

## IMPACTO DA CONTAMINAÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS NA CAPACIDADE DA VEGETAÇÃO EM MITIGAR A POLUIÇÃO DO AR

Uilmer Rodrigues Xavier da Cruz – UFMG ([uilmer@ufmg.br](mailto:uilmer@ufmg.br))

Alysson Martins Rodrigues – ETSSA/FHA ([pcalyssonmartins@gmail.com](mailto:pcalyssonmartins@gmail.com))

Mirella Fernanda de Carvalho Silva – ETSSA/FHA ([mirellafernanda40@gmail.com](mailto:mirellafernanda40@gmail.com))

Ruan Lopes dos Santos Pereira – ETSSA/FHA ([rloes3007@gmail.com](mailto:rloes3007@gmail.com))

**Resumo:** Este estudo investiga a conscientização ambiental entre alunos do Ensino Médio Técnico em relação aos recursos hídricos, considerando sua percepção sobre contaminação, proteção ambiental e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O contexto revela uma crescente preocupação global com a preservação dos ecossistemas aquáticos e a gestão sustentável da água, destacando a importância da educação ambiental nesse cenário. O problema identificado é a necessidade de avaliar o nível de conscientização dos alunos sobre questões ambientais, especialmente relacionadas aos recursos hídricos, e explorar suas percepções e conhecimentos sobre medidas de proteção e restauração ambiental. A metodologia adotada envolveu a aplicação de entrevistas estruturadas com alunos do Ensino Médio Técnico, seguidas de análise de dados quantitativos por meio de gráficos representativos das percepções dos estudantes. A justificativa para este estudo reside na importância de entender e promover a conscientização ambiental entre os jovens, preparando-os para serem agentes ativos na sustentabilidade ambiental futura. A conclusão do estudo destaca uma conscientização robusta entre os alunos sobre os desafios enfrentados pelos recursos hídricos, incluindo a contaminação e a necessidade de políticas e práticas sustentáveis. Embora os estudantes demonstrem compreensão dos benefícios da proteção ambiental e dos ODS relacionados à água, há uma necessidade contínua de fortalecer a educação ambiental e aumentar a conscientização sobre essas questões críticas.

**Palavras-chave:** Impacto ambiental; Corpos hídricos; Educação ambiental; Desenvolvimento sustentável; Qualidade do ar.

### *IMPACT OF WATER BODY CONTAMINATION ON THE CAPACITY OF VEGETATION TO MITIGATE AIR POLLUTION*

**Abstract:** This study investigates environmental awareness among Technical High School students regarding water resources, exploring their perceptions of contamination, environmental protection, and Sustainable Development Goals (SDGs). The context underscores a growing global concern for preserving aquatic ecosystems and sustainable water management, emphasizing the pivotal role of environmental education. The identified problem addresses the need to assess students' awareness of environmental issues, particularly concerning water resources, and to explore their perceptions and knowledge of environmental protection and restoration measures. The methodology involved structured interviews with Technical High School students, followed by quantitative data analysis using representative graphs of students' perceptions. The justification for this study lies in the importance of understanding and promoting environmental awareness among young people, preparing them to actively engage in future environmental sustainability. The study concludes with findings of robust environmental awareness among students regarding challenges faced by water resources, including contamination and the imperative for sustainable policies and practices. While students demonstrate understanding of the benefits of environmental protection and water-related SDGs, there remains a continual need to enhance environmental education and increase awareness of these critical issues.

**Keywords:** Environmental impact; Water bodies; Environmental education; Sustainable development; Air quality.

## 1 - INTRODUÇÃO

A questão energética no Brasil é um tema de grande relevância, impactando diretamente a economia, o meio ambiente e a vida cotidiana dos cidadãos. O país possui uma matriz energética diversificada, composta por fontes renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis, como o petróleo, o carvão mineral, o gás natural e a energia nuclear, são amplamente utilizadas devido à sua alta eficiência energética. No entanto, elas também são responsáveis por significativos impactos ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa e a degradação dos ecossistemas. Por outro lado, o Brasil tem investido substancialmente em fontes de energia renováveis, como biomassa, energia hídrica, solar, eólica, geotérmica e oceânica, que, apesar de apresentarem desafios em termos de implementação e custos iniciais, oferecem benefícios ambientais e sustentabilidade a longo prazo.

A energia hidrelétrica, uma das principais fontes de energia renovável no Brasil, desempenha um papel crucial na matriz energética do país, abastecendo cerca de 90% do consumo de eletricidade. A construção de reservatórios hidrelétricos, além de promover o crescimento econômico e a geração de empregos, também apresenta desafios ambientais significativos. A inundação de áreas naturais, a migração de espécies e as alterações nos padrões de qualidade da água são algumas das consequências que necessitam de uma gestão ambiental cuidadosa. Estudos demonstram que a presença de vegetação ripária e práticas de manejo adequado podem mitigar alguns dos impactos negativos, preservando a biodiversidade e garantindo a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Ainda, a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos são diretamente afetadas pelas ações humanas. O lançamento de efluentes domésticos e industriais, a expansão urbana desordenada e a agricultura intensiva são fatores que comprometem a integridade dos corpos hídricos. Além disso, a vegetação ciliar desempenha um papel vital na filtragem de poluentes e na estabilização das margens dos rios, contribuindo para a manutenção da qualidade da água. Assim, a recuperação de áreas degradadas e a implementação de políticas públicas eficazes são essenciais para a proteção dos recursos hídricos e para a promoção de um desenvolvimento sustentável. A gestão integrada e a conscientização ambiental são fundamentais para equilibrar o uso dos recursos energéticos e preservar o meio ambiente, garantindo um futuro mais sustentável para as próximas gerações.

A partir dessas informações, observa-se que o problema central deste estudo reside na identificação das lacunas de conhecimento e na percepção dos estudantes sobre a eficácia das políticas ambientais. O objetivo geral é avaliar o nível de conscientização ambiental entre os alunos do ensino médio e suas percepções sobre as medidas necessárias para a preservação e restauração dos ecossistemas. Já os objetivos específicos incluem: (1) avaliar os efeitos das atividades humanas na qualidade da água de corpos hídricos; (2) investigar a relação entre a qualidade da água e a saúde da vegetação em áreas impactadas por usinas hidrelétricas; e (3) discutir intervenções e estratégias para mitigar os impactos ambientais decorrentes da produção de energia hidráulica.

A metodologia utilizada envolveu a aplicação de um questionário a 287 alunos do Ensino Médio Técnico, abordando questões relacionadas à proteção dos ambientes aquáticos, conhecimento sobre a ODS 6, atitudes para a preservação ambiental, importância da vegetação ripária, percepção das medidas governamentais e fontes de poluição do ar. Os dados coletados foram analisados quantitativamente, proporcionando uma visão abrangente das percepções e conhecimentos dos estudantes sobre questões ambientais.

A justificativa para este estudo é fundamentada na necessidade de compreender as percepções dos jovens sobre questões ambientais, visando orientar políticas educacionais e governamentais mais eficazes. O entendimento das percepções dos estudantes pode ajudar na formulação de estratégias educacionais que promovam uma consciência ambiental mais profunda e incentivem ações práticas para a preservação dos ecossistemas. Este estudo contribui para o campo da educação ambiental ao fornecer dados empíricos sobre o conhecimento e as atitudes dos jovens em relação à preservação ambiental, destacando a importância de uma abordagem multidisciplinar e colaborativa na gestão dos recursos naturais.

## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

O aproveitamento de fontes de energia renovável tem se mostrado uma alternativa viável e sustentável para atender à crescente demanda energética global. Entre essas fontes, a energia hidrelétrica desempenha um papel crucial, não apenas por sua capacidade de geração de eletricidade, mas também pela sua importância na manutenção da qualidade da água em ambientes fluviais. Diversos estudos, como os de Pizella e Souza (2012), Queiroz *et al.* (2016) e Andrade *et al.* (2013), destacam a relevância dos processos que afetam a qualidade da água e os impactos futuros decorrentes de condições específicas. A seguir, serão explorados os benefícios e

desafios associados à utilização de recursos hidráulicos para a produção de energia renovável, bem como os impactos ambientais e sociais relacionados a essa prática.

## **2.1 - Benefícios e desafios associados à utilização de recursos hidráulicos para a produção de energia renovável**

As energias provenientes de fontes renováveis também atendem às demandas de aumento de energia hidrelétrica, com a proteção da qualidade da água em ambientes fluviais (Pizella; Souza, 2012), pois não há como anular o processo de obtenção de água doce em pelo menos uma de suas etapas. Segundo Queiroz *et al.* (2016) e Andrade *et al.* (2013), são de grande relevância os processos que afetam a qualidade da água e os impactos futuros decorrentes de determinadas condições e eventos específicos que contribuem para a melhora de ambos os recursos.

Pode-se destacar um grande potencial energético na utilização de matéria-prima proveniente de recursos hidráulicos usados na produção de energia renovável, que abastece cerca de 90% do consumo de eletricidade a nível nacional, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEE, 2015). Isso possibilita novos recursos, sobretudo nas margens fluviais, que, embora mais vulneráveis, causam menos impactos ambientais, principalmente na atmosfera, pela baixa emissão de dióxido de carbono por potência gerada em *watt* ( $[CO_2]W1$ ), comparados ao uso de combustível fóssil, sendo ainda mais seguros que energia nuclear (Cotrim, 2006). Um grande fluxo de eletricidade interrompido pode ocasionar impactos negativos significativos para os meios ecológicos e sociais. Por isso, medidas cautelosas são aplicadas, ainda que elas envolvam controvérsias. O ecossistema oferece inúmeras possibilidades e riscos para a sociedade e seus conceitos (Pizella; Souza, 2012).

Entre os aspectos positivos relacionados à construção de reservatórios, incluem-se o crescimento de emprego, a geração de renda e a regularização da navegabilidade (Albuquerque Filho; Saad; Alvarenga, 2010). No entanto, existem também impactos negativos, como inundação de áreas que preservam flora nativa e patrimônio histórico e migração de novas espécies para a região, o que pode causar a extinção de espécies nativas devido a rivalidades e novas patologias na fauna aquática. Além disso, há uma grande mudança climática nos recursos hídricos, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido, especialmente em estações secas, o que provoca instabilidade climática e pouca movimentação de água nos reservatórios, afetando a qualidade ao redor das barragens.

Diante desses impactos, é de suma importância prestar atenção aos efeitos negativos. Uma análise cuidadosa pode levar a grandes mudanças nas decisões, mudanças focadas na

melhoria futura, contribuindo para a preservação, o melhoramento sistemático e a redução da degradação de todo o ambiente (Franklin et al., 2013). Essa abordagem é essencial, especialmente quando consideramos os desafios impostos pela contaminação dos corpos hídricos e seus efeitos subsequentes na qualidade do ar, conforme será abordado a seguir.

## 2.2 - Impacto da Contaminação de Corpos Hídricos na Qualidade do Ar

As atividades relacionadas à produção energética são de extrema importância, sob a perspectiva do desenvolvimento econômico global. As fontes de energia têm como objetivo desenvolver atividades domésticas (cozinhar, lavar, organizar, iluminar etc.) e industriais (movimentação de máquinas, alimentação de fornos etc.) (Barros *et al.*, 2015), além de outras atividades cotidianas. Entretanto, é bastante comum a utilização de recursos energéticos fósseis em detrimento de energias limpas, resultando em um crescimento contínuo, mas desarticulado e desfavorável à manutenção do meio ambiente (Pinto *et al.*, 2014).

No Brasil, as condições geográficas são favoráveis a novas produções energéticas, incluindo a hidráulica, devido à abundância de rios localizados em planaltos, elevando a precipitação (acima de 1.000 mm anuais), o que possibilita a construção de diversas centrais geradoras. Essas condições permitem que o país ocupe a posição de terceiro maior potencial hidráulico do mundo, ficando atrás apenas da Rússia e da China. O Brasil é responsável por importar grande parte da energia hidrelétrica, consumindo a produção da segunda maior hidrelétrica do mundo. A Usina de Itaipu, localizada na divisa entre o Brasil e o Paraguai, no Rio Paraná, estado do Paraná, região Sudeste, por exemplo, possui uma capacidade instalada de 14.000 MW e compartilha sua produção, com 50% dela destinados ao Paraguai.

Os reservatórios hidrelétricos atuam como sistemas intermediários entre rios e lagos, influenciados por gradientes detectados em seu eixo longitudinal. Essa condição resulta em um grande acúmulo de volumes de água e seus efeitos nas bacias hidrográficas. Sendo assim, os impactos ambientais são significativos, provocando alterações biológicas, físicas e químicas nos reservatórios. A implementação de usinas hidrelétricas e a criação de grandes reservatórios nos municípios abrangidos por elas, embora afetem significativamente o território e a população, também trazem recursos financeiros e desenvolvimento regional por meio do uso múltiplo de recursos como água e turismo (Dalotto, 2003; Paes; Brandão-Gonçalves; Sebastien, 2013).

Enfim, a energia hidrelétrica é considerada um sistema gerador de energia que emite baixas quantidades de gases poluentes, incluindo GEE como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), perfluorcarboneto (PFC) e vapor de água (Fonseca *et al.*, 2012).

Nesse sentido, essa característica é um ponto altamente positivo desse tipo de empreendimento (Pizella; Souza, 2012). Em comparação com áreas siderúrgicas, refinarias de petróleo, fábricas de cimento e outras indústrias, as áreas hidrelétricas apresentam impactos menores em relação à emissão de poluentes (Benevides, 2010; Nogueira *et al.*, 2015). No entanto, além dos benefícios ambientais proporcionados pela redução de poluentes, é essencial também considerar a relação entre a qualidade da água e a saúde da vegetação, elementos que são profundamente interdependentes e impactam diretamente a saúde do ecossistema como um todo.

### 2.3 - Relação entre Qualidade da Água e Saúde da Vegetação

A sanidade vegetal está diretamente relacionada à qualidade da água e, por consequência, à saúde humana e de outros animais. Ao analisar pesquisas que foram realizadas abordando esse tema, fica evidente que ações antrópicas são responsáveis pela maior parte da contaminação dos corpos hídricos, tanto na área urbana quanto na área rural. Ações humanas como o lançamento do esgoto doméstico, efluentes industriais e a expansão urbana sem o devido planejamento alteram os parâmetros físico-químicos da água, tornando-a imprópria para consumo, lazer ou sistemas de irrigação, por exemplo.

Uma pesquisa publicada em 2011 analisou, durante um período de 20 meses, três microbacias hidrográficas localizadas no município de Luiz Antônio, em São Paulo. Em meio a essas bacias, uma estava totalmente inserida dentro de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e as outras, parcialmente inseridas. Mediante uma série de análises, foram conferidos e comparados oito aspectos físico-químicos da água (potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura, matéria orgânica, matéria inorgânica e sólidos em suspensão). Constatou-se que o local com as melhores métricas em geral era o ponto totalmente inserido na Unidade de Conservação de Proteção Integral. A maior parte da responsabilidade por essas boas medidas se deve à vegetação natural ciliar, que estabelece uma proteção física ao redor desse local de amostragem. Os outros dois pontos, por não disporem dessa proteção natural, estão mais suscetíveis a ações humanas que diminuem a qualidade das águas (Pereira-Silva *et al.*, 2011).

Também foi analisada outra pesquisa realizada no Sudeste brasileiro, em Minas Gerais, publicada em 2012. Esta analisou nove pontos de monitoramento na Região Metropolitana de Belo Horizonte, especificamente na microbacia do córrego Banguelo e na sub-bacia do córrego Bom Jesus, durante cerca de 11 meses. Dentro desse período, foram recolhidas amostras de água, solo e vegetação com o propósito de realizar testes químicos, físicos e biológicos, a fim de

analisar e comparar pontos com maior e menor índice de qualidade da água. Além disso, também foi realizado um levantamento das espécies e ocupações humanas ao redor dos corpos hídricos para uma melhor compreensão dos fatos. Após esse período, pôde-se concluir que as ações antrópicas tiveram um impacto negativo na qualidade da água de modo geral. Inversamente, percebeu-se a presença de vegetações, com destaque para a vegetação ripária e herbácea, que atuaram como uma espécie de filtro, melhorando, em parte, os aspectos da água (Pontes; Marques; Marques, 2012).

A presença de vegetação ripária ao redor dos corpos hídricos tem se mostrado crucial para a manutenção e a conservação deles. Isso se deve à atuação dessa vegetação na filtragem de sedimentos e outros tipos de substâncias que contaminam a água. Além disso, ela também funciona como estabilizadora das margens dos rios, auxiliando na prevenção da erosão. Para efeito de comparação, foi realizado um estudo de caso em Ponta Grossa, Paraná, onde foram definidos 40 locais ao longo de duas bacias para medições. A bacia do rio Quebra-Perna foi escolhida em termos de conservação, por estar, em sua maioria, em área de preservação ambiental desde 1996. Como contraponto, a bacia do rio Cará foi escolhida por apresentar uma vegetação mais degradada, devido à agricultura intensiva e à urbanização. Após análises biológicas e testes químicos e físicos, constatou-se que na bacia do rio Cará houve uma diminuição da qualidade da água e um aumento da erosão durante o período de chuvas, entre outros problemas, enquanto a bacia do rio Quebra-Perna manteve a qualidade da água e permaneceu mais estável à margem (Aguiar Júnior; Vargas, 2015).

A partir dos estudos supracitados, torna-se possível estabelecer uma relação entre os corpos hídricos e a vegetação em seu redor, tendo em conta que áreas com margens ocupadas por vegetação se mostram superiores em comparação com outras áreas afetadas por ações antrópicas. A vegetação influencia diretamente o ciclo hídrico, uma vez que uma flora preservada no entorno de bacias, rios etc. impacta positivamente o processo de ciclagem hídrica. Tal ciclo é de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas, sendo a via pela qual a água circula no meio físico e entre organismos, garantindo o movimento contínuo dessa substância. A vegetação atua nesse ciclo por meio da absorção da água por suas raízes, água esta que, posteriormente, é evaporada pelas folhas, no processo conhecido como transpiração, fundamental para absorção de nutrientes e regulação da temperatura em relação à umidade do ambiente.

Pode-se perceber também, ao analisar os estudos mencionados, que a principal causa da degradação dos ecossistemas aquáticos é o ser humano. Nossas ações têm se destacado como um

dos maiores emissores de poluição em corpos hídricos, mediante atividades agrícolas intensivas, agropecuária sem os devidos cuidados, expansão urbana não planejada e lançamento de efluentes industriais e esgoto doméstico nas águas. Para essas negligências com a natureza, tem-se cobrado um preço que tenderá a se agravar nos próximos anos, caso não haja a devida atenção. Um dos problemas associados é a acidificação do solo e da água, com potencial hidrogeniônico abaixo do recomendado (abaixo de 6 na escala de 0 a 14), o que gera impactos negativos, como a diminuição da biodiversidade local, e impede o uso da água para consumo humano e animal.

Nesse viés, podemos inferir que os corpos hídricos, a saúde da vegetação, a saúde humana e a qualidade ambiental estão intrinsecamente ligadas, de tal forma que não é possível abordar apenas um desses tópicos sem mencionar os outros. Quando se discute essa temática, discute-se também as grandezas proporcionais, uma vez que, ao aumentarmos a preservação dos ecossistemas aquáticos, melhoramos também a qualidade da vegetação ao redor, que terá acesso a uma fonte limpa e segura para a obtenção de nutrientes. Além disso, garante-se um acesso à água mais confiável para seres humanos e outros animais. Dito isso, podemos afirmar que esses aspectos não estão separados de forma alguma; é um ciclo, onde a correta utilização do solo por parte dos indivíduos preserva a saúde da vegetação e a qualidade da água, e vice-versa, gerando uma espécie de relação mutualística, na qual todas as partes se beneficiam.

#### 2.4 - Intervenções para Mitigação dos Impactos Ambientais

Goulart e Callisto (2003) verificaram como as ações antrópicas do ser humano têm influência na saúde e na biodiversidade de seres vivos e ambientes aquáticos. Essas ações se concentram na extração de matéria para a desenvolvimento econômico. Para além disso, segundo eles, populações mais carentes tendem a se desenvolver de forma precária, com esgotos a céu aberto e despejo de lixo. Não obstante, os sistemas aquáticos sofrem muito com certas atividades como mineração, construção de barragens e represas, retificação e desvio do curso natural dos rios e lançamento de efluentes domésticos não tratados. Com isso, observa-se uma queda expressiva na qualidade desses ambientes e na biodiversidade, causando alteração do meio ambiente como um todo.

Na mesma linha de pensamento, Santos *et al.* (2017) assinalam que a sociedade tem sofrido agitação por conta da ação humana na natureza e da degradação das matas ciliares, levando à não filtragem ao redor dos rios, prejudicando a conservação destes<sup>1</sup>. A ocupação

<sup>1</sup> Segundo um estudo feito pela UFT, áreas de preservação permanentes são instauradas com o intuito de preservar áreas cobertas de vegetação nativa e com recursos hídricos envolvidos a elas. Dentro dessas áreas de preservação permanente, as matas ciliares têm a função de proteger essas áreas envolvidas. Com as matas ciliares, conseguimos

desordenada também causa diversos problemas para o solo, e a infraestrutura precária faz com que a área tenha um alto valor latifundiário. Em linhas gerais, o descaso público com a urbanização do local prejudica toda a região.

Por essas e outras razões, foi proposto pelo Governo um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), com vistas a recuperar áreas impactadas por esses problemas. Essa medida tem como finalidade oferecer ao espaço degradado uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso desse solo. Assim, seriam garantidas segurança e saúde pública por meio da recuperação dessas áreas, tornando-as socialmente aceitáveis e desejáveis.

Segundo Almeida e Martins (2023), a gestão ambiental brasileira é feita de várias formas, visando a processos mais eficientes e sustentáveis. Com base nisso, a melhor opção que temos para melhorá-la é o licenciamento ambiental. Trata-se de um procedimento no qual o estado condiciona atividades à aprovação, devido ao potencial impacto ambiental delas. Tudo é normatizado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio de documentos como a Resolução n. 1/1986, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes para a avaliação de impacto ambiental. O licenciamento ocorre em três etapas: licença prévia, licença de instalação e licença de operação<sup>2</sup>. Posteriormente, são estabelecidos planos ambientais que determinam as mitigações e/ou compensações ambientais necessárias para minimizar esses impactos.

Entretanto, isso tem sido alvo de várias críticas devido à falta de estudos detalhados e à ausência de informações adequadas. Ainda há problemas de comunicação e dificuldades na obtenção das informações necessárias. Com base nisso, analisamos dados de 2013 a 2018, concluindo que não houve melhora ao longo desses anos em relação à eficiência das medidas mitigadoras. Os impactos previstos não foram minimizados, destacando-se a baixa qualidade dos programas ambientais nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), que infelizmente não apresentam melhorias.

---

proteger corpos d'água, evitando assoreamento; além disso, elas regularizam a vazão e fornecem abrigo à fauna mais próxima. Tal estudo aponta ainda como a ausência das matas ciliares prejudica o desenvolvimento da flora e da fauna local. Não obstante, o nível de escoamento da chuva aumenta, diminuindo a infiltração do lençol freático e causando escassez de água. Por isso, algumas medidas devem ser tomadas para analisar a situação e propor soluções. Uma delas é o diagnóstico ambiental, que consiste em uma análise inicial dos dados com vistas a deliberar se é necessário ou não uma ação mitigadora.

<sup>2</sup> Almeida e Martins (2023) mencionam como etapas do licenciamento: a licença prévia, a licença de instalação e a licença de operação. A primeira compete à aprovação da localização e da concepção da atividade de potencial impacto, atestando a viabilidade ambiental e condicionando para as fases posteriores do processo licenciatório. A segunda permite a implantação do empreendimento que desenvolverá a atividade de potencial impacto, mediante o desenvolvimento de programas ambientais cancelados pelo órgão licenciador para minimizar e/ou controlar os danos ambientais identificados no EIA/RIMA. A terceira e última, por seu turno, autoriza a operação da atividade de potencial impacto e condiciona as medidas ou os programas para minimizar os danos ambientais previstos no EIA ou mesmo identificados posteriormente, durante as obras de implantação do empreendimento. Em linhas gerais, o licenciamento acontece quando uma empresa deseja implantar um empreendimento. Assim, cabe ao órgão competente definir as ações necessárias.

Com base nos estudos realizados, conclui-se que os órgãos públicos agem com um descaso significativo sobre áreas que precisam ser mitigadas. Muitas delas estão abandonadas, descuidadas e apresentam alto índice de erosão e perda de matas ciliares. Isso é causa de enchentes em períodos chuvosos intensos e de secas severas durante períodos de estiagem, pois a permeabilização do solo é severamente prejudicada devido a esses descuidos. As normas utilizadas para fiscalizar essas questões não estão surtindo o efeito esperado, e os parâmetros de medição utilizados apenas evidenciam tal situação. As terras que deveriam ser reabilitadas acabam por não o ser.

### 3 - METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste na fase inicial de uma revisão teórica realizada a partir de 60 trabalhos, dentre eles, artigos, livros e capítulos de livro encontrados em um levantamento realizado nos indexadores de produção científica no âmbito da pós-graduação brasileira, como Scopus, Google Scholar, Biblioteca de Teses e Dissertações da CAPES, Biblioteca de Artigos da CAPES, Banco de Teses e Dissertações do IBICT, entre outros, entre os dias 1 e 30 de fevereiro de 2024 utilizando as seguintes palavras-chave: *impacto ambiental*, *corpos hídricos*, *mitigação dos impactos ambientais* e *qualidade do ar*.

Da vasta produção acadêmico-científica encontrada, foram lidos e “curados” os textos que apresentavam sinergia com a pesquisa idealizada pela Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) 6: água potável e saneamento.

Por fim, foram estabelecidos três eixos principais que devem ser considerados a fim de compor a literatura que serviu de referencial teórico para o desenvolvimento da reflexão, já que uma produção científica deve possuir lastro empírico, referencial teórico e metodologia: Eixo I: *Impacto da contaminação de corpos hídricos na qualidade do ar*, o qual se concentra em estudos que investigam como a poluição da água afeta diretamente a capacidade da vegetação em purificar o ar e os mecanismos envolvidos nesse processo; Eixo II: *Relação entre qualidade da água e saúde da vegetação*, que aborda pesquisas que examinam os efeitos da contaminação de corpos hídricos na saúde e no desempenho da vegetação circundante, incluindo aspectos como crescimento vegetal, composição bioquímica e resistência a poluentes atmosféricos; e Eixo III: *Intervenções para mitigação dos impactos ambientais*, que engloba estudos que exploram medidas e estratégias para reduzir os efeitos negativos da contaminação de corpos hídricos na qualidade do ar, incluindo práticas de gestão ambiental e de restauração de ecossistemas e políticas de controle de poluição. Convém observar que a parte delineada por esta metodologia já foi exposta no Capítulo 2 deste trabalho.

Após essa análise teórica, foi aplicada uma entrevista estruturada (em anexo), com questões fechadas, a um grupo de 278 alunos do Ensino Médio Técnico. A entrevista estruturada foi desenvolvida com base nos três eixos principais da revisão teórica, buscando captar a compreensão e as opiniões dos alunos sobre os temas abordados. As perguntas foram elaboradas de forma a abranger diversos aspectos dos impactos ambientais, relação entre qualidade da água e vegetação, e medidas de mitigação, com o objetivo de obter uma visão ampla e detalhada das percepções dos participantes.

Cada entrevista foi conduzida por meio do Google Forms, garantindo que os alunos pudessem responder às perguntas de maneira prática e acessível. As respostas foram registradas automaticamente na plataforma, facilitando a organização e a posterior análise quantitativa dos dados. A aplicação das entrevistas ocorreu ao longo de duas semanas, permitindo que todos os participantes tivessem tempo suficiente para responder com calma e reflexão.

A utilização de entrevistas na metodologia adotada, conforme delineado por Minayo (2010), proporciona uma interação direta entre o investigador e os investigados, neste caso, os alunos do Ensino Médio Técnico. Essa modalidade de coleta de dados permite que o pesquisador formule perguntas que visam obter informações detalhadas e pertinentes ao objeto de estudo. A escolha de entrevistas estruturadas, aplicadas via Google Forms, não apenas facilitou a obtenção de respostas quantitativas, mas também garantiu uma abordagem sistemática e consistente, essencial para a análise comparativa com a literatura revisada.

Duarte (2004) enfatiza que a entrevista é uma ferramenta poderosa para captar a subjetividade dos indivíduos, oferecendo uma visão única e pessoal sobre como os participantes vivenciam e interpretam seu contexto histórico e social. Ao analisar as respostas dos alunos sobre os impactos ambientais, a qualidade da água e a saúde da vegetação, foi possível observar como esses depoimentos refletem a maneira como os alunos entendem e se relacionam com os temas estudados, fornecendo uma dimensão coletiva das opiniões e atitudes presentes no grupo, o que é crucial para a compreensão das dinâmicas sociais e ambientais.

Gil (2008) destaca a flexibilidade das entrevistas como uma técnica fundamental de investigação em diversos campos das ciências sociais. Na presente pesquisa, a aplicação das entrevistas estruturadas permitiu não apenas a coleta de dados relevante, mas também a identificação de tendências e padrões que podem informar futuras intervenções educativas e políticas ambientais. A sistematização das respostas e a análise estatística subsequente permitiram verificar a consistência das percepções dos alunos com as evidências científicas, proporcionando

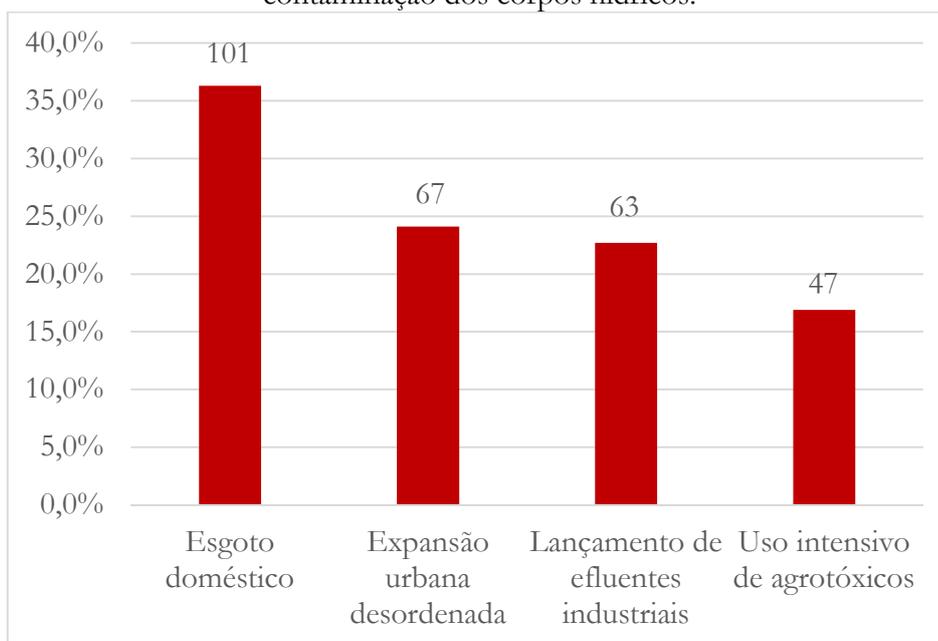
uma base sólida para a reflexão e a ação no campo da educação ambiental e da gestão de recursos hídricos.

Por fim, para a análise dos dados obtidos, utilizou-se um software de estatística, possibilitando a identificação de tendências e correlações entre as respostas dos alunos. Os resultados foram então comparados com a literatura revisada, permitindo uma triangulação das informações e uma melhor compreensão das percepções dos estudantes em relação aos impactos ambientais e medidas de mitigação. Essa etapa final da metodologia possibilitou verificar a consistência das percepções dos alunos com as evidências científicas e identificar áreas de maior interesse ou necessidade de educação ambiental, fornecendo subsídios importantes para futuras intervenções educativas e políticas de gestão ambiental.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

No contexto do ensino médio, a compreensão dos alunos sobre as questões energéticas no Brasil revela um panorama complexo e multifacetado. Então, este capítulo apresenta os resultados de um estudo que investigou a percepção dos estudantes em relação às fontes de energia renováveis e não renováveis. Para tanto, segue-se com a análise dos gráficos gerados a partir do questionário, conforme observado na metodologia.

**Gráfico 1:** Quais tipos de impactos você avalia como principais contribuintes para a contaminação dos corpos hídricos?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

A análise dos dados coletados através das entrevistas estruturadas com 287 alunos do Ensino Médio Técnico revela percepções significativas sobre os principais contribuintes para a contaminação dos corpos hídricos. O gráfico 1 apresenta as respostas dos alunos à pergunta: "Quais tipos de impactos você avalia como principais contribuintes para a contaminação dos corpos hídricos?". Os resultados indicam que 36,3% dos alunos apontam o esgoto doméstico como o principal fator, seguido pela expansão urbana desordenada (24,1%), lançamento de efluentes industriais (22,7%) e uso intensivo de agrotóxicos (16,9%).

Esses dados refletem a percepção dos alunos sobre a importância dos diferentes tipos de impactos ambientais, alinhando-se à literatura revisada na fase inicial da pesquisa. Conforme Pizella e Souza (2012) destacam, a energia hidrelétrica e os processos que afetam a qualidade da água têm um papel crucial na manutenção dos ambientes fluviais. A predominância do esgoto doméstico como principal contaminante dos corpos hídricos demonstra uma conscientização dos alunos sobre a poluição doméstica, possivelmente influenciada pela presença visível e cotidiana desse tipo de poluição em seus ambientes.

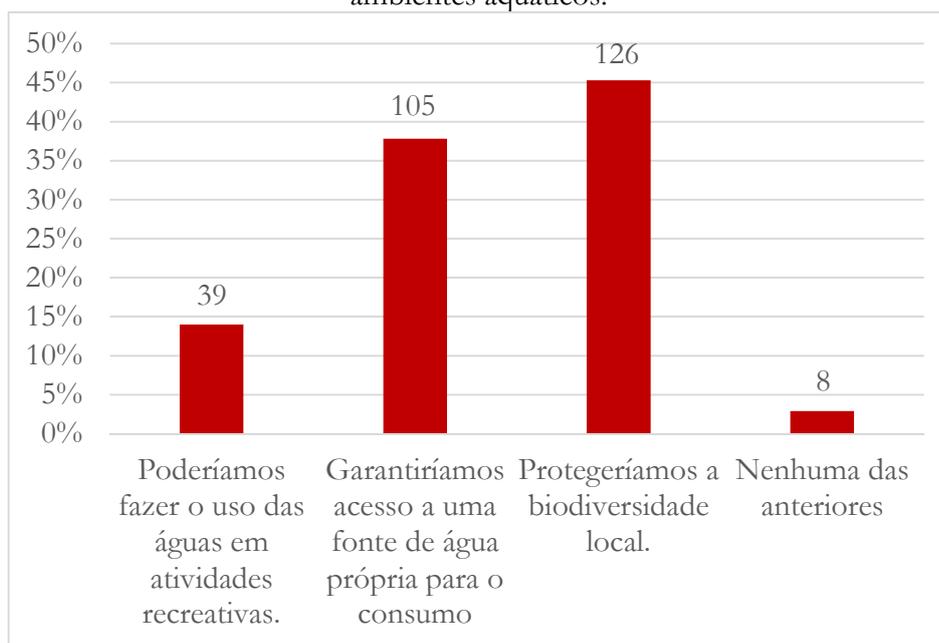
A expansão urbana desordenada, identificada por 24,1% dos alunos como um dos principais contribuintes para a contaminação dos corpos hídricos, destaca a preocupação com o crescimento urbano sem planejamento adequado. Queiroz *et al.* (2016) enfatizam a relevância dos processos que afetam a qualidade da água e os impactos futuros decorrentes de determinadas condições. Os alunos, vivendo em um contexto de urbanização crescente, percebem diretamente os efeitos da falta de infraestrutura adequada para gerenciar o crescimento das cidades e seus impactos ambientais.

A resposta de 22,7% dos alunos que mencionaram o lançamento de efluentes industriais como um dos principais contaminantes dos corpos hídricos revela uma compreensão dos impactos industriais na qualidade da água. Andrade *et al.* (2013) discutem a importância dos processos que afetam a qualidade da água, destacando os desafios impostos pela contaminação dos corpos hídricos. A inclusão de práticas industriais na discussão reflete a consciência dos alunos sobre a necessidade de regulamentações mais rígidas e práticas industriais sustentáveis para mitigar os efeitos adversos no meio ambiente.

Por fim, a percepção de 16,9% dos alunos sobre o uso intensivo de agrotóxicos como um fator de contaminação ressalta a preocupação com a agricultura intensiva e seus efeitos negativos nos corpos hídricos. Essa visão está em consonância com os estudos que destacam os impactos negativos dos agrotóxicos na saúde da vegetação e na qualidade da água (Pontes; Marques; Marques, 2012).

Em suma, a análise dos dados do gráfico 1, à luz dos autores mencionados, revela uma percepção variada e bem fundamentada dos alunos sobre os diferentes contribuintes para a contaminação dos corpos hídricos. Essa compreensão, capturada através das entrevistas estruturadas, reflete uma conscientização crescente sobre a importância de práticas sustentáveis e a necessidade de intervenções eficazes para a mitigação dos impactos ambientais.

**Gráfico 2:** Em sua opinião, qual o principal ponto em que seríamos beneficiados protegendo os ambientes aquáticos?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

A análise dos dados do gráfico 2, que apresenta as respostas dos alunos à pergunta "Em sua opinião, qual o principal ponto em que seríamos beneficiados protegendo os ambientes aquáticos?", revela as prioridades dos alunos em relação à preservação dos corpos hídricos. Mostram que 45% dos alunos acreditam que a principal vantagem seria a proteção da biodiversidade local, 38% apontam a garantia de acesso a uma fonte de água própria para o consumo, 14% consideram a possibilidade de utilizar as águas em atividades recreativas como o principal benefício e 3% selecionaram "Nenhuma das anteriores".

A ênfase na proteção da biodiversidade local, escolhida por 45% dos alunos, está em consonância com a literatura revisada, especialmente com os estudos de Pizella e Souza (2012) e Queiroz et al. (2016), que destacam a importância de processos que afetam a qualidade da água e, consequentemente, a vida aquática. A preservação da biodiversidade é crucial para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois, conforme Goulart e Callisto (2003), as ações antrópicas têm

impacto direto na saúde e na biodiversidade dos seres vivos e ambientes aquáticos. A resposta dos alunos reflete uma consciência ambiental alinhada à necessidade de proteger e conservar a biodiversidade, que é fundamental para a estabilidade e sustentabilidade dos ecossistemas.

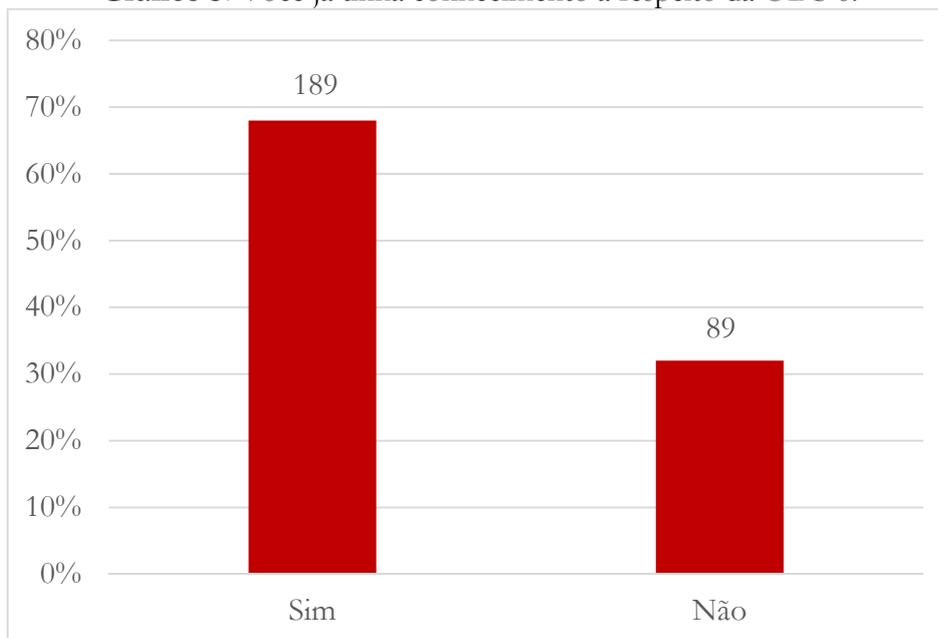
A segunda maior preocupação dos alunos, com 38% das respostas, é garantir o acesso a uma fonte de água própria para o consumo. Este ponto está intimamente ligado à saúde humana e à qualidade de vida, aspectos ressaltados por Queiroz *et al.* (2016) e Andrade *et al.* (2013). A qualidade da água é um fator determinante para a saúde pública, e a percepção dos alunos sobre a importância de ter água potável reflete uma compreensão das conexões entre a preservação dos ambientes aquáticos e o bem-estar humano. Conforme mencionado no referencial teórico, ações antrópicas como o lançamento de esgoto doméstico e efluentes industriais comprometem a qualidade da água, tornando essencial a proteção dos corpos hídricos para garantir água própria para consumo.

Os 14% dos alunos que indicaram o uso das águas em atividades recreativas como o principal benefício da proteção dos ambientes aquáticos destacam um aspecto importante do valor dos recursos hídricos. Atividades recreativas dependem da qualidade da água e podem promover benefícios sociais e econômicos, além de incentivar a conscientização ambiental entre a população. Conforme Franklin *et al.* (2013), a análise cuidadosa dos impactos ambientais pode levar a mudanças significativas nas decisões e políticas, melhorando o ambiente e promovendo o uso sustentável dos recursos naturais.

A pequena porcentagem de alunos (3%) que selecionou "Nenhuma das anteriores" indica que, embora a maioria compreenda e valorize os benefícios da preservação dos ambientes aquáticos, há ainda uma parcela que pode não estar plenamente consciente ou informada sobre a importância desses benefícios. Isso ressalta a necessidade contínua de educação ambiental e sensibilização sobre os impactos e a importância da preservação dos corpos hídricos.

Em conclusão, a análise do gráfico 2 revela que os alunos têm uma percepção sólida sobre os benefícios da proteção dos ambientes aquáticos, priorizando a proteção da biodiversidade local e o acesso a água potável. Essas percepções estão em conformidade com a literatura revisada e ressaltam a importância de políticas e práticas de gestão ambiental eficazes para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e a qualidade de vida das populações humanas e dos ecossistemas aquáticos.

**Gráfico 3:** Você já tinha conhecimento a respeito da ODS 6?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

A análise dos dados do gráfico 3, que apresenta as respostas de alunos do Ensino Médio Técnico à pergunta "Você já tinha conhecimento a respeito da ODS 6?" revela que 68% dos alunos afirmam ter conhecimento sobre a ODS 6 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6), enquanto 32% não possuem esse conhecimento. Esses dados refletem o nível de conscientização entre os estudantes sobre a meta estabelecida pela ONU, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos.

O alto percentual de alunos que estão cientes da ODS 6, ou seja, 68%, sugere uma boa disseminação de informações sobre sustentabilidade e a importância da água. Este dado é alentador, pois indica que a maioria dos alunos está familiarizada com metas globais que visam a preservação e o uso sustentável dos recursos hídricos. A conscientização sobre a ODS 6 está diretamente relacionada aos estudos de Pizella e Souza (2012) e Queiroz *et al.* (2016), que destacam a relevância da qualidade da água e os impactos futuros decorrentes das condições ambientais específicas. A sensibilização sobre tais objetivos é crucial para que as novas gerações possam participar ativamente na promoção de práticas sustentáveis e na proteção dos ecossistemas aquáticos.

Os 32% dos alunos que não tinham conhecimento sobre a ODS 6 representam uma lacuna que precisa ser abordada. Isso destaca a necessidade de fortalecer a educação ambiental nas escolas, conforme sugerido por Santos *et al.* (2017), que assinalam a importância de sensibilizar a sociedade sobre a conservação ambiental e os desafios relacionados à água e

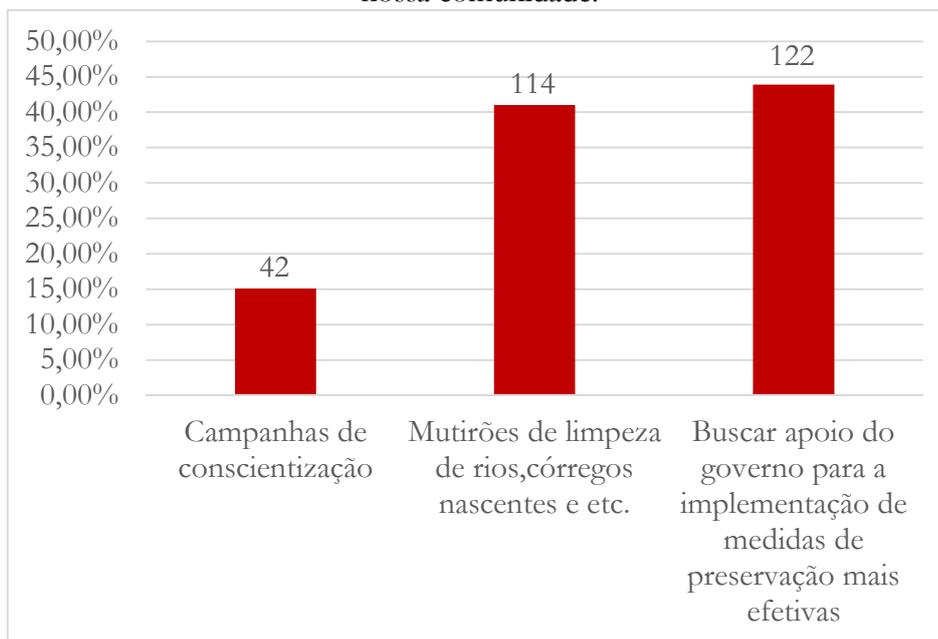
saneamento. A educação ambiental desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos conscientes e engajados, capazes de contribuir para a sustentabilidade e para a mitigação dos impactos negativos das ações antrópicas sobre os corpos hídricos.

A conscientização sobre a ODS 6 também está relacionada à saúde pública e ao bem-estar, conforme discutido por Queiroz *et al.* (2016) e Andrade *et al.* (2013). O acesso à água potável e ao saneamento é um direito humano essencial e está intimamente ligado à qualidade de vida. A falta de conhecimento sobre essa meta pode implicar em uma menor valorização da importância da água limpa e do saneamento adequado, o que pode resultar em atitudes menos proativas na proteção dos recursos hídricos.

A educação sobre as ODS e, especificamente, sobre a ODS 6, é fundamental para promover uma mudança de comportamento e incentivar práticas sustentáveis. Goulart e Callisto (2003) destacam a influência das ações humanas sobre a saúde e a biodiversidade dos ambientes aquáticos, reforçando a necessidade de uma gestão ambiental responsável e informada. A disseminação do conhecimento sobre as ODS pode servir como um catalisador para a implementação de políticas e ações que visem a proteção dos recursos naturais e a melhoria da qualidade da água.

Em resumo, a análise dos dados do gráfico 3 revela que, embora uma maioria significativa de alunos esteja ciente da ODS 6, ainda há uma parcela considerável que precisa ser informada sobre essa meta global. Os estudos mencionados no referencial teórico sublinham a importância de uma abordagem educacional que inclua a conscientização sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável, especialmente aqueles relacionados à água e ao saneamento. Promover a educação ambiental e a disseminação do conhecimento sobre as ODS é crucial para formar cidadãos engajados e responsáveis, capazes de contribuir para a sustentabilidade e a proteção dos recursos hídricos.

**Gráfico 4:** Quais atitudes podemos tomar para restaurar e cuidar dos ambientes aquáticos da nossa comunidade?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

A análise dos dados do gráfico 4, que apresenta as respostas dos alunos do Ensino Médio Técnico à pergunta "Quais atitudes podemos tomar para restaurar e cuidar dos ambientes aquáticos da nossa comunidade?", revela uma diversidade de opiniões sobre as ações necessárias para a proteção dos recursos hídricos locais. Os resultados mostram que 43,90% dos alunos acreditam que buscar apoio do governo para a implementação de medidas de preservação mais efetivas é crucial, 41% defendem a realização de mutirões de limpeza de rios, córregos e nascentes, e 15,10% consideram que campanhas de conscientização são importantes.

O dado de que 43,90% dos alunos destacam a importância do apoio governamental está alinhado com as observações de Almeida e Martins (2023), que enfatizam a gestão ambiental eficiente através do licenciamento ambiental e das políticas públicas. Segundo esses autores, a implementação de medidas de preservação mais efetivas requer um esforço coordenado entre o governo e a sociedade. A busca por apoio governamental pode facilitar a criação de políticas robustas e sustentáveis que protejam os recursos hídricos e garantam sua qualidade para as futuras gerações.

A escolha de 41% dos alunos por mutirões de limpeza reflete a importância das ações comunitárias e práticas diretas na conservação dos ambientes aquáticos, como sugerem Goulart e Callisto (2003). Esses autores apontam que as atividades antrópicas, como o despejo de lixo e esgoto, têm um impacto significativo na saúde e biodiversidade dos corpos d'água. Os mutirões

de limpeza não apenas removem poluentes imediatos, mas também envolvem a comunidade, aumentando a conscientização e o compromisso coletivo com a proteção ambiental.

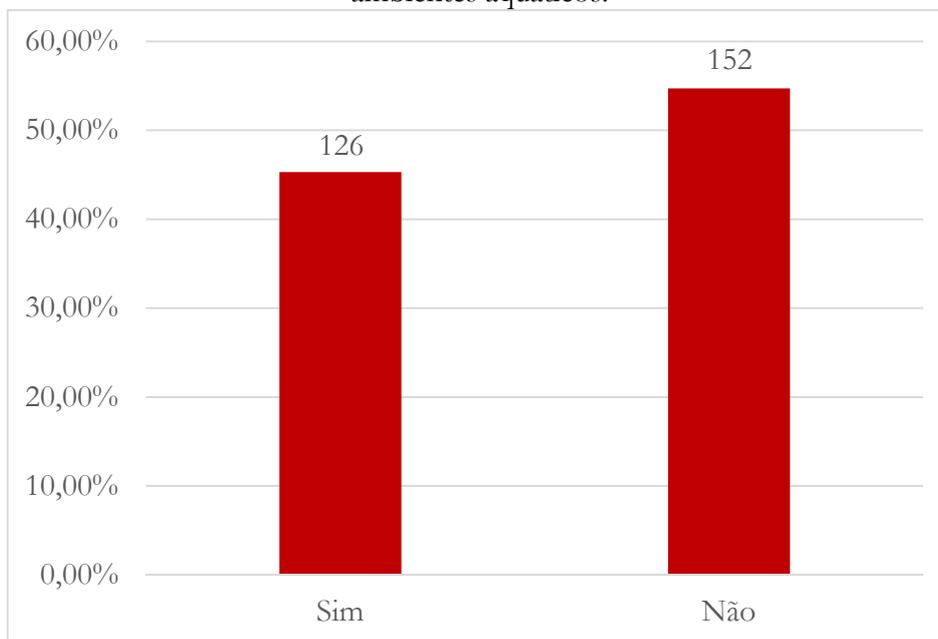
Os 15,10% dos alunos que defendem campanhas de conscientização sublinham a necessidade de educação ambiental contínua, conforme mencionado por Santos *et al.* (2017). A conscientização pública é uma ferramenta poderosa para promover a preservação dos recursos naturais, pois educa e mobiliza a comunidade para adotar comportamentos mais sustentáveis. Pizella e Souza (2012) e Queiroz *et al.* (2016) também enfatizam a importância da educação ambiental na melhoria da qualidade da água e na mitigação dos impactos negativos das ações humanas.

Essas três abordagens sugeridas pelos alunos – apoio governamental, mutirões de limpeza e campanhas de conscientização – não são mutuamente exclusivas. Pelo contrário, elas se complementam e, juntas, podem formar uma estratégia abrangente para a restauração e conservação dos ambientes aquáticos. A sinergia entre políticas públicas efetivas, ações comunitárias diretas e educação ambiental pode criar um ciclo virtuoso de proteção e melhoria dos recursos hídricos, como indicado pelos estudos de Franklin *et al.* (2013) e Paes, Brandão-Gonçalves e Sebastien (2013).

A busca por apoio governamental pode proporcionar os recursos e a infraestrutura necessária para a implementação de medidas de preservação, enquanto os mutirões de limpeza podem atuar como ações imediatas e visíveis de melhoria ambiental. Simultaneamente, as campanhas de conscientização podem educar e engajar a comunidade, garantindo que as ações de preservação sejam sustentáveis e amplamente apoiadas.

Em resumo, a análise dos dados do gráfico 4 demonstra que os alunos do Ensino Médio Técnico reconhecem a importância de diversas estratégias para a restauração e cuidado dos ambientes aquáticos. A integração das medidas sugeridas – apoio governamental, mutirões de limpeza e campanhas de conscientização – pode potencializar os esforços de preservação, alinhando-se com os princípios destacados no referencial teórico. A educação ambiental contínua e a mobilização comunitária, aliadas a políticas públicas eficazes, são essenciais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e a qualidade de vida das populações que deles dependem.

**Gráfico 5:** Você já tinha conhecimento sobre a importância da vegetação ripária para os ambientes aquáticos?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

Os dados do gráfico 5 revelam preocupante falta de conhecimento entre os alunos do ensino médio sobre a importância da vegetação ripária para os ambientes aquáticos. Dos alunos consultados, 54,70% responderam que não tinham conhecimento prévio sobre o papel crucial dessas áreas vegetadas, enquanto apenas 45,30% afirmaram estar cientes dessa importância.

Almeida e Martins (2023) destacam que a vegetação ripária é essencial para a manutenção da qualidade dos ecossistemas aquáticos, atuando como um filtro natural que retém sedimentos, nutrientes e poluentes, evitando a degradação dos corpos d'água. Além disso, essa vegetação contribui para a estabilidade das margens dos rios, reduzindo a erosão e preservando a biodiversidade local (Goulart e Callisto, 2003). A falta de conhecimento apontada pelos dados indica a necessidade urgente de reforçar a educação ambiental nas escolas, um ponto enfatizado por Santos *et al.* (2017), que defendem a integração contínua desse tema nos currículos escolares para aumentar a conscientização e a compreensão dos alunos sobre a importância das zonas ripárias.

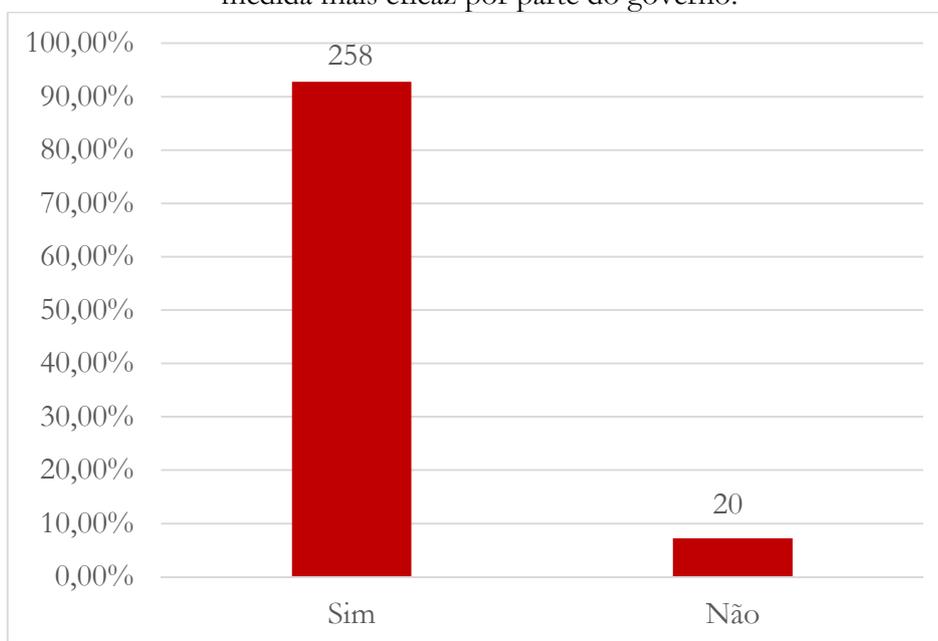
Pizella e Souza (2012) argumentam que programas de educação ambiental devem abordar diretamente as funções e benefícios das áreas ripárias para promover uma sensibilização eficaz. A inclusão desse tema em atividades práticas e teóricas pode ajudar a preencher a lacuna de conhecimento identificada pelos dados.

Ainda sobre educação ambiental, os resultados do gráfico 5 também refletem as observações de Franklin *et al.* (2013) e Paes, Brandão-Gonçalves e Sebastien (2013), que destacam a importância de uma educação ambiental que promova práticas sustentáveis. Sensibilizar os alunos sobre a vegetação ripária pode incentivá-los a participar ativamente em projetos de restauração e conservação dessas áreas, contribuindo para a proteção dos recursos hídricos locais.

Queiroz *et al.* (2016) sugerem que campanhas de conscientização e mutirões de limpeza, como os mencionados nas respostas do gráfico 4, podem ser ampliados para incluir a restauração de vegetação ripária. Essa abordagem integrada pode aumentar o conhecimento dos alunos sobre a importância dessas áreas vegetadas e promover uma consciência ambiental mais robusta.

Em resumo, a análise dos dados do gráfico 5 destaca a necessidade de intensificar a educação ambiental, com um foco especial na importância da vegetação ripária. Ao promover uma compreensão mais profunda sobre o papel dessas áreas, as escolas podem capacitar os alunos a se tornarem agentes ativos na proteção e restauração dos ecossistemas aquáticos. A combinação de políticas públicas, educação ambiental e ações comunitárias pode criar uma abordagem holística para a conservação dos recursos hídricos, conforme discutido pelos autores mencionados no referencial teórico.

**Gráfico 6:** Em relação a restauração e preservação do meio ambiente, você sente falta de alguma medida mais eficaz por parte do governo?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

Os dados apresentados no gráfico 6 indicam uma insatisfação significativa entre os alunos do ensino médio em relação às medidas governamentais para a restauração e preservação do meio ambiente. Um impressionante percentual de 92,80% dos alunos sente falta de ações mais eficazes por parte do governo, enquanto apenas 7,20% acreditam que as medidas atuais são suficientes.

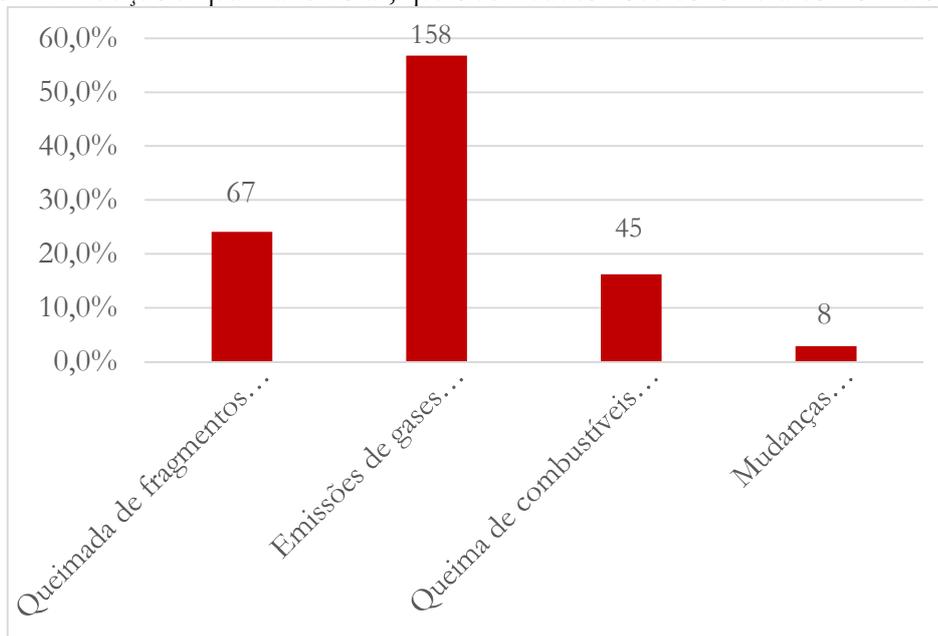
Essa percepção alinha-se à análise de Almeida e Martins (2023), que destacam a necessidade de políticas públicas mais robustas e integradas para a proteção ambiental. Os autores enfatizam que a falta de ações governamentais eficazes pode resultar na degradação contínua dos ecossistemas, afetando negativamente a biodiversidade e os recursos naturais.

A visão crítica dos alunos também reflete as observações de Santos *et al.* (2017), que apontam a importância da participação ativa do governo em iniciativas de educação ambiental e de conservação. Eles defendem que políticas públicas bem estruturadas, aliadas a programas de conscientização, podem promover uma gestão ambiental mais eficaz e sustentável.

Além disso, Goulart e Callisto (2003) argumentam que a restauração e preservação do meio ambiente exigem uma abordagem multidisciplinar, envolvendo não apenas o governo, mas também a sociedade civil, organizações não governamentais e o setor privado. A falta de medidas governamentais percebida pelos alunos pode indicar a necessidade de maior colaboração e coordenação entre esses diferentes atores.

Portanto, os dados do gráfico 6 sublinham a urgência de ações governamentais mais efetivas e a importância de políticas públicas que incorporem a participação e a educação da comunidade. Essa abordagem pode criar um ambiente mais propício para a conservação e restauração dos ecossistemas, conforme discutido pelos autores mencionados no referencial teórico.

**Gráfico 7:** Em relação a qualidade do ar, quais atividades você considera como mais poluentes?



**Fonte:** Questionários aplicados na Escola Sandoval Soares de Azevedo - Ensino Médio Técnico  
Elaboração dos(as) autores(as), 2024.

Os dados do gráfico 7 revelam as percepções dos alunos do ensino médio sobre as atividades mais poluentes em relação à qualidade do ar. A maioria dos alunos (56,80%) considera as emissões de gases poluentes industriais como a principal fonte de poluição do ar. Seguem-se a queimada de fragmentos florestais (24,10%), a queima de combustíveis fósseis (16,20%) e, por último, as mudanças climáticas repentinas (2,90%).

Esses resultados são consistentes com a literatura discutida por Almeida e Martins (2023), que identificam as emissões industriais como uma das maiores fontes de poluição do ar, contribuindo significativamente para problemas de saúde pública e degradação ambiental. As emissões de gases poluentes, como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), estão diretamente ligadas à formação de chuva ácida e à poluição atmosférica.

Pizella e Souza (2012) destacam que a queima de combustíveis fósseis é uma das principais causas de emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos principais gases de efeito estufa. A percepção dos alunos sobre a queima de combustíveis fósseis como uma atividade poluente é um indicativo de sua compreensão sobre o impacto das mudanças climáticas.

A observação sobre a queima de fragmentos florestais como uma atividade poluente (24,10%) também está em consonância com as análises de Franklin *et al.* (2013), que enfatizam

que as queimadas não só contribuem para a poluição do ar, mas também resultam na perda de biodiversidade e na degradação dos solos.

Os dados do gráfico 7 sugerem uma compreensão sólida entre os alunos sobre as principais fontes de poluição do ar, o que pode ser atribuído a uma educação ambiental eficaz. No entanto, Paes, Brandão-Gonçalves e Sebastien (2013) argumentam que é necessário continuar a educar os jovens sobre os impactos ambientais e as possíveis soluções para mitigar a poluição, promovendo práticas sustentáveis e o engajamento em ações de conservação.

Em síntese, a partir da análise dos sete gráficos, fica evidente uma preocupação significativa dos alunos do ensino médio com as questões ambientais e a necessidade de medidas mais eficazes para a preservação e restauração dos ecossistemas. Os dados indicam que os estudantes possuem um bom nível de consciência ambiental e reconhecem a importância de ações tanto individuais quanto coletivas para proteger o meio ambiente.

No entanto, há uma percepção generalizada de que as medidas governamentais atuais são insuficientes, destacando a necessidade de políticas públicas mais efetivas e de uma educação ambiental contínua para capacitar os jovens a atuar em prol da sustentabilidade. Os dados refletem as discussões teóricas dos autores mencionados no referencial, que apontam para a urgência de uma abordagem multidisciplinar e colaborativa na gestão ambiental.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos e na análise detalhada do referencial teórico e metodológico apresentados, a conclusão deste estudo revela uma conscientização robusta entre os alunos do Ensino Médio Técnico sobre as questões ambientais relacionadas aos recursos hídricos. Os dados dos gráficos analisados indicam que os estudantes possuem uma compreensão sólida e bem fundamentada sobre os fatores que contribuem para a contaminação dos corpos hídricos, evidenciando uma percepção alinhada com as discussões acadêmicas revisadas.

Em relação aos benefícios da proteção dos ambientes aquáticos, os alunos demonstraram uma priorização clara da biodiversidade local e do acesso à água potável, corroborando as conclusões da literatura revisada quanto à importância desses aspectos para a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida das comunidades.

A análise dos dados também revelou uma significativa consciência em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, embora se tenha destacado a necessidade de ampliar essa conscientização entre uma parcela considerável dos

alunos. Essa descoberta ressalta a importância de uma educação ambiental contínua que inclua a disseminação dos princípios dos ODS como parte integrante do currículo escolar.

Além disso, os resultados apontam para uma clara aceitação das estratégias de restauração e cuidado dos ambientes aquáticos propostas pelos alunos, enfatizando a necessidade de apoio governamental, mutirões de limpeza e campanhas de conscientização como medidas eficazes para promover a preservação dos recursos hídricos.

Por fim, os dados analisados sugerem uma compreensão sólida entre os alunos sobre as principais fontes de poluição do ar, indicando a eficácia de programas educacionais focados na conscientização ambiental. No entanto, ressaltam a importância contínua de educar os jovens sobre os impactos ambientais e as soluções para mitigar a poluição, conforme discutido por Paes, Brandão-Gonçalves e Sebastien (2013).

Em síntese, este estudo não apenas confirma a importância crescente da conscientização ambiental entre os jovens, mas também destaca a necessidade urgente de políticas públicas mais eficazes e de uma educação ambiental abrangente para capacitar os alunos a se tornarem agentes ativos na proteção e restauração dos ecossistemas. As conclusões refletem as discussões teóricas apresentadas no referencial, enfatizando a necessidade de uma abordagem colaborativa e multidisciplinar na gestão ambiental para enfrentar os desafios atuais e futuros relacionados aos recursos hídricos e à sustentabilidade ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Escola Técnica Sandoval Soares de Azevedo - Fundação Helena Antipoff, por meio da qual levamos adiante a pesquisa do mérito científico do Torneio Brasil de Robótica – TBR. Ressaltamos o empenho do Coordenador do Projeto de Robótica e Professor Rodrigo de Almeida Jorge.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL.2002. Disponível em: [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br). Acesso em: 3 abr. 2024.

AGUIAR JÚNIOR, T. R.; VARGAS, L. M. P. Indicadores de serviços ambientais hídricos e a contribuição da vegetação ripária para a qualidade de água. *In: VARGAS, L. M. P. et al. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica*. Brasília: Embrapa, 2015, p. 183–190.

ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SAAD, A. R.; ALVARENGA, M. C. Considerações acerca dos impactos ambientais decorrentes da implantação de reservatórios hidrelétricos com ênfase nos efeitos ocorrentes em aquíferos livres e suas consequências. *Geosciences = Geociências*, v. 29,

n. 3, p. 355–367, 2010. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/5390>. Acesso em: 3 jul. 2024.

ALMEIDA, A. N.; MARTINS, S. D. Evolução da qualidade dos planos de mitigação e monitoramento nos estudos de impacto ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade**, v. 12, n. 1, p. 1–18, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59306/rgsa.v12e12023e12355>. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/12355](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/12355). Acesso em: 3 jul. 2024.

ANDRADE, P. C. R. *et al.* Experiencing the seven rules of Descartes. **Revista SODEBRAS**, v. 8, p. 18-22, 2013.

BARROS, J. D. S.; CHAVES, L. H. G.; PEREIRA, W. E. Carbon and nitrogen stocks under different management systems in the Paraíba “Sertão”. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 130-136, 2015.

BENEVIDES R. F. **Efeitos do represamento sobre a qualidade da água: o caso da Usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, Tocantins**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, 2010.

BRANDÃO-GONÇALVES, L.; SEBASTIEN, N. Y. Feeding activity and influence of intraspecific competition on zooplankton communities by jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard, 1824) in laboratory. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 765–773, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000400012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/vzbxhp4NzLW3PvJ37VffdBx>. Acesso em: 3 jul. 2024.

COTRIM, M. E. B. **Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeira de Iguapé com vistas ao abastecimento público**. 2006. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DALOTTO, R. A. S. **Monitoramento ambiental integrado em áreas litorâneas de Santa Catarina: a relação entre ocupações antrópicas irregulares, condições sócio-econômicas da população e características físico-químicas do recurso hídrico superficial no manguezal de Palhoça**. 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, n. 24, p. 213-225, 2004.

FONSECA, A. L. S. *et al.* Kinetics of aerobic decomposition in the leaching phase of allochthonous plant detritus. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, p. 89-97, 2014.

FRANKLIN, E. *et al.* Corrigendum to -Geographic position of sample grid but not the removal of funcom species affect multivariate analyses of diverse assemblages. **Ecological Indicators**, v. 34, p. 172-180, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MINAYO, M. C. S. Técnicas de pesquisa: entrevista como técnica privilegiada de comunicação. *In: MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010. p. 261- 297.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcdaltrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcdaltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 3 jul. 2024.

NOGUEIRA, E. M. *et al.* Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. **Global Change Biology (Print)**, v. 21, p. 1-57, 2015.

PEREIRA-SILVA, E. F. L. *et al.* Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas em uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 3, p. 371–391, jul./set. 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/115447>. Acesso em: 3 jul. 2024.

PINTO, M. S. S. *et al.* Tomada de Decisões em Leilões de Energia Elétrica de Longo Prazo. *Ingeniare*. **Revista Chilena de Ingeniería (Impresa)**, v. 22, p. 539-546, 2014.

PIZELLA, D. G.; SOUZA, M. P. Análise dos aspectos institucionais da regulação de OGMs no Brasil: boas práticas de governança ambiental? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 25, p. 27–37, jan./jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v25i0.25495>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/25495>. Acesso em: 3 jul. 2024.

PONTES, P. P.; MARQUES, A. R.; MARQUES, G. F. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo-Contagem. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 183–194, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.962>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/6GHv8VYSLbfKKnqGjXhG83c>. Acesso em: 3 jul. 2024.

QUEIROZ, M. T. A. *et al.* Estudo dos Parâmetros Físico-Químicos, Qualidade da água e Trofia no Reservatório da Usina Hidrelétrica Sá Carvalho, MG, Brasil. **Revista Gestão Industrial**, v. 12, p. 58, 2016

SANTOS, I. J. A. *et al.* Levantamento dos impactos ambientais e medidas mitigadoras para a recuperação de áreas degradadas do Rio Estiva. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 4, n. 1, p. 171–182, maio 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/4398>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n. 1, de 5 de Maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Jornal Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 maio 2008. Disponível em: <https://www.compe.org.br/estadual/deliberacoes/conjunta/1-2008.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2024.

## ANEXO

### Questionário – estrutura fechada

Nome.:

E-mail.:

**1) Quais tipos de impactos você avalia como principais contribuintes para a contaminação dos corpos hídricos?\***

- Esgoto doméstico.
- Expansão urbana desordenada.
- Lançamento de efluentes industriais.
- Uso intensivo de agrotóxicos.

**2) Em sua opinião, qual o principal ponto em que seríamos beneficiados protegendo os ambientes aquáticos?\***

- Poderíamos fazer o uso das águas em atividades recreativas.
- Garantiríamos acesso a uma fonte de água própria para o consumo.
- Protegeríamos a biodiversidade local.
- Nenhuma das anteriores.

**3) Você já tinha conhecimento a respeito da ODS 6?\***

- Sim
- Não

**4) Quais atitudes podemos tomar para restaurar e cuidar dos ambientes aquáticos da nossa comunidade?\***

- Campanhas de conscientização.
- Mutirões de limpeza de rios, córregos nascentes e etc.
- Buscar apoio do governo para a implementação de medidas de preservação mais efetivas.

**5) Você já tinha conhecimento sobre a importância da vegetação ripária para os ambientes aquáticos?\***

- Sim
- Não

**6) Em relação a restauração e preservação do meio ambiente, você sente falta de alguma medida mais eficaz por parte do governo?\***

- Sim

Não

**7) Em relação a qualidade do ar, quais atividades você considera como mais poluentes?\***

- Queimada de fragmentos florestas.
- Emissões de gases poluentes industriais.
- Queima de combustíveis fósseis.
- Mudanças climáticas repentinas.