

## Rompimento da barragem do Fundão na Bacia do Rio Doce, Minas Gerais: análise bibliométrica dos impactos socioambientais decorrentes da tragédia

Fundão dam collapse in the Rio Doce Basin, Minas Gerais: bibliometric analysis of the socio-environmental impacts resulting from the tragedy

Ruptura de la presa de Fundão en la cuenca del Río Doce, Minas Gerais: análisis bibliométrico de los impactos socioambientales de la tragedia

**Raimundo Nonato Macêdo dos Santos**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

**Natanael Vitor Sobral**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

**Dominique de Lira Vieira Corrêa**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

**Ana Sara Pereira de Melo Sobral**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

**Rinaldo Ribeiro de Melo**

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

ORIGINAL

### Resumo

**Objetivo.** Realizar um estudo bibliométrico a fim de caracterizar, tipificar e relacionar os impactos socioambientais em decorrência do rompimento da barragem do Fundão, na bacia hidrográfica do Rio Doce, estado de Minas Gerais, atentando-se ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente no que diz respeito à preservação ambiental e à justiça social. **Método.** Apoiar-se nas técnicas bibliométricas para análise de um conjunto de produções científicas voltadas as questões da Mata Atlântica, para isto realizou-se a recuperação de informações científicas nas bases de dados *WoS* e *Scopus*; aplicação dos Critérios de Composição do corpus; padronização e processamento dos dados e análise dos dados. **Resultados.** Quanto à produtividade anual dos artigos, observou-se uma tendência crescente ao longo dos anos, com um pico notável em 2022. A análise revelou que termos, como “qualidade da água”, “poluição do rio” e “espécies”, ganharam maior destaque recentemente. As produções ligadas ao impacto na água e nos organismos aquáticos tornaram-se evidente, o que ressalta a extensão dos danos e a necessidade de ações alinhadas aos ODS, como aqueles focados em água limpa e saneamento (ODS6), vida na água (ODS14) e vida terrestre (ODS15). Os termos “econômico” e “saúde humana” reforçam a conexão com o (ODS3), ressaltando os desafios para a saúde pública decorrentes do desastre. **Conclusões.** Além do impacto causado pelo rompimento da barragem, a atividade de mineração na bacia do Rio Doce ao longo dos anos vem causando impactos negativos na saúde ambiental e humana. A crescente produtividade das publicações indica um interesse e uma preocupação da comunidade científica com as repercussões do desastre. Assim, questões ambientais constituem uma agenda urgente para as políticas

públicas, esforços e compromisso de todos os setores da sociedade. Portanto, a luta das comunidades afetadas são mecanismos para que o desastre e seus impactos não sejam esquecidos.

**Palavras-chave:** bacia do rio doce, barragem do fundão, impactos socioambientais, bibliometria, rompimento de barragem

## Abstract

**Objective.** To carry out a bibliometric study in order to characterize, typify and relate the socio-environmental impacts of the Fundão dam collapse in the Doce River basin in the state of Minas Gerais, paying attention to compliance with the Sustainable Development Goals, especially with regard to environmental preservation and social justice. **Method.** It relies on bibliometric techniques to analyze a set of scientific productions focused on Atlantic Forest issues. To this end, scientific information was retrieved from the WoS and Scopus databases; the Corpus Composition Criteria were applied; the data was standardized and processed; and the data was analyzed. **Results.** The annual productivity of the articles showed an upward trend over the years, with a notable peak in 2022. The analysis revealed that terms such as “water quality”, “river pollution” and “species” have gained greater prominence recently. Productions linked to the impact on water and aquatic organisms have become evident, which highlights the extent of the damage and the need for actions aligned with the SDGs, such as those focused on clean water and sanitation (SDG6), life in water (SDG14) and terrestrial life (SDG15). The terms “economic” and “human health” reinforce the connection with SDG3, highlighting the public health challenges resulting from the disaster. **Conclusions.** In addition to the impact caused by the dam collapse, mining activity in the Doce River Basin has had negative impacts on environmental and human health over the years. The growing number of publications indicates that the scientific community is interested in and concerned about the repercussions of the disaster. Thus, environmental issues constitute an urgent agenda for public policies, efforts and commitment from all sectors of society. Therefore, the struggle of the affected communities is a mechanism for ensuring that the disaster and its impacts are not forgotten.

**Keywords:** rio doce basin, fundão dam, socio-environmental impacts, bibliometrics, dam failure

## Resumen

**Objetivo.** Realizar un estudio bibliométrico para caracterizar, tipificar y relacionar los impactos socioambientales del colapso de la presa Fundão en la cuenca del río Doce, en el estado de Minas Gerais, con vistas al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en lo que se refiere a la preservación del medio ambiente y la justicia social. **Método.** Se recurre a técnicas bibliométricas para analizar un conjunto de producciones científicas centradas en la temática de la Mata Atlántica. Para ello, se recuperó información científica de las bases de datos WoS y Scopus; se aplicaron los Criterios de Composición de Corpus; se normalizaron y procesaron los datos; y se analizaron los datos. **Resultados.** La productividad anual de los artículos mostró una tendencia ascendente a lo largo de los años, con un pico notable en 2022. El análisis revela que términos como “calidad del agua”, “contaminación de los ríos” y “especies” han adquirido mayor protagonismo. Se han hecho evidentes las producciones vinculadas al impacto sobre el agua y los organismos acuáticos, lo que pone de relieve la magnitud de los daños y la necesidad de acciones alineadas con los ODS, como las centradas en el agua limpia y el saneamiento (ODS6), la vida en el agua (ODS14) y la vida terrestre (ODS15). Los términos “económico” y “salud humana” refuerzan la conexión con el ODS3, destacando los retos de salud pública derivados de la catástrofe. **Conclusiones.** Además del impacto causado por el colapso de la presa, la actividad minera en la cuenca del río Doce ha tenido impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud humana a lo largo de los años. El creciente número de publicaciones indica el interés y la preocupación de la comunidad científica por las repercusiones de la catástrofe. Así, las cuestiones medioambientales constituyen una agenda urgente para las políticas públicas, los esfuerzos y el compromiso de todos los sectores de la sociedad. Por ello, la lucha de las comunidades afectadas es un mecanismo para que la catástrofe y sus repercusiones no caigan en el olvido.

**Palabras clave:** cuenca del Río doce, presa de fundão, impactos socioambientales, bibliometría, rotura de presas

---

## 1 Introdução

Em 5 de novembro de 2015, a barragem do Fundão, que armazenava 62 bilhões de litros de rejeitos de minério de ferro, da Samarco Mineração, empresa de propriedade da Vale, a maior mineradora do Brasil, e da BHP Billiton, a maior mineradora do Mundo, ruiu abruptamente, na cidade histórica de Mariana, em Minas Gerais. A lama oriunda da barragem de mineração invadiu Bento Gonçalves, um distrito de Mariana, e percorreu 700 km no Rio Doce até desaguar no oceano Atlântico, afetando 42 municípios em dois estados, Minas Gerais e Espírito Santo, e milhares de comunidades ao longo do caminho (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [IBAMA], 2015).

A catástrofe causou incomensuráveis impactos sociais, ambientais e econômicos: 19 pessoas foram mortas e milhares sofreram danos físicos e psicológicos; os recursos hídricos e o solo foram poluídos; os *habitats* foram irreversivelmente destruídos, cerca de 1.500 hectares de matas próximas ao rio foram devastadas, e incontáveis animais morreram; a economia local sofreu danos duradouros, as comunidades tradicionais e os povos originários foram particularmente prejudicados, pois suas relações históricas, sociais, religiosas e culturais com as terras foram irreparavelmente afetadas (IBAMA, 2015).

Desastres dessa ordem, recorrentes ao longo da história no campo de projeto de engenharia e da governança corporativa no Brasil, têm disfunções no processo de produção de mineração que não contempla riscos irreparáveis como a destruição de vidas e do ecossistema, na medida em que a legitimação das licenças e controles que são submetidos estão, segundo a indústria, sendo rigorosamente cumpridos (Castro & Carmo, 2019).

O estado de Minas Gerais, que abriga algumas das maiores metalúrgicas do país, arrecada 38,9% do total da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) no Brasil (Instituto Brasileiro de Mineração [IBRAM], 2020), sendo a maior parte delas instaladas na região centro-oeste do estado, de grande importância socioeconômica, denominado Quadrilátero Ferrífero (Paraguassú et al., 2019). De localização historicamente privilegiada, as atividades de mineração nessa região remontam ao ciclo do ouro, no século XVII no Brasil, passando nos anos seguintes por mudanças com a ampliação da atividade minerária, prevalecendo na atualidade a exploração massiva de minério de ferro (Castro et al., 2015).

Em 1972 houve o primeiro evento mundial, a Conferência de Estocolmo, que abordou o desenvolvimento econômico versus degradação ao meio ambiente. E em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), ocorrido no Rio de Janeiro, houve os primeiros planos para o desenvolvimento sustentável e preservação ambiental. Destaca-se neste trabalho a Agenda 2030 criada em 2015, onde 193 Estado-membros das Nações Unidas (ONU), incluído o Brasil, firmaram um acordo de seguir um plano de ação global que reúne 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas. Os ODS buscam adequar uma vida digna e sustentável a todas as pessoas a partir de medidas econômicas, sociais e ambientais.

As metas estabelecidas pelos ODS estimulam as empresas, organizações sociais e autoridades locais a criarem soluções inovadoras para questões relacionadas ao meio ambiente, sociedade e economia. Isso significa que as indústrias de mineração devem implementar novas estratégias para abordar uma variedade de questões de sustentabilidade. Garantindo assim os direitos humanos das populações que vivem em áreas de mineração, incluindo direitos ao bem-estar e respeito ao meio ambiente, bem como um sistema econômico que não sacrifique recursos necessários para as gerações futuras. São importantes desafios frente aos padrões estabelecidos pelos ODS, principalmente, no âmbito ambiental, biológico e social.

Nesse contexto, o rompimento da barragem do Fundão, que gerou severos impactos socioambientais na bacia hidrográfica do Rio Doce, é um exemplo crítico das consequências negativas que podem surgir quando esses desafios não são adequadamente enfrentados. Do ponto de vista dos impactos ambientais e biológicos, as atividades de mineração costumam afetar o solo, a água, o clima, a flora, a fauna e as pessoas que dependem desses recursos. O monitoramento da qualidade da água e dos resíduos dos diferentes segmentos deve ser priorizado, levando em consideração os riscos de eventos que afetem a água devido ao descumprimento das leis ambientais e da ética proposta nos ODS. Sobre os impactos sociais, é notório que a mineração pode afetar significativamente as comunidades locais, trazendo oportunidades de progresso, mas, em contrapartida, abusando do poder econômico para minar os meios de subsistência das populações, extinguindo seus recursos e direitos, comprometendo a saúde física e mental das pessoas.

O rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, foi um dos maiores desastres socioambientais da história do Brasil, teve um impacto devastador no meio ambiente, na economia e nas comunidades locais. A tragédia faz parte de um padrão recorrente na história da mineração no Brasil, onde o desenvolvimento econômico é frequentemente priorizado em detrimento da segurança ambiental e do bem-estar das populações locais. Esta questão ganha ainda mais importância quando se considera as consequências dessas falhas para a implementação eficaz dos ODS no Brasil, especialmente no que diz respeito à preservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável nas regiões mineradoras.

Diante disso, a presente pesquisa busca investigar como os impactos socioambientais decorrentes do rompimento da barragem do Fundão, na bacia hidrográfica do Rio Doce, refletem o descumprimento dos ODS e quais são as principais consequências para o meio ambiente e as comunidades locais, considerando os desafios enfrentados pela indústria de mineração no cumprimento desses padrões. Para responder essa questão, foi realizado um

estudo bibliométrico a fim de caracterizar, tipificar e relacionar os impactos socioambientais em decorrência do rompimento da barragem do Fundão, na bacia hidrográfica do Rio Doce, estado de Minas Gerais, atentando-se ao cumprimento dos ODS, especialmente no que diz respeito à preservação ambiental e à justiça social.

Ter evidências suficientes sobre os impactos socioambientais causados pela atividade mineradora na bacia do Rio Doce é relevante devido aos riscos que eles geram nos sistemas socioecológicos. Visto que, após serem abandonados, os rejeitos continuam sendo fontes significativas de contaminação por metais pesados. A isto devemos acrescentar a complexa situação de um cenário global onde o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental se tornou imperativos, especialmente após a adoção da Agenda 2030 da ONU. A persistência de desastres como o de Mariana levanta questões urgentes sobre a compatibilidade entre a expansão da atividade mineradora e a proteção do meio ambiente e das comunidades afetadas.

Dada a importância dos recursos naturais impactados pela mineração, como solo, água, flora e fauna, e considerando as populações que dependem desses recursos, torna-se fundamental o monitoramento rigoroso da qualidade ambiental e dos resíduos gerados pela indústria. Além disso, a pesquisa justifica-se pela necessidade de compreender melhor como a não conformidade com as leis ambientais e dos princípios éticos dos ODS pode agravar esses impactos, afetando diretamente a saúde física e mental das comunidades locais e minando seus direitos e meios de subsistência.

Ao realizar um estudo bibliométrico com o objetivo de caracterizar e relacionar os impactos socioambientais do desastre de Mariana, esta pesquisa busca contribuir para uma compreensão mais aprofundada da evolução e consolidação da produção científica sobre o tema. O estudo pode oferecer uma visão panorâmica da literatura publicada, identificando tendências, lacunas e pontos fortes, além de mapear conexões entre autores, instituições e países envolvidos. Ademais, possibilita a avaliação dos impactos adversos do rompimento da barragem de rejeitos ao longo dos anos na bacia do Rio Doce. Essa análise é essencial para subsidiar o desenvolvimento de políticas e práticas mais sustentáveis, capazes de mitigar riscos e promover o equilíbrio entre o progresso econômico e a preservação ambiental e social, especialmente em regiões vulneráveis como a bacia do Rio Doce.

## 2 Revisão de literatura

Em escala global, os ecossistemas naturais vêm passando por transformações significativas em decorrência das atividades humanas e das pressões antrópicas. O Brasil, quinto maior país em extensão territorial do mundo, abriga seis biomas distintos: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2020). A Mata Atlântica, considerada um *hotspot* de biodiversidade e importante fonte de água e alimentos para milhões de pessoas, foi reconhecida internacionalmente nesta década como uma das áreas estratégicas para a conservação e restauração ambiental (Nações Unidas Brasil, 2022). No entanto, é o bioma que mais sofreu com a redução da cobertura vegetal nativa. Estima-se que cerca de 88% de sua cobertura original tenha sido destruída desde a colonização europeia, restando apenas aproximadamente 12% da floresta original, distribuída em fragmentos isolados (SOS Mata Atlântica).

Nesse contexto, a bacia Hidrográfica do Rio Doce, inserida no bioma Mata Atlântica, tem sido historicamente palco de graves desastres ambientais decorrentes de diversas atividades ilegais de exploração econômica. Dentre essas práticas, destacam-se: o garimpo ilegal de ouro e outros minerais, que degrada o solo e a vegetação, além de contaminar os cursos d'água com mercúrio e outras substâncias tóxicas; a extração ilegal de madeira, especialmente de espécies de alto valor comercial, frequentemente associada à expansão agrícola e pecuária; e a mineração clandestina de ferro e outros minerais, uma atividade recorrente e não regulamentada, responsável por processos de erosão, poluição hídrica e destruição de *habitats* naturais.

Essas atividades ilegais não apenas prejudicam o ecossistema do bioma Mata Atlântica, mas também afetam as comunidades locais que dependem dos recursos naturais da bacia para a sua subsistência. Muitas das vezes, essas práticas resultam em grandes catástrofes como o rompimento da Barragem do Fundão, no município de Mariana-MG, ocorrido em cinco de novembro de 2015.

Essa catástrofe foi considerada, à época, o maior desastre ambiental do Brasil devido a sua magnitude. Autoridades e ambientalistas a classificaram como um acontecimento sem precedentes, que, somado à poluição histórica da bacia do Rio Doce, intensificou e perpetuou os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana e animal daquele bioma (Macêdo et al., 2023).

No entanto, o que há nove anos parecia sem precedente, hoje é ofuscado pelo desastre do desmatamento na Amazônia, bioma brasileiro que mais perdeu áreas de vegetação nativa devido ao aumento das áreas destinadas à pastagem e à agricultura para produção de grãos. Segundo o MapBiomas, ao longo dos últimos 39 anos, o Brasil perdeu 55 milhões de hectares de vegetação, o que representa uma redução de 14%. Esse percentual está próximo do limite estimado pelos cientistas para o ponto de não retorno, elevando os riscos de desastres climáticos, perda de biodiversidade e degradação dos serviços ecossistêmicos (MapBiomas Brasil, 2024). Além disso, a expansão urbana descontrolada compromete áreas naturais, como manguezais e restingas, prejudicando a fauna e a flora locais.

Esses desastres refletem a dualidade entre o desenvolvimento econômico insustentável e os impactos socioeconômicos resultantes da exploração ilegal, incluindo garimpo, mineração, grilagem e posse irregular de terras para fins de atividades agropecuárias.

De acordo com a Global Forest Watch (n.d.), entre 2001 e 2018, a cobertura florestal global diminuiu 9%, o que representa uma perda de 361 milhões de hectares de florestas. Essa redução tem impactos diretos nos bens e serviços ecossistêmicos, bem como nas áreas disponíveis para os povos originários (Lamb et al., 2005).

Os serviços ecossistêmicos são fundamentais para a manutenção da qualidade de vida, da economia e da saúde humana, ao fornecerem recursos tangíveis como alimentos, água, madeira, fibras e medicamentos. São igualmente cruciais os processos naturais que regulam o ambiente e beneficiam a sociedade, como a purificação do ar e da água, o controle de pragas, a polinização realizada por animais, que contribui para a reprodução de culturas agrícolas, e a preservação da biodiversidade (Wolowski et al., 2019).

Para tanto, é imperativo proteger e conservar os ecossistemas para assegurar a biodiversidade e garantir a saúde do nosso planeta, por meio da substituição do uso de combustíveis fósseis; da eliminação da emissão de carbono na atmosfera; assegurar o uso de energia limpa, acessível e sustentável, de práticas de mudanças nos padrões de consumo, de incentivos à produção ecológica de bens e serviços.

Nesse sentido, eventos como a Conferência de Estocolmo em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92) realizada no Rio de Janeiro, e a criação dos 17 ODS pela ONU em 2015, destacando-se entre eles o ODS 1 – Eliminação da Pobreza, ODS 2 – Agricultura Sustentável e Fome Zero, ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, e o ODS 4 – Educação de Qualidade, todos atrelados a 169 metas específicas, demonstram a urgência e a magnitude global da ameaça ao ecossistema, bem como a dimensão dos esforços necessários para mitigar essas ameaças pelos governos, organizações ambientais e a sociedade em geral.

Diante da urgência e da complexidade dos desafios atuais, o cumprimento dos ODS torna-se essencial para enfrentar questões como pobreza, desigualdade, mudanças climáticas e degradação ambiental. Cada país, incluindo o Brasil, deve estar comprometido com a promoção desses objetivos, visando construir um futuro mais justo e sustentável. No entanto, é necessário reconhecer as diversas dificuldades existentes em escala global, que ainda impedem a plena concretização dos ODS.

Entre essas dificuldades, destacam-se:

- a) A falta de conscientização e engajamento dos ODS: muitas pessoas e organizações não sabem ou não entendem o que significam. Para os objetivos serem alcançados, é necessário o envolvimento da sociedade civil, empresas e governos.
- b) Recursos Financeiros Insuficientes: a implementação dos ODS requer investimentos substanciais em projetos e programas sustentáveis. Uma barreira significativa é a falta de financiamento adequado.
- c) Desigualdades Sociais e Econômicas: as desigualdades persistentes impedem que os ODS sejam cumpridos. A falta de igualdade de acesso a serviços básicos, como saúde e educação, impede o progresso.
- d) Conflitos e Instabilidade Política: as pessoas que vivem em regiões onde há conflitos armados ou instabilidade política encontram desafios para fazer as coisas como devem ser.

Superar essas barreiras exige esforços conjuntos, políticas públicas eficazes e o compromisso contínuo de todos os setores da sociedade. Além disso, é imprescindível o fortalecimento das instituições, tanto nacionais quanto internacionais, para coordenar ações estratégicas e monitorar o alinhamento das políticas ambientais aos ODS. Isso é fundamental para garantir que as iniciativas sejam executadas de forma eficiente e inclusiva, promovendo

o desenvolvimento sustentável, a justiça social, a equidade e uma governança participativa, na qual todos os atores se reconheçam como parte integrante de um mesmo ecossistema.

### 3 Metodologia

O presente estudo apoia-se nas técnicas bibliométricas com o intuito de caracterizar, tipificar e relacionar os impactos socioambientais em decorrência do rompimento da barragem do Fundão, atentando-se ao cumprimento dos ODS, a partir de artigos científicos indexados em bases bibliográficas interdisciplinares e comerciais de grande impacto na comunidade científica. Segundo Santos e Kobashi (2009), os modelos bibliométricos têm os artigos científicos como objetos empíricos privilegiados para o exame da atividade científica, justificando a tipologia documental selecionada para a composição do *corpus* desta pesquisa.

É importante destacar que diversos autores têm se dedicado a estudos com foco e perfil semelhantes, aplicando-os a questões relacionadas à Mata Atlântica. Um exemplo notável é o trabalho de Marques et al. (2021), que enfocou o desenvolvimento do conhecimento sobre a Mata Atlântica em três fases históricas distintas: I) A ciência dos naturalistas, abrangendo do final do século XVIII ao final do século XIX; II) A ascensão da ciência no Brasil, caracterizada pela organização da biodiversidade da Mata Atlântica em coleções, no período de 1890 a 1985; e III) A era contemporânea, de 1985 a 2020, marcada pela publicação de 8.226 estudos centrados em quatro tópicos principais, analisados por meio de técnicas bibliométricas e de análise de redes sociais. Apesar de os autores reconhecerem que a compreensão da Mata Atlântica é um exercício longo e interminável, dada sua complexidade, a bibliometria permitiu descrever a evolução do conhecimento sobre o tema ensejado, identificando a produção por ano, grafo de palavras-chave, tópicos e publicações mais prolíficas.

Na mesma linha, Zupo et al. (2022), realizaram uma análise bibliométrica da pesquisa sobre restauração da Mata Atlântica brasileira para identificar tendências temáticas, lacunas potenciais e redes de colaboração, apresentando a distribuição espacial da degradação ambiental a partir de 932 artigos recuperados na plataforma *Web of Science* (WoS), no período de 1990 a 2020. Com isto, concluíram que as publicações aumentaram significativamente nos últimos 15 anos, sendo a colaboração internacional um fator de aumento da probabilidade de citações aos artigos. A pesquisa de Zupo et al. (2022) ressalta que as iniciativas de produção de conhecimento e restauração foram distribuídas de forma desigual, concentrando-se na região sudeste do Brasil. Ademais, apontaram lacunas de pesquisa no âmbito das mudanças climáticas, visando fornecer evidências para apoiar processos de tomada de decisão, bem como práticas de restauração.

Dessa forma, a presente pesquisa se insere no conjunto de produções científicas voltadas para as questões da Mata Atlântica, adotando uma abordagem bibliométrica. A aplicação dessa técnica revela-se particularmente eficaz, especialmente quando empregada em processos de avaliação e alinhamento das pesquisas com objetivos mais amplos, como os ODS. A bibliometria possibilita a identificação de lacunas de pesquisa, tendências emergentes e áreas prioritárias de investigação, e, neste caso, contribui para avaliar a pertinência temática dos artigos frente às metas globais de sustentabilidade, conservação e mitigação dos impactos ambientais.

No desiderato de alcançar o objetivo proposto, realizaram-se as etapas metodológicas descritas a seguir:

I) Recuperação de informações científicas nas bases de dados WoS e Scopus. Para isto, utilizou-se a expressão de busca: (“rio doce” OR “doce river”) AND (samarco OR “fundao dam” OR “dam fundao” OR “dam in mariana” OR “mariana dam” OR “dam mariana” OR “BHP Billiton” OR “vale compan\*” OR “company vale” OR “vale SA” OR “vale s.a”): *Between*: 2015 – 2024. Assim, obtiveram-se 143 resultados na WoS e 185 na Scopus. Todo o acesso às plataformas foi realizado via Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) do Portal de Periódicos Capes, em fevereiro de 2024.

II) Aplicação dos Critérios de Composição do corpus: Neste momento, filtraram-se apenas os artigos que tratavam de impactos socioambientais relacionados ao rompimento da barragem do Fundão na bacia do Rio Doce. Para isto, classificaram-se os trabalhos frente aos critérios de Macêdo et al., (2023), que descrevem os impactos nas perspectivas: (1) Ambiental: (1.1) Solo, (1.2) Água, (1.3) Uso e cobertura da terra; (2) Biológico: (2.1) Vegetação, (2.2) Animais terrestres, (2.3) Organismos aquáticos; (3) Social: (3.1) Saúde humana, (3.2) Econômico. Visando aperfeiçoar a classificação e enquadrar os demais artigos que refletiam em sua constituição algum tipo de impacto, acrescentaram-se mais duas categorias, a (3.3) Outros impactos sociais e a (4) Outros Impactos. Em paralelo, eliminaram-se as duplicatas na planilha de cálculo referentes aos artigos que se repetiam nas bases, restando 97

artigos: 75 indexados na *WoS* e *Scopus*; 20 somente na *Scopus* e dois apenas na *WoS*, demonstrando alta intersecção na indexação (77,3%).

III) Padronização e Processamento dos dados. Fez-se necessário o tratamento e organização dos dados para a geração das redes. Para isto, adotou-se o *software The Vantage Point*. Assim, os registros foram padronizados com o uso de thesaurus capazes de realizar a limpeza, organizando nomes de autores, palavras-chave e os demais metadados. Dado que nem todos os artigos possuíam termos-chave, realizou-se o processamento de linguagem natural (PLN) dos títulos dos artigos e resumos, produzindo termos relevantes que foram associadas às palavras-chave do autor para assegurar que todos os textos fossem devidamente indexados. Em seguida, geraram-se as matrizes, fundamento constituinte da criação de grafos.

IV) Análise dos Dados. Para isto, optou-se pela técnica de Análise de Redes Sociais (ARS), com amparo da teoria dos grafos, fazendo-se uso da ferramenta *VOSviewer*. Nos grafos, foram consideradas as relações, sua intensidade, o quantitativo de produções e clusterização, sendo estas variáveis expressadas nos nós, vínculos e cores. Em paralelo a isto, os impactos socioambientais foram analisados frente aos ODS. Foi realizado um levantamento dos objetivos da Agenda 2030 que se relacionam com os impactos citados por Macêdo et al. (2023) com o intuito de refletir sobre estratégias de mitigação e prevenção a desastres desta natureza.

## 4 Resultados e discussão

Os resultados deste artigo estão estruturados na seguinte ordem: descrição textual dos autores mais representativos; publicação de artigos por ano; palavras-chave geradas por PLN associadas aos anos de publicação; palavras-chave geradas por PLN associadas aos impactos socioambientais; e análise dos impactos frente aos ODS.

Os resultados deste artigo estão organizados visando a compreensão dos dados frente ao objetivo estabelecido. Primeiramente, é apresentada a descrição dos autores mais representativos, que contribuíram de forma mais frequente para o debate acadêmico acerca dos impactos do rompimento da barragem do Fundão. Em seguida, é analisada a publicação de artigos ao longo dos anos, destacando as flutuações e tendências na produção científica. Adiante, abordam-se as palavras-chave geradas por PLN associadas aos diferentes anos de publicação, permitindo traçar a evolução dos temas ao longo do tempo. Em ato contínuo, são discutidas as palavras-chave geradas por PLN que estão relacionadas especificamente aos impactos socioambientais. Por fim, é realizada uma análise dos impactos frente aos ODS, relacionando os principais achados do estudo com as metas globais de sustentabilidade.

Inicialmente, apresentam-se os autores mais representativos na pesquisa que obtiveram o mínimo de seis artigos: Rodrigues Neto R (n=9); Sá F (n=8); Bernardino AF; Bianchini A; Joyeux JC (n=7); Cagnin RC; Longhini CM (n=6). Entre esses, três são bolsistas de produtividade, com destaque para o primeiro colocado, bolsista PQ2, vinculado ao Departamento de Oceanografia e Ecologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Tal resultado aponta para a importância da política de fomento à pesquisa, especialmente através das bolsas de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a pesquisadores com produção científica, tecnológica e de inovação de destaque em suas respectivas áreas do conhecimento. Essas políticas de fomento promovem não apenas a continuidade, mas também a excelência científica em áreas importantes para o desenvolvimento tecnológico e a inovação no Brasil.

Ainda sobre o financiamento público e comprometimento das Universidades Federais (UF) com questões de ordem socioambiental, ressalta-se que seis dos sete pesquisadores mencionados são professores de UF: quatro na UFES, um na Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e um na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Esse dado reforça o papel central que as universidades desempenham na investigação de problemas de impacto social e ambiental, fornecendo não apenas o ambiente necessário para a pesquisa, mas também os recursos humanos e intelectuais necessários para abordar questões complexas e de longa duração como as que envolvem o desastre ambiental de Mariana. A pesquisadora restante fez pós-doutorado na UFES como bolsista da Fundação Renova, uma entidade sem fins lucrativos, criada a partir de um Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC), responsável pela mobilização para a reparação dos danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana (Fundação Renova, 2024).

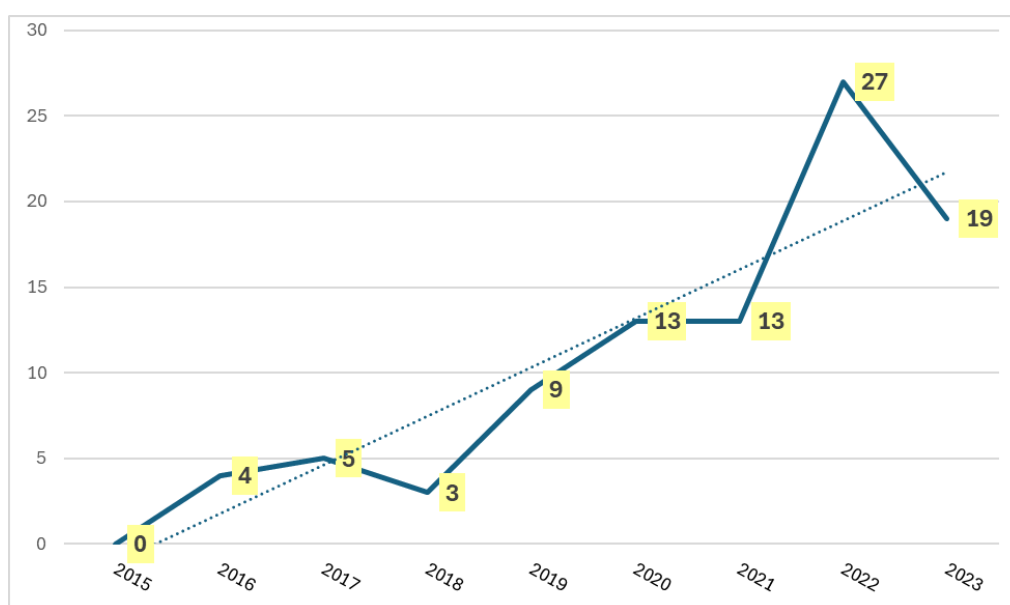
As Universidades Federais (UF), especialmente por meio de seus Programas de Pós-Graduação (PPG), desempenham um papel fundamental na ciência brasileira, sendo atores essenciais no cenário da pesquisa

nacional. De acordo com o relatório *Research in Brazil – A report for Capes by Clarivate Analytics*, mais de 95% da produção científica do Brasil presente em bases internacionais é resultado da capacidade de pesquisa das universidades públicas, tanto federais quanto estaduais (Cross et al., 2017; Moura, 2019). No que se refere às bolsas de produtividade, o estudo de Pinto e Pedrosa (2021) analisou os artigos sobre a produção científica de bolsistas de Produtividade em Pesquisa (PQ) nas bases de dados contempladas pelo Portal de Periódicos Capes até o ano de 2019. O estudo sugere que esses bolsistas representam uma elite acadêmica e, no quesito produção, tendem a publicar mais do que os não bolsistas, o que confirma a eficácia dessa política de fomento.

Quanto à produtividade anual dos artigos, observa-se na Figura 1 uma tendência crescente ao longo dos anos, com um pico notável em 2022, quando foram publicados 27 artigos. Todavia, cabe mencionar que, embora haja um aparente decréscimo na produção em 2023, este fato deve ser interpretado com cautela, pois a indexação tardia de artigos pode influenciar a percepção de um declínio, que, na realidade, pode não refletir uma redução efetiva na produção científica.

**Figura 1**

*Produção temporal dos artigos referentes à temática*



**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2024). [Descrição da imagem] A Figura apresenta a produção científica sobre o rompimento da barragem do Fundão entre 2015 e 2023. O gráfico de linha mostra o aumento contínuo de publicações, que atingiram o pico de 27 artigos em 2022. Apesar da redução para 19 em 2023, a tendência de pesquisa sobre o tema segue em crescimento. [Fim da descrição].

A ausência de artigos em 2015 se deve ao fato de o rompimento da barragem de Fundão ter ocorrido em novembro daquele ano. O ano de 2024, que ainda estava em curso durante a execução da pesquisa, não foi incluído no gráfico, mas já apresenta quatro publicações, o que indica que a produção acadêmica sobre o tema continua ativa à medida que o ano avança. Pela análise de tendência linear apresentada na Figura 1, observa-se uma consistência no crescimento do interesse acadêmico pela temática, com uma tendência ascendente. Esse padrão de crescimento pode sinalizar a progressiva relevância do tema para a comunidade científica, especialmente em função de seu impacto social que repercute até o presente momento.

Segundo Lima et al. (2024), a ruptura catastrófica da barragem de Fundão em Mariana, ocorrida em novembro de 2015, resultou em extensas repercussões socioeconômicas e ambientais que persistem até hoje. Em razão disto, vários programas de reflorestamento vêm sendo desenvolvidos para remediar as regiões impactadas, fazendo-se necessária a realização de estudos que prevejam indicadores para o monitoramento da recuperação destas áreas (Lima et al., 2024), sendo este um desafio que deve permanecer na agenda de pesquisa do Brasil por um longo período.

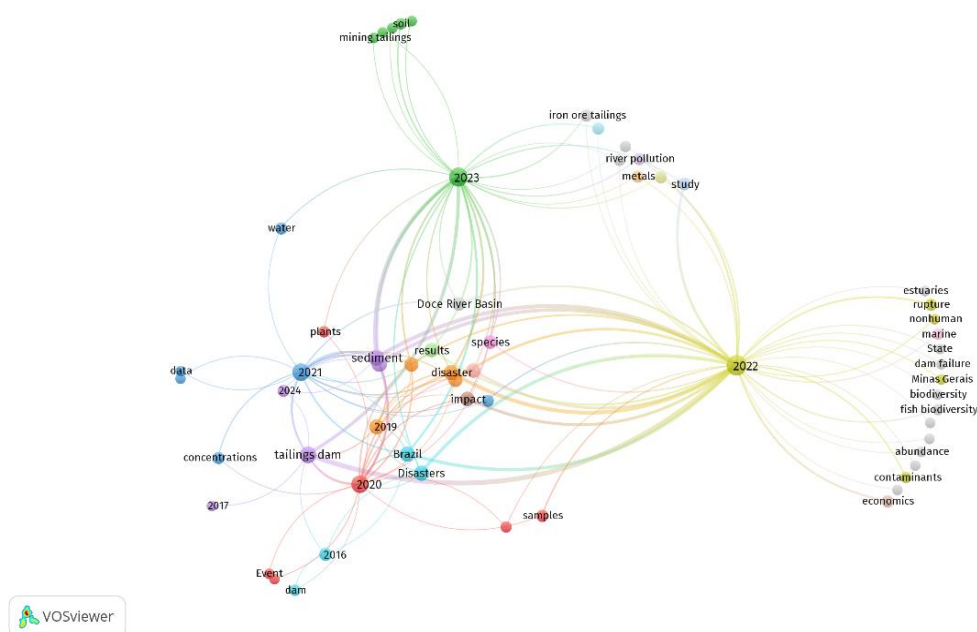
Conforme descrito por Paliwal et al. (2023), a evolução temática na bibliometria permite encontrar os temas de pesquisa mais importantes e monitorar sua evolução ao longo do tempo, iluminando potenciais direções de pesquisa futura no campo. Assim, situam-se no campo dos indicadores temáticos podendo ser analisados a partir

de diversas perspectivas, sendo neste artigo utilizada a técnica de ARS. Com base nisto, a seguir, as palavras-chave são analisadas ano a ano, com o objetivo de observar a evolução e as transformações temáticas na produção científica. Essa análise permite identificar não apenas os temas que mantiveram sua relevância ao longo do tempo, mas também aqueles que emergiram como novos focos de interesse, sinalizando possíveis mudanças nas direções de pesquisa e nas prioridades da comunidade acadêmica.

A Figura 2 apresenta uma análise detalhada da distribuição temporal das palavras-chave geradas por PLN, que estão associadas aos artigos analisados ao longo dos anos. As palavras-chave mais representativas como *tailings dam* (n=88); *sediment* (n=77); *disaster* (n=64); *environment* (n=62); *Brazil* (n=61); *disasters* (n=46); *impact* (n=45); *water quality* (n=45); *tailings* (n=43); *Atlantic Ocean* (n=40); *results* (n=39); *Doce River Basin* (n=34); *study* (n=31) *river pollution* (n=24); *species* (n=24), refletem de maneira clara a persistência das principais preocupações acadêmicas relacionadas ao desastre ambiental do rompimento da barragem do Fundão.

## Figura 2

### Palavras-chave geradas por PLN associadas aos anos



**Nota. Os termos utilizados na expressão de busca foram retirados.** Fonte: Dados da pesquisa (2024). [Descrição da imagem] A Figura é uma rede de palavras-chave gerada no software VOSviewer que mostra a evolução dos tópicos de pesquisa sobre o rompimento da barragem do Fundão ao longo do tempo. Os *clusters* representam os principais focos de estudo em diferentes anos. O *cluster* verde, associado a 2013, destaca o contexto da mineração. As conexões a partir desse *cluster* levam a outros *clusters*, como o roxo e o rosa, que se concentram nos anos subsequentes ao desastre (2018-2020) e em termos como “*disaster*” e “*sediment*”. [Fim da descrição].

Ao dividir os nove anos analisados em três triênios (2016 a 2018 / 2019 a 2021 / 2022 a 2024), é possível observar a evolução e transformação das palavras-chave. Embora termos como “barragem de rejeitos”, “sedimentos” e “desastre” permaneçam centrais devido à natureza do evento estudado, a análise revela que termos mais específicos, como “qualidade da água”, “poluição do rio” e “espécies”, começam a ganhar maior destaque em períodos mais recentes. Isso indica uma mudança no foco da pesquisa, que se aprofunda nas consequências ambientais e biológicas do desastre ao invés de se concentrar apenas na descrição do evento em si.

Além disso, a produção científica sobre a “qualidade da água” demonstra uma característica transtemporal, permanecendo com alta representatividade ao longo de todos os triênios analisados. Isso sugere que a questão da água, tanto em termos de qualidade quanto de poluição, é uma preocupação constante e central, que atravessa os anos e se mantém como um dos temas mais relevantes e urgentes na literatura. Essa importância, ligada às discussões sobre a qualidade da água também é percebida no estudo de Macêdo et al. (2023), que aborda os impactos ambientais, biológicos e sociais.



como um caso emblemático de pesquisa alinhada a esse enfoque. Este estudo não apenas exemplifica o tipo de pesquisa que tem sido conduzida, mas também ressalta a natureza interdisciplinar do trabalho, combinando aspectos de química ambiental e gestão de recursos hídricos para entender o impacto causado pelo desastre.

Quanto à produção sobre impactos nos organismos aquáticos, observa-se um perfil muito parecido e muito semelhante aos impactos na água, porém, com acréscimo das palavras-chave: “espécies”, “metais”, “contaminantes”, “estuário” e “biodiversidade de peixes”. Essas palavras-chave indicam que a pesquisa vai além da simples caracterização dos impactos, buscando entender as consequências ecológicas mais amplas, como a perda de biodiversidade e as mudanças nos ecossistemas aquáticos. O artigo *“The effect of a mining dam failure on the genetic diversity and population resilience of marine fishes along the eastern Brazilian coast”* (De Biasi et al., 2023) exemplifica esse foco, demonstrando como desastres ambientais podem ter efeitos profundos e duradouros na genética e resiliência das populações de peixes, o que tem implicações na conservação da biodiversidade.

Merecem ainda destaque as relações estabelecidas entre o impacto “vegetação” e a palavra-chave “plantas”; e os termos “economia” e “cultura” associados ao impacto “econômico”. Ao longo deste estudo, as categorias de “impacto socioeconômico” demonstraram profundidade semântica capaz de evidenciar os diversos danos causados pela tragédia, que conforme descreveram Magliano e Angelo (2020), afetou terras marginais aos rios e áreas de preservação permanente; atingiu ecossistemas estuarinos, costeiros e marinhos no Oceano Atlântico; inundou corpos d’água e povoados; provocou mortes, destruição e degradação de ecossistemas aquáticos e terrestres; destruiu áreas rurais produtivas; causou poluição hídrica — afetando o abastecimento; rompeu estruturas como pontes, estradas e reservatórios, comprometendo importantes atividades no Vale do Rio Doce.

Diante da tragédia ocorrida e da iminência de outros desastres similares, os impactos foram discutidos à luz dos 17 ODS, analisando o papel do setor da mineração frente aos desafios postos nos ODS (Lewis et al., 2017). Assim, o Quadro 1 mostra quais ODS se relacionam aos impactos causados pelo desastre que ocorreu no município de Mariana.

#### Quadro 1

##### *Impactos socioambientais frente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*

<b>Impactos</b>	<b>ODS relacionados a cada impacto</b>
<b>Ambiental</b>	ODS 6 – Água potável e saneamento: garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.
<b>Ambiental</b>	ODS 12 – Consumo e produção sustentável: alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo.
<b>Biológico</b>	ODS 14 – Vida na água: conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
<b>Biológico</b>	ODS 15 – Vida terrestre: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
<b>Social</b>	ODS 1 – Erradicação da pobreza: acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
<b>Social</b>	ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
<b>Social</b>	ODS 3 – Saúde e bem-estar: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos.

**Social**

ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico: promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos.

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2024). [Descrição da imagem] Quadro com duas colunas, “Impactos” e “ODS relacionados a cada impacto”, que correlaciona os impactos socioambientais do rompimento da barragem do Fundão com os respectivos objetivos de desenvolvimento sustentável. O quadro categoriza os impactos em: ambientais (ligados à água e resíduos), biológicos (relacionados a ecossistemas e biodiversidade) e sociais (abordando temas como pobreza, saúde e trabalho). [Fim da descrição].

O Quadro 1 permite conectar os impactos socioambientais documentados com os ODS da Agenda 2030. Essa conexão não é apenas descritiva, mas também crítica para entender como as práticas de mineração precisam ser realinhadas para atender aos padrões globais de sustentabilidade. A análise dos impactos ambientais e biológicos, por exemplo, está diretamente ligada a ODS específicos, como o “ODS 6”, que trata da água potável e saneamento, e o “ODS 14, que foca na vida na água. A conexão entre os impactos na qualidade da água e os ODS ressalta a importância de intervenções que busquem não apenas remediar, mas também prevenir futuros desastres.

Além dos impactos ambientais, o quadro também destaca a interconexão entre os impactos sociais e econômicos e os ODS relacionados à erradicação da pobreza (ODS 1), fome zero e agricultura sustentável (ODS 2), e saúde e bem-estar (ODS 3). Isso demonstra que os desastres ambientais não afetam apenas o meio ambiente, mas têm ramificações profundas nas condições sociais e econômicas das comunidades afetadas, muitas vezes acentuando a vulnerabilidade e a desigualdade já existentes.

A indústria de mineração enfrenta desafios significativos para atender aos padrões estabelecidos pelos ODS, especialmente nas esferas ambiental, biológica e social. As atividades de mineração frequentemente impactam o solo, a água, o clima, a flora, a fauna e as comunidades que dependem desses recursos. Portanto, é crucial priorizar o monitoramento da qualidade da água e dos resíduos gerados, considerando os riscos de eventos adversos decorrentes do não cumprimento das leis ambientais e da ética proposta pelos ODS.

No âmbito social, é evidente que a mineração pode ter um impacto profundo nas comunidades locais. Embora possa trazer oportunidades de desenvolvimento, muitas vezes, o poder econômico das empresas mineradoras é utilizado para explorar os recursos e direitos das populações, comprometendo sua subsistência e saúde física e mental.

## 5 Conclusões

Os resultados deste estudo bibliométrico sintetizam uma realidade complexa decorrente do rompimento da barragem do Fundão. As palavras-chave recorrentes, como “*disaster*” e “*environment*”, e a predominância de temas como “Água” e “Organismos aquáticos” nos artigos, ressaltam a extensão dos danos e a necessidade de ações alinhadas aos ODS, especialmente aqueles focados em água limpa e saneamento (ODS 6), vida na água (ODS 14) e vida terrestre (ODS 15). Já a frequência de termos como “Econômico” e “Saúde humana” reforçam a conexão com o “ODS 3”, ressaltando os desafios para a saúde pública decorrentes do desastre. A tendência crescente na produtividade das publicações ao longo dos anos indica um interesse contínuo e uma preocupação persistente da comunidade científica com as repercussões do desastre.

A análise da literatura científica revelou os impactos adversos do rompimento da barragem de rejeitos ao longo dos anos na bacia do Rio Doce. Embora o grande impacto causado pelo rompimento ainda seja evidente, a atividade de mineração na bacia do Rio Doce continua a causar danos significativos à saúde ambiental e humana. A degradação ambiental é observada em várias áreas, exigindo uma responsabilidade coletiva para combatê-la. No entanto, o que se vê são catástrofes de proporções cada vez maiores, afetando o solo, a água, o ar, *habitats* e seres vivos.

Dado que os processos de mineração têm o potencial de impactar uma ampla gama de entidades ambientais, as indústrias devem operar de forma mais sustentável, melhorando seu desempenho nas áreas ambiental e socioeconômica. Dessa forma, elas podem contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável conforme a Agenda 2030. Conclui-se, portanto, que as questões ambientais constituem uma agenda urgente para

as políticas públicas, e que a luta das comunidades afetadas é um mecanismo crucial para garantir que os desastres não se repitam e que seus impactos não sejam esquecidos.

Embora este estudo tenha fornecido uma análise bibliométrica detalhada sobre os impactos socioambientais do rompimento da barragem de Fundão na bacia do Rio Doce, algumas limitações devem ser consideradas. O foco exclusivo em publicações indexadas nas bases de dados *WoS* e *Scopus* pode restringir a análise à produção acadêmica indexada e de alto impacto, excluindo outros tipos de documentos ou estudos. Além disso, a ausência de dados empíricos de campo limita a compreensão direta dos efeitos observados localmente, baseando as conclusões exclusivamente em fontes bibliográficas. Assim, o recorte temático adotado, centrado na literatura acadêmica, reduz a possibilidade de incorporar narrativas mais amplas e multidimensionais sobre os impactos na bacia do Rio Doce, deixando de fora perspectivas contextuais relevantes. Apesar dessas limitações, tais aspectos contribuem para delimitar e contextualizar os resultados apresentados, oferecendo subsídios para futuras investigações.

Recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a abordagem metodológica. A inclusão de dados qualitativos, que incorporem as perspectivas das comunidades diretamente atingidas, mostra-se importante para capturar percepções que não podem ser abrangidas pelos dados quantitativos. Além disso, estudos comparativos entre este desastre e outros eventos socioambientais ocorridos no Brasil, como o rompimento da barragem de Brumadinho (MG) e os desastres relacionados ao desmatamento e à mineração na Amazônia, permitem compreender as particularidades e semelhanças nos danos socioambientais decorrentes desses eventos. Esses estudos também possibilitam mapear tendências de pesquisa, identificar lacunas no conhecimento e estabelecer conexões relevantes entre casos similares.

---

## Referências

- Castro, E., & Carmo, E. (Orgs.). (2019). *Dossiê desastres e crimes da mineração em Barcarena, Mariana e Brumadinho. Análise crítica de políticas e práticas empresariais da mineração, despegulação ambiental e violação de direitos nos municípios de: Barcarena (Pará), Mariana, Brumadinho (Minas Gerais) e São Luis (Maranhão)*. NAEA; UFPA. <https://shre.ink/tbx2>
- Castro, P. T. A., Naline Jr., H. A., & Lima, H. M. (2015). *Entendendo a Mineração no Quadrilátero Ferrífero. Ecológico – Comunicação em Meio Ambiente*. [https://qfe2050.ufop.br/sites/default/files/qfe2050/files/quadrilatero\\_ferrifero.pdf?m=1525724467](https://qfe2050.ufop.br/sites/default/files/qfe2050/files/quadrilatero_ferrifero.pdf?m=1525724467)
- Cross, D., Thomson, S., & Sinclair, A. (2017). *Research in Brazil: A report for CAPES by Clarivate Analytics*. Clarivate Analytics. <https://www.abcd.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/Relat%c3%b3rio-Clarivate-Capes-InCites-Brasil-2018.pdf>
- De Biasi, J. B., Dias, R. M., Santos, V. C., Mantellato, A. M. B., Farro, A. P. C., Hostim-Silva, M, Hackrad, C. W., & Félix-Hackrad, F. C. (2023). The effect of a mining dam failure on the genetic diversity and population resilience of marine fishes along the eastern Brazilian coast. *Regional Studies in Marine*, 68, 103239. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103239>
- Fundação Renova. (2024). *A Fundação*. <https://transparencia.fundacaorenova.org/institucional/a-fundacao>
- Global Forest Watch. (n.d.). *Monitoramento de Florestas Projetado para a Ação*. <https://www.globalforestwatch.org/>
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2015). *Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais*. Ibama. [https://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo\\_tecnico\\_preliminar\\_ibama.pdf](https://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf)
- Instituto Brasileiro de Mineração. (2020). *Relatório anual de atividades*. IBRAM. [https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Relatorio-de-atividades\\_2020\\_ATUALIZADO.pdf](https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Relatorio-de-atividades_2020_ATUALIZADO.pdf)
- Lamb, D., Erskine, P. D., Parrotta, J. A. (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310(5754), 1628-1632. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1111773>

- Lewis, B., Flynn, S., Davidson, G., Sachs, L., Sonesson, C., Maennling, N., Toledano, P., Halling, S., Barredo, L., & Peachey, B. (2017, Julho). *Atlas: mapeando os objetivos de desenvolvimento sustentável na mineração*. Centro de Columbia sobre Investimento Sustentável; PNDU; Rede Soluções de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas; Fórum Econômico Mundial. <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/atlas-mapeando-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-na-mineracao>
- Lima, H. S., Oliveira, G. F. V., Ferreira, R. S., Castro, A. G., Silva, L. C. F., Ferreira, L. S., Oliveira, D. A. S., Silva, L. F., Kasuya, M. C. M., Paula, S. O., & Silva, C. C. (2024, Abril). Machine learning-based soil quality assessment for enhancing environmental monitoring in iron ore mining-impacted ecosystems. *Journal of Environmental Management*, 356, 120559. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120559>
- Mapbiomas Brasil. (2024, Agosto 21) *Em 2023, a perda de áreas naturais no Brasil atinge a marca de 33% do território*. <https://brasil.mapbiomas.org/2024/08/21/em-2023-a-perda-de-areas-naturais-no-brasil-atinge-a-marca-historica-de-33-do-territorio/>
- Macêdo, A. K. S., Oliveira, T. C. M., Brighente, L. S., Santos, H. B., & Thomé, R. G. (2024). Socio environmental impacts on the Doce River basin, Brazil: a review from historic pollution to large disaster events. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21, 2339–2356. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05350-5>
- Magliano, M. M., & Angelo, H. (2020). The lack of economic environmental damage valuation - a critical review of fundão disaster. *Cerne*, 26(1), 75–87. <https://www.scielo.br/j/cerne/a/6KMMTDDnGmHhStsm5CngMkS/?format=html&lang=en#>
- Marques, M. C. M., Trindade, W., Bohn, A., & Grelle, C. E. V. (2021). The Atlantic Forest: an introduction to the megadiverse forest of South America. In Marques, M. C. M., & Grelle, C. E. V. (Eds.), *The Atlantic Forest: history, biodiversity, threats and opportunities of mega-diverse forest* (pp. 3-23). Springer Nature. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_1)
- Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2020). [Biomass do Brasil]. <https://www.mma.gov.br>
- Moura, M. (2019, Abril 11). *Universidades públicas respondem por mais de 95% da produção científica do Brasil*. Ciência na Rua. <https://ciencianarua.net/universidades-publicas-respondem-por-mais-de-95-da-producao-cientifica-do-brasil/>
- Nações Unidas Brasil. (2022). *ONU reconhece esforços para restaurar a Mata Atlântica com prêmio global*. Nações Unidas Brasil. <https://brasil.un.org/pt-br/211472-onu-reconhece-esfor%C3%A7os-para-restaurar-mata-atl%C3%A2ntica-com-pr%C3%AAmio-global>
- Paliwal, M. K., Jakhar, S., & Sharma, V. (2023). Nano-enhanced phase change materials for energy storage in photovoltaic thermal management systems: A bibliometric and thematic analysis. *International Journal of Thermofluids*, 17, 100310. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100310>
- Paraguassú, L., Leite, M., G. P., Moreira, F. W. A., Mendonça, F. P. C., & Eskinazi-Sant'Anna, E. M. (2019). Impacts of mining in artificial lake of Iron Quadrangle-MG: past marks and changes of the present. *Environmental Earth Sciences*, 78(167). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8158-7>
- Pinto, G. M. C., & Pedroso, B. (2021). Produção científica de bolsistas de produtividade: uma revisão de literatura nas bases de dados contempladas pelo Portal de Periódicos Capes. *Em questão*, 27(4), 243-271. <https://doi.org/10.19132/1808-5245274.243-271>
- Richard, E. C., Estrada, G. C. D., Bechtold, J.-P., Duarte Jr., H. A., Maioli, B. G., Freitas, A. H. A., Warner, K. E., & Figueiredo, L. H. M. (2020). Water and sediment quality in the Coastal Zone around the mouth of Doce river after the Fundão tailings dam failure. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 16(5), 643-654. <https://doi.org/10.1002/ieam.4309>
- Santos, R. N. M., & Kobashi, N. Y. (2009). Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. *Tendências da Pesquisa brasileira em Ciência da Informação*, 2(1), 155-172. <https://revistas.ancib.org/tpbci/article/view/174/174>
- Wolowski, M., Agostini, K., Rech, A. R., Varassin, I. G., Maués, M., Freitas, L., Carneiro, L. T., Bueno, R. O., Consolaro, H., Carvalheiro, L., Saraiva, A. M., & Silva, C. I. (2019). *Relatório temático sobre*

*polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil*. Editora Cubo.

[https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES\\_CompletoPolinizacao-2.pdf](https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf)

Zupo, T., Freitas, J. L., Reis, D. A., & Siqueira, M. F. (2022). Trends and knowledge gaps on ecological restoration research in the Brazilian Atlantic Forest. *Restoration Ecology*, 30(8), e13645.

<https://doi.org/10.1111/rec.13645>

---

## Dados de publicação

### Raimundo Nonato Macêdo dos Santos

Doutor em Information Stratégique

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

[raimundo.macedo@ufpe.br](mailto:raimundo.macedo@ufpe.br)

<https://orcid.org/0000-0002-9208-3266>

Professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PPGCI/UFPE), com graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (1974), Doutorado (1995) e Mestrado pela Université Paul Cézanne Aix Marseille III, e Pós-doutorado pela Universidad Carlos III de Madrid (2016). É bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, nível 1B, e já atuou como avaliador do INEP e como Representante de Área de Ciência da Informação e Museologia junto ao Comitê Científico do CNPq entre 2017 e 2020. Sua pesquisa concentra-se em áreas como comunicação científica, bibliometria, cientometria e institucionalização da pesquisa. Lidera o grupo de pesquisa SCIENTIA desde 2006 e participa de outros grupos relevantes, como INFOCIENT, LAPIIS e Fundamentos Teóricos da Informação. É também membro ativo da ANCIB e da ISKO Brasil, contribuindo significativamente para o avanço da Ciência da Informação no Brasil e internacionalmente.

### Natanael Vitor Sobral

Doutor em Ciência da Informação

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

[natanvsobral@gmail.com](mailto:natanvsobral@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2410-494X>

Bacharel em Gestão da Informação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Especialista em Administração de Marketing pela Faculdade de Ciências Administrativas da Universidade de Pernambuco (FCAP/UPE), Mestre em Ciência da Informação pela UFPE e Doutor em Ciência da Informação pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Tem interesse em estudos métricos da informação, com ênfase na área de saúde, representação da informação em bases de dados científicas, análise de redes sociais científicas, mapas temáticos, gestão científica e organizacional, administração de unidades de informação, indicadores para tomada de decisão, inovação e indicadores de inovação. Foi Professor do Departamento de Fundamentos e Processos Informacionais (DFPI) do Instituto de Ciência da Informação (ICI) da UFBA (2017-2021). Atualmente, é Professor do Departamento de Ciência da Informação (DCI) da UFPE, onde exerce a função de coordenador do curso de Bacharelado em Gestão da Informação. É docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UFPE (Mestrado e Doutorado).

### Dominique de Lira Vieira Corrêa

Mestre em Ciência da Informação

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

[dominiquevieira@hotmail.com](mailto:dominiquevieira@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-0593-0098>

Doutoranda em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (2023). Mestre em Ciência da Informação pela mesma universidade (2016). Bacharel em Biblioteconomia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (2010). Tem experiência na área de Ciência da Informação, com ênfase em Processos de Disseminação da Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: estudos métricos da informação, produção científica, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU, produção científica sobre a Mata Atlântica.

### **Ana Sara Pereira de Melo Sobral**

Mestre em Ciência da Informação

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

[ana.sara@ufpe.br](mailto:ana.sara@ufpe.br)

<https://orcid.org/0000-0002-8794-0905>

Doutoranda em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com ingresso em 2023. Mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), 2018. Especialista em Gestão de Bibliotecas Públicas pela Universidade Cândido Mendes, 2013, e graduada em Biblioteconomia e Documentação pela UFBA, 2011. Atua como bibliotecária do Instituto Federal Baiano desde 2012 e está em exercício provisório na UFPE a partir de 2021. É membro do Grupo de Pesquisa Scientia, do Departamento de Ciência da Informação da UFPE.

### **Rinaldo Ribeiro de Melo**

Mestre em Ciência da Informação

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciência da informação, Recife, PE, Brasil

[ribeiro.rinaldo@gmail.com](mailto:ribeiro.rinaldo@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-6711-3005>

Doutorando e Mestre em Ciência da Informação no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGCI/UFPE). Bacharel em Biblioteconomia pela Universidade Federal de Pernambuco. Licenciado em Matemática pela Universidade de Pernambuco (UPE). É membro do grupo de Pesquisa SCIENTIA (CNPq/UFPE). Tem como foco de pesquisa os Estudos Métricos da Informação (Almetria, Bibliometria, Cientometria, Estudos de Citação); Fontes de Informação; Indicadores de CT&I; Estudos de Usuário e os Observatórios de CT&I, com ênfase nos observatórios universitários de CT&I.

### **Originalidade**

Declaro que o texto é original e não foi enviado para nenhuma outra publicação.

### **Preprint**

O manuscrito não foi submetido a nenhuma plataforma de Preprints.

### **Informações sobre o trabalho**

Este artigo foi apresentado no 9º Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria (EBBC 2024). Na revista Biblios, passou por novas rodadas de avaliação por pares e foi aprimorado para fins de publicação.

### **Agradecimentos**

Não se aplica.

### **Contribuição dos autores**

Concepção e preparação do manuscrito: RNM Santos, NV Sobral, DLV Corrêa, ASPM Sobral, RR Melo

Coleta de dados: RNM Santos, NV Sobral

Análise de dados: RNM Santos, NV Sobral, DLV Corrêa, ASPM Sobral, RR Melo

Discussão dos resultados: RNM Santos, NV Sobral, DLV Corrêa, ASPM Sobral, RR Melo

Revisão e aprovação: RNM Santos, NV Sobral, DLV Corrêa, ASPM Sobral, RR Melo

**Uso de inteligência artificial**

A inteligência artificial ChatGPT foi utilizada para auxiliar na redação e revisão textual do trabalho.

**Financiamento**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelas bolsas PCI-E1 - Programa de Capacitação Institucional (2018-2023) e Produtividade em Pesquisa (PQ-1C).

**Permissão para usar imagens**

Não se aplica.

**Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa**

Não se aplica.

**Conflito de interesses**

Não se aplica.

**Declaração de disponibilidade de dados**

Os dados foram depositados em um repositório de acesso aberto:

Santos, R., Sobral, N. V., Melo, R. R., Corrêa, D. L. V., & Sobral, A. S. P. M. (2025). Principais impactos analisados nos resumos dos artigos sobre a Mata Atlântica na WoS e SCOPUS [Data set]. In BIBLIOS - Revista de Bibliotecología y Ciencias de la Información (Version 1.0.0). *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16937501>

**Licença de uso**

Os autores concedem à Biblios direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY) 4.0 Internacional. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e desenvolvam o trabalho publicado, dando os devidos créditos pela autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores estão autorizados a firmar acordos adicionais separados para distribuição não exclusiva da versão publicada do trabalho no periódico (por exemplo, publicação em um repositório institucional, em um site pessoal, publicação de uma tradução ou como um capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

**Editor**

Publicado pelo Sistema de Bibliotecas Universitárias da Universidade de Pittsburgh. Responsabilidade compartilhada com universidades parceiras. As ideias expressas neste artigo são dos autores e não representam necessariamente as opiniões dos editores ou da universidade.

**Editores**

Raquel Juliana Prado Leite de Sousa, João de Melo Maricato, Lúcia da Silveira.

**Histórico**

Recebido: 15-09-2024 - Aprovado: 16-09-2025 - Publicado em: 16-12-2025



The articles in this journal are licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 United States License.



This journal is published by [Pitt Open Library Publishing](http://pittopenlibrarypublishing.com).