



DEFININDO UMA METODOLOGIA PARA O DESCOMISSIONAMENTO DE BARRAGENS DE ÁGUA

Palavras-Chave: DESCOMISSIONAMENTO, BARRAGEM, METODOLOGIA

Autores(as):

GABRIELLE DE OLIVEIRA FERNANDES CELESTINO, FECFAU

Prof(º). Dr(º). JOSÉ GILBERTO DALFRÉ FILHO, FECFAU

INTRODUÇÃO:

Após o colapso de duas barragens de rejeito de mineração no Brasil, construídas pelo método de alteamento a montante e responsáveis por centenas de mortes e danos ambientais irreversíveis, foi sancionada, em 2019, uma legislação que proíbe a construção e o licenciamento ambiental de barragens deste tipo. A norma também determina que as estruturas existentes passem por um processo de descaracterização (Massignan, 2022).

Embora sejam essenciais para o desenvolvimento econômico global, as barragens e seus reservatórios causam grandes perturbações nos ecossistemas fluviais, impactando significativamente o meio ambiente (Amaral et al., 2024). Com o tempo, esses impactos se intensificam, como a transformação do fluxo natural dos rios, alterações nas características ecológicas dos canais e na dinâmica dos sedimentos, exigindo medidas de mitigação para minimizar os efeitos sobre a fauna aquática e os ecossistemas adjacentes (Matanzima e Mosuo-Tsietsi et al., 2023; Massignan, 2022).

Adicionalmente, grande parte das barragens já ultrapassou sua vida útil, estimada entre 50 e 100 anos. O envelhecimento dessas estruturas, somado aos efeitos das mudanças climáticas — como eventos extremos cada vez mais frequentes — compromete sua integridade, elevando o risco de falhas e rupturas com sérias consequências para as comunidades envolvidas e o meio ambiente (Naslund et al., 2023; Jumani et al., 2023).

Nesse contexto, o descomissionamento de barragens surge como alternativa economicamente viável, uma vez que os custos de manutenção e reparo são elevados e os impactos ambientais são difíceis de mitigar (Jumani et al., 2023). Esse processo pode envolver a remoção total ou parcial da estrutura, sendo uma estratégia crescente para restaurar o fluxo natural dos rios, reduzir impactos ambientais e sociais, além de promover benefícios ecológicos como a recuperação de habitats e a revitalização dos ecossistemas fluviais. Essa abordagem também contribui para a minimização dos riscos de acidentes

catastróficos, garantindo maior segurança às comunidades (Agoramoorthy, 2015; Jumani et al., 2023). Em muitos casos, os benefícios inicialmente proporcionados pelas barragens, como geração de energia e uso recreativo, já não justificam os custos ambientais e sociais de sua operação (Massignan, 2022). Assim, a remoção estratégica dessas estruturas pode alinhar vantagens ambientais, econômicas e sociais, ampliando o acesso a fontes de financiamento e aumentando a viabilidade dos projetos (Jumani et al., 2023).

Contudo, as práticas de descomissionamento ainda apresentam grandes lacunas, sendo frequentemente conduzidas de forma assistemática e desorganizada. Estima-se que, até 2030, cerca de 70% das barragens do mundo ultrapassarão sua vida útil, exigindo ações concretas para garantir sua segurança, eficiência e sustentabilidade (Naslund et al., 2023; Jumani et al., 2023).

No Brasil, a escassez de casos documentados reflete a falta de experiência prática e o conhecimento limitado sobre a execução do descomissionamento e seus impactos. Diante desse cenário, torna-se essencial uma revisão sistemática da literatura para gerar conhecimento, subsidiar a implementação da legislação vigente e orientar projetos de remoção de forma adequada. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo identificar as técnicas de descomissionamento apresentadas na literatura e analisar os impactos associados a esses projetos.

METODOLOGIA:

Para embasar a pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, com foco na análise conceitual de descomissionamento ou descaracterização das barragens, considerando os aspectos técnicos, sociais, ambientais e legislativos envolvidos.

O levantamento bibliográfico baseou-se em fontes como artigos científicos, livros e teses publicadas nas bases de dados SCOPUS, Science Direct, Engineering Research Database e Web of Science, que, em conjunto, cobrem uma ampla gama de produções científicas e asseguram a qualidade das citações e fontes (Visser *et al.*, 2021). As buscas foram realizadas utilizando palavras-chave como: *upstream dam*, *decommissioning*, *rehabilitation*, *reclamation*, *renovation*, *remediation*, *no action*, *tailings*, *dam*, *tailing dam*, *tailing storage facility*, *closure tailing disposal*. As pesquisas foram realizadas no período de 01 de setembro de 2024 a 31 de julho de 2025.

A seleção do material seguiu uma abordagem sistemática. Inicialmente, foi realizada uma pré-análise, caracterizada na leitura flutuante do material no corpus da pesquisa. Em seguida, procedeu-se à exploração do material, com recortes de contexto, codificação e classificação das informações. Por fim, foi feito o tratamento dos dados e a interpretação dos resultados, conforme a metodologia proposta por Bardin (2010).

A literatura sobre o descomissionamento de barragens é particularmente relevante, uma vez que o método não possui normatização ou padronização no Brasil. Isso demanda uma investigação detalhada

sobre as práticas, aplicações e adaptações, além de uma análise aprofundada dos seus impactos e das estratégias para mitigá-las.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir da revisão bibliográfica realizada nesta pesquisa, foi possível propor uma metodologia abrangente para o descomissionamento de barragens, fundamentada em diretrizes técnicas, legais, ambientais e sociais. Essa proposta contempla etapas essenciais — desde a avaliação inicial da estrutura até o acompanhamento pós-descomissionamento — e serve como guia para projetos de remoção ou descaracterização de barragens.

Contudo, é fundamental reconhecer que cada estrutura possui características construtivas, funcionais e contextuais específicas, exigindo planejamento individualizado e soluções adaptadas. Além da diversidade técnica, os entornos sociais e ambientais apresentam dinâmicas próprias que influenciam diretamente o processo. A presença de comunidades vulneráveis, ecossistemas sensíveis e impactos acumulados ao longo da operação da barragem devem ser analisados de forma integrada. Assim, embora a metodologia proposta forneça uma base estruturada, ela deve ser aplicada com rigor técnico e sensibilidade social, articulando diagnósticos locais e participação qualificada.

Do ponto de vista técnico, os estudos indicam que o sucesso de um descomissionamento está diretamente ligado ao conhecimento prévio da estrutura, à caracterização dos sedimentos acumulados e à identificação de riscos hidrológicos e geotécnicos. Modelos como o *before-after control-impact* (BACI) têm se mostrado eficazes para o monitoramento de impactos ambientais e formulação de medidas mitigadoras, embora ainda sejam subutilizados. A literatura também revela uma lacuna significativa no que diz respeito ao comportamento estrutural durante o rebaixamento dos reservatórios, à estabilidade de fundações e à resposta dos materiais construtivos, temas que demandam maior aprofundamento técnico por meio de análises de campo e modelagens numéricas.

Na esfera ambiental, os benefícios do descomissionamento — como a restauração da biodiversidade, a reconexão dos ecossistemas fluviais e a redução de emissões de gases de efeito estufa — são amplamente reconhecidos. No entanto, efeitos colaterais como a mobilização de sedimentos contaminados e impactos transitórios sobre a fauna aquática reforçam a necessidade de planos de manejo detalhados e estratégias de revegetação adaptativas, especialmente em áreas com sedimentos de granulometria grossa ou baixa umidade no solo.

A dimensão social, embora prevista em normativas internacionais, ainda é frequentemente negligenciada na prática. O envolvimento comunitário tem se mostrado decisivo para a aceitação social e o êxito dos projetos. A valorização dos saberes tradicionais, o respeito aos vínculos culturais e a proteção dos direitos territoriais devem ser princípios norteadores de qualquer intervenção.

Com base nos dados sistematizados, foi possível propor um modelo metodológico adaptável à realidade brasileira, integrando diagnósticos estruturais, modelagens ambientais, participação social e exigências legais. Cabe destacar, contudo, que essa estrutura representa uma simplificação do processo real, o qual pode exigir etapas adicionais conforme a complexidade de cada caso. A literatura reforça essa necessidade de flexibilidade, ao apontar que o descomissionamento ainda é tratado de forma fragmentada, com lacunas especialmente nos campos

técnico e regulatório.

A ausência de um marco normativo específico no Brasil compromete a padronização e a fiscalização das práticas de descomissionamento. Apesar de haver legislações sobre segurança de barragens e licenciamento ambiental, falta uma regulamentação consolidada e específica para esse processo, o que reforça a urgência de diretrizes normativas compatíveis com a complexidade e a transversalidade do tema.

Em síntese, os resultados desta pesquisa evidenciam a necessidade de uma abordagem verdadeiramente multidisciplinar e integrada. O descomissionamento de barragens não deve ser encarado apenas como o encerramento de um ciclo operacional, mas como uma oportunidade estratégica para a restauração ecológica, a promoção da justiça social e a inovação institucional. O modelo aqui proposto constitui um passo inicial, cuja eficácia dependerá da ampliação do conhecimento científico, do fortalecimento da capacidade técnica e da formulação de políticas públicas comprometidas com a sustentabilidade e a segurança de longo prazo.

CONCLUSÕES:

O descomissionamento de barragens é uma área de pesquisa em crescimento, com relevância crescente diante dos desafios estruturais, ambientais e sociais associados às barragens envelhecidas. A partir da revisão sistemática da literatura, foi possível propor uma metodologia integrada que contempla aspectos legais, ambientais, técnicos e sociais, servindo como base para futuras aplicações em contextos nacionais.

Apesar dos avanços identificados em outros países, o Brasil ainda carece de normatizações específicas para orientar esses processos, o que evidencia a importância de estudos como este para subsidiar políticas públicas e práticas seguras. Além disso, lacunas significativas foram identificadas, especialmente no que se refere à estabilidade estrutural durante o rebaixamento, ao comportamento dos sedimentos e à participação das comunidades afetadas.

A pesquisa reforça que o descomissionamento não deve ser encarado apenas como o encerramento de uma estrutura, mas como uma oportunidade estratégica de restauração ecológica, gestão de riscos e reconstrução de relações territoriais. Por fim, destaca-se que o campo ainda oferece amplo espaço para investigações futuras, sendo essencial o aprofundamento técnico e interdisciplinar para consolidar práticas mais sustentáveis e seguras.

BIBLIOGRAFIA

AGORAMOORTHY, G. **The future of India's obsolete dams: Time to review their safety and structural integrity.** *Futures*, v. 67, 2015, p. 22-25. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.02.001>>. Acesso em: 03 fev. 2025.

AMARAL, P. H. M.; CASTRO, D. M. P.; LINARES, M. S.; HUGHES, R. M.; BERG, E., CALLISTO, M. **Small hydropower dam alters the functional structure of macroinvertebrate assemblages in a Neotropical savanna river.** *Hydrobiologia*, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10750-024-05720-1>>. Acesso em: 03 fev. 2025.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edição 70, 1977.

JUMANI, S.; ANDREWS, L.; GRANTHAM, T. E.; MCKAY, S. K.; DUDA, J.; HOWARD, J. **A decision-support framework for dam removal planning and its application in northern California.** *Environmental Challenges*, v. 12, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100731>>. Acesso em: 03 jan. 2025.

MASSIGNAN, R. S.; SÁNCHEZ, L. E. **O que significa descaracterizar barragens de rejeitos de mineração? Uma revisão sistemática da literatura.** *Engenharia Hidráulica e Ambiental*, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220200422>>. Acesso em: 06 jan. 2025.

MATANZIMA, J.; MOSUOE-TSIETSI, T. **Dam removal blind spots: debating the importance of community engagement in dam decommissioning projects.** *Water*, v. 5, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/frwa.2023.1286128>>. Acesso em: 06 jan. 2025.

NASLUND, L.; BUHR, D.; CHAMBERS, M.; MCKAY, S. K.; JUMANI, S.; BLEDSOE, B.; ROSEMOND, A.; WENGER, S. **Facilitating Dam Removal Decisions With Multiple Objectives.** *River Research and Applications*, v. 41, 2025, p. 745-754. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/rra.4390>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

VISSER, M.; ECK, N. J.; WALTMAN, L. **Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic.** *Quantitative Science Studies*, v. 2, 2021, p. 20-41. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/qss_a_00112>. Acesso em: 20 nov. 2024.