



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MARIA ALINE MENDES MIRANDA

DESASTRES AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE BIOLOGIA

**ARAGUATINS - TO
2024**

MARIA ALINE MENDES MIRANDA

DESASTRES AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE BIOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como exigência para obtenção do título de Licenciado(a) em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Me. Maria Josinete Araújo Costa.

**ARAGUATINS - TO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- M672d Miranda, Maria Aline Mendes
Desastre ambientais: : estudo de caso no ensino de biologia /
Maria Aline Mendes Miranda. – ARAGUATINS, TO, 2024.
33 p. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências
Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Araguatins, ARAGUATINS, TO, 2024.
- Orientadora: Ma. Maria Josinte Araujo Costa
1. impactos ambientais. 2. historia educacional. 3. biologia. I.
Costa, Maria Josinte Araujo. II. Título.

CDD 570

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **DESASTRES AMBIENTAIS: ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE BIOLOGIA**

AUTORA: **Maria Aline Mendes Miranda**

ORIENTADORA: **Maria Josinete Araujo Costa**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado (a) em 02 de dezembro de 2024



Documento assinado eletronicamente por **Maria Josinete Araujo Costa, Servidora**, em 16/12/2024, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Katia Paulino de Sousa, Servidora**, em 16/12/2024, às 17:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Danilo Henrique da Matta, Servidor**, em 17/12/2024, às 09:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2585947** e o código CRC **B1BB001A**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de força e sabedoria, que me guiou e sustentou ao longo de toda esta jornada acadêmica. Sem a Sua presença em minha vida, este momento não seria possível.

Minha gratidão também se estende a Nossa Senhora, pelas intercessões e pela proteção constante, que trouxeram paz ao meu coração mesmo nos momentos mais desafiadores.

Aos meus pais, Maria Eunice e Ivaldo, meu amor e reconhecimento eternos por todo apoio, ensinamento e incentivo. Vocês foram minha base, meu refúgio e inspiração para nunca desistir.

Aos meus irmãos, Iosley e Welenys e à minha cunhada Elynara, obrigada por cada palavra de encorajamento e demonstração de carinho. Sua presença foi essencial para que eu tivesse força e coragem de seguir em frente.

À minha orientadora, Josinete Araújo, minha profunda gratidão pela paciência, orientação e dedicação ao longo deste trabalho. Sua experiência e apoio foram indispensáveis para a realização deste projeto.

E, finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram comigo nesta jornada, seja com palavras, gestos ou apoio prático, meu sincero agradecimento. Vocês fizeram parte de uma etapa importante da minha vida e do início da minha realização profissional.

RESUMO

O ensino de biologia tem a possibilidade de transformar conceitos que seriam aplicados para os estudantes em forma de problemas e situações cotidianas para o aprendizado significativo acontecer a partir de aulas dinâmicas com o uso de metodologias ativas que desperta o interesse dos alunos a respeito da disciplina, e consequentemente ocorre uma maior interação estudante professor conhecimento. A metodologia adotada neste trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa, fundamentada em um estudo de caso realizado em uma escola de ensino médio. Serão utilizadas técnicas de observação de aulas, entrevistas semiestruturadas com professores e alunos, além da análise de materiais didáticos empregados durante o estudo de caso sobre desastres ambientais. Portanto haverá uma melhor preparação dos estudantes para lidar com situações reais do cotidiano, tornando o aprendizado mais significativo como resultados, os estudantes participaram de debates críticas e atividades voltadas para a resolução de problemas, desenvolvendo habilidades para a analisar e propor solução de problemas.

Palavras-chave: impactos ambientais, história educacional, biologia.

ABSTRACT

Biology teaching has the possibility of transforming concepts that would be applied to students in the form of everyday problems and situations for meaningful learning to take place through dynamic classes using active methodologies that arouse students' interest in the subject, and consequently there is greater student-teacher knowledge interaction. The methodology adopted in this work consists of qualitative research, based on a case study carried out in a high school. Class observation techniques, semi-structured interviews with teachers and students will be used, in addition to the analysis of teaching materials used during the case study on environmental disasters. Therefore, there will be better preparation of students to deal with real everyday situations, making learning more meaningful as results, students participated in critical debates and activities aimed at solving problems, developing skills to analyze and propose solutions to problems.

Keywords: environmental impacts, educational history, biology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Grupo1: rompimento das barragens em brumadinho	17
Figura 2 – Grupo 2: queimadas na Amazônia	19
Figura 3 – Grupo 3: inundações do rio grande	20
Figura 4 – Grupo 4: secas na região norte	22

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Formação e distribuição dos temas entre os grupos de estudantes do segundo ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária.....	16
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	Metodologias Ativas	11
2.2	Estudo de caso no ensino de biologia	12
2.3	Desastres ambientais	14
3	METODOLOGIA.....	15
3.1	Caracterização do local da pesquisa.....	15
3.2	Coleta de dados.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1	Estudos de caso / Grupo 01: Rompimento das barragens em Brumadinho	17
4.2	Estudo de caso 2: Queimadas na Amazônia	19
4.3	Estudo de caso 3: Inundações do Rio Grande.....	20
4.4	Estudo de caso 4: Secas na região norte do Brasil	21
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
	REFERÊNCIAS.....	25
	APÊNDICE A - Estudo de Caso 1: Rompimento das Barragens (2019)	29
	APÊNDICE B - Estudo de Caso 2: Queimadas na Amazônia (2020)	30
	APÊNDICE C - Estudo de Caso 3: Inundações do Rio Grande do Sul (2024)	31
	APÊNDICE D - Estudo de Caso 4: Secas na Região Norte	32

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os desastres ambientais têm sido uma preocupação crescente em nível global, fenômenos como terremotos, tsunamis, furacões, enchentes e incêndios florestais não apenas causam danos materiais e perdas humanas significativas, mas também ressaltam a vulnerabilidade dos ecossistemas e a urgência de promover uma conscientização ambiental mais eficaz. Conforme (Castro 1998):

Desastres naturais podem ser definidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto (Castro 1998, p.238).

O Brasil tem sofrido com desastres ambientais, como o rompimento das barragens em Brumadinho, as queimadas na Amazônia, recentemente as inundações no estado do Rio Grande do Sul, são situações que merecem ser estudadas à luz dos conceitos do ensino de biologia para compreensão de todo o processo, sendo então uma ferramenta importante na formação de cidadãos informados e engajados na mitigação e prevenção de desastres ambientais. Conforme (Mattar 2017):

[...] é um método de ensino pelo qual os alunos adquirem conhecimentos e habilidades trabalhando por um longo período de tempo para investigar e responder a uma questão, um problema, ou um desafio autêntico, envolvente e complexo (MATTAR 2017, p. 61).

Essa abordagem educacional incentiva a adoção de práticas sustentáveis e a participação ativa em iniciativas de proteção ambiental. Explorar esse tema em sala de aula pode desenvolver uma compreensão crítica sobre a interação entre as atividades humanas e os sistemas naturais, promovendo uma cultura de prevenção e resiliência (Carvalho 2004).

Além disso, a Educação Ambiental estimula a reflexão sobre os padrões de consumo e produção da sociedade contemporânea, incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis e a redução do impacto ambiental das atividades humanas. Ao promover uma visão integrada entre o ser humano e o meio ambiente, contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a construção de um futuro equilibrado e harmonioso com a natureza (Carvalho 2004, p. 13-24).

Este trabalho teve como objetivo investigar como os desastres ambientais podem ser abordados no ensino de biologia, utilizando um estudo de caso para ilustrar

práticas pedagógicas eficazes e seus impactos no aprendizado dos alunos. Fundamentado em teorias educacionais e ambientais, este estudo pretendeu contribuir para o aprimoramento das práticas de ensino de biologia, destacando a importância da educação ambiental na formação de cidadãos conscientes e preparados para desenvolver ações preventivas aos impactos e enfrentar os desafios impostos pelos desastres ambientais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologias Ativas

As metodologias ativas são cruciais para adequar as práticas pedagógicas e às necessidades atuais dos alunos, garantindo uma aprendizagem significativa e envolvente.

Essas abordagens não apenas promovem o desenvolvimento de competências essenciais, como pensamento crítico e colaboração, mas também valorizam a singularidade de cada aluno, criando um ambiente educacional mais acolhedor e inclusivo. Dessa forma, o objetivo é não apenas melhorar o desempenho acadêmico dos alunos, mas promover a sua formação integral como indivíduo. (SILVA et al 2019).

Estimulando os alunos no processo educativo, as metodologias ativas propiciam uma aproximação dinâmica e significativa entre os estudantes e o objeto de estudo. Essa abordagem valoriza o lúdico e incentiva a compreensão de temáticas científicas de forma prazerosa, promovendo a construção de valores e a elaboração de modelos mentais próprios. Assim, o aprendizado se torna significativo, evitando a simples memorização e promovendo uma reflexão crítica e duradoura (SILVA et al., 2019, p. 131).

Metodologias ativas são processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas. É o processo de ensino em que a aprendizagem depende do próprio aluno. O professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisas, reflita e decida por ele mesmo, o que fazer para atingir um objetivo, para que a aprendizagem significativa ocorra, surge, como proposta, a utilização de metodologias ativas (BASTO, 2024).

[...] O conceito de metodologias ativas se define como um “processo interativo de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema” Ainda segundo o autor docente deve atuar como um facilitador, para que o estudante faça pesquisa, reflita e decida por ele mesmo o que fazer para alcançar os objetivos (BASTOS, 2006, p.10).

A metodologias ativas é um processo que estimula a autoaprendizagem e facilita a educação continuada porque desperta a curiosidade do aluno e, ao mesmo tempo, oferece meios para que possa desenvolver capacidade de análise de situações (MOREIRA; RIBEIRO, 2016).

[...] envolvem os estudantes e os engajam ativamente em todos os processos de sua aprendizagem, trazem benefícios como o protagonismo estudantil, a apreensão das informações mediadas, habilidades comunicacionais, habilidades de raciocínio avançadas, trabalho em equipe, motivação, novos recursos de aprendizagem e respeito aos vários estilos de aprendizagem (MOREIRA; RIBEIRO, 2016, p.97).

Observa-se que o uso adequado das metodologias e principalmente porque as metodologias se adequam com a realidade dos alunos, com a falta de motivação interfere diretamente a vida acadêmica dos alunos, fazendo com que a situação de ensino vivenciada se torne limitadas no uso de metodologias extremamente diferenciadas e trazendo melhores experiências para aulas (DIESEL, 2017).

O modelo tradicional de ensino, ainda é muito comum e utilizado na prática da educação, na qual o docente é o transmissor de conteúdos e os discentes ouvintes, que mantêm uma postura passiva, recebendo e memorizando o conteúdo e, assim, os reproduzindo. Com isso, existe a necessidade de os docentes buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino, focando no protagonismo dos estudantes, promovendo a autonomia e favorecendo a motivação deles. Com base nessa ideia, desenvolver uma metodologia ativa, colocará os estudantes no centro das ações educativas e o seu conhecimento será construído de forma colaborativa (DIESEL, 2017, p.268-288).

A metodologia ativa é uma abordagem de ensino que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem. Isso incentiva os estudantes a serem mais participativos, pensarem de forma críticas e resolverem problemas reais, em vez de apenas absorverem informações passivamente.

2.2 Estudo de caso no ensino de biologia

O estudo de caso trata-se de uma ferramenta de ensino, isso faz com que as investigações sejam capazes de conduzir o aluno a participar, investigar e compreender fenômenos complexos; estimulando a capacidade de analisar e solucionar problemas em sua integralidade. A partir desse contexto, utiliza-se dessas

narrativas para possibilitar o uso de situações do cotidiano contextualizando com a aula biologia de uma forma que chamar atenção dos alunos (SPRICIGO, 2014).

São construídos em torno de objetivos de aprendizagem, ou competências e habilidades que se desejam desenvolver. São situações baseadas em eventos reais ou que poderiam perfeitamente ser reais, e contam uma história, o que favorece o engajamento dos estudantes. Não costumam ter uma única solução óbvia, o que pode incomodar os estudantes que se preocupam em demais com a “resposta correta”. Podem conter informações simples ou complexas (SPRICIGO, 2014, p. 01-02).

O estudo de caso é uma abordagem de ensino baseada em situações de contexto real, e são poderosas para desenvolver competências e habilidades relativas à resolução de problemas, à tomada de decisão, a capacidade de argumentação e ao trabalho efetivo em equipe (OTTONELI VIERO; ROCHA, 2015).

O estudo de caso precisa ser bem elaborado pelo professor para que os alunos sejam capazes de aplicar os conhecimentos ao imaginar uma situação prática, relacionar com outros conceitos, pensar estratégias e alternativas, realizar a atividade de modo colaborativo com os colegas, ser o sujeito do seu processo de aprendizagem. O sucesso da atividade depende do domínio do conteúdo, da organização e do planejamento pelo professor, o qual tem a responsabilidade de conduzir a aula de forma a incentivar as ações dos alunos na construção do conhecimento (OTTONELI, VIERO E ROCHA, 2015. p.60).

O estudo de caso no ensino de biologia exige um planejamento rigoroso, é necessário que o professor saiba conduzir e elaborar estratégias e metas que levem os estudantes a um bom desempenho. Isso faz com que atrai a atenção dos alunos, e desperta o interesse pelo assunto, estimula a formulação de ideias, a busca de respostas e a construção do conhecimento dos alunos (BERBEL, 2011).

O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro (BERBEL, 2011, p.29).

O uso de estudos de caso no ensino de biologia é uma estratégia excelente para torna o aprendizado mais significativo e envolvente. Essa abordagem ativa permite aos alunos explorar problemas reais, como questões ambientais, de forma crítica e reflexiva trabalhar com estudos de caso transformar o aluno em protagonista, estimulando a análise, o trabalho em grupo e a busca por soluções pratica.

2.3 Desastres ambientais

Os desastres ambientais constituem um tema cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, independentemente de estas residirem ou não em áreas de risco os desastres estão presentes cada vez mais em nossa vida, tendo em vista que os riscos têm aumentado muito também. A vulnerabilidade tangente à localização das cidades e o desrespeito às leis vigentes de proteção ao meio ambiente são grandes causadores desses desastres. Não podemos apenas colocar a responsabilidade nos fenômenos naturais ou, como antes eram considerados, “castigos divinos”, mas sim, analisarmos o que a sociedade tem feito para a ocorrência de tais desastres (BECK, 1993).

As instituições da sociedade industrial desenvolvida (política, direito, ciências da técnica, empresas industriais) dispõem de um amplo arsenal para a normalização dos perigos que não são calculáveis. Este processo de normalização dos perigos, segundo o autor, leva a uma depreciação da magnitude destes, forçando a um “anonimato casual e jurídico” (BECK, 1993, p.28).

Ainda que em um primeiro momento o termo nos leve a associá-lo com terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, ciclones e furacões, os desastres naturais contemplam, também, processos e fenômenos mais localizados tais como deslizamentos, inundações, subsidências e erosão, que podem ocorrer naturalmente ou induzidos pelo homem (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

O homem provoca ou influência nos desastres ambientais ocorridos em um território ou ecossistema, causando danos humanos, materiais, e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais., mas também ressaltam a vulnerabilidade dos ecossistemas e a urgência de promover uma conscientização ambiental mais eficaz (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009, p. 10).

Os desastres ambientais são um reflexo da nossa relação com o planeta. São eventos que não surgem do nada, mais muitas vezes de escolhas erradas, da exploração sem limites e da falta de cuidado com o que nos cerca. É o rompimento de uma barragem, um rio que morre, florestas que desaparecem em chamas, mares envenenados por óleo.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do local da pesquisa

A observação e aplicação da pesquisa foi desenvolvida no Campus Araguatins do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), que está localizado no povoado Santa Tereza 5 Km do município de Araguatins – TO. A unidade de Araguatins do IFTO conta com mais de 1000 estudantes e oferece os seguintes cursos: Técnico em Agropecuária e Técnico em Redes de Computadores Integrados ao Ensino Médio; Técnico em Agropecuária Subsequente; Licenciaturas em Ciências Biológicas e Computação; Bacharelados em Engenharia Agrônômica, e Medicina Veterinária e cursos de pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, Desenvolvimento de Sistema Computacionais e Desenvolvimento Agropecuário Sustentável.

3.2 Coleta de dados

Como forma de ampliar o levantamento de dados, a pesquisa apresentou caráter qualitativo e foi aplicado de forma semiestruturada para 25 estudantes da turma de Biologia do curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio o segundo ano é composto por cinco turmas: 2º A, 2º B, 2º C, 2º D e 2º E. Para esta pesquisa, foi selecionada a turma 2º E, composta por 25 estudantes que participaram do desenvolvimento da mesma, sendo realizado no período de novembro de 2024. Para o desenvolvimento das habilidades de análise crítica e pensamento sistêmico, foi abordado o assunto de forma introdutória sobre os desastres ambientais, com ênfase no (I) rompimento das barragens de brumadinho, (II) as queimadas na Amazônia, (III) as inundações no Rio Grande do Sul, (IV) secas da região norte do Brasil e (V) abordagem das causas que acontecem no mundo. Em seguida, foi disponibilizado relatos de desastres ambientais para que os estudantes possam realizar uma leitura complementar antes da discussão, foram utilizados dados extraídos de artigo, revistas e sites de pesquisa.

Para melhor aproveitamento do objetivo, discussão e participação, a turma foi dividida em quatro grupos: três grupos com 6 estudantes e um grupo com 7 estudantes, totalizando os 25 estudantes. Assim, foi atribuído a cada grupo um aspecto específico dos desastres ambientais para investigar e discutir, perfazendo assim quatro estudos de casos (Quadro 1).

Quadro 1. Formação e distribuição dos temas entre os grupos de estudantes do segundo ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária.

Grupos / Estudos de Caso	Total de estudantes (n)	Temas
Grupo 1	6	Rompimento das barragens em Brumadinho
Grupo 2	6	Queimadas na Amazônia
Grupo 3	6	Inundações do Rio Grande
Grupo 4	7	Secas da região Norte do Brasil

Fonte: Autor, 2024.

Sendo assim, para a verificação qualitativa (semiestruturada), cada grupo discutiu os estudos de casos entre si (estudantes) sobre cada desastre ambiental e, posteriormente, os estudantes discutiram entre os grupos, elaborando ideias para prevenir e/ou minimizar os efeitos ambientais. Ressalta-se que os estudantes de cada grupo apresentaram seu estudo de caso, e durante as apresentações os estudantes foram incentivados a fazer perguntas e debaterem os pontos apresentados, no qual um aluno de cada grupo teria que falar o que achou da discussão de outros grupos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos de caso foram distribuídos de forma equilibrada entre os grupos durante a roda de conversa, promovendo uma abordagem qualitativa para análise e discussão, proporcionando uma oportunidade para que todos tivessem acesso a diferentes situações e contextos. Realizou-se uma discussão sobre o que os estudantes aprenderam durante as atividades, encorajando-os a refletir sobre a importância da prevenção de desastres ambientais e a aplicação do conhecimento adquirido no cotidiano.

4.1 Estudos de caso / Grupo 01: Rompimento das barragens em Brumadinho

Sobre o respectivo estudo de caso (Figura 1), o primeiro grupo articulou e pontuou fatos que ocorreram como também possíveis soluções para amenização desse fator caótico, segundo dados coletado teve a seguinte afirmações e ideias dos alunos, que são: a destruição dos habitats como também a destruição da biodiversidade, que podem demorar décadas para serem revertidas, o solo encharcado pela lama que por sua vez se torna infértil, pontuaram acerca de que as chuvas intensas na região reduziram a resistência da barragem, favorecendo o rompimento e dispersão dos rejeitos de minério. Segundo DNPM (2017), as barragens de mineração são estruturas construídas para abrigar os rejeitos dos processos de extração e beneficiamento de minério.

Figura 01: Rompimento das barragens em brumadinho.



Fonte: Autor, 2024.

Os estudantes enfatizaram problemas no que tange a engenharia, o projeto da barragem era muito íngreme e a falta de drenagem interna contribuiu para o acúmulo de água G1 (2019). Posto a essas observações mencionadas por parte dos estudantes sobre as possíveis causas, mencionaram também as consequências que é a perda de biodiversidade, a lama devastou aproximadamente 290 hectares de floresta segundo G1 (2019). O rompimento de barragens de rejeito de mineração causa mudanças drásticas na cobertura da terra segundo Aires et al. (2018), e acarreta em impactos severos, como distúrbios hidrológicos, problemas socioeconômicos, contaminação do meio físico e biótico, mortes e comprometimento da saúde e bem-estar das populações. Poluição de água e solo, a lama contaminou os rios da região, afetando a vida aquática e muitos animais foram mortos ou deslocados pela lama, incluindo peixes e outros animais aquáticos. Alteração do solo, a lama secando formou uma camada dura, prejudicando a fertilidade do solo e dificultando a recuperação da vegetação. O impacto ambiental foi devastador, e as autoridades têm trabalhado para mitigar os danos e recuperar a área afetada como: (I) descaracterização de barragens, (II) reflorestamento, (III) acordo de reparação, (IV) monitoramento de barragens, (V) filtragem de rejeito e (VI) implementação de Planos de Ação de Emergência segundo MG (2024).

Após as discussões sobre as características do desastre ambiental, passou-se a pontuar as possíveis soluções, sendo descrito: Manutenção Regular: Inspeções e manutenções contínuas são essenciais para identificar e corrigir problemas antes que se tornem críticos; Sistemas de Drenagem Eficientes: Implementar sistemas de drenagem interna e externa para evitar o acúmulo de água e reduzir a pressão sobre a estrutura; Monitoramento Contínuo: Utilizar sensores e tecnologias avançadas para monitorar a estabilidade da barragem em tempo real; Projetos de Engenharia Seguros: Projetar barragens com fatores de segurança adequados, considerando condições climáticas e geológicas locais; Treinamento e Educação: Capacitar funcionários e comunidades locais sobre procedimentos de emergência e a importância da segurança das barragens MG (2024).

4.2 Estudo de caso 2: Queimadas na Amazônia

Este grupo teve como estudo de caso as queimadas na Amazônia, iniciaram debatendo os motivos de se fazer queimada de uma área: muitas queimadas são iniciadas para limpar áreas desmatadas, prepará-las para agricultura ou pastagem; expansão agropecuária: a criação de gado e o cultivo de soja incentivam o uso do fogo para remover vegetação; práticas agrícolas: algumas técnicas agrícolas utilizam queimadas como método de manejo de solo; e por fim para abrir caminho para uma atividade ilegal como extração de madeira e mineração.

Com relação às consequências das queimadas no bioma Amazônia, ocorrem: as mudanças climáticas, as secas prolongadas e as altas temperaturas intensificam a susceptibilidade da floresta ao fogo, como por exemplo desse efeito, durante as queimadas o carbono das plantas não desaparece, ele sofre algumas reações químicas e se transforma em dióxido de carbono, o principal gás de efeito estufa que está ocasionando as mudanças climáticas; perda de Biodiversidade: queimadas destroem habitats, levando à morte de plantas e animais e à perda de espécies; emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE): as queimadas de vegetação liberam grandes quantidades de CO₂, contribuindo para o aquecimento global; qualidade do Ar: a fumaça afeta a qualidade do ar, causando problemas respiratórios em humanos e animais; impacto nas Comunidades Locais: as comunidades indígenas e ribeirinhas sofrem com a perda de recursos naturais essenciais para sua sobrevivência; degradação do Solo: As queimadas afetam a fertilidade do solo, dificultando a regeneração da vegetação (BUSH 2007).

Figura 02: Queimadas na Amazônia.



Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/queimadas-na-amazonia-mais-do-que-dobraram-nos-primeirosde-2024/>.

O grupo foi convidado a pontuar possíveis soluções, quando citaram: - Fiscalização rigorosa: aumentar a fiscalização para prevenir e punir a prática de queimadas ilegais; - Políticas de conservação: implementar políticas públicas que incentivem a conservação da floresta e desestimulem a destruição; - Educação e conscientização: educar as comunidades locais e a sociedade em geral sobre os impactos negativos das queimadas e a importância da preservação; - Tecnologias sustentáveis: investir em tecnologias agrícolas que dispensem o uso do fogo para preparar o solo, como exemplo, drones, aviões, caminhões pipas e brigadistas; - Reflorestamento: promover programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. (BUSH 2007).

4.3 Estudo de caso 3: Inundações do Rio Grande

Este grupo teve como o estudo de caso as enchentes e deslizamentos no Rio Grande do Sul em maio de 2024, que foram causados por uma combinação de fatores climáticos e geográficos segundo G1 (2024).

As chuvas intensas resultaram em inundações devastadoras, no qual a topografia da região, com vales profundos e escarpados contribuiu para os deslizamentos de terra que ocasionou nas consequências de perda de vidas, resultando em 179 mortes e dezenas de desaparecidos, além de desalojados, perfazendo mais de 600 mil pessoas desabrigadas G1 (2024).

Figura 03: Inundações do Rio Grande do Sul.



Fonte: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-09/sobe-para-39-o-numero-de-mortos-pelas-chuvas-no-rio-grande-do-sul>.

Como consequência do desastre ambiental que foram as enchentes, foram citados pelo grupo: - danos à infraestrutura de transporte e telecomunicações, interrompendo a vida cotidiana e dificultando os esforços de resgate; - impacto econômico: a produção agropecuária (gado de corte e cultivos de soja, milho, arroz e feijão), crucial para a economia do estado, foi duramente atingida, com previsões de escassez e aumento de preços (PEREIRA, 2005).

Como possíveis soluções, o grupo pontuou: - planejamento urbano e ambiental: implementar um planejamento urbano e ambiental baseado nas bacias hidrográficas pode ajudar a mitigar os impactos das enchentes; - melhorar a manutenção dos diques de prevenção de enchentes e desenvolver planos de ação eficazes contra as mudanças climáticas; - adotar medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e combater o aquecimento global, conforme determinações das reuniões ambientais que na sua exigência está a diminuição da liberação de CO₂. (NEVES et al, 2018).

4.4 Estudo de caso 4: Secas na região norte do Brasil

O desastre ambiental a ser aplicado foi a seca na região Norte do Brasil, eles abordaram que esses eventos que são um fenômeno complexo e multifacetado que impacta significativamente o meio ambiente as comunidades locais e a economia, no qual destaca-se a partir do segundo semestre de 2023, considerada uma das piores secas da história na região, causada principalmente pelo El Niño, o aquecimento do norte do Oceano Atlântico e por crimes ambientais como desmatamento do cerrado e queimadas ilegais Segundo Zhang et al. (2009)

E eles exploraram com mais detalhes as causas, consequências e possíveis soluções para esse problema. Dentre as causas citaram: - mudanças climáticas: o aumento das temperaturas globais devido ao aquecimento global altera os padrões de precipitação, resultando em períodos de seca mais frequentes e intensos. As mudanças climáticas também afetam a evapotranspiração, aumentando a perda de água da superfície terrestre e da vegetação; - desmatamento, visto que a remoção de grandes áreas de floresta tropical reduz a umidade disponível na atmosfera.

Figura 04: Secas na região Norte do Brasil.



Fonte: : <https://www.tempo.com/noticias/2023/actualidade/seca-no-norte-do-brasil-com-637-mil-pessoas-afetadas-no-amazonas-estado-deixou-de-arrecadar-r-1-bilhao.html>.

As árvores desempenham um papel crucial no ciclo da água, reciclando a umidade através da transpiração. Quando as florestas são desmatadas, essa reciclagem diminui, levando a uma redução na quantidade de chuva - Fenômenos climáticos: eventos como El Niño têm um impacto significativo nos padrões de chuva da Amazônia, intensificando o aumento do volume pluviométrico; - Uso não racional da água: a falta de práticas sustentáveis de gestão da água, especialmente na agricultura e na pecuária, contribui para a escassez de água durante os períodos de seca (NASCIMENTO JÚNIOR e SANT'ANNA NETO, 2016).

Consequências das secas na Região Norte (PENALBA e RIVERA, 2015). Perda de biodiversidade, visto que as secas afetam diretamente os ecossistemas aquáticos e terrestres, resultando na morte de plantas e animais. Espécies aquáticas sofrem com a redução dos níveis de água nos rios e lagos, enquanto a vegetação sofre com a falta de umidade; outra consequência importante são os impactos na agricultura, pois a produção agrícola é severamente afetada, resultando em perdas de colheitas e aumento da insegurança alimentar.

Pequenos agricultores e comunidades rurais são os mais impactados, pois dependem diretamente da agricultura para sua subsistência; escassez de água potável: a redução da disponibilidade de água afeta o abastecimento de água potável para as comunidades.

Em períodos de seca severa, rios e poços secam, dificultando o acesso à água limpa; possíveis soluções para mitigar as secas: reflorestamento e recuperação de áreas degradadas: plantar árvores e restaurar florestas degradadas ajuda a melhorar o ciclo da água e aumentar a umidade atmosférica, mitigando os efeitos das secas; Práticas Agrícolas Sustentáveis : Implementar técnicas de agricultura que conservem a água, como irrigação por gotejamento, cultivo em faixas e uso de coberturas vegetais para reduzir a evaporação.

Gestão eficiente dos recursos hídricos: desenvolver sistemas de captação, armazenamento e distribuição de água para garantir o abastecimento durante os períodos de seca, isso inclui a construção de reservatórios, cisternas e sistemas de irrigação eficientes.

A educação e conscientização ambiental é uma possível solução para todos os desastres ambientais, pois muda a postura, a atitude das pessoas no cuidado com o ambiente, então promover programas de educação ambiental que enfatizem a importância da conservação da água e do uso sustentável dos recursos naturais, são medidas importantes na prevenção de desastres ambientais dessa natureza.

Envolver as comunidades locais em práticas de preservação, desenvolver políticas públicas e fiscalização, estabelecer e implementar políticas públicas rigorosas para controlar o desmatamento e proteger as áreas de vegetação, e finalmente melhorar a fiscalização para combater atividades ilegais que contribuem para a degradação ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi desenvolvido estudos de caso sobre desastres ambientais no ensino de biologia, como ferramenta pedagógica para promover uma análise crítica e reflexiva com os estudantes do curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, foram abordados quatro estudos de caso específicos: (I) rompimento das barragens de brumadinho, (II) as queimadas na Amazônia, (III) as inundações no Rio Grande do Sul, (IV) secas da região norte do Brasil. Por meio da reflexão, observação e acompanhamento durante as atividades, foi possível perceber o engajamento e o interesse dos alunos em compreender as causas, consequências e possíveis soluções para os problemas ambientais discutidos. A utilização de estudos de caso permitiu que os estudantes adotassem uma postura ativa no processo de aprendizagem, colaborando e participando de forma significativa nas discussões e na resolução de problemas.

Os resultados evidenciam que o método empregado contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade analítica dos alunos, além de proporcionar uma visão mais ampla e integrada sobre os impactos socioambientais desses desastres. Assim, reafirma-se a importância de práticas pedagógicas que aproximem a biologia do cotidiano dos estudantes, promovendo uma aprendizagem contextualizada e transformadora.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Sobe para 39 o número de mortos pelas chuvas no Rio Grande do Sul**. Agência Brasil, 6 set. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-09/sobe-para-39-o-numero-de-mortos-pelas-chuvas-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 17 dez. 2024.

AIRES, U. R. V.; SANTOS, B. S. M.; COELHO, C. D.; DA SILVA, A. D.; CALIJURI, M. L. 2018. Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil. Land Use Policy.

BASTOS, C. C. **Educação & Medicina**. Disponível em: <https://educacaoemedicina.blogspot.com/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 27 nov. 2024.

BECK, U. De la sociedad industrial a la del riesgo: cuestiones de supervivencia, estructura social e ilustración ecológica. Revista Occidente, 1993.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BUSH, M. B.; SILMAN, M. R.; TOLEDO, M. B.; LISTOPAD, C.; GOSLING, W. D.; WILLIAMS, C.; OLIVEIRA, P. E.; KRISEL, C. Holocene fire and occupation in Amazonia: records from two lake districts. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 2007.

CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, P. P. (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CASTRO, A. L. C. Glossário de defesa civil: **estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/Departamento de Defesa Civil, 1998.

CNN BRASIL. **Queimadas na Amazônia mais do que dobraram nos primeiros meses** de 2024. CNN Brasil, 2024. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/queimadas-na-amazonia-mais-do-que-dobraram-nos-primeiros-meses-de-2024/>. Acesso em: 17 dez. 2024.

DIESEL, A. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DNPM. Portaria Nº 70.389 de 17 de maio de 2017. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2017.

G1. **O que se sabe até agora sobre o rompimento da barragem em Brumadinho**. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/veja-o-que-se-sabe-ate-agora-sobre-o-rompimento-dabarragem-da-valeem-brumadinho.ghtml>. Acesso em: 27 nov. 2024.

G1. Enchentes no RS: **Defesa Civil confirma mais uma morte e total chega a 179; 34 seguem desaparecidos**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/06/09/enchentes-no-rs-totalde-mortos-sobe-para-173-e-de-desaparecidos-cai-para-38.ghtml>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MATTAR, J. **Metodologias ativas para a educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

MINAS GERAIS (MG). Pró-Brumadinho: **diagnóstico inicial de impactos do rompimento**. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/diagnostico-inicial-de-impactos-do-rompimento>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MOREIRA, J.; RIBEIRO, B. Prática pedagógica baseada em metodologia ativa: **aprendizagem sob a perspectiva do letramento informacional para o ensino na educação profissional**. Periódico Científico Outras Palavras, 2016.

NASCIMENTO JÚNIOR, L.; SANT'ANNA NETO, J.L. **Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico - ODP**. RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise, 2016.

NEVES, M. C. L.; ROQUE, M.; FREITAS, A. A.; GARCIA, F. PRISMMA – **Pesquisa sobre a saúde mental das famílias atingidas pelo rompimento da barragem do Fundão em Mariana**. Corpus, Belo Horizonte, 2018.

OTTONELLI, J.; DE FÁTIMA FRESCURA VIERO, E.; MARQUES DA ROCHA, K. Estudo de caso: **metodologia de ensino-aprendizagem na educação profissional**. Boletim Técnico do Senac, 20 dez. 2015.

PENALBA, O.C.; RIVERA, J.A. Precipitation response to El Niño/La Niña events in Southern South America - emphasis in regional drought occurrences. *Advances in Geosciences*, 2015.

PEREIRA, E. L. **Estudo do potencial de liquefação de rejeitos de minério sob carregamento estático**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2005.

SILVA, F. Gincana de ciências da natureza: **contribuições de atividades interdisciplinares lúdicas no processo de ensino-aprendizagem**. Scientia Naturalis, Rio Branco 2019.

SOUZA, Amanda. **Seca no Norte do Brasil: com 637 mil pessoas afetadas no Amazonas, estado deixou de arrecadar R\$ 1 bilhão**. Tempo.com, 25 ago. 2024. Disponível em: <https://www.tempo.com/noticias/actualidade/seca-no-norte-do-brasil-com-637-mil-pessoas-afetadas-no-amazonas-estado-deixou-de-arrecadar-r-1-bilhao.html>. Acesso em: 17 dez. 2024.

SPRICIGO, C. B. **Estudo de caso como abordagem de ensino**. [S.l.]: [s.n.], 2014. Disponível em: <https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/estudo-de-casocomo-abordagem-de-ensino.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

TOMINAGA, L.; SANTORO, J.; AMARAL, R. Deslizamentos, inundações, subsidências e erosão: **causas naturais e induzidas pelo homem**. Revista de Geologia e Meio Ambiente 2009.

ZHANG, Q.; XU, C.; ZHANG, Z. Observed changes of drought/wetness episodes in the Pearl River basin, China, using the standardized precipitation index and aridity index. *Theoretical and Applied Climatology*, 2009.

APÊNDICE A - Estudo de Caso 1: Rompimento das Barragens (2019)

Em 25 de janeiro de 2019, a barragem de rejeitos de mineração da empresa Vale, localizada no Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), se rompeu. Essa tragédia liberou aproximadamente 12 milhões de metros cúbicos de lama, destruindo tudo em seu caminho. Vilas, fazendas e áreas de proteção ambiental foram devastadas, resultando em 270 mortes confirmadas.

A lama se espalhou pelo Rio Paraopeba, causando contaminação química com metais pesados, como mercúrio e arsênio, e afetando a fauna aquática, além de interromper o abastecimento de água em várias regiões.

O impacto ambiental do rompimento foi imenso. A destruição de habitats e a perda de biodiversidade são consequências de longo prazo, que podem levar décadas para serem revertidas. O solo encharcado pela lama se torna infértil, dificultando a regeneração da vegetação local. Além disso, os rios contaminados afetam não apenas as espécies que neles vivem, mas também as populações humanas que dependem dessas águas para agricultura, pesca e consumo.

A responsabilidade pelo desastre é atribuída à empresa responsável e à falta de fiscalização adequada por parte das autoridades. Relatórios indicam que a barragem estava classificada como "de baixo risco", apesar de evidências de problemas estruturais. A ausência de planos de emergência eficazes e a demora no resgate aumentaram o número de vítimas.

Fonte: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/bombeiros-e-defesa-civil-sao-mobilizados-para-chamada-de-rompimento-de-barragem-em-brumadinho-na-grande-bh.ghml>.

APÊNDICE B - Estudo de Caso 2: Queimadas na Amazônia (2020)

A Amazônia, maior floresta tropical do mundo, tem sofrido com o aumento significativo das queimadas nos últimos anos. Embora as queimadas naturais sejam raras na região, a ação humana, especialmente o desmatamento ilegal para expansão agrícola e pecuária, tem provocado incêndios cada vez mais intensos.

Em 2019, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) registrou mais de 80.000 focos de incêndio na Amazônia, um número alarmante. Esses incêndios são frequentemente usados para limpar terras desmatadas e transformar florestas em pastagens e áreas agrícolas.

As queimadas têm um impacto devastador na biodiversidade da floresta, que abriga cerca de 10% de todas as espécies conhecidas no planeta. Muitas dessas espécies são endêmicas e dependem de habitats específicos para sobreviver. O fogo destrói esses habitats, levando à migração ou extinção de várias espécies. Além disso, o fogo libera grandes quantidades de dióxido de carbono na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global e alterando o clima regional, o que pode reduzir ainda mais as chuvas na floresta.

Outro problema gerado pelas queimadas é a degradação dos solos, que se tornam menos férteis devido à perda de nutrientes. Isso, por sua vez, prejudica a agricultura e a subsistência de populações locais, como comunidades indígenas e ribeirinhas, que dependem dos recursos naturais da floresta. A destruição da floresta também afeta o regime hidrológico, já que a Amazônia é responsável por grande parte da umidade que alimenta o ciclo de chuvas na América do Sul.

Fonte: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2020/10/11/queimadas-no-amazonas-em-2020-superam-recorde-de-2005-e-registram-maior-numero-da-historia.ghtml>.

APÊNDICE C - Estudo de Caso 3: Inundações do Rio Grande do Sul (2024)

As inundações na bacia do Rio Grande do Sul, que percorre os estados de Minas Gerais e São Paulo, têm se tornado mais intensas e frequentes nas últimas décadas. Vários fatores contribuem para esse fenômeno, como o aumento das chuvas, devido às mudanças climáticas, e a expansão urbana desordenada.

À medida que as cidades crescem, áreas de vegetação natural são substituídas por asfalto e concreto, o que dificulta a absorção da água da chuva pelo solo. Com isso, a água não escoar adequadamente, gerando enchentes em áreas urbanas e rurais.

Além disso, a ocupação irregular das margens do rio agrava a situação. Muitos moradores constroem casas e plantações em áreas de risco, que são frequentemente inundadas durante os períodos de chuvas intensas. As enchentes causam destruição de propriedades, perda de vidas humanas, prejuízos econômicos e degradação do meio ambiente. As águas contaminadas carregam poluentes e lixo para os rios, agravando ainda mais a qualidade da água.

O desmatamento nas áreas de nascente e ao longo do curso do Rio Grande também contribui para o aumento das enchentes. A vegetação, especialmente nas áreas de mata ciliar, desempenha um papel crucial na regulação do ciclo hídrico, ajudando a evitar que a água da chuva escoe rapidamente para os rios.

Fonte: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/05/mortes-em-enchentes-no-rs-superam-tragedia-de-2023.ghtml>.

APÊNDICE D - Estudo de Caso 4: Secas na Região Norte

A região Norte do Brasil, conhecida por seu clima úmido e suas grandes reservas hídricas, vem enfrentando secas severas nos últimos anos. O fenômeno, que afeta estados como o Amazonas e o Pará, é resultado de uma combinação de fatores, incluindo as mudanças climáticas globais e o desmatamento. A seca na Amazônia não só prejudica as populações humanas que dependem dos rios para transporte, alimentação e abastecimento de água, mas também afeta diretamente o ecossistema local.

Em 2023, o nível do Rio Negro, em Manaus, atingiu uma das marcas mais baixas da história, impossibilitando a navegação em várias áreas e prejudicando o abastecimento de água. As comunidades ribeirinhas, que dependem dos rios para sobreviver, enfrentaram grandes dificuldades, como a perda de acesso à água potável e a diminuição dos peixes, sua principal fonte de alimento. A seca também aumenta o risco de incêndios florestais, uma vez que o solo e a vegetação ficam mais secos.

O desmatamento é um dos principais fatores que contribuem para a intensificação das secas na região Norte. A derrubada da floresta altera o ciclo de chuvas, uma vez que a vegetação desempenha um papel crucial na evapotranspiração, processo que ajuda a gerar precipitação. Sem a cobertura vegetal, a umidade do solo situação.

Fonte: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/12/13/governo-decreta-situacao-de-emergencia-por-cao-da-seca-no-rio-grande-do-norte.ghml>.