



remaea

Energias renováveis e educação ambiental: análise da produção acadêmica (2019-2024)

Maria Auxiliadora Rodrigues¹

Universidade Federal Rural do Semiárido

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4278-3995>

Jacqueline Cunha de Vasconcelos Martins²

Universidade Federal Rural do Semiárido

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3449-6409>

Alan Martins de Oliveira³

Universidade Federal Rural do Semiárido

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5696-3138>

Resumo: Este trabalho tem como objetivo analisar a literatura científica acerca da produção e impactos socioambientais da geração de Energias Renováveis e a relação com as práticas de Educação Ambiental, com abrangência temporal de 2019 a 2024. A metodologia consta de revisão sistemática nos portais de busca Periódicos CAPES e na BDTD. A maioria da literatura investigada destaca a importância da abordagem integrada e multidisciplinar na avaliação e mitigação dos impactos socioambientais da instalação e funcionamento de usinas de energia com matriz renovável. Aponta também para a necessidade de considerar os contextos locais e as diferentes dimensões ambientais, sociais e econômicas envolvidas na necessária transição energética. Espera-se que as reflexões estimulem o desenvolvimento de novas pesquisas e políticas públicas que promovam a transição para um sistema energético sustentável, equitativo, resiliente e inclusivo.

Palavras-chave: Práticas de Educação Ambiental; Energias Renováveis; Transdisciplinaridade.

Energías renovables y educación ambiental: análisis de la producción académica (2019-2024)

¹ Licenciada em Educação do Campo, Mestra do Programa de Pós-Graduação em Cognição, Tecnologias e Instituições da Ufersa. E-mail: auxiliadorapm@outlook.com

² Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Cientista Social, professora do Departamento de Ciências Humanas da Ufersa. E-mail: jacquelinevasconcelos@ufersa.edu.br

³ Doutor em Fitotecnia, professor do Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais da Ufersa. E-mail: alanmartins@ufersa.edu.br

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo analizar la literatura científica acerca de la producción y los impactos socioambientales de la generación de Energías Renovables y su relación con las prácticas de Educación Ambiental, con un alcance temporal de 2019 a 2024. La metodología consiste en una revisión sistemática en los portales de búsqueda Periódicos CAPES y en la BDTD. La mayor parte de la literatura analizada destaca la importancia de un enfoque integrado y multidisciplinar en la evaluación y mitigación de los impactos socioambientales derivados de la instalación y el funcionamiento de centrales de energía con matriz renovable. También señala la necesidad de considerar los contextos locales y las distintas dimensiones ambientales, sociales y económicas implicadas en la necesaria transición energética. Se espera que estas reflexiones impulsen el desarrollo de nuevas investigaciones y políticas públicas que promuevan la transición hacia un sistema energético sostenible, equitativo, resiliente e inclusivo.

Palabras clave: Prácticas de Educación Ambiental; Revisión de Literatura; Transdisciplinariedad.

Renewable energies and environmental education: analysis of academic production (2019-2024)

Abstract: This study aims to analyze the scientific literature on the production and socio-environmental impacts of Renewable Energy generation and its relationship with Environmental Education practices, covering the period from 2019 to 2024. The methodology consists of a systematic review conducted in the CAPES Periodicals and BDTD search portals. Most of the literature reviewed highlights the importance of an integrated and multidisciplinary approach in assessing and mitigating the socio-environmental impacts arising from the installation and operation of renewable energy power plants. It also points to the need to consider local contexts and the different environmental, social, and economic dimensions involved in the necessary energy transition. It is expected that these reflections will foster the development of new research and public policies that promote the transition toward a sustainable, equitable, resilient, and inclusive energy system.

Keywords: Environmental Education Practices; Literature Review; Transdisciplinarity.

Introdução

O Brasil é um dos países que se destaca na geração de Energias Renováveis (ERs) no mundo. Segundo o plano decenal brasileiro para energia elétrica, a capacidade instalada no país é 85% de origem renovável com ênfase às hidrelétricas com 59%, mas conta também com o crescimento exponencial de outras fontes renováveis, nas quais se destacam a energia eólica (9%) e a solar (6%). No plano, a projeção de crescimento destas duas últimas fontes para 2030 é de 14% para cada, o que contribuirá para elevar ainda mais o percentual da matriz energética no país (Brasil, 2021).

As ERs, incluindo hidrelétrica, solar, eólica, biomassa, hidrogênio e geotérmica, são fundamentais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Ao contrário dos combustíveis fósseis, tais fontes de ERs são geradas a partir de recursos naturais abundantes e oferecem fontes menos poluentes para as gerações futuras. Além disso, a adoção de matrizes renováveis contribui para a promoção do desenvolvimento econômico através da criação de empregos verdes e reduzir a dependência

de importações de combustíveis fósseis, fortalecendo assim a segurança energética dos países. A diversificação da matriz energética é um requisito para aumentar a resiliência do sistema energético e reduzir os riscos associados a choques de preços e interrupções no fornecimento de energia (Ventura; Davel, 2021).

O crescente reconhecimento da urgência em combater as mudanças climáticas e reduzir a dependência de combustíveis fósseis tem impulsionado uma transição global em direção às ERs com vistas a um futuro energético sustentável, sendo necessário ressaltar a crítica aos impactos socioambientais associados a essa transição (Ferreira; Camacho; Guimarães, 2019).

Contudo, a ênfase neste artigo não se refere aos impactos socioambientais e econômicos positivos da geração de ERs, uma vez que já existe vasta literatura disponível nesta ótica. Por exemplo, sobre a redução da emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEEs), tão significativos no combate às mudanças climáticas; benefícios locais, como geração de emprego e renda; estímulo ao turismo; e redução de riscos comuns às matrizes de origem fóssil, como explosões e contaminação ambiental (Teixeira, 2023; Dalazen et al., 2022; Hofstaetter; Azevedo, 2021).

Nesta pesquisa, também não se pretende entrar no debate da energia nuclear, fonte não renovável, mas com a grande vantagem de não emissão de GEEs. Contudo, é alvo de preocupação dos ambientalistas, quanto aos detritos nucleares que levam milhares de anos para serem reincorporados à natureza, além dos riscos de explosões. Conforme destacado em Brasil (2021), para este tipo de energia o país possui duas usinas funcionais, ambas no Rio de Janeiro/RJ (Angra dos Reis I e II), que disponibilizam 1% da capacidade energética nacional, além de uma terceira usina em construção.

Sánchez (2020) alerta que os debates sobre as ERs não podem ser limitados aos aspectos técnicos e econômicos, mas também devem abranger de forma crítica os impactos socioambientais associados a essas tecnologias. Logo, ignorar tais impactos tem como consequências danos ambientais que afetam sobretudo as comunidades locais e os grupos vulneráveis.

Neste sentido, o viés que direciona esta investigação é a identificação dos impactos socioambientais negativos das fontes de ERs, com base na premissa de que não existe

“energia limpa”. Mesmo as fontes que utilizam matrizes altamente renováveis, como as de origem eólica ou solar, têm impactos também negativos. Cabe destacar inclusive os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (ONU, 2015), no ODS-7 “Energia limpa e acessível”. Cabe a ressalva de que o termo energia “limpa” utilizado nos ODS, parece ter finalidade didática, visto que tecnicamente o correto seria chamar de energia de baixo carbono ou de baixo impacto ou ainda, simplesmente de energia renovável.

Associar as ERs com o desenvolvimento sustentável é imprescindível, mas é necessário ter senso crítico ao discurso midiático em torno da gigantesca indústria destas fontes de energia e seus impactos percebidos tanto na natureza como nas comunidades. Por isso, Ferreira, Camacho e Guimarães (2019) alertam para a necessidade de conhecer a percepção das comunidades locais em torno dos impactos desta indústria em seus contextos e qualidade de vida.

No mesmo entendimento, Ventura e Davel (2021) destacam ainda que as ERs apresentam como possíveis efeitos colaterais, a fragmentação de habitats naturais, interferência na vida selvagem, alterações nos padrões dos ventos e de fluxo de água, deslocamento de comunidades locais e questões relacionadas à justiça ambiental. Para os autores os “impactos [socioambientais] podem ser locais, regionais ou globais; podem decorrer de ações ligadas a organizações de diferentes portes e setores produtivos, mas também de indivíduos e comunidades” (Ventura e Davel, 2021, p. 709).

Nos últimos anos, a discussão em torno destes impactos socioambientais relacionados às ERs tem ganhado cada vez mais relevância, impulsionada pelo crescente reconhecimento da necessidade de transição de matrizes de origem fóssil (petróleo, carvão mineral e gás natural) para fontes renováveis.

Com estes esclarecimentos, é necessário dar ênfase ao crescente interesse e expansão das pesquisas sobre ERs e verificar que há uma lacuna notável nas produções acadêmicas quanto ao papel da Educação Ambiental (EA) na análise específica dos impactos socioambientais. Esse vácuo científico pode gerar na sociedade o sentimento de que as ERs possuem apenas vantagens, enquanto as energias não renováveis são as vilãs do desenvolvimento sustentável.

Enquanto política pública a EA está prevista na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), na qual consta o conceito adotado neste artigo:

A Educação Ambiental compreende os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, 2019, p. 01).

A conexão da EA com as ERs torna-se ainda mais evidente quando se avalia o caráter transdisciplinar previsto na própria PNEA, como um dos princípios básicos das políticas de EA. A transdisciplinaridade aqui entendida como a perspectiva do enlace de conhecimentos simultâneos de duas ou mais disciplinas, “cuja explicativa não se enquadra completamente em nenhuma das disciplinas tradicionais sozinha” (Lima-e-Silva et al., 2002, p.233).

Ao examinar criticamente as produções acadêmicas publicadas em revistas científicas, teses e dissertações entre 2019 e 2024, que relacionam ERs com a EA, este estudo pode contribuir para ampliar a compreensão dos desafios e oportunidades e fornecer *insights* valiosos para formuladores de políticas públicas, para subsidiar pesquisadores e demais interessados na promoção do desenvolvimento sustentável.

Assim, este trabalho tem como objetivo geral analisar a literatura científica acerca da produção e impactos socioambientais da geração de ERs e a relação com as práticas de EA, com abrangência temporal de 2019 a 2024.

Os objetivos específicos são: analisar a produção acadêmica identificada por meio da expressão-chave de busca “educação ambiental e energias renováveis”, no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), por meio de revisão sistemática; propor pesquisas sobre a EA formal e não formal que possam contribuir com a elaboração de políticas públicas direcionadas para escolas, universidades e demais setores da sociedade em torno da temática geração de ERs no Brasil.

Metodologia

A identificação da produção acadêmica sobre o tema de pesquisa proposto se deu por meio de revisão sistemática da literatura, com base nas metodologias adotadas por Paiva (2023) e Galvão e Pereira (2014), em seis etapas descritas a seguir.

1) Elaboração do problema de pesquisa: “Qual a relação entre educação ambiental e os impactos socioambientais das energias renováveis?”.

2) Definição da expressão-chave de busca “educação ambiental e energias renováveis”.

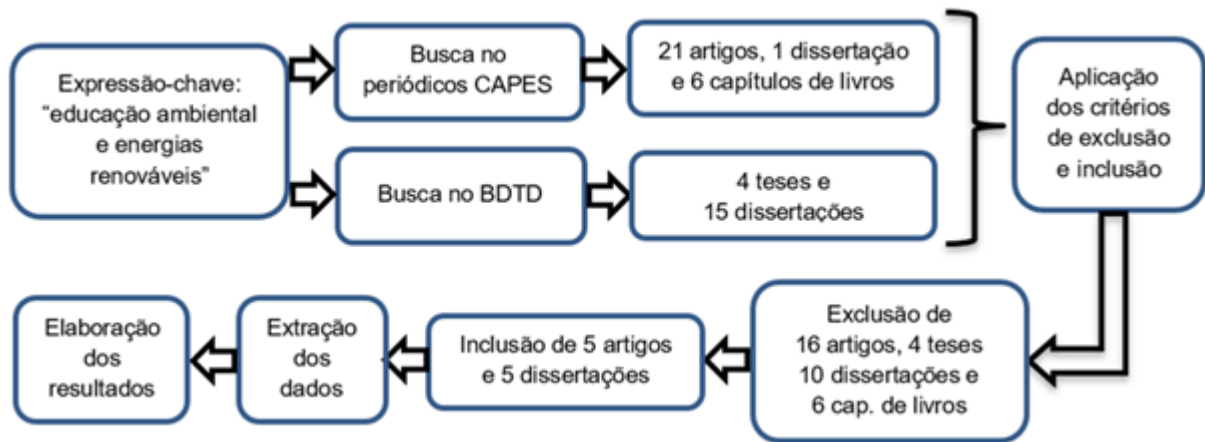
3) Definição das fontes de busca prioritariamente em dois portais consolidados e amplamente utilizados para revisões bibliográficas, o portal de periódicos da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

4) Recorte temporal da pesquisa em 5 anos, de junho de 2019 a junho de 2024. O intervalo relativamente curto, justifica-se pelo propósito de associar a temática com o crescimento exponencial do surgimento de usinas de ERs, em especial no Brasil, verificado nos anos recentes e para identificar se os autores estabelecem correlação entre ERs e EA.

5) Delimitação dos critérios de exclusão: estudos realizados anteriores a junho de 2019; os não catalogados nos periódicos CAPES e na BDTD; e os não relacionados ao problema proposto. No caso dos artigos científicos, foram delimitados os listados na avaliação quadrienal 2017-2020 da Plataforma Sucupira da CAPES.

6) Delimitação dos critérios de inclusão: abordagens em torno das temáticas EA e ERs com estratégias educacionais, formais ou não. Por exemplo, foram desconsiderados estudos sobre os impactos ambientais que se referiam às ações de EA de forma genérica, apenas como “algo necessário”, pela obviedade desse tipo de conclusão. Portanto, a ênfase em pesquisas que efetivamente apontam propostas ou exemplos práticos das ações de EA e as que realizaram diagnósticos locais, desde artigos em periódicos científicos, livros, capítulos de livros, teses e dissertações. Vale esclarecer que foi registrado uma única vez aqueles trabalhos constantes em ambas as plataformas. Na Figura 1 consta o fluxograma das etapas da revisão sistemática.

Figura I: Fluxograma das etapas da revisão sistemática de literatura científica para a expressão-chave “educação ambiental e energias renováveis”.



Fonte: elaboração própria, adaptada de: Paiva (2023), Galvão e Pereira (2014).

Resultados e Discussão

A busca por publicações utilizando a expressão-chave “educação ambiental e energias renováveis” resultou: no Periódicos CAPES, em 22 artigos científicos, 06 capítulos de livros e 01 dissertação de mestrado; e na BDTD, em 04 teses de doutorado e 15 dissertações de mestrado.

A leitura destes trabalhos, para fins de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, resultou em 10 pesquisas, que se enquadram no *corpus* da pesquisa, sendo 5 artigos científicos em periódicos e 5 dissertações de mestrado (Quadro 1).

Quadro I: *Corpus* da revisão sistemática de literatura com a expressão-chave de busca “educação ambiental e energias renováveis”, no Periódicos CAPES e BDTD, disposta em ordem cronológica decrescente.

Nº	Autores (ano)	Título da pesquisa	Tipo de referência
01	Araújo et al. (2024)	Educação ambiental e energias sustentáveis uma contribuição para a formação de cidadãos conscientes.	Artigo em periódico científico
02	Gomes et al. (2024)	Fogões solares: uma alternativa sustentável para universidades, escolas e comunidades no contexto do ensino, pesquisa e extensão.	Artigo em periódico científico
03	Silva et al. (2023)	School and academic knowledge: thinking and discussing environmental education for the construction of a critical society.	Artigo em periódico científico
04	Agatão (2022)	Energia solar para a sustentabilidade ambiental: desenvolvimento	Dissertação de

		de recursos educacionais.	Mestrado
05	Santos (2022)	Informação ambiental para o desenvolvimento sustentável nas escolas de Nova Soure/BA: uma proposta para o ensino fundamental II no contexto da energia eólica.	Dissertação de Mestrado
06	Santos et al. (2021)	Ensino de matemática e Educação Ambiental: modelagem com energias renováveis no semiárido brasileiro.	Artigo em periódico científico
07	Ferreira (2020)	Elaboração de sequência didática visando a produção de jogos sobre fontes de energia renováveis	Dissertação de Mestrado
08	Cruz (2019)	Sequência didática baseada na energia solar fotovoltaica como auxílio ao ensino de física no 3º ano do ensino médio.	Dissertação de Mestrado
09	Gómez, May e Romero (2019)	Transición energética, neextractivismo y resistencia en una comunidad maya: una experiencia para la educación ambiental	Artigo em periódico científico
10	Nascimento (2019)	Física e meio ambiente: produção e consumo racional de energia.	Dissertação de Mestrado

Fonte: elaboração própria (2024).

Por meio da análise sistemática verificou-se que as pesquisas excluídas são importantes investigações que tratam dos impactos socioambientais relacionados às ERs. Contudo, as referências à EA ocorrem genericamente, apenas apontam essa estratégia educacional como relevante caminho para minimizar impactos negativos para as populações locais, mas efetivamente não fazem a conexão entre as temáticas.

É pertinente observar que na elaboração de um trabalho científico, segundo a Norma NBR 6028:2021 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a palavra-chave de um texto científico deve ser “representativa do conteúdo do documento” (ABNT, 2021, p. 5). Assim, é fundamental que pesquisadores e revisores atentem para a importância das palavras-chave na identificação do conteúdo abordado. Não é conveniente usar expressões chamativas ou “da moda”, efetivamente não desenvolvidas no texto, pois podem confundir e mesmo prejudicar as pesquisas de revisão de literatura.

Justifica-se o rigor na exclusão de trabalhos que não tratam diretamente da EA, mesmo considerando a relevância das abordagens, uma vez que nesta revisão busca-se verificar ações efetivas de EA relacionadas com os impactos socioambientais das ERs.

Neste levantamento bibliográfico, a maioria das pesquisas identificadas direciona para ações de EA em escolas de ensinos fundamental e médio, em confluência com o que

prevê a PNEA (Brasil, 1999) ao destacar ainda as práticas de EA não-formal, “voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente”.

Dentre os trabalhos incluídos constam quatro dissertações de mestrado (Santos, 2022; Ferreira, 2020; Cruz, 2019 e Nascimento, 2019) e um artigo científico (Santos et al., 2021) que tratam da elaboração de sequência didática aplicada às ERs. São pesquisas norteadoras sobre o papel da escola na formação cidadã, isto é, tratam de intervenções realizadas acerca da geração das ERs na sociedade. Verifica-se ainda, que estão em confluência com a meta 7 do ODS-4 da agenda 2030 da ONU, que se refere à educação como necessária à promoção do desenvolvimento sustentável:

Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015).

Santos (2022) realizou a pesquisa de mestrado em escolas de ensino fundamental II, em Nova Soure-BA, na perspectiva do desenvolvimento ambiental, econômico e social relacionado às usinas de energia eólica, em grande expansão no município. Ao final da intervenção, foi elaborada uma cartilha direcionada aos professores e professoras que ministram a componente curricular Ciências Naturais, para fins de capacitação e diálogo com estudantes e população do município.

A pesquisa de mestrado em ensino de Biologia, desenvolvida por Ferreira (2020), ocorreu com estudantes do 3º ano do ensino médio em uma escola do Rio de Janeiro-RJ. O trabalho descreve as práticas realizadas, com destaque para rodas de conversa, aula de campo em um museu temático da companhia de energia local, exposição fotográfica feita pelos estudantes, jogos didáticos e, com destaque, a construção e apresentação de uma cartilha que descreve cada uma dessas ações, incluindo as regras dos referidos jogos.

Outra pesquisa que contém uma sequência didática, foi desenvolvida na dissertação de mestrado de Cruz (2019), também com alunos do 3º do ensino médio, em uma escola estadual, no município de Manaus-AM. Neste caso, o foco da pesquisa foi na componente

curricular Física, na abordagem do conteúdo de eletricidade, com ênfase às ERs. No trabalho estão descritas as práticas pedagógicas utilizadas, com destaque para a criação de uma placa fotovoltaica. Esta é uma pesquisa bastante inovadora, em termos de prática pedagógica, no sentido de que a temática é confluyente com os requisitos de EA com aplicação para a compreensão física dos fenômenos. Percebe-se diferenças evidentes quando comparada à pesquisa de Ferreira (2020), com caráter mais reflexivo quanto aos aspectos socioambientais.

Em outra dissertação de mestrado, Nascimento (2019) realizou pesquisa com estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola estadual no sul de Minas. Também com a componente curricular Física, apresentou uma prática de sequência didática. Neste caso, o aspecto da EA relacionado às ERs foi protagonista de toda a proposta pedagógica. Dentre as conclusões do estudo, verifica-se que as questões socioambientais não eram previamente conhecidas de forma sistematizada pelos estudantes. Com a aplicação do projeto, as questões foram analisadas em uma perspectiva política e econômica, sobretudo quanto à relação do efeito estufa com a emissão de gases poluentes derivados de combustíveis de origem fóssil.

Ainda tratando das sequências didáticas como práticas avaliadas em pesquisas científicas, cabe mencionar o trabalho realizado por Santos et al. (2021) no qual são apresentadas três práticas pedagógicas aplicadas às ERs de forma transversal ao ensino da Matemática. O trabalho confirma que é bastante plausível aplicar a EA em uma componente curricular das ciências exatas. Esta pesquisa evidencia ainda a possibilidade de transdisciplinaridade com a Geografia e a Biologia.

As pesquisas que conectam as ERs com a EA também podem ser realizadas como resultado de ações de extensão universitária, a exemplo do artigo publicado por Gomes et al. (2024). Os autores relatam que o grupo “usina escola: formação de competências de tecnologias solares” composto por professores e estudantes das Engenharias da Universidade Federal da Paraíba, desenvolveu fogões solares de três tipos diferentes. Os equipamentos possuem baixo custo e podem ser implementados inclusive em comunidades rurais e indígenas. Contudo, apenas um dos tipos de fogão foi realmente testado e obteve êxito na cocção de legumes. Fica implícito que a referida atividade de extensão ocorre continuamente e os demais tipos de fogões também passarão por experimentos e posterior socialização como prática formativa em escolas e no ambiente universitário.

Estudos também podem ser desenvolvidos com técnicas de metodologia quantitativa, como a aplicação de questionários para posterior sumarização e apresentação de dados. Nesses casos, via de regra, observa-se que o propósito das investigações é a realização de diagnóstico de uma dada realidade. No contexto das ERs aplicadas à EA, verificou-se que as pesquisas de Araújo et al (2024) e Silva et al. (2023) seguem essa estratégia metodológica.

Araújo et al. (2024), na trilha de aprofundamento em sustentabilidade no formato do Novo Ensino Médio, focaram na componente curricular 'Energias Sustentáveis', em uma escola estadual no município de Ubajara-CE. Foi aplicado questionário com os estudantes para avaliar a percepção destes sobre a importância dos conteúdos estudados, tanto para o desenvolvimento sustentável como para o desenvolvimento pessoal. Os secundaristas destacaram a importância da preservação ambiental e que as aulas incentivaram na adoção de comportamentos na perspectiva da sustentabilidade.

No trabalho de Silva et al. (2023), o questionário foi direcionado para o público acadêmico da Universidade Federal da Paraíba. Os autores categorizaram como limitado o conhecimento do público-alvo sobre EA e o uso de ERs no Brasil e no mundo. Com base nos resultados da pesquisa apresenta-se conclusão similar à realizada por Araújo et al. (2024), de que a EA deve ser priorizada nas séries iniciais do ensino formal e que deve ser dada sequência ao longo da vida escolar.

Na PNEA (Brasil, 1999) também é dado destaque à educação não formal como essencial, uma vez que é um dos importantes caminhos que pode conectar escola, universidade e sociedade. Conforme verificado no presente levantamento bibliográfico, a maioria das pesquisas dá pouca ênfase a essa estratégia, com exceção dos trabalhos desenvolvidos por Agatão (2022) e Gómez, May e Romero (2019).

Agatão (2022), em sua dissertação de mestrado, estabeleceu como objetivo desenvolver recursos educacionais para serem usados como instrumentos auxiliares em práticas de EA. Entre outras ações realizadas, foram construídos protótipos de um sistema de geração elétrico fotovoltaico, um sistema de aquecimento de água por meio de *boiler* solar e um dessecador solar. A autora também elaborou na forma de *e-books* cartilhas do tipo 'faça você mesmo', com vistas à socialização das tecnologias desenvolvidas.

Gómez, May e Romero (2019) publicaram em periódico brasileiro experiência desenvolvida em um povoado no Estado Mexicano de Yucatán. O estudo de caso destaca as ações das empresas responsáveis pela instalação de projetos de ERs e do próprio governo local. Para os autores a falta de informações e as incertezas sobre os impactos é algo comum não só naquele país, mas também em outros da América Latina, conforme enfatizam:

Para a educação ambiental, experiências desse tipo são altamente significativas, pois permitem compreender que, diante do modelo neoextrativista de ocupação territorial que ocorre na América Latina, alternativas e aprendizados também se constroem na resistência local (Gómez, May e Romero, 2019, p. 21).

Sobre o avanço expressivo da instalação de usinas de ERs no Brasil, especialmente na Região Nordeste, é necessário considerar os aspectos estéticos e de poluição visual na avaliação dos impactos socioambientais e econômicos das infraestruturas dos empreendimentos, não apenas durante suas instalações, mas também no acompanhamento durante toda a vida útil dos empreendimentos.

Fica patente a necessidade de envolvimento das comunidades locais no processo de planejamento e tomada de decisões, garantindo assim que as percepções e anseios locais sejam adequadamente considerados, com ênfase aos valores culturais. Nesse contexto, a EA é uma estratégia primordial apontada nos trabalhos acadêmicos levantados nesta pesquisa.

Apesar das exigências legais, a exemplo da PNEA e da comprovação documental nas instâncias deliberativas de escolas e universidades, a EA ainda carece de consolidação como política pública, decorrente de exigência e mobilização da sociedade.

Em conjunto, os estudos demonstram a complexidade dos impactos socioambientais das ERs e ressaltam a importância de uma abordagem integrada e multidisciplinar na avaliação e mitigação dos diversos impactos. Os pesquisadores destacam também a necessidade de considerar cuidadosamente os contextos locais e as diferentes dimensões sociais, econômicas e ambientais envolvidas na transição para um sistema energético sustentável.

Considerações finais

Nos portais científicos Periódicos Capes e BDTD, após aplicados os critérios de inclusão e exclusão previstos na metodologia por meio de revisão bibliográfica sistemática,

foram identificados dez trabalhos com a expressão-chave de busca “educação ambiental e energias renováveis”.

Destes, cinco abordam relatos de experiências de EA, por meio de sequência didática e apresentação de produtos que podem ser replicados em outras realidades. Dois artigos tratam da aplicação de questionários para fins de diagnósticos socioambientais em estudos de casos. Há o registro de três pesquisas sobre EA não formal associadas às ERs e uma pesquisa traz relato de experiência de EA desenvolvida em atividades de extensão universitária.

A maioria da literatura investigada destaca a importância da abordagem integrada e multidisciplinar na avaliação e mitigação dos impactos socioambientais da instalação e funcionamento de usinas de energia com matriz renovável. Aponta também para a necessidade de considerar os contextos locais e as diferentes dimensões ambientais, sociais e econômicas envolvidas na necessária transição energética.

Destaca-se que as vantagens da implantação de projetos de ERs são expressivas e este artigo não se deteve em enumerar tais benefícios, a exemplo da redução da emissão de gases de efeito estufa. É importante frisar, para que o texto não passe a ideia de apologia contra as ERs. Ao contrário, são necessárias e urgentes. Porém, diante do aumento, por vezes desordenado, da implantação de usinas de energias renováveis, a educação ambiental assume papel estratégico para promover uma compreensão crítica sobre seus impactos socioambientais, garantindo que a transição energética ocorra de forma justa e sustentável. É imprescindível que sua implementação considere os efeitos sobre comunidades locais, biodiversidade e dinâmicas territoriais. A reflexão e a participação social qualificadas, inclusive como requisito legal no processo de licenciamento ambiental, dialogam diretamente com as diretrizes estabelecidas pela PNEA (Brasil, 1999), que reconhece a educação ambiental como instrumento essencial para a construção de sociedades sustentáveis. Assim, conciliar a urgência da expansão de projetos de energia de baixo carbono com a análise crítica e participativa de seus impactos é condição indispensável para que a transição energética seja, de fato, ambientalmente responsável e socialmente inclusiva.

Diante do exposto, este levantamento contribui para uma compreensão mais abrangente dos desafios e oportunidades relacionados às ERs, destacando a necessidade de uma abordagem integrada e participativa sobre a segurança energética nacional. Espera-se

que as reflexões apresentadas com o compilado de trabalhos acadêmicos que serviram de base, estimulem o desenvolvimento de novas pesquisas e políticas públicas que promovam a transição para um sistema energético sustentável, equitativo, resiliente e inclusivo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028: **Informação e documentação: resumo, resenha e resenha - apresentação**. Rio de Janeiro, 7 p., 2021.

AGATÃO, Isabela Martins. **Energia solar para a sustentabilidade ambiental: desenvolvimento de recursos educacionais**. 2022. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em <https://www.bdtd.uerj.br:8443/handle/1/18429> Acesso em 11 jun. 2024.

ARAÚJO, Fábio José de; SILVA, Júlio César Camêlo da; GUIMARÃES JÚNIOR, Mauro Porfirio Barbosa; CARRETERO, Jônathas dos Santos; GRAF, Lucimar; LIMA, José Jairo Santos; SOUZA, Valéria Costa; OLIVEIRA, Patrícia da Silva; SANTOS, Silvana Maria Aparecida Viana. Educação ambiental e energias sustentáveis uma contribuição para a formação de cidadãos conscientes. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1160–1179, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2984>. Acesso em 11 jun. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030**. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília/DF: MME/EPE, 2021, 453p.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília/DF, 1999. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em 08 jan. 2024.

CRUZ, Alê de Souza. **Sequência didática baseada na energia solar fotovoltaica como auxílio ao ensino de física no 3º ano do ensino médio**. 122 p. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus-AM, 2019. Disponível em <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/649>. Acesso em 08 jan. 2024.

DALAZEN, Luciano Luiz; SILVA, Robson de Faria; KACZAM, Fabíola; SILVA, Luciana Santos Costa Vieira da; SANTOS, Rafael Vieira dos; SILVA, Bruno Nogueira; MUNHOZ JUNIOR, Joel Pereira. As práticas sustentáveis para a mitigação dos gases de efeito estufa: uma revisão sistemática de literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba/PR, v.8, n.5, 2022. Disponível em <https://ojs.brazilianjournals.com.br/index.php/BRJD/article/view/48094>. Acesso em 19 jun. 2024.

FERREIRA, Fabiana; CAMACHO, Ramiro; GUIMARÃES, Rodrigo. Percepção dos impactos socioambientais da implantação de parques eólicos na comunidade de Ponta do Mel, Areia

Branca/RN. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 73, p. 262-279, 2019. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n73p262>. Acesso em 19 jun. 2024.

FERREIRA, Vanessa Moura. **Elaboração de sequência didática visando a produção de jogos para o ensino de fontes de energia renováveis**, 2020, 116p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em <https://www.bdttd.uerj.br:8443/handle/1/20752>. Acesso em 05 jun. 2024.

GALVÃO, Tais Freire.; PEREIRA, Mauricio Gomes. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n.1, p.183-184, 2014. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v23n1/v23n1a18.pdf>. Acesso em 10 jun. 2024.

GOMES, Michelli Mayara de Medeiros; CAVALCANTE, Renan Douglas Lopes da Silva; REBOUÇAS, Hilary Victoria do Nascimento; FERREIRA, Gabrielli de Souto; SANTOS, Maria Eduarda Tavares dos; MARQUES, Adriano da Silva; LAGO, Taynara Geysa Silva do. Fogões solares: uma alternativa sustentável para universidades, escolas e comunidades no contexto do ensino, pesquisa e extensão. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 118–129, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/15432>. Acesso em 11 jun. 2024.

GÓMEZ, Aida Luz López; MAY, Ezer R.; ROMERO, María de la Luz Tabaco. Transición energética, neoextractivismo y resistencia en una comunidad maya: una experiencia para la Educación Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. l.], p. 114–136, 2019. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/9469>. Acesso em 11 jun. 2024.

HOFSTAETTER, Moema; AZEVEDO, Francisco Fransualdo de. Ordenamento territorial e impactos do processo de turistificação e produção de energia eólica no litoral do Nordeste do Brasil. **Revista GeoNordeste**, v. 32 n. 2, 2021 (Dossiê Territórios Costeiros). Disponível em <https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/16130>. Acesso em 19 jun. 2024.

LIMA-E-SILVA, Pedro Paulo; GUERRA, Antonio José Teixeira; MOUSINHO, Patrícia.; BUENO, Cecília.; ALMEIDA, Flávio.; MALHEIROS, Tais.; SOUZA JÚNIOR, Antonio de. **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: Thex editora, 2002.
NASCIMENTO, Alex Silva do. **Física e meio ambiente: produção e consumo racional de energia**. 2019. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019. Disponível em <https://repositorio.ufla.br/handle/1/33635>. Acesso em 01 mai. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. 2015. <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em 18 mai 2024.

PAIVA, Antonia Jaqueline Vitor de. **Dilemas socioambientais como estratégia de educação ambiental para estudantes surdos da educação especial**. Dissertação (Mestrado em

Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia), Universidade Federal da Amazônia (UFAM), Manaus/AM, 128p, 2023. Disponível em <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9802>. Acesso em 10 jun. 2024.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 3. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, Carina dos. **Informação ambiental para o desenvolvimento sustentável nas escolas de Nova Soure/BA: uma proposta para o ensino fundamental II no contexto da energia eólica**. 2022. 94p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão da Informação e do Conhecimento) – UFS, São Cristóvão, 2022. Disponível em <https://ri.ufs.br/handle/riufs/16930>. Acesso em 22 abr. 2024.

SANTOS, Vanessa Danielle Ferreira Lima dos; ALMEIDA, Hevelyn Kelly Samara Leite de; CARVALHO, Erick Macêdo; SOUZA, Tiago Luiz Santana de; LIMA, Regina Lúcia Félix de Aguiar; LIMA JÚNIOR, Claudemiro. Ensino de matemática e Educação Ambiental: modelagem com energias renováveis no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 148–162, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10460>. Acesso em 11 jun. 2024.

SILVA, Emanuely Cristovão Barbosa da; BORGES, Igo Marinho Serafim; VIRGINIO, Laryssa Kelly de Almeida; FERNANDES, Amanda Cristiane Gonçalves; MARTINS, Miriam Souza; PESSOA, Dihego de Souza; SANTOS, Magna Jussara Rodrigues; MACIEL, Jasmyne Karla Vieira Souza; SILVA, Maria Hozana da; FREIRE, João Guilherme Tejo Barros. School and academic knowledge: thinking and discussing environmental education for the construction of a critical society. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. e18012240129, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40129>. Acesso em 11 jun. 2024.

TEIXEIRA, Rylanneive Leonardo Pontes. **Energias renováveis no Nordeste do Brasil e as relações com a adaptação às mudanças climáticas**. 2023. 348p. Tese (Doutorado em Estudos Urbanos e Regionais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/54913>. Acesso em 11 jun. 2024.

VENTURA, Andrea Cardoso; DAVEL, Eduardo Paes Barreto. Socio-environmental Impact of Research. **Organizações & Sociedade**, v. 28, n. 99, p. 710–721, out. 2021. Disponível em <https://www.scielo.br/j/osoc/a/8XGC6yXZRgptjmCxi9vSq4L/abstract/?lang=pt#>. Acesso em 11 jun. 2024.

Submetido em: 26-11-2024

Publicado em: 10-04-2026