adequada para o consumo humano e para o uso em atividades econômicas, incluindo a agricultura e a indústria.
4. Gestão de Riscos: essa dimensão se refere à capacidade de gerenciar os riscos relacionados a eventos climáticos extremos, como secas e cheias, e garantir a resiliência dos ecossistemas aquáticos e das comunidades que dependem da água.
5. Sustentabilidade Ambiental: essa dimensão se refere à capacidade de utilizar os recursos hídricos de forma sustentável, levando em consideração os impactos ambientais e as necessidades das gerações futuras.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda global estabelecida pela ONU (2023) para promover o desenvolvimento sustentável em todo o mundo. As quatro dimensões do ISH podem ser relacionadas aos seguintes ODS:

DIMENSÃO HUMANA: essa dimensão está relacionada com a garantia do acesso à água potável e saneamento básico para todas as pessoas, o que é fundamental para o alcance do ODS 6 - Água Potável e Saneamento. Bem como os ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável.

DIMENSÃO ECONÔMICA: essa dimensão está relacionada com a promoção do crescimento econômico e o uso sustentável dos recursos naturais, o que está em consonância com o ODS 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico e ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis.

DIMENSÃO ECOSSISTÊMICA: essa dimensão está relacionada com a conservação e uso sustentável dos ecossistemas aquáticos e terrestres, o que está em consonância com o ODS 14 - Vida na Água e ODS 15 - Vida Terrestre. Além disso, o ODS 7 - Energia Limpa e Acessível pode trazer benefícios na diversificação de da matriz energética e diminuir impactos no ciclo hidrológico em razão das emissões de gases de efeito estufa, por exemplo.

DIMENSÃO DE RESILIÊNCIA: essa dimensão está relacionada com a redução dos riscos de desastres naturais e a garantia da resiliência das comunidades e ecossistemas, o que está em consonância com o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS 13 - Ação contra a Mudança Global do Clima.

RESULTADOS

Classificação das barragens

Com o cruzamento de dados de ISH e CRI foi possível classificar as barragens nos 15 níveis elencados. A Tabela 2 apresenta os resultados da classificação considerando o ISH para o ano de 2017 e a Tabela 3 apresenta os resultados para o horizonte temporal de 2035, com mudanças climáticas.

Tabela 2. Classificação das barragens com base no ISH e CRI para o ano de 2017.

Barragens Classificadas - 2017					
	Mínimo (A)	Baixo (B)	Médio (C)	Alto (D)	Máximo (E)
Baixo (1)	13	81	112	528	313
Médio (2)	5	44	128	400	196
Alto (3)	4	34	115	348	106

Tabela 3. Classificação das barragens com base no ISH e CRI para o ano de 2035.

Barragens Classificadas - 2035					
	Mínimo (A)	Baixo (B)	Médio (C)	Alto (D)	Máximo (E)
Baixo (1)	15	92	112	534	294
Médio (2)	5	64	172	361	171
Alto (3)	4	67	131	313	92

Considerando o ano de 2017 (Tabela 1), a maioria das barragens apresenta classificação do ISH de Média a Máxima e, ao mesmo passo, classificação da CRI entre Médio e Alto. Essa combinação denota um nível V que chama atenção, uma vez que barragens com um risco acentuado estão sendo utilizadas para atendimento das demandas (categorias V_{2D} , V_{3D} , V_{2E} , V_{3E}). Além disso, é possível perceber que a categoria V_{1D} possui um número alto de barragens que operam com um bom índice hídrico e ainda com risco estrutural baixo.

Para o ano de 2035 (Tabela 2), essa classificação para grande parte das barragens se mantém. No entanto, é notável uma acentuada diminuição das classes que apresentam Alta e Máxima segurança hídrica e aumento em classes que apresentam menor segurança hídrica, permanecendo, majoritariamente a classificação em níveis CRI elevados (categorias V_{2D} , V_{3D} , V_{1E} , V_{2E} e V_{3E}).

A Figura 2 e 3 mostram que há uma maior concentração de barragens com alterações em seus índices majoritariamente nas regiões hidrográficas do São Francisco, Paraná e Tocantins-Araguaia. As principais barragens têm uso principal para o abastecimento humano nessas regiões, demanda prioritária com base na legislação brasileira.

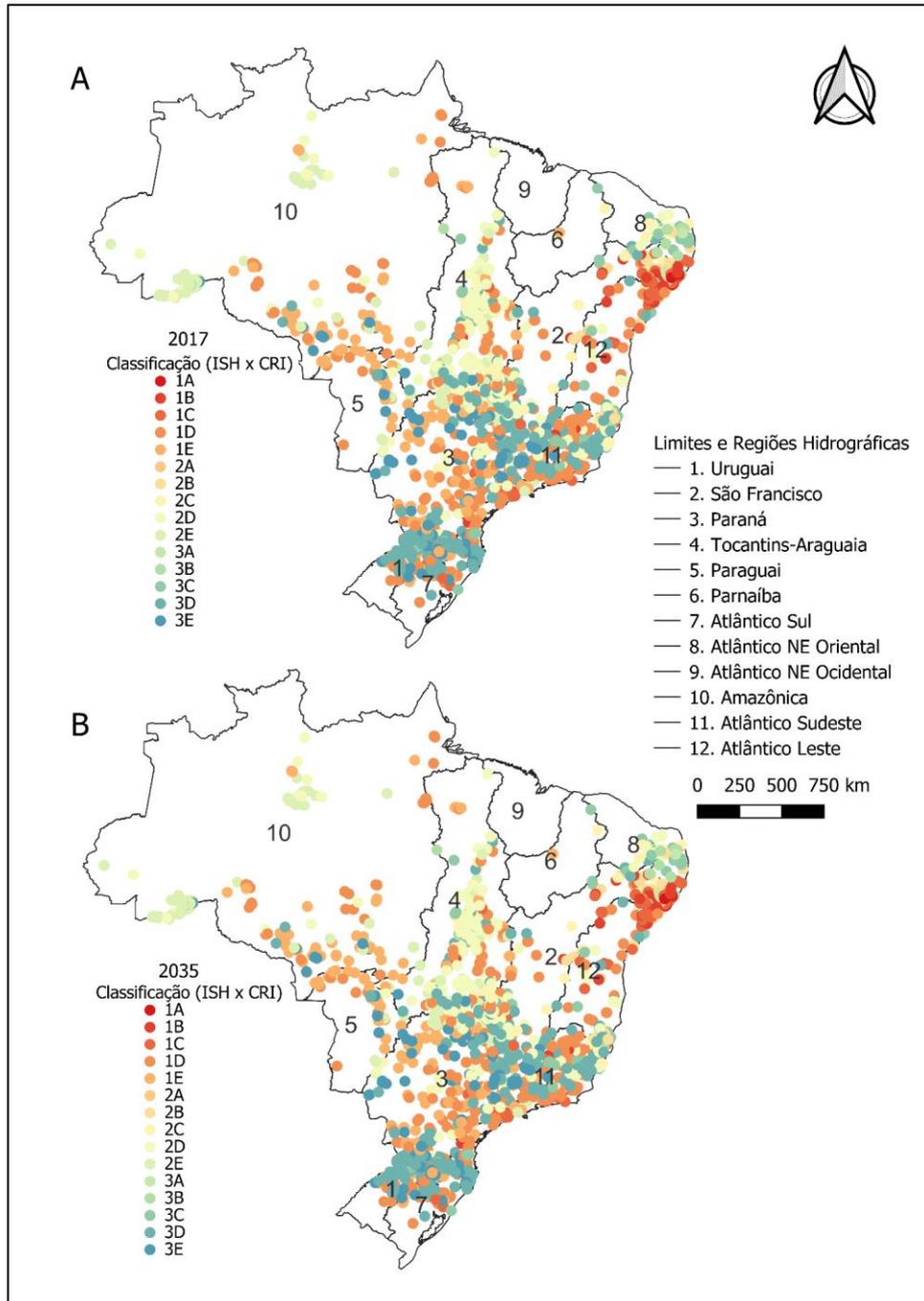


Figura 2. Distribuição das barragens com base (A) no ISH e CRI para o ano de 2017, (B) para o ano de 2035

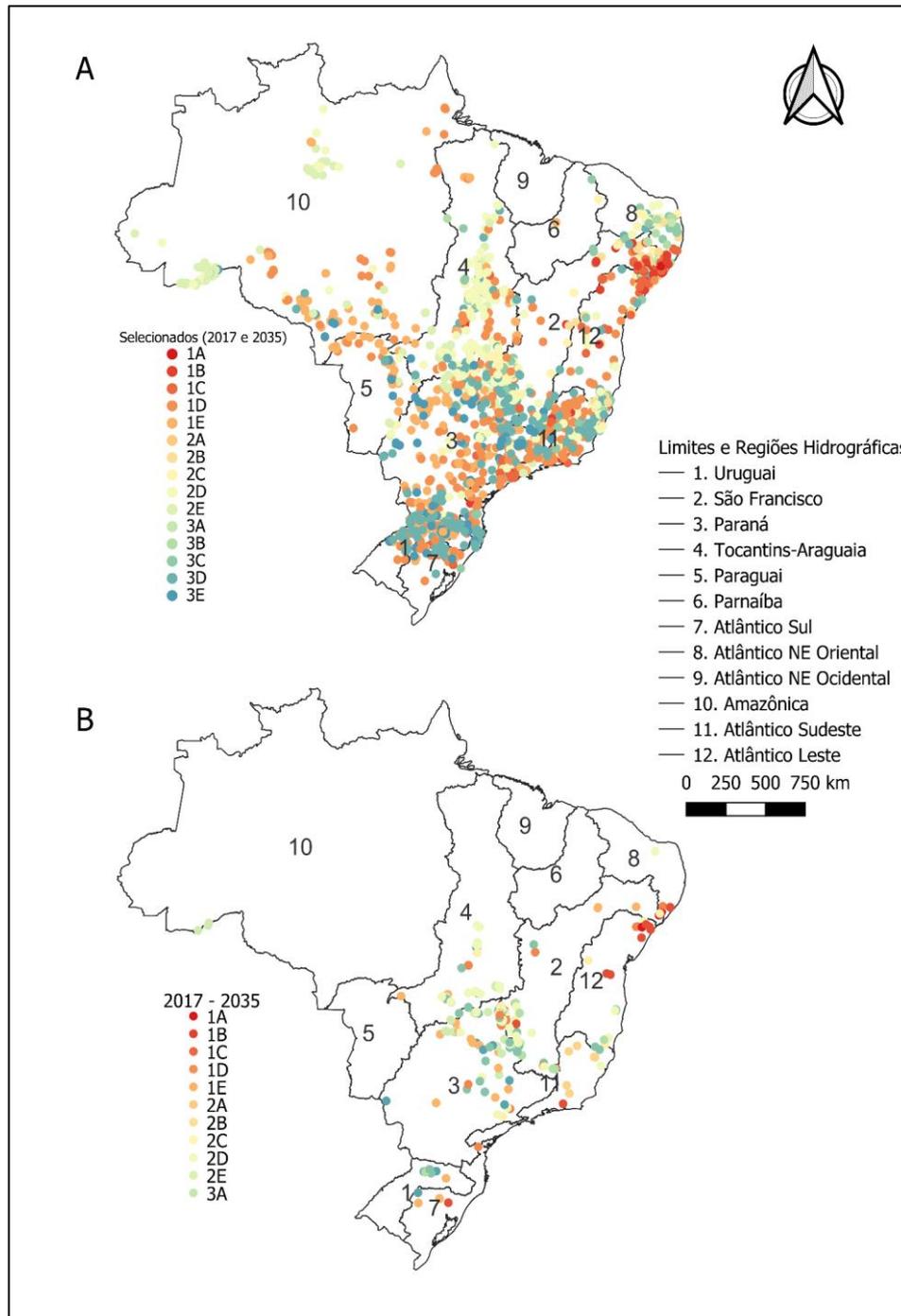


Figura 3. (A) Classificação das barragens selecionadas para os anos de 2017 e 2035 juntos e (B) barragens que têm mudança na classificação de um ano (2017) para outro (2035).

A Tabela 4 mostra a alteração na classificação entre os dois anos analisados. Dessa classificação é possível observar que barragens que apresentavam classificação entre índices de segurança hídrica melhores migraram para classificações inferiores, denotando, assim, uma piora na disponibilidade hídrica em razão de alterações climáticas, que afetam diretamente o ciclo hidrológico nas bacias onde os reservatórios se encontram.

Tabela 4. Alteração com piora nos índices (em vermelho) na classificação das barragens comparando aos anos de 2017 e 2035.

Alteração na Classificação das Barragens (2017 - 2035)					
	Mínimo (A)	Baixo (B)	Médio (C)	Alto (D)	Máximo (E)
Baixo (1)	Aumentou	Aumentou	Igual	Aumentou	Diminuiu
Médio (2)	Igual	Aumentou	Aumentou	Diminuiu	Diminuiu
Alto (3)	Igual	Aumentou	Aumentou	Diminuiu	Diminuiu

Implicações para sustentabilidade e políticas públicas

Sabendo disso, ações atenuantes podem ser pautadas em ambas as dimensões, em separado ou conjuntamente, de forma a promover o bem-estar sócio-econômico-ambiental, conforme discriminado na Tabela 5 (ONU, 2023; ANA, 2019; ANA 2022a; ANA, 2022b).

Tabela 5. Dimensão do ISH e correspondentes ações atenuantes que podem promover um desenvolvimento sustentável e garantir a segurança hídrica em âmbito nacional e global

DIMENSÃO	AÇÕES ATENUANTES
Humana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar sistemas de abastecimento de água e saneamento básico em áreas onde esses serviços ainda não são oferecidos; 2. Promover a educação em higiene e saneamento básico para aumentar a conscientização sobre os riscos à saúde associados à falta de acesso à água potável e saneamento; 3. Implementar práticas de conservação de água em setores como agricultura, indústria e mineração para reduzir a demanda e garantir a disponibilidade de água para consumo humano.
Econômica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promover práticas de gestão sustentável da água em setores como agricultura, indústria e mineração; 2. Implementar mecanismos de cobrança pelo uso da água para incentivar a utilização mais eficiente e a conservação dos recursos hídricos; 3. Desenvolver tecnologias mais eficientes em termos de uso de água em setores como agricultura e indústria.
Ecológica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar práticas de restauração de ecossistemas aquáticos, como a revegetação de margens de rios e a criação de áreas úmidas para proteger a biodiversidade e garantir a qualidade da água; 2. Promover a implementação de áreas de proteção ambiental, como parques e reservas, para proteger ecossistemas aquáticos e terrestres; 3. Incentivar a adoção de práticas agrícolas e florestais sustentáveis para reduzir a erosão do solo e a poluição dos rios.
Resiliência	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver sistemas de alerta precoce e planos de contingência para eventos climáticos extremos, como secas e cheias; 2. Investir em infraestrutura para mitigar os efeitos de eventos climáticos extremos, como barragens de contenção de cheias e sistemas de irrigação para lidar com secas prolongadas; 3. Promover a implementação de práticas de gestão integrada de recursos hídricos para garantir a resiliência de comunidades e ecossistemas à escassez de água.

Outras ações que podem ser tomadas para promover a segurança hídrica em todas as dimensões do ISH são:

- Promover a cooperação entre diferentes setores e entre diferentes níveis de governo para garantir uma gestão integrada e coordenada dos recursos hídricos;
- Envolver a população local em processos de tomada de decisão relacionados à gestão da água para garantir que as suas necessidades e preocupações sejam levadas em consideração;
- Implementar programas de monitoramento e avaliação para acompanhar a qualidade e quantidade de água e identificar problemas e oportunidades de melhoria;
- Promover a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e sustentáveis para o uso e gestão da água;
- Investir em campanhas de conscientização e educação pública para aumentar a conscientização sobre a importância da água e a necessidade de conservação e uso sustentável.

Visto que o objetivo deste trabalho foi observar a segurança de barragens como fator preponderante à segurança hídrica, técnicas de gestão dos riscos em barragens de abastecimento podem ser incluídas, tais como:

- Avaliação, análise, apreciação e controle de riscos de rompimento de barragens.
- Desenvolvimento de ações e estratégias preventivas de redução de risco de desastre que envolva a população em todos os processos de construção dessas barragens, visando, dessa forma, uma ampla comunicação dos riscos e participação da população para aumentar sua capacidade de resposta frente às ameaças de desastre associado ao colapso de barragem de rejeito (Santos e Mendonça, 2016);
- Efetivos sistemas de alerta de rompimento e condução de conscientização e treinamentos de evacuação da população diretamente afetada.

Outra ação que pode minimizar impactos negativos é a adoção de seguros indexados, ferramenta financeira que pode ajudar a mitigar os riscos relacionados à segurança hídrica. Principalmente no que diz respeito à dimensão de resiliência, por ser baseada em índices climáticos, como a quantidade de chuva ou temperatura, são desenvolvidos para proteger as pessoas e organizações públicas e privadas contra perdas financeiras causadas por eventos climáticos extremos, como secas, inundações e/ou temperaturas extremas (Benso et al., 2023; Silva et al., 2023).

É importante lembrar que essas ações devem ser adaptadas às necessidades e características específicas de cada região e contexto, levando em consideração as questões sociais, culturais, econômicas e ambientais envolvidas na gestão dos recursos hídricos.

CONCLUSÕES

A classificação mostrou que, considerando o cômputo do índice CRI juntamente com o ISH, é possível notar uma vulnerabilidade acentuada para determinadas barragens. Conclui-se que é necessário aprimorar a gestão de recursos hídricos no Brasil para garantir um panorama de aproveitamento da matriz hídrica de maneira mais sustentável, através de ações atenuantes, minimizando as vulnerabilidades às quais estejam expostas.

É possível verificar que há regiões que apresentam índice ISH elevado e barragens que podem estar em situação de alto CRI. Uma vez que o CRI mede o risco estrutural das barragens, essa configuração de índices denota uma maior vulnerabilidade em caso de grandes volumes de reservação, consequentemente elevando o risco de acidentes ou incidentes à jusante.

Além disso, a partir dessa análise preliminar de vulnerabilidade, podem ser traçadas estratégias de gestão com interface nos objetivos de desenvolvimento sustentável, com destaque para o ODS 6, que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de doutorado, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2019.
2. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Relatório de segurança de barragens 2021 / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. – Brasília: ANA, 2022a.
3. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores. 94 p. Agência Nacional das Águas. Brasília: ANA, 2022b. Disponível em <<https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-contudos/publicacoes/ods6>>. Acessado em 28 de novembro de 2022.
4. Benso, M. R., Gesualdo, G. C., Silva, R. F., Silva, G. J., Castillo Rápalo, L. M., Navarro, F. A. R., Marques, P. A. A., Marengo, J. A., and Mendiondo, E. M.: Review article: Design and evaluation of weather index insurance for multi-hazard resilience and food insecurity, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 23, 1335–1354, <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1335-2023>, 2023.
5. Brasil. Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 27 novembro de 2022.
6. Di Baldassarre, G., Sivapalan, M., Rusca, M., Cudennec, C., Garcia, M., Kreibich, H., et al. (2019). Socio-hydrology: Scientific challenges in addressing the sustainable development goals. *Water Resources Research*, 55, 6327–6355. <https://doi.org/10.1029/2018WR023901>.
7. Espíndola, I. B.; LEITE, M. L. T. A.; SILVA, L. P. B. Brazilian Hydropolitics under the United Nations 2030 Agenda (A hidropolítica brasileira sob a Agenda 2030 das Nações Unidas). *Journal of Global Studies*, Meridiano 47, 21: e21011, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20889/M47e21011>.
8. Greicelene Jesus da Silva, Gabriela Chiquito Gesualdo, Pedro Gustavo Câmara da Silva, et al. Index insurance as a risk management strategy to hydrological extremes for water utilities. *ESS Open Archive*. February 01, 2023. DOI: 10.22541/essoar.167525153.37247927/v1.
9. Hausfather, Z.; MARVEL, K.; SCHMIDT, G. A.; NIELSEN-GAMMON, J. W.; ZENLINKA, M. Climate simulations: recognize the ‘hot model’ problem. *Comment, Nature*, Vol. 605, 26-29, 2022. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01192-2>.
10. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2021, The Physical Science Basis*, 09/08/2021. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf>. Acessado em 28 de novembro de 2022.
11. Mao, F., Clark, J., Karpouzoglou, T., Dewulf, A., Buytaert, W., Hannah, D., 2017. HESS Opinions: A conceptual framework for assessing socio-hydrological resilience under change. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21, 3655–3670. <https://doi.org/10.5194/hess-21-3655-2017>.
12. Marcondes, Lucas.. Moradores de Jataizinho são atendidos por caminhões-pipa. *Folha de Londrina*, Londrina, 15 de março de 2023. Disponível em: <[URLhttps://www.folhadelondrina.com.br/cidades/moradores-de-jataizinho-sao-atendidos-por-caminhoes-pipa-3229645e.html?d=1](https://www.folhadelondrina.com.br/cidades/moradores-de-jataizinho-sao-atendidos-por-caminhoes-pipa-3229645e.html?d=1)>. Acesso em: 10 de abril de 2023.
13. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 12 março 2023.
14. Paredão de represa de Cosmópolis rompe e cidade pode ficar sem água. *A Cidade On*, Campinas, 09 de março de 2023. *Cotidiano*. Disponível em: <<https://www.acidadeon.com/campinas/cotidiano/Paredao-de-represa-de-Cosmopolis-rompe-e-cidade-pode-ficar-sem-agua-20230309-0002.html>>. Acesso em: 10 de abril de 2023..
15. Santos, Flávia Aragão; Mendonça, Marcos Barreto de. A percepção de risco associado à barragem de rejeito de mineração por parte da população. *I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres: “Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”*, Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016.
16. Nkiaka, E., 2022. Exploring the socioeconomic determinants of water security in developing regions. *Water Policy* 24, 608–625. <https://doi.org/10.2166/WP.2022.149>.