

ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS: TECENDO REFLEXÕES SOBRE AS PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES

*Suiane Costa Alves**

RESUMO

É notável a crescente demanda por um ensino interdisciplinar e contextualizado à realidade do educando e, nesse quesito, trabalhar o currículo a partir de práticas laboratoriais alinhado ao estudo de impactos ambientais possibilita a sua imersão no campo de estudo. Este artigo tem por objetivo discutir a importância do Estudo de Impactos Ambientais alinhado às práticas laboratoriais na promoção da sustentabilidade. Metodologicamente, caracteriza-se como um estudo experimental, apresentando uma abordagem quanti-qualitativa. Assim sendo, esta pesquisa traz a aplicação exitosa das análises antrópica, físico-química e microbiológica para a identificação de intervenções e impactos ambientais, sendo a nascente do Rio Cocó o ambiente lântico escolhido. Como resultado, observaram-se alterações na amostra de água, fazendo-nos refletir sobre o comprometimento da nascente, bem como a identificação de alterações no entorno, contribuindo para um quadro de prejuízo da biodiversidade local. Sugere-se a criação de mecanismos eficazes que enalteçam a importância do conhecimento para a preservação ambiental, promovendo a participação da comunidade local e global, articulando interesses, sentimentos e valores com vistas à sustentabilidade.

Palavras-chave: práticas laboratoriais interdisciplinares; estudo de impactos ambientais; nascente do Rio Cocó.

* Doutoranda em Educação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professora de Metodologia do Ensino de Química da UFC Virtual e da Secretaria da Educação do Estado do Ceará (SEDUC). Integrante do Centro de Estudos Internacionais em Educação (CEIE-UNISINOS). ORCID: 0000-0001-9103-617X. Correio eletrônico: suianealves@unisinis.br.

**STUDY OF ENVIRONMENTAL IMPACTS: WEAVING REFLECTION ON
INTERDISCIPLINARY PRACTICES**

ABSTRACT

The growing demand for an interdisciplinary teaching that is contextualized to the student's reality is remarkable and, in this regard, working the curriculum from laboratory practices aligned with the study of environmental impacts enables their immersion in the field of study. It's suggested to create effective mechanisms that highlight the importance of knowledge for environmental preservation, promoting the participation of the local and global community, articulating interests, feelings and values with a view to sustainability. Therefore, this experience report brings the successful application of anthropic, physical-chemical and microbiological analysis for the identification of intervention and environmental impacts, with the headwaters of the Cocó River being the chosen as lentic environment. As a result, changes were observed in the water sample, making us reflect on the damaging of the source, as well as the identification of changes in the surroundings, contributing to a situation of loss of local biodiversity. It's suggested to create effective mechanisms that highlight the importance of knowledge for environmental preservation, promoting the participation of the local and global community, articulating interests, feelings and values with a view to sustainability.

Keywords: *interdisciplinary laboratory practices; study of environmental impacts; source of the Cocó River.*

**ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES: TEJIENDO REFLEXIONES SOBRE
PRÁCTICAS INTERDISCIPLINARIAS**

RESUMEN

Es notable la creciente demanda de una enseñanza interdisciplinaria contextualizada a la realidad del estudiante y, en ese sentido, trabajar el currículo basado en prácticas de laboratorio alineadas con el estudio de los impactos ambientales posibilita sumergirlos en el campo de estudio. Tiene por objetivo discutir la importancia del Estudio de Impacto

Ambiental alineado con las prácticas de laboratorio en la promoción de la sostenibilidad. Metodológicamente, se caracteriza por ser un estudio experimental, presentando un abordaje cuantitativo y cualitativo. Por lo tanto, esta investigación trae la aplicación exitosa de análisis antrópicos, físicoquímicos y microbiológicos para identificar intervenciones e impactos ambientales, siendo el nacimiento del río Cocó el ambiente léntico elegido. Como resultado, se observaron cambios en la muestra de agua, haciéndonos reflexionar sobre el compromiso del manantial, así como la identificación de cambios en el entorno, contribuyendo a una situación de daño a la biodiversidad local. Se sugiere crear mecanismo efectivo que resalten la importancia del conocimiento para la preservación ambiental, promoviendo la participación de la comunidad local y global, articulando interés, sentimientos y valores con miras a la sostenibilidad.

Palabras clave: *prácticas de laboratorio interdisciplinarias; estudio de impactos ambientales; fuente del río Cocó.*

1 INTRODUÇÃO

É notável o amadurecimento da educação brasileira ao longo dos anos. Tem-se uma nova perspectiva de ensino e aprendizagem voltada para o desenvolvimento do protagonismo de professores e estudantes, que contam com as mais variadas possibilidades de recursos educacionais (BRASIL, 2018).

Com as disciplinas da base comum e itinerários formativos, a educação brasileira tem as mais variadas perspectivas de ampliação dos quadros de aprendizagens. Nesse processo, cabe aos educadores a reflexão de como tornar o currículo das ciências da natureza mais atrativo, possibilitando o engajamento de estudantes que outrora observavam os referidos componentes curriculares como fórmulas decorativas, mostrando-se cansativo e sem aplicação.

Promover a trilha interdisciplinar em ciências da natureza a partir do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) oportuniza a busca de informações concretas, desenvolvendo ações e projetos em uma infinidade de fatores físicos, ambientais, tecnológicos na identificação e valoração da ação humana sobre o meio ambiente. Nesses termos, a legislação brasileira referenda o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), bem como o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) com efeito legislador, cuja materialidade é de interesse de todo cidadão (BRASIL, 1988).

Segundo Führ (2018), a educação 4.0 revela uma geração de educandos conectados com as tecnologias e sujeitos à realidade digital. Pensar em percursos educacionais inovadores possibilita a reflexão sobre a necessidade do ensaio teórico alinhado a uma realidade eminentemente prática e instigante, conduzindo o estudante à motivação necessária para olhar, de forma diferenciada, para os conhecimentos fundamentais na construção da cidadania. O motivo de existir da escola é o educando, e, desse modo, a missão consiste em possibilitar, através do ensino de excelência, o vislumbrar de uma educação científica para todos.

Nesse processo, contextualizar os conteúdos passa a ser condição fundamental na observância da educação nacional, pois conta-se com uma diversidade de espaços e recursos em um país que tem dimensões continentais. Motivação e empoderamento passam a ser fundamentais na construção de projetos de pesquisa inovadores, cujo impacto social contribui para a equidade de benefícios e recursos (LIMA; ALVES, 2022). Diante de tais reflexões, percebem-se as ciências da natureza como instrumento na construção científica, tão necessária à instauração de um Estado-nação autônomo.

Nesse percurso, as práticas laboratoriais estão referendadas no livro *A necessária renovação do ensino de ciências* (CACHAPUZ *et al.*, 2005), promovendo uma aprendizagem fundamentada em princípios científicos, esboçando um percurso didático alicerçado em teoria e prática.

Posto isto, a pesquisa que segue foi realizada em um centro educacional pertencente à Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 1) e tem por objetivo discutir a importância do Estudo de Impactos Ambientais (EIA) alinhado às práticas laboratoriais na promoção da sustentabilidade. O ambiente lântico escolhido é a Nascente do Rio Cocó, estando localizada na Serra de Aratanha, sendo um dos principais rios da região metropolitana de Fortaleza, Ceará (FREIRES, 2012). Metodologicamente, caracteriza-se como um estudo experimental, apresentando uma abordagem quanti-qualitativa, destacando-se como uma prática exitosa, cujas possibilidades e contribuições reverberam no espaço acadêmico. Fazendo uso das análises laboratoriais físico-química e microbiológica, bem como do impacto antrópico que reverbera no espaço local, observaram-se alterações na amostra de água, o que trouxe a reflexão sobre o comprometimento da nascente, assim como a identificação de alterações no entorno, contribuindo para um quadro de prejuízo da biodiversidade local.

2 PRÁTICAS LABORATORIAIS INTERDISCIPLINARES

As práticas laboratoriais constituem metodologia ativa de grande importância para o espaço educacional. Maros *et al.* (2021) afirmam que a aprendizagem ativa apresenta excelentes resultados quando comparada com a aprendizagem tradicional, pois constitui-se como método que incrementa a participação ativa dos estudantes. Dentre as competências mais diretamente ligadas às práticas laboratoriais, tem-se a compreensão da realidade natural e social, a partir do conhecimento adquirido, bem como a investigação e a formulação de hipóteses com critérios científicos e tecnológicos (ALVES, 2021).

Ainda de acordo com Cachapuz *et al.* (2005), por muito tempo preponderou uma visão deformada do Ensino de Ciências, pautada em: a) visão individualista e elitista; b) descontextualizada; c) aproblemática; d) empiro-indutivista, na qual a atividade se reduz à observação, reproduzindo o conhecimento trazido pelos livros didáticos.

Nesse mister, as ciências Biologia, Física e Química, quando trabalhadas de forma interdisciplinar e contextualizadas às demais áreas do conhecimento, conduzem o estudante à autonomia intelectual na compreensão mais ampla do processo de aprendizagem. A superação da fragmentação curricular enaltece a proposta pedagógica fundamentada na integração do currículo, transformando aprendizagens e, conseqüentemente, pessoas.

Em observância à proposta da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura (2022) e em diálogo com a comunidade científica nacional e internacional, o campo acadêmico desempenha papel crucial no incentivo e desenvolvimento de percursos metodológicos eficazes que enalteçam o aprendizado e as atividades investigativas.

Em diálogo com a ideia apresentada, fazer uso de situações cotidianas no processo de ensino conduz o estudante a uma aprendizagem significativa. Nessa construção, o Ensino de Ciências tornou-se um ator importante, estreitando a colaboração com os setores de imigração, indústria, ciência e tecnologia, a fim de construir uma estratégia integrada para atrair e reter trabalhadores do conhecimento (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Nesse percurso, as análises laboratoriais constituem processo que conduz o estudante à maturação cognitiva, uma vez que são levados a pensar, testar hipóteses, elaborar soluções a partir de aplicações concretas (ALVES, 2021). Desse modo, o Laboratório Educacional de Ciências (LEC) é o ambiente de aprendizagem da rede pública de ensino do estado do Ceará, estando presente na maioria das escolas estaduais de Ensino Médio, contendo equipamentos

de Biologia, Física, Matemática e Química para o desenvolvimento de atividades práticas. Sua funcionalidade consiste em ampliar as possibilidades do espaço da sala de aula, propiciando o espírito investigativo aliado aos diversos ambientes que constituem o espaço educacional.

Deve-se perceber a interconexão entre os diferentes componentes curriculares, observando as intercessões, pontos de encontros e divergências na construção do currículo, cujo enfoque interdisciplinar constitui-se como um ato de reciprocidade que prioriza a interação, garantindo a compreensão do conhecimento com a possibilidade de desenvolvimento das competências e habilidades para a resolução de problemas.

O foco das práticas laboratoriais interdisciplinares está na participação e colaboração, constituindo elemento central nessa construção, possibilitando o desenvolvimento de projetos fundamentados no engajamento para a resolução de problemas (HELLE *et al.*, 2006).

O estudante é o gerador do seu próprio conhecimento (QUEIROZ-NETO *et al.*, 2021), aplicando as práticas interdisciplinares no ambiente da própria sala de aula ou em outro ambiente e/ou local fora da sala de aula, realizando a quebra de paradigmas do tradicionalismo, tornando-o o ator principal no processo de aprendizagem.

Dialogando com Morosini (2018), toda disciplina deve ser desenvolvida integrando temáticas internacionais e interculturais, motivando nos estudantes reflexões, incidindo na formação humano-social, abordando situações reais e facilitadoras do processo de aprendizagem. Diante das imensas possibilidades encontradas a partir do estudo proposto, observam-se as vantagens da contextualização do currículo.

Com efeito, é preciso estar atento para as evoluções do processo de internacionalização e seus impactos, colocando-se na posição de protagonista em busca de estratégias diante dos desafios emergentes da sociedade contemporânea (ALVES; ABBA, 2022). Nessa perspectiva, trabalhar o currículo de forma interdisciplinar, contextualizado à realidade social e às demandas da sociedade contemporânea, repercute nas construções epistemológicas e ontológicas do conhecimento.

O enfoque interdisciplinar é um ato de reciprocidade que prioriza a interação entre os conteúdos, garantindo a compreensão em sua totalidade (LIMA; ALVES, 2022). Trata-se, pois, de compreender a importância prática do trabalho realizado e como se pode tirar um maior proveito, perguntando-nos, enquanto educadores, o que queremos potenciar no trabalho dos nossos estudantes (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

3 ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Esta seção está dedicada às reflexões sobre o Estudo de Impactos Ambientais (EIA). Fundamentado no princípio legislativo, o artigo 225, § 1, inc. IV da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, dispõe sobre o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como ao seu uso comum por parte do povo, aspecto essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Nessa perspectiva, critérios e diretrizes de conservação ambiental passam a nortear a ação pedagógica dos centros acadêmicos, cuja potencialidade reverbera na formação cidadã, exigida na forma da lei, na inserção de currículos que contemplem atividades investigativas e técnicas laboratoriais que promovam a identificação das alterações das propriedades biológicas, físicas e químicas do meio ambiente (BRASIL, 1988).

Araújo (2002) conceitua impacto ambiental como sendo qualquer tipo de mudança das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, prejudiquem a segurança, a saúde, o bem-estar, as atividades socioeconômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais. “Estas alterações precisam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas” (CRUZ *et al.*, 2014, p. 780).

Estar munido do conhecimento e diretrizes legais possibilita aos centros educacionais o melhor preparo dos estudantes, cuja ação incide nesses espaços de forma a estabelecer cooperação diante dos aspectos normativos, sensíveis à obrigatoriedade do cumprimento da lei.

Nesse quesito, a educação básica e a superior, amparadas pela Política Nacional de Meio Ambiente, Lei n.º 6.938/1981, art. 4º, I, em comunhão com o Ministério da Educação (MEC), delegam as normativas do currículo interdisciplinar em educação ambiental, atuando na práxis docente como ação efetiva. Ressalta-se que a Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981 (já alterada pela Lei n.º 7.804, de 18 de julho de 1989),

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Artigo 1º Esta Lei, com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 225 da Constituição Federal, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, cria o Conselho Superior do Meio Ambiente – CSMA, e institui o Cadastro de Defesa Ambiental (BRASIL, 1981, p. 1).

A Política Nacional do Meio Ambiente prevê a conservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

A execução e o desenvolvimento de projetos em nível interdisciplinar contempla a alternativa de educação científica com o preparo para confrontar hipóteses, o uso de recursos tecnológicos de alto impacto no processo educacional, a abrangência dos conhecimentos geográficos e geológicos, bem como o grau de reversibilidade do impacto ou a irreversibilidade contida nesse estudo. Assim sendo, o referido estudo possibilita a avaliação da ação humana, e, embora se percebam as especificidades de determinados conhecimentos de caráter técnico, o trabalho com tais conhecimentos viabiliza a cidadania ambiental, que transcende a ambiência acadêmica, incidindo na sociedade e promovendo a qualidade dos ambientes.

Espera-se uma sociedade em que a *expertise* ambiental conduza à sustentabilidade, concretizando-se em sua totalidade. É preciso ter esperança, mas essa esperança vem do verbo esperar, e não do verbo esperar. Esperançar é se levantar, ir atrás, construir, não desistir (FREIRE, 1992). Educação se faz na ação e, para que a cidadania ambiental seja desenvolvida, faz-se necessário refletir nos espaços educacionais sobre o exercício de boas práticas e a participação pública nas questões ambientais. Na sequência, será apresentada a aplicação da pesquisa de campo, bem como a caracterização da área de estudo.

4 PESQUISA DE CAMPO: RECOLHIMENTO DE AMOSTRA, ANÁLISE DOS RESULTADOS E IDENTIFICAÇÃO DAS INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS

Como citado anteriormente, a presente pesquisa foi realizada em um centro educacional pertencente à CREDE 1. A Nascente do Rio Cocó é o ambiente lântico escolhido, estando localizada na Serra de Aratanha, sendo um dos principais rios da região metropolitana de Fortaleza, Ceará (FREIRES, 2012).

Caracteriza-se como um estudo experimental que, conforme Triviños (1987), apoia-se em uma base fundamentalmente positivista, na qual a experimentação consiste em modificar a maneira pela qual se controlam as condições que determinam um fenômeno ou fato, bem como observar e interpretar as mudanças ocorridas nesses últimos. O estudo experimental é essencial nas pesquisas em ciências naturais, exigindo planejamento rigoroso e uso de técnicas nas etapas da experimentação, como seleção de amostra, testagem de hipóteses e confiabilidade nos resultados obtidos.

Apresenta uma abordagem quanti-qualitativa. A abordagem quantitativa se caracteriza pela quantificação dos dados da pesquisa por meio do recolhimento de dados do campo de estudo. A abordagem qualitativa é entendida como aquela que se ocupa do nível subjetivo da realidade social, tratado por meio da história, dos valores e das atitudes dos atores sociais (MINAYO, 2013).

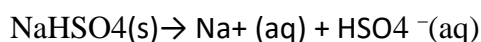
Inicialmente foi feito o levantamento bibliográfico nas principais bases de dados e repositórios digitais, vinculado aos principais temas desta pesquisa, citados na sequência: Portal de Periódico Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Education Resources Information Center* (ERIC) e *Scientific Electronic Library* (SCIELO), a fim de fundamentar os achados da pesquisa.

Também foram ministradas aulas expositivas acerca de temáticas como funções inorgânicas, soluções, noção de titulação, manuseio de vidrarias e técnica de recolhimento de amostras, bem como o uso do aparelho Sistema de Posicionamento Global (GPS), Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e informações geográficas sobre a formação de florestas tropicais, como a Mata Atlântica.

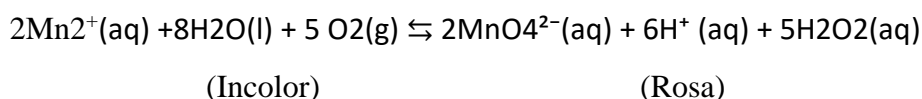
Dentre os métodos mais utilizados na detecção de impurezas em recursos de veiculação hídrica, destaca-se o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Foi recolhida uma amostra de água da Nascente do Rio Cocó com coordenadas geográficas de S 05.404.10 e W 95.600.75. Para a análise físico-química utilizou-se o LEC. Foram observados os parâmetros de pH, cor, condutividade e quantidade de impurezas dissolvidas. Na análise microbiológica, contou-se com a parceria do Laboratório de Engenharia Ambiental, onde se observou a presença de *Escherichia coli* e Coliformes Totais.

Inicialmente foi feita a medição de pH, usando o indicador azul de bromotimol (C₂₇H₂₈BrO₅S) e um phmetro. Logo em seguida, foi aferida a condutividade e a cor. Para a análise de impureza da água, preparou-se uma solução de Permanganato de Potássio

(KMnO₄) 10% diluída. Foram sugadas 10 ml com uma pipeta graduada e transferida para um balão volumétrico, adicionando-se 90 ml de água destilada. Logo em seguida, foram despejados 50 ml da amostra de água no erlenmeyer e adicionada a cada uma 1 colher de sopa de Hidrógeno Sulfato de Sódio (NaHSO₄.H₂O) (ATKINS; JONES, 2012). A solução foi levemente aquecida. A titulação foi realizada gotejando-se lentamente até que a solução apresente uma distinta cor rosa, como pode ser observado nas reações:



O HSO₄²⁻(aq) é capaz de protonar a água através de um mecanismo ácido-base de Bronsted-Lowry. Em seguida, a amostra será titulada com uma solução de KMnO₄. Deve-se observar a descoloração da solução quando a amostra tiver grandes quantidades de impurezas orgânicas.



A análise obedeceu à Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (MMA), que normatiza a potabilidade das amostras de água. Como resultado, observamos alterações na amostra de água em seus aspectos físico-químicos em termos de pH, cor e condutividade, bem como em seus aspectos microbiológicos, com a identificação de Coliformes Totais e *Escherichia coli* (Tabelas 1 e 2), fazendo-nos refletir sobre o comprometimento das águas nascentes do Rio Cocó. Ressalta-se que a comunidade local faz uso da água para consumo através da ingestão e cozimento de alimentos, bem como os afazeres domésticos, constituindo uma ação que reverbera na saúde pública.

Tabela 1 – Laudo da análise físico-química amparado na Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde

PARÂMETRO	MÉTODO	VALOR DE REFERÊNCIA	RESULTADO
Coordenada Geográfica S 05.404.10/W 95.60075			
pH	SM 4500 HB	6,0-9,5	5,4
Cor	SM 2120 C	15,0	80
Condutividade	SM 2510 B	-	0,97

Fonte: elaborada pela autora.

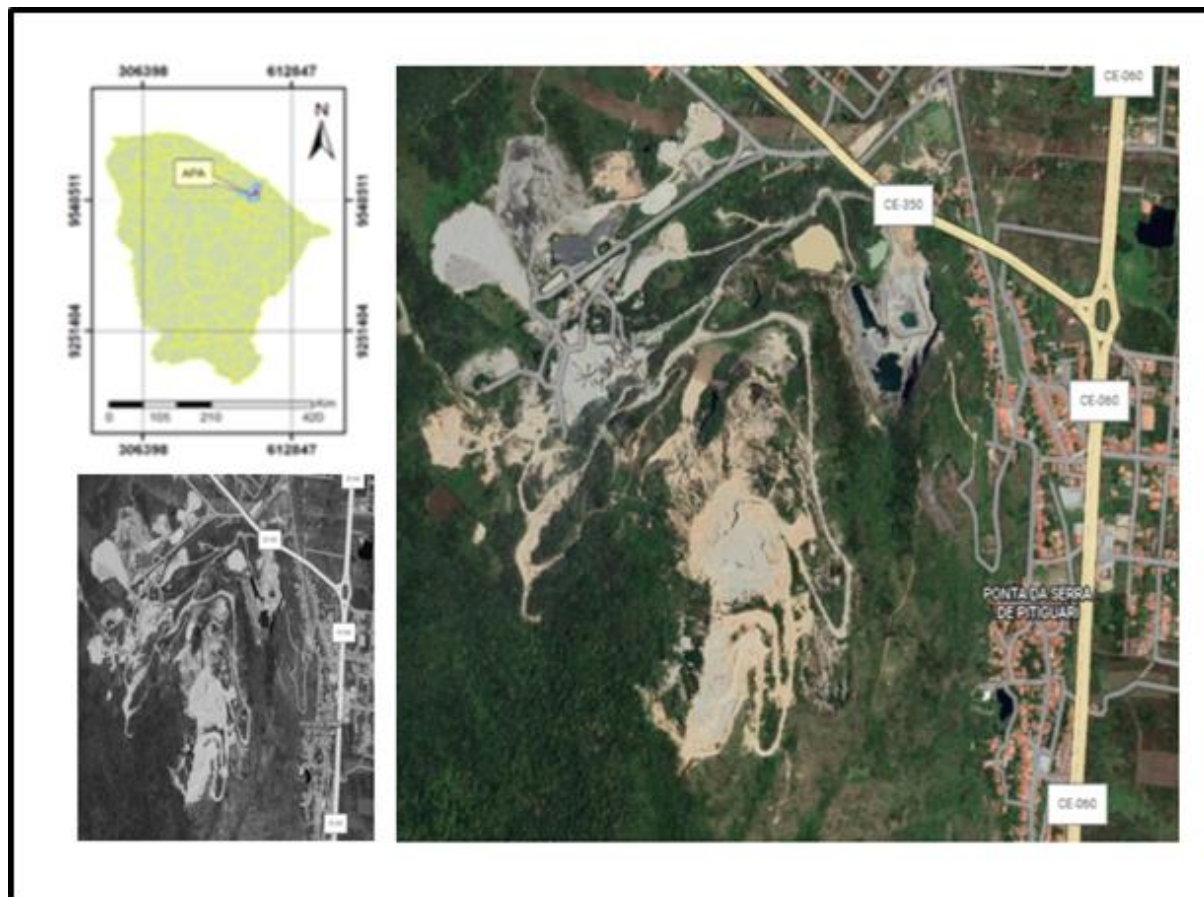
Tabela 2 – Laudo da análise microbiológica amparado na Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde

PARÂMETRO Coordenada Geográfica S 05.404.10/W95.60075	MÉTODO	VALOR DE REFERÊNCIA	RESULTADO
Coliformes totais	SM 9222 B	AUSÊNCIA	PRESENÇA
Escherichia coli	SM 9222 E	AUSÊNCIA	PRESENÇA

Fonte: elaborada pela autora.

A partir do uso de imagens via satélite (Figura 1), foi possível identificar alterações no espaço natural, bem como alterações na biodiversidade que se dão pelas “[...] ações antrópicas visíveis na região [as quais] se dão pela ação intensa da pedreira, que tem atuado na incidência das degradações e extinção de espécies nativas da região” (ALVES; ABBA, 2023, p. 377).

Figura 1 – Mapa de localização da pedreira na Serra de Aratanha, Ceará



Fonte: Alves e Abba (2023).

Destaca-se também a deposição de lixo, o cultivo inadequado, bem como o comprometimento da biota, o qual se dá pela ação humana. Esta ocorre, muitas vezes, de forma desordenada e sem levar em conta os prejuízos ecológicos que reverberam na extinção de espécies, resultado da degradação remanescente, evidenciando assim os riscos alarmantes aos quais a área de estudo em questão está sujeita (Figura 2).

Figura 2 – Imagens do comprometimento da biota local na Serra de Aratanha, Ceará (Foto A: plantação de bananicultura; Foto B: deposição de lixo; Foto C: identificação de fossa séptica próxima à nascente; Foto D: identificação de desmatamento)



Fonte: registrada pela autora.

A partir das imagens apresentadas acima, observa-se o comprometimento da biota local da Serra de Aratanha, onde a Foto A evidencia a plantação de bananicultura em detrimento da vegetação nativa. As Fotos B e C mostram a deposição de lixo no solo sem tratamento prévio, bem como a identificação de fossa séptica próxima à nascente, promovendo contaminação de água e solo. A Foto D comprova o problema do desmatamento local com a eliminação parcial da vegetação nativa. Pensar em ações educativas para a comunidade surge como ação emergente ante o imperativo de conservação da biodiversidade.

Com a possibilidade de ampliação do arcabouço teórico para a identificação das intervenções antrópicas, podem-se utilizar imagens Landsat-5 e o Sistema de Informação Geográfica (SIG), como o SPRING e TERRAVIEW, pelos quais foi possível produzir mapas geográficos com o diagnóstico das degradações ambientais. Conforme Freires (2012), a terminação Sistema de Informação Geográfica (SIG) usualmente se aplica a sistemas informáticos orientados para a gestão de dados espaciais que constituem a ferramenta informática mais adequada e estendida para a investigação de impactos ambientais. Desse modo, o SIG constitui ferramenta complexa, sendo fruto do desenvolvimento científico e tecnológico (SARRIA, 2006).

A partir dos resultados encontrados, elaborou-se um plano de manejo, cujo tema central consistiu em pensar ações viáveis, a fim de minimizar os impactos antrópicos. Dentre as ações, citam-se as seguintes: a) busca de parceria com a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) dos municípios de Guaiúba, Maranguape e Pacatuba, os quais estão localizados no estado do Ceará; b) elaboração de uma trilha ecológica no AutoCAD, *software* que auxilia no *designer* computacional tridimensional, a fim de elaborar os melhores trajetos, uma vez que se conta com aproximadamente 26 km de espaço natural, cujo efeito orográfico promoveu o desenvolvimento da floresta tropical subperenifólia pluvio-nebular, que se caracteriza pela presença de diversas espécies animais e vegetais oriundas da Mata Atlântica, sendo considerada Área de Preservação Ambiental (APA), caracterizando-se como uma unidade de conservação de uso sustentável, ocupando uma área de 6.448,29 hectares, criada pelo Decreto Estadual de n.º 24.959/99; c) promoção da Educação Ambiental (EA), que utiliza como ferramenta o ambiente que cerca o indivíduo (CARREIRA, 2020).

Conforme Romero (2006), a preocupação do cidadão com a escassez dos recursos naturais e a crescente degradação do meio ambiente têm motivado reflexões sobre a imprescindível necessidade de um maior investimento em EA em todos os níveis de ensino, de forma a consolidar o projeto em sua coletividade. Fica referenciada a abordagem da EA através do trabalho contextualizado e interdisciplinar, comprometido com a formação cidadã, promovendo reflexões em torno da compreensão e superação da crise ambiental (LIMA; ALVES, 2022).

A prática docente constitui uma ação complexa, tendo em vista a formação do estudante a partir de um currículo diversificado que fortaleça ações, possibilitando inúmeras interações, desenvolvendo competências e habilidades com vistas à sustentabilidade. As considerações acerca das práticas laboratoriais, enquanto metodologia ativa, aliada ao EIA,

aponta para uma educação que transcende os limites disciplinares, impactando a forma como o estudante vê o mundo e se relaciona com ele. A educação passa, então, a ser instrumento de cidadania à medida que possibilita o atrever-se a inovar, criar e recriar o próprio conhecimento (UNESCO, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Constatou-se, através dos achados da pesquisa, a existência de mecanismos que impulsionam a degradação da Nascente do Rio Cocó e seu entorno, arrimada ao uso desordenado dos recursos naturais, sem a preocupação com a sua exaustão. Pautado na premissa do conhecimento libertador, numa ampla perspectiva crítica ou que, pelo menos, oriente trabalhar os pilares ambientais nos espaços acadêmicos, possibilitando a formação para a cidadania ambiental, preconizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), cujo impacto se relaciona à intensificação dos cuidados e à criação de mecanismos eficazes que enaltecem a importância do conhecimento para a preservação ambiental, do porquê e para quê devemos nos defrontar diante das intempéries e explorações.

A sensibilidade para lidar com os conflitos ambientais, superando limitações, harmonizando-as, é a tarefa que cabe aos educadores, pesquisadores e cidadãos comprometidos com a seriedade das reflexões propostas, promovendo a participação da comunidade local e global, articulando interesses, sentimentos e valores com vistas à sustentabilidade.

14

REFERÊNCIAS

ALVES, Suiane Costa; ABBA, Maria Julieta. Internacionalização do currículo de ciências da natureza: uma breve análise a partir da revisão de literatura. *In: OLIVEIRA, Arusha Kelly Carvalho de et al. (org.). Literatura popular: memória e resistências*. Fortaleza: Imprece, 2022. p. 391-401.

ALVES, Suiane Costa; ABBA, Maria Julieta. Cidadania global e as estratégias de internacionalização do currículo. *Revista RECEI*, [S. l.], v. 9, n. 30, 2023. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/4959>. Acesso em: 4 out. 2023.

ALVES, Suiane Costa. **Educação ambiental e interdisciplinaridade**: proposta pedagógica de práticas laboratoriais no componente curricular de química. Recife: Even3 Publicações, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.even3.com.br/book/educacao-ambiental-e-interdisciplinaridade-459425>. Acesso em: 4 abril. 2023.

ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães de. **As áreas de preservação permanente e a questão urbana**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2002. Disponível em: https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1083/preservacao_ambiental_vaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 4 out. 2023.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios da química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 3 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 dez. 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20os%20procedimentos%20de,e%20seu%20padr%C3%A3o%20de%20potabilidade. Acesso em: 4 abr. 2023.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 29 mar. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 4 abril. 2023.

CACHAPUZ, António *et al.* (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. *E-book*. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17569/material/T.5-%20A%20NECESS%C3%81RIA%20RENOVA%C3%87%C3%83O%20DO%20ENSINO%20DAS%20CI%C3%84NCIAS.pdf>. Acesso em: 4 abril. 2023.

CARREIRA, Rosana Cristina. O papel da educação ambiental na execução de políticas públicas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2716>. Acesso em: 3 mar. 2023.

CRUZ, Franciane Cougo da; CRUZ, Anderson Cougo da; ROSSATO, Marivane Vestena. Identificação e avaliação de impactos ambientais: um estudo de caso. **REGET**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 777-791, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/13549>. Acesso em: 3 mar. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido/Paulo Freire. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRES, Eduardo Viana. **O adensamento urbano e as mudanças no estuário do Rio Cocó, Fortaleza (CE), frente à demanda das ações antrópicas comparativas entre os anos de 1985, 1996 e 2007.** Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/4848>. Acesso em: 3 mar. 2023.

FÜHR, Regina Cândida. Educação 4.0 e seus impactos no século XXI. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., 2018, Recife. **Anais [...]**. Recife: Realize, 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA19_ID5295_31082018230201.pdf. Acesso em: 3 mar. 2023.

HELLE, Laura; TYNJÄLÄ, Päivi; OLKINUORA, Erkki. Project-based learning in post-secondary education – theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, [S. l.], n. 51, p. 287-314, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226593203_Project-Based_Learning_in_Post-Secondary_Education_-_Theory_Practice_and_Rubber_Sling_Shots. Acesso em: 10 abr. 2023.

LIMA, Isaias Batista; ALVES, Suiane Costa. **Educação ambiental e interdisciplinaridade: da explicitação de conceitos nos PCN e DCNEM à prática pedagógica no ensino médio.** Fortaleza: EdUECE, 2022.

MAROS, Milan; KORENKOVÁ, Marcela; FILA, Milan; LEVICKÝ, Michal; SCHOBEROVA, Maria. Project-based learning and its effectiveness: evidence from Slovakia. **Interactive Learning Environments**, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10494820.2021.1954036>. Acesso em: 10 abr. 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 13. ed. São Paulo: Hucitec, 2013.

MOROSINI, Marília Costa. Internacionalização do currículo: produção em organismos multilaterais. **Revista Roteiro**, [S. l.], v. 43, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/13090>. Acesso em: 3 mar. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação.** Brasília, DF: UNESCO; ABIPTI, 2022. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381115>. Acesso em: 4 abr. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Repensar a Educação: rumo a um bem comum mundial?** Brasília, DF: UNESCO; ABIPTI, 2016. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244670>. Acesso em: 3 mar. 2023.

QUEIROZ-NETO, José Pinheiro de; FARIAS, Marcella Sarah Filgueiras de; CHAGAS, Emanuelle Lorena Teixeira. Project Based Learning e Design Thinking em um projeto de intercâmbio. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, SP, v. 16, n. 3, p. 1791-1806, 2021. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/14557/11585>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ROMERO, Francisco Sacristán. La teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. **Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura**, [S. l.], n. 24, 2006. Disponível em: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/24_02.pdf. Acesso em: 3 mar. 2023.

SARRIA, Francisco Alonso. **Sistema de información geográfica**. Murcia: Universidad de Murcia, 2006. Disponível em: <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2023.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

Recebido em: 15 ago. 2023.

Aceito em: 03 out. 2023.