

Atividade pesqueira na bacia do Rio Doce e o rompimento da barragem de Fundão: um olhar sobre os impactos negativos observados

Fishing activity in the Doce River basin and the collapse of the Fundão dam: a look at the negative impacts observed

Actividad pesquera en la cuenca del Río Doce y colapso de la presa de Fundão: una mirada a los impactos negativos observados

Lucas Ferreira Augustinho ¹
Rodrigo Randow de Freitas ²

Resumo: A pesca é de extrema importância para subsistência e fornecimento de alimento mundialmente. Entretanto, com o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana/MG, em 2015, essa atividade vem sendo impactada negativamente. O presente estudo tem o objetivo de analisar os efeitos negativos, oriundos do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG, na atividade pesqueira da bacia do baixo Rio Doce no Espírito Santo. Assim, analisar esses impactos é essencial para ações de retomada socioeconômica local. Para isso, realizou-se coleta de dados através de questionários. A amostra contempla pescadores(as), sendo considerado o número de atores por comunidade. Averiguou-se que após o desastre, os pescadores foram forçados a buscar outras fontes de renda diante da redução na disponibilidade de recursos pesqueiros na região. A diversidade de espécies capturadas diminuiu, indicando desequilíbrio ecológico resultante do desastre. Além disso, a contaminação do pescado capturado representa um risco adicional para a saúde pública e economia local.

Palavras-chave: Contaminação. Desastre Ambiental. Diagnóstico. Pesca.

Abstract: Fishing is extremely important for subsistence and food supply worldwide. However, with the collapse of the tailings dam in Mariana - MG (2015), the activity has been negatively impacted. The present study aims to analyze the negative effects arising from the collapse of the Fundão dam, in Mariana - MG, on fishing activity in the lower Rio Doce basin in ES. Therefore, analyzing these impacts is essential for actions to restore local socioeconomic recovery. Data collection was thus carried out based on sampling covering fishermen and considering the number of experienced actors in each community. It was found that after the disaster, many actors were forced to seek other sources of income due to the reduction in the availability of fishing resources in the region. The diversity of species captured has decreased, indicating ecological imbalances resulting from the disaster. Furthermore, contamination of captured fish represents an additional risk to public health and the local economy.

Keywords: Contamination. Environmental disaster. Diagnosis. Fishing.

¹ Graduando em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Espírito Santo, CEUNES. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1517-4876>. E-mail: lucas.augustinho@edu.ufes.br

² Doutor em Aquicultura. Universidade Federal do Espírito Santo, CEUNES. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0170-6892>. E-mail: rodrigo.r.freitas@ufes.br

Resumen: La pesca es extremadamente importante para la subsistencia y el suministro de alimentos en todo el mundo. Sin embargo, con el colapso del tranque de relaves en Mariana - MG (2015), la actividad se vio impactada negativamente. El presente estudio tiene como objetivo analizar los efectos negativos derivados del colapso de la presa Fundão, en Mariana - MG, sobre la actividad pesquera en la cuenca baja del Río Doce, en ES. Por lo tanto, analizar estos impactos es esencial para acciones que restablezcan la recuperación socioeconómica local. Así, la recolección de datos se llevó a cabo basándose en un muestreo que abarcó a los pescadores y considerando el número de actores experimentados en cada comunidad. Se encontró que luego del desastre, muchos actores se vieron obligados a buscar otras fuentes de ingresos debido a la reducción en la disponibilidad de recursos pesqueros en la región. La diversidad de especies capturadas ha disminuido, lo que indica desequilibrios ecológicos resultantes del desastre. Además, la contaminación del pescado capturado representa un riesgo adicional para la salud pública y la economía local.

Palabras-clave: Contaminación. Desastre ambiental. Diagnóstico. Pesca.

Submetido 14/06/2024

Aceito 15/08/2024

Publicado 02/09/2024

Considerações Iniciais

A atividade pesqueira desempenha um papel fundamental no sustento de muitas pessoas ao redor do mundo, especialmente em nações tropicais e em desenvolvimento. Ela é um importante indicador social, pois não só fornece alimentos e renda, mas também gera empregos e ajuda a manter as famílias em suas comunidades locais (Bail et al., 2007; Fuzzeti et al., 2009; Valente et al., 2020). O pescado é, na sua maioria das vezes, capturado para consumo e quando ocorre em ambientes de água doce, a pesca é geralmente realizada por habitantes locais em diversas áreas, como rios, lagos, igapós e florestas alagadas.

No entanto, a exploração dos recursos pesqueiros pela pesca comercial frequentemente ocorre de maneira desordenada e ilegal, contribuindo diretamente para a redução gradual dos estoques naturais em quase todas as regiões do mundo (Pinkerton, 1989; 2003; Sanchez, 1994; Pomeroy; Silva, 2010; Silva, 2016). Além disso, existem inúmeros outros fatores que impactam negativamente a atividade, como, por exemplo, a degradação ambiental causada pela poluição dos corpos d'água, perda de *habitat* e expansão urbana desordenada (Dias et al., 2007; Zuanon, 2021). Quanto a isso Llory e Montmayeul (2014), relatam que acidentes estão sempre no centro da nossa vida, porque revelam disfunções organizacionais e fortes indutores para reflexão por questionar nossa capacidade de julgamento e diagnóstico.

Quando se trata de pressões antrópicas, impactos negativos e desastres ambientais, o Rio Doce e sua bacia merecem destaque. Segundo Hirsch (2003) e Nascentes Coelho (2009) o rio começou a ser ocupado em meados do século XVIII com a exploração do ouro na região. No entanto, foi no século XX que ocorreram as principais transformações na bacia, impulsionadas pela expansão da pecuária e pela extração de recursos para abastecer as indústrias siderúrgicas. A bacia do Rio Doce era composta originalmente por Mata Atlântica e o Cerrado, aparecendo principalmente na porção oeste dessa. Essas atividades de exploração impactam diretamente a atividade pesqueira, dado que a bacia hidrográfica já era antropizada (Carvalho et al., 2021; Jankowsky et al., 2021).

Nesse sentido, como exemplo temos o desastre ambiental recente e que se destaca pelo grande impacto socioambiental que foi a ruptura da barragem de rejeitos de mineração de Fundão em Mariana, MG., em 5 de novembro de 2015, desencadeando um dos maiores desastres ambientais já registrado no mundo (Folha de São Paulo, 2015). Cerca de 45 milhões de metros cúbicos de resíduos de mineração de ferro foram lançados no ambiente, sendo

transportados pelo Rio Doce em direção ao oceano (IBAMA, 2022). Esse incidente comprometeu aproximadamente 663,2 quilômetros do Rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, além de ter impactado o estuário e o território costeiro associado a esse curso d'água (Dias et al., 2018). Dessa forma, é crucial compreender de maneira abrangente os impactos nas comunidades costeiras localizadas nos municípios foco deste estudo.

Também, ressalta-se que esse “incidente” sugere e demanda uma plena análise da teoria da “sociedade de risco”, criada por Ulrich Beck (2009, *apud* Vargas Mansano et al., 2022). Nesse contexto, o presente estudo tem o objetivo de analisar os efeitos negativos, oriundos do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG, na atividade pesqueira da bacia do baixo Rio Doce no Espírito Santo, especificamente nos municípios de Baixo Guandu, Colatina, Marilândia, Linhares, Fundão e Aracruz.

Metodologia

Bruyne (1991) enfatiza que a metodologia não se limita a técnicas para medir fatos científicos, mas abrange a coerência desde a origem até o desenvolvimento dos processos científicos. A metodologia não apenas demonstra os resultados da pesquisa, mas também o próprio progresso da investigação, exigindo capacidade para gerar resultados produtivos. Por outro lado, Ciribelli (2003) define o método científico como um conjunto organizado de etapas e ferramentas que guia o pesquisador na coleta de informações que confirmem ou questionem sua tese, utilizando critérios científicos em seu trabalho. A metodologia utilizada foi do tipo descritivo, explicativo e analítico de abordagem tanto quantitativa quanto qualitativa, tendo como cenário desta análise as comunidades pesqueiras do baixo Rio Doce. Buscou-se demonstrar todas as diretrizes utilizadas para a obtenção dos resultados da pesquisa retratada na elaboração deste trabalho, sendo de caráter científico por se tratar de uma análise detalhada a fim de produzir um novo conhecimento, além de integrá-lo àqueles pré-existentes (Naves, 1998).

Adicionalmente, visando examinar e avaliar a produção científica no âmbito do tema proposto e área de estudo, bem como identificar tendências, autores e usuários relevantes, além de analisar a abrangência das revistas e mensurar a disseminação da informação, foi conduzido um levantamento nas bases de dados disponíveis gratuitamente: Web of Science, Scientific

Eletronic Library Online (SciELO), Scopus, Capes e Google Acadêmico (Google Scholar) (Jankowsky et al., 2021).

O estudo teve um caráter descritivo e explicativo expondo características de uma determinada população, com técnicas padronizadas de coleta de dados por meio de questionários (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE): 40221920.4.0000.5063) aplicados no ambiente do projeto Monitoramento e Caracterização Socioeconômica da Atividade Pesqueira no Rio Doce e no Litoral do Espírito Santo (PMAP-MG/ES).

Para analisar, correlacionar e avaliar os impactos ao longo do baixo do Rio Doce utilizou-se dos relatos dos pescadores locais, sobre mudanças que ocorreram após o rompimento da barragem, comparando-se com as produções científicas, a respeito do assunto, e dessa forma, verificar se houve alterações na visão dos pescadores sobre a atividade pesqueira e a organização social após o desastre ambiental.

Foi estabelecida amostragem aleatória mínima que englobasse 20% do total de pescadores nas comunidades pesqueiras, abrangendo ambos os gêneros. Nas comunidades em que o número de pescadores era inferior a 30 indivíduos, procurou-se entrevistar 100% da população (Silva et al., 2022), conforme referendado por Barbetta (2007). Com isso, o número mínimo de entrevistados em cada comunidade foi calculado com base no total de pescadores e com base nas informações fornecidas pelas entidades locais (associações e colônias de pesca).

A identificação dos pescadores e pescadoras foi realizada através do método de bola-de-neve ou cadeia de informantes (Silva et al., 2022), conforme também descrito por Biernacki e Waldorf (1981). É importante destacar que foram consideradas pessoas reconhecidas como pescadores e pescadoras, mesmo que tenham interrompido a pesca ou a comercialização de seus produtos após o rompimento da barragem de Fundão (Silva et al., 2022).

Para análise de dados foi elaborada uma Matriz SWOT (do inglês, *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* – Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças). Essa abordagem permitiu uma melhor identificação das capacidades e possíveis limitações inerentes à pesca, destacando os aspectos positivos, negativos, fraquezas e oportunidades, com o intuito de realizar uma análise abrangente do contexto corporativo proposto (Chiavenato, 2003).

Posteriormente os dados foram organizados por região estudada e verificados quanto à consistência e qualidade, e assim serem examinados para a construção do material textual (Ávila-Da-Silva et al., 1999).

Resultados e Discussão

Nas localidades investigadas, no ambiente do projeto e base de coleta das informações deste estudo, foram realizadas 453 entrevistas, conforme comparativo apresentado no Quadro 1 a seguir (Silva et al., 2022).

Quadro 1. Número de pescadores por município segundo o Registro Geral da Atividade Pesqueira – RGP (2015), as colônias e/ou associações, pescadores locais mais experientes, número de pescadores entrevistados e embarcações registradas no baixo Rio Doce.

Município	N.º RGP	Colônia / Associação	Pescadores experientes (*)	Entrevistas	Cadastros de embarcação
Fundão	20	-	9	10	6
Aracruz	805	100	316	104	42
Linhares	779	1121	1219	229	109
Marilândia	12	-	20	15	9
Colatina	214	-	67	71	33
Baixo Guandu	36	75	75	24	9
Total	1866	1296	1706	453	208

Fonte: Silva et al. (2022).

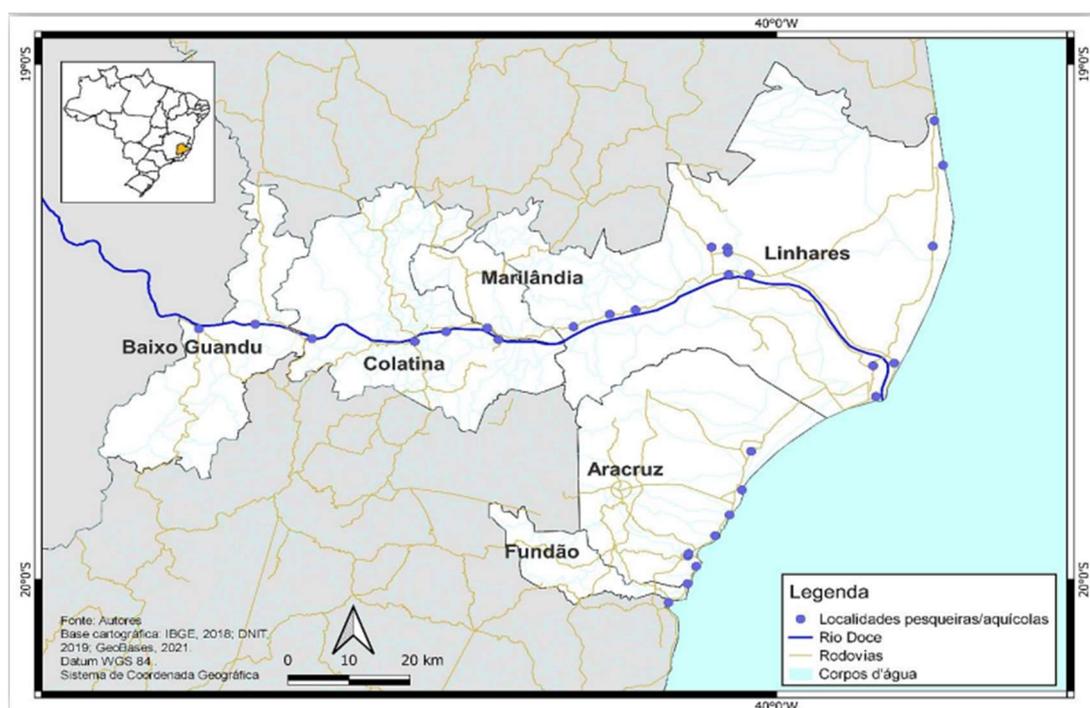
Legenda: (*) n.º de pescadores através da indicação dos pescadores com maior experiência na comunidade.

A pesca na região do baixo Rio Doce

A bacia do Rio Doce abrange uma bacia hidrográfica de 83.465 km², distribuída ao longo dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e é habitada por aproximadamente 3,5 milhões de pessoas (Viana, 2016). A região do baixo Rio Doce compreende 6 municípios localizados no estado do Espírito Santo. Nesses, foram identificadas 29 comunidades

pesqueiras, sendo que 2 estão localizadas no município de Baixo Guandu, 1 em Marilândia, 4 em Colatina, 14 em Linhares, 7 em Aracruz e 1 em Fundão (Figura 1). Nesta região, aproximadamente 76% dos pescadores têm a pesca como a única atividade para obtenção de renda (Silva et al., 2022).

Figura 1. Distribuição espacial das comunidades com atividades pesqueiras e aquícolas no baixo Rio Doce.



Fonte: Silva et al. (2022).

Foram identificadas 230 estruturas de apoio à pesca, agrupadas em 5 categorias: embarque e desembarque; beneficiamento, armazenamento e comercialização de peixes; produção e venda de gelo; conserto e manutenção de barcos e equipamentos de pesca; e abastecimento de óleo diesel (Quadro 2). Não foi encontrada nenhuma estrutura para aproveitamento de resíduos de pescado. As áreas de embarque e desembarque são mais comuns nos municípios, geralmente consistindo em acessos simples à água, como margens de rios, manguezais ou praias. Os municípios com o maior número de pontos de embarque e desembarque são: Colatina, com 46 pontos; Linhares, com 28 pontos no litoral e 26 na porção continental; e Marilândia, com apenas 1 ponto continental (Silva et al., 2022).

Quadro 2. Número de estruturas de apoio à pesca identificadas no baixo Rio Doce. Categorias: (I) embarque e desembarque; (II) beneficiamento, armazenamento e comercialização de pescado; (III) fabricação e comercialização de gelo; (IV) reparo e manutenção de embarcação e petrecho; e (V) abastecimento de óleo diesel.

Município	I	II	III	IV	V	Total
Fundão	5	6	4	0	0	15
Aracruz	9	21	6	4	1	41
Linhares Marinho	28	30	8	4	2	72
Linhares Continental	26	6	1	1	0	34
Marilândia	1	0	0	0	0	1
Colatina	46	6	0	1	0	53
Baixo Guandu	12	1	1	0	0	14
Total	127	70	20	10	3	230

Fonte: Silva et al. (2022).

Há uma predominância de estruturas de beneficiamento, armazenamento e comercialização de pescado nos municípios costeiros, como Linhares e Aracruz, onde a comercialização é mais frequente em comparação com a área continental. Essas estruturas muitas vezes estão localizadas nas casas dos pescadores, como peixarias. As estruturas de fabricação ou comercialização de gelo não foram encontradas nos municípios de Colatina e Marilândia, sendo mais presentes na zona costeira, com um total de 18 estruturas. Aracruz e Linhares Marinho possuem o maior número de estruturas de reparo e manutenção de embarcações e petrechos, com 4 em cada município. Essas estruturas estão concentradas ao longo da linha costeira, com apenas algumas na área continental (Silva et al., 2022).

Estruturas de abastecimento de óleo diesel foram observadas em Santa Cruz (Aracruz) e em áreas costeiras de Linhares, devido à presença de embarcações de maior porte. Em outros locais, o abastecimento é provavelmente realizado em postos de combustível convencionais,

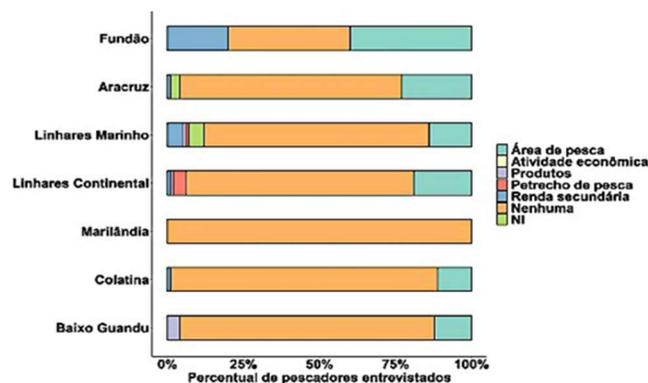
pois algumas embarcações usam gasolina e outras não possuem propulsão motorizada (Silva et al., 2022).

Com isso, o conhecimento detalhado das estruturas de apoio à pesca também é essencial para promover o fortalecimento econômico das comunidades locais, garantindo que os recursos pesqueiros sejam explorados de forma responsável e equitativa. Através da implementação de políticas que considerem as características específicas dessa região, como as diferentes necessidades entre as áreas costeiras e continentais, é possível promover a sustentabilidade da pesca, o desenvolvimento das comunidades dependentes dessa atividade e a conservação dos ecossistemas aquáticos.

Cenário antes do rompimento da barragem de Fundão

Antes do rompimento da barragem de Fundão, cita-se que 76,48% dos entrevistados relataram que não houve nenhuma mudança na atividade pesqueira anterior ao rompimento da barragem de Fundão (Figura 2). Entre as mudanças observadas, a principal foi quanto à área de pesca (16,7%), com destaque para Fundão (40%). Outros problemas encontrados eram referentes à atuação de empresas que se localizam próximo a calha do Rio Doce, como hidrelétricas e indústrias. Na cidade de Aracruz, por exemplo, a construção do porto ocasionou muitos problemas que foram relatados pelos pescadores, sendo o principal deles o descarte incorreto de detritos de navios e indústrias localizadas no porto diretamente no mar, prejudicando a atividade pesqueira neste local.

Gráfico 1. Mudanças relatadas na pesca antes do rompimento da barragem de Fundão por município no baixo Rio Doce.



Fonte: Silva et al. (2022).

De acordo com Vieira (2009; 2010), o Rio Doce abriga mais de 80 espécies nativas em ambientes de água doce, das quais 13 são exclusivas desse rio, ou seja, são endêmicas. Dessas 80 espécies, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) relaciona 11 como ameaçadas de extinção (Brasil, 2015). Além disso, aproximadamente 30 espécies de peixes foram introduzidas na bacia do Rio Doce.

Na área do baixo Rio Doce, é comum encontrar espécies que habitam tanto ambientes marinhos quanto de água doce. Antes do erguimento da Usina Hidroelétrica Mascarenhas, algumas dessas espécies conseguiam migrar até a região de Governador Valadares. No entanto, a construção da usina impediu essa migração (Vieira, 2009). A construção de barragens teve um impacto significativo sobre as espécies nativas e na atividade de pesca, levando à introdução de espécies exóticas nos reservatórios. Isso resultou na superação das espécies nativas pelas exóticas, que se tornaram os principais alvos da pesca na bacia (Alves et al., 2007; Sondotécnica, 2006; Vieira, 2009).

O rompimento da barragem de Fundão

No dia 5 de novembro de 2015 aconteceu uma das maiores catástrofes ambientais acontecida no Brasil: a qual foi a ruptura da barragem de rejeitos de Fundão em Mariana/MG. O rompimento da barragem resultou na liberação de cerca de 45 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração de ferro, os quais foram transportados pelo Rio Doce em direção ao oceano (IBAMA, 2022).

Conforme o Laudo Técnico Preliminar do IBAMA de novembro de 2015, o rompimento da barragem foi classificado como súbito em termos de evolução, devido à rapidez com que o processo ocorreu e à intensidade dos eventos adversos associados. Entre os principais impactos ambientais ocasionados pelo rompimento da barragem, podemos destacar a morte de 14 toneladas da macrofauna aquática, especialmente de peixes, por asfixia (Jankowsky et al., 2021).

Primeiro, houve uma destruição maciça do ecossistema do Rio Doce. A lama tóxica cobriu rios, afluentes e áreas adjacentes, causando a morte de peixes e outros organismos aquáticos, além de destruir a vegetação ribeirinha. A biodiversidade da região sofreu um impacto direto e devastador. Além disso, a lama carregava substâncias tóxicas, incluindo metais

pesados, que contaminaram a água do rio. Isso gerou sérios problemas no fornecimento de água potável para várias comunidades ao longo do curso do Rio Doce (Da Vitória et al., 2019).

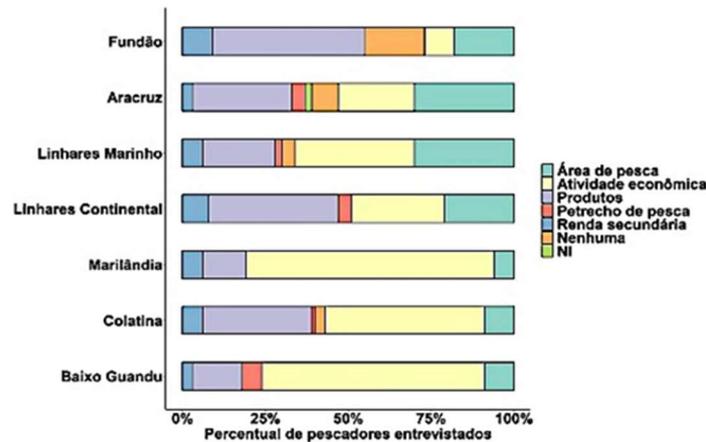
A atividade pesqueira ao longo do Rio Doce também foi seriamente prejudicada. A mortandade em massa de peixes e a degradação do *habitat* aquático afetaram profundamente os meios de subsistência dos pescadores locais. As comunidades ribeirinhas, incluindo populações indígenas, foram duramente atingidas pelo desastre, perdendo casas, terras agrícolas e fontes de renda. O rompimento da barragem resultou em uma série de ações judiciais, multas e penalidades contra a Samarco e suas empresas controladoras. Além disso, levou a mudanças nas regulamentações de segurança de barragens e práticas de mineração em todo o Brasil (Da Vitória et al., 2019).

A lama que atingiu o oceano afetou a vida marinha na foz do Rio Doce e ao longo da costa do Espírito Santo, causando preocupações ambientais significativas e implicações econômicas para as comunidades costeiras. Desde o desastre, várias medidas foram implementadas para tentar restaurar a região afetada, incluindo a remoção de sedimentos tóxicos, reflorestamento e ações de reabilitação do ecossistema. No entanto, a recuperação completa do Rio Doce ainda é um desafio em andamento (Lavalle et al., 2019).

Cenário após o rompimento da barragem de Fundão

O alcance dos efeitos causados pelo rompimento da barragem de Fundão no baixo Rio Doce na atividade econômica da região foi significativo e multifacetado. Os dados revelam que 35,52% dos pescadores viram-se obrigados a buscar outras fontes de renda, deixando de depender da pesca como sua principal atividade econômica (Gráfico 2). Esse dado reflete não apenas a redução na disponibilidade de recursos pesqueiros, mas também os efeitos adversos do desastre sobre a sustentabilidade da pesca na região.

Gráfico 2. Mudanças relatadas na pesca após o rompimento da barragem de Fundão por município no baixo Rio Doce.



Fonte: Silva *et al.*, (2022).

Além disso, as espécies capturadas foram severamente impactadas, com uma redução de 28,97% na abundância das espécies que eram anteriormente comuns. No dia imediatamente após o desastre, foi notada a inteira destruição dos anfíbios, mamíferos e animais de pequeno porte que habitavam as margens fluviais, as quais se viram cobertas pelos detritos. Em relação aos danos causados à ictiofauna, notou-se um alto índice de mortalidade de peixes ao longo do Rio Doce. Isso ocorreu devido ao elevado nível de turbidez da água, causado pelos sedimentos presentes nos rejeitos, resultando no fechamento das brânquias dos peixes e, conseqüentemente, na sua morte por asfixia (Lopes, 2016).

A restauração das populações de peixes na região impactada pelo desastre, provavelmente, ocorrer por meio de um processo de povoamento, com os principais contribuintes sendo os afluentes do Rio Doce. Ademais, após a catástrofe, houve iniciativas por parte de entidades ambientais e da comunidade local para recuperar exemplares de espécies nativas da bacia. Esses esforços visam possibilitar eventualmente a criação de alevinos que podem ser empregados para repovoar as áreas atingidas. O desfecho desses processos, que requerem monitoramento contínuo, dependerá, naturalmente, da qualidade ambiental da seção do Rio Doce afetada pela tragédia (Viana, 2016).

Isso não apenas compromete a variedade de produtos disponíveis para os pescadores, mas também indica um desequilíbrio ecológico resultante do desastre. O aumento na população

de espécies raramente vistas também sugere mudanças significativas na dinâmica do ecossistema aquático local. É crucial ressaltar que houve relatos de contaminação dos produtos da pesca, o que representa um risco adicional para a saúde pública e a economia local. A presença de substâncias tóxicas nos peixes e outros organismos aquáticos podem ter efeitos duradouros na segurança alimentar e na qualidade dos produtos da pesca da região (Silva et al., 2022).

É surpreendente que 3,97% dos participantes da pesquisa não tenham percebido nenhuma mudança na atividade pesqueira após o rompimento da barragem. No entanto, dependendo da perspectiva temporal considerada, o tempo que os resíduos demoraram para chegar, permitiu que as autoridades locais adotassem medidas de mitigação de certos efeitos. Contudo, na foz do Rio Doce e ao longo da costa do estado do Espírito Santo, à medida que a lama seguia para o mar e se dispersava, os impactos afetaram diretamente os ecossistemas e os meios de subsistência das comunidades locais.

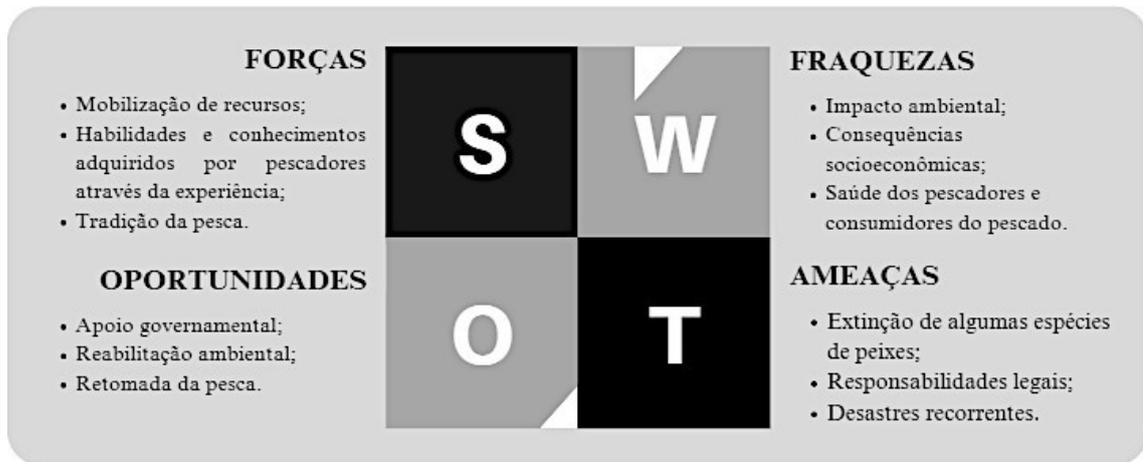
Análise SWOT e oportunidade de melhorias

A Matriz SWOT (do inglês, *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), criada em meados dos anos 60 por Albert Humphrey, na Universidade de Stanford é uma ferramenta para identificar a postura estratégica e avaliar as opiniões dos executivos da organização sobre os pontos críticos do planejamento estratégico (Azevedo; Costa, 2001). A matriz possibilita analisar os pontos fortes e fracos internos da organização, além de identificar as oportunidades e ameaças externas que impactam suas atividades e resultados. Com esses dados, é viável desenvolver estratégias e fazer escolhas que otimizem os pontos fortes, melhorem as fraquezas, aproveitem as oportunidades e protejam contra as ameaças (Padilha Neto et al., 2024).

Nesse contexto, ela possibilita uma análise abrangente dos impactos do rompimento da barragem de Fundão. A sua aplicação ofereceu uma visão estruturada dos pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionados a esse desastre ambiental. Ao empregar a Matriz foi possível identificar pontos fortes da resposta inicial ao desastre. Também permitiu reconhecer fraquezas, como, por exemplo, a falta de uma fiscalização adequada ao funcionamento da barragem. Além disso, essa abordagem destacou as oportunidades que podem surgir no processo de recuperação, como a implementação de medidas de prevenção futuras e o fortalecimento da conscientização ambiental. Por fim, a Matriz SWOT ajudou a

avaliar as ameaças, como danos ambientais de longo prazo, impactos na saúde pública e desafios legais (Figura 2).

Figura 2. Matriz SWOT das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças à pesca nas comunidades localizadas na região do baixo Rio Doce.



Fonte: Autores (2023).

A análise SWOT ofereceu um quadro abrangente das questões enfrentadas após o rompimento da barragem de Fundão e indicou áreas-chave, como o apoio governamental e reabilitação ambiental, onde intervenções e melhorias podem ser implementadas para promover a recuperação sustentável do Rio Doce e de suas comunidades. No entanto, como abordado anteriormente por Lavallo et al. (2019), os autores ressaltaram que a recuperação completa do Rio Doce ainda é um desafio em andamento. A mobilização de recursos financeiros e humanos pode ser aproveitada para apoiar a reabilitação ambiental e a retomada da pesca na região. Além disso, as habilidades e conhecimentos adquiridos por pescadores ao longo de suas experiências podem orientar estratégias de pesca mais sustentáveis e práticas de conservação. A tradição de pesca na região é uma base valiosa para o desenvolvimento de práticas de pesca responsáveis e culturalmente sensíveis.

É essencial destacar também os impactos ambientais resultantes do desastre, incluindo a contaminação da água e a degradação ambiental. Com isso, é necessário o investimento em medidas de reabilitação ambiental. As consequências socioeconômicas adversas, como a perda de renda dos pescadores, devem ser mitigadas por meio de programas de apoio financeiro e de

subsistência. No contexto específico do Rio Doce, foi implantado um sistema complexo de gestão mediante pactos entre as autoridades, órgãos judiciais e as corporações responsáveis pelo incidente. A finalidade dessa configuração foi enfrentar os efeitos e prejuízos gerados pelo rompimento da barragem, além de implantar e fiscalizar os programas de restauração (Viana, 2022).

A saúde dos pescadores e dos consumidores de pescado deve ser monitorada de perto, com medidas para garantir a segurança alimentar e a saúde da comunidade. Concordando com isso, foram documentados vários relatos de peixes contaminados, alguns dos quais foram encontrados sem vida, flutuando na água (IBAMA, 2015). A poluição resultante do rompimento impactou diretamente a fonte de renda, a saúde e o espaço de recreação desses trabalhadores, que agora enfrentam o risco de exposição a diversos materiais químicos altamente perigosos (Brasil, 2004).

O apoio governamental pode ser canalizado para programas de reabilitação ambiental, assistência financeira aos pescadores afetados e regulamentações mais rigorosas para evitar futuros desastres. Nos primeiros dias após o desastre foram implementadas diversas medidas pelos Governos Estaduais e Federal com o objetivo de restaurar as atividades, especialmente as econômicas, nas cidades afetadas pelo desastre. Entre essas ações, destaca-se o fornecimento de assistência emergencial, a antecipação dos pagamentos do programa “Bolsa-Família” para os beneficiários em Mariana, a disponibilização de recursos no valor de R\$ 6.220,00 do Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS) para as vítimas atingidas, a provisão de fornecimento de água nas áreas impactadas, a aplicação de penalidades à empresa mineradora Samarco e as iniciativas de restauração e supervisão do Rio Doce (Brasil, 2016).

Com práticas de pesca sustentável e a recuperação dos estoques de peixes, a retomada da pesca pode ser uma oportunidade econômica para a região. O risco de extinção de algumas espécies de peixes deve ser tratado por meio de medidas de conservação e monitoramento. A imposição de responsabilidades legais às empresas envolvidas no desastre é essencial para garantir a compensação e a reparação adequadas. Ribeiro et al. (2023) mostram em seu estudo que houveram relatos da falta de responsabilidade por parte da Mineradora Samarco na gestão de suas operações, onde o lucro parece estar em primeiro plano em detrimento da qualidade do trabalho e da conservação ambiental. Esses relatos ressaltam a importância de implementar um sistema de gestão ambiental robusto, que busque não apenas obter ganhos econômicos

imediatos, mas também garantir a sustentabilidade desses ganhos a longo prazo, por meio da conservação dos recursos humanos e ambientais. A ameaça de desastres ambientais recorrentes deve ser abordada com medidas de prevenção, como a melhoria da segurança de barragens e a implementação de sistemas de alerta precoce.

Considerações Finais

A análise socioeconômica das comunidades pesqueiras afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão no Rio Doce revela um cenário complexo de impactos significativos. A coleta de dados foi realizada com base em uma amostragem cuidadosamente planejada, abrangendo pescadores de ambos os gêneros e levando em consideração o número de pescadores experientes em cada comunidade.

Antes do desastre, a atividade pesqueira na região já estava sujeita a pressões decorrentes do desenvolvimento econômico e das atividades industriais. No entanto, o rompimento da barragem intensificou esses desafios, resultando em danos ambientais severos, incluindo a morte de uma grande quantidade de fauna aquática e a contaminação da água do rio.

Após o desastre, muitos pescadores foram forçados a buscar outras fontes de renda devido à redução na disponibilidade de recursos pesqueiros e aos efeitos adversos na sustentabilidade da pesca na região. A diversidade de espécies capturadas diminuiu, indicando desequilíbrios ecológicos resultantes do desastre. Além disso, a contaminação de produtos da pesca representou um risco adicional para a saúde pública e a economia local.

A análise SWOT destaca áreas de intervenção e melhoria, com forças como mobilização de recursos e conhecimentos dos pescadores, enquanto as fraquezas apontam os impactos ambientais, socioeconômicos e de saúde. Oportunidades incluem apoio governamental e reabilitação ambiental, enquanto ameaças abrangem extinção de espécies e responsabilidades legais. A Matriz SWOT orienta ações para a recuperação sustentável do Rio Doce, enfatizando investimentos em reabilitação, regulamentações rigorosas e práticas de pesca sustentável, com envolvimento de diversas partes interessadas. Isso é essencial para restaurar a região afetada.

Assim, o estudo alcança com êxito seu principal objetivo de analisar os impactos adversos resultantes do rompimento da barragem de Fundão, localizada em Mariana/MG, sobre a atividade pesqueira na bacia do baixo Rio Doce, no estado do Espírito Santo. É relevante

destacar que, ao conduzir pesquisas e investigações sobre esse tópico, observou-se uma escassez de estudos relacionados à região estudada antes do desastre da barragem. Esse cenário passou por uma transformação completa após o desastre, tornando-se um ponto focal de pesquisa e contribuindo significativamente para a compreensão e a recuperação das atividades na bacia do Rio Doce. Esses estudos são de extrema importância para as comunidades ribeirinhas, pois fornecem conhecimentos essenciais para a mitigação dos impactos e a promoção da sustentabilidade em suas vidas e meios de subsistência.

Agradecimentos

EDITAL FAPES No 06/2021 BOLSA PESQUISADOR CAPIXABA - BPC.

Projeto de Monitoramento e Caracterização Socioeconômica da Atividade Pesqueira no Rio Doce e no Litoral do Espírito Santo. PG 16 – Programa de Retomada das Atividades Aquícolas e Pesqueiras. Fundação Renova. Acordo de Cooperação (Instituto de Pesca via FUNDEPAG e UFES via Fundação Espírito-santense de Tecnologia).

Referências

ABDALLAH, P. R.; BACHA, C. J. C. Evolução da atividade pesqueira no Brasil: 1960-1994. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 7, n. 13, p. 1-16, 1999. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rtee/article/view/4803/3231>.

ALVES, C. B. M.; VIEIRA, F.; MAGALHÃES, A. L. B.; BRITO, M. F. G. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In: BERT, T. M. (Coordenadores) **Ecological and genetic implications of aquaculture activities**. Países Baixos: Kluwer Academic Publishers, p. 291-314, 2007.

AZEVEDO, M. C.; COSTA, H. G. Métodos para a avaliação da postura estratégica. **Caderno de Pesquisa em Administração**. São Paulo, vol. 8, n. 2, 2001.

BAIL, G. C.; BRANCO, J. O. Pesca artesanal do camarão sete-barbas: uma caracterização sócio-econômica na Penha, SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 11, n. 2, p. 25-32, 2007.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Editora UFSC, 2008.

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological methods & research**, India, v. 10, n. 2, p. 141-163, 1981.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **Norma Brasileira ABNT NBR 10004:2004**. Resíduos Sólidos: Classificação. Brasília, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Laudo técnico preliminar, Brasília, 2015. Disponível em: <https://projettoriadoce.fgv.br/node/18810>.

BRASIL. **Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Defesa Civil**. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), Brasília, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protacao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobra2.pdf.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Rompimento da Barragem de Fundão**: documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG, Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cites-ecomercio-exterior/cites?id=117>.

BRUYNE, P. **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais**: os polos da prática metodológica. Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1991.

CARVALHO, R. M. de; GOMES, V. A. do P.; JANKOWSKY, M.; FREITAS, R. R. de. Estudos Ambientais da Bacia do Rio Doce no Contexto pré e pós-Rompimento da Barragem de Rejeitos de Mineração. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, v. 6, n.8, p. 63-84, 2021. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v6i8.33947>.

CHIAVANETO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma dissertação de Mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003.

DA VITÓRIA, F. C.; BRANDINI, B.; SILVA, E. R. da; ALMEIDA, J. R. Desastre Ambiental Da Barragem De Fundão, Mariana, Mg- Análise De Impactos Socioambientais. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 2-15, 2019.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 1, p. 25-35, 2007.

ESPINDOLA, H. S.; NODARI, E. S.; SANTOS, M. A. dos. Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG). **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 39, p. 141-162, 2019.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Tragédia da Samarco teve triplo recorde mundial diz consultoria.**, São Paulo, 12 de dez. de 2015. Disponível em:
<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/12/1718130-tragedia-da-samarco-teve-triplo-recorde-mundial-diz-consultoria.shtml>

FUZETTI, L. et al. Perfil e renda dos pescadores artesanais e das vilas da Ilha do Mel í Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, Curitiba, v. 35, n. 4, p. 609-621, 2009.

JANKOWSKY, M. et al. Peixes e pesca na bacia do Rio Doce, uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, v. 6, n. 8, p. 14-40, 2021.
<http://dx.doi.org/10.47456/bjpe.v6i8.33769>.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Editora Via Litterarum, 2010.

LAVALLE, A. G.; LEIRNER, A.; ALBURQUEQUE, M. do C. A. de; RODRIGUES, F. P. As dificuldades da participação: desencontro de interesses na recuperação do rio doce. **Revista Psicologia Política**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 121-145, 2019.

LLORY, M.; MONTMAYEUL, R. **O acidente e a organização**. Série Confiabilidade Humana, Belo Horizonte: Editora Fabrefactum, 129p., 2014.

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1, 14 jul. 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed., São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, p. 370-374, 2002.

NASCENTES COELHO, A. L. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. **Geografares**, Vitória, n. 7, 2009. Disponível em:
<https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/156>.

NAVES, M. M. V. Introdução à pesquisa e informação científica aplicada à nutrição. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 15-36, 1998. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/S1415-52731998000100002>.

PADILHA NETO, A. de S. et al. Agricultura familiar e os desafios da transição agroecológica: uma análise a partir da matriz SWOT 3.0. In: **Agricultura Órgano-Biológica: Desafios e Perspectivas Atuais (Coletânea Interdisciplinar)**. São Paulo: Editora Científica Digital, p. 9-42, 2024.

PAEZ, M. L. D. Produção sustentável dos recursos pesqueiros: prioridade comum ou privada? **Revista de economia e sociologia rural**, Brasília, v.29, n.2, p.95-102, abr./jun. 1991.

PINKERTON, E. **Co-operative management of local fisheries: new directions for improved management and community development**. Vancouver: Editora University of British Columbia Press, 1989.

PINKERTON, E. Toward specificity in complexity: understanding co-management from a social science perspective. In: WILSON, D. C.; NIELSEN, J. R.; DENGBOLO, P. (Ed.). **The fisheries co-management experience: accomplishments, challenges and prospects**. London: Kluwer Academic Publishers, p. 61-76, 2003.

POMEROY, R. S.; BERKES, F. Two to tango: the role of government in fisheries co-management. **Marine Policy**, London, v. 21, p. 465-480, 1997.

RIBEIRO, K. G.; RODRIGUES, F. H.; CAMPOS, A. C.; NASCIMENTO, T. B. P. do; PRADO, J. W. do. Desastre de Mariana-MG: os impactos provocados pelo rompimento da barragem da Samarco aos pescadores da bacia do Rio Doce. **Estudos de Administração e Sociedade**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 42-54, 2023.

SÁNCHEZ, L. E. **Efeitos e impactos ambientais associados a projetos de mineração**. In: Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Controle Ambiental na Mineração. São Paulo: Editora CETESB, 1991. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/DissertacaoEdgard.pdf>

SILVA, A. F. A Pesca artesanal como arte e como significado cultural: o caso potiguar. **Revista ACTA Geográfica**, Porto Velho, v. 8, p. 58-65, 2010.

SILVA, A. O. A. et al. **Relatório Anual Socioeconomia (1ª Fase) – PMAP**. Monitoramento e Caracterização Socioeconômica da Atividade Pesqueira no Rio Doce e no litoral do Espírito Santo. UFES; IPSP; FEST; Fundepag; Fundação Renova. Março/2021 - Abril/2022. 2022.

SILVA, J. M. A. **Características Reprodutivas de Curimba (*Prochilodus lineatus*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2007. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2790/1/DISSERTAÇÃO_Características_reprodutivas_de_curimba_%28Prochilodus_lineatus%29,_Pacu_%28Piaractus_mesopotamicus%29_e_Piracajuba_%28Brycon_orbignyanus%29.pdf

SILVA, T. G. M. Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce. **Revista Espinhaço**. Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufvjm.edu.br/revista-espinhaco/article/view/113>

SONDOTÉCNICA. **Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio Doce – caracterização da bacia.** Rio de Janeiro. 2006.

Disponível em:

http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/MeioAmbiente_7/Produto_2_Caracterizac_ao_Relatorio_AAI_Rio_Doce.zip.

SPERLING, E. V.; SPERLING, E. Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos. **Bio**, Lexington, v. 2, n.3, p. 53- 6, 1993.

VALENTE, I.; BRITO, J.; PINHEIRO, S.; JUNIOR, W.; SOUZA, A. Perfil socioeconômico e ambiental dos pescadores artesanais do município de Limoeiro do Ajuru, Pará. V **Congresso Internacional das Ciências Agrárias**, [S. l.], p. 2-5, 5 dez. 2020.

VARGAS MANSANO, S. R.; RAVAGNÃ PIGA, T.; DE FARIA NOGUEIRA, E. Crise ambiental e sociedade de risco: um estudo sobre mariana e brumadinho na perspectiva de ulrich beck. **Organizações e Sustentabilidade**, Londrina, v. 9, n. 1, p. 56-74, 2022.

Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/ros/article/view/46558>.

VIANA, A. T. de C. et al. **Subsídios para o aprimoramento da governança da reparação do desastre do Rio Doce.** São Paulo: Editora FGV, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.fgv.br/items/641f3789-0d0e-459c-8ecb-eade5d76887>.

VIANA, J. P. **Os pescadores da bacia do Rio Doce: subsídios para a mitigação dos impactos socioambientais do desastre da Samarco em Mariana, Minas Gerais.** Nota Técnica, n. 11, Brasília: Repositório Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 1-56, 2016. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7261/1/NT_n11_Dirur.pdf.

VIEIRA, F. Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do Rio Doce. MG. **Biota**, Belo Horizonte, v.2, n.5, p. 5-22, 2009. Disponível em:

http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/mg_biota/2014/mg.biota%20v.2%20n.5.pdf.

ZUANON, J. et al. Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu. **Papers do NAEA**, Belém, v. 28, n. 2, p. 21-62, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/view/8106>.