

SUSTENTABILIDADE E O USO DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS COMO MÉTODO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Marcos Victor do Carmo Loiola¹

Marcos Antonio Vanderlei Silva²

Valdineide Reis Sousa³

Luama Soraia Coelho Lins⁴

Luiz Antonio Costa de Santana⁵

Resumo: Este artigo teve como objetivo examinar como o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) é aplicado por meio do uso de Indicadores de Sustentabilidade (IS). A revisão sistemática da literatura adotou procedimentos metodológicos participativos com diversos atores do contexto prático, utilizando critérios de inclusão e exclusão para selecionar textos científicos relevantes dos últimos 20 anos, tanto em português quanto em inglês. Observou-se que o processo de aplicação dos IS teve início em comunidades escolares no sul do país e se expandiu para outros territórios, envolvendo pesquisadores nacionais e internacionais. Conclui-se que os IS não apenas possuem um caráter pedagógico, mas também representam uma oportunidade para autoavaliação, automonitoramento e implementação da EA em ambientes rurais. Em síntese, este estudo destaca a importância dos IS como ferramentas que não apenas avaliam a sustentabilidade, mas também fortalecem a prática da EA, capacitando indivíduos a adotarem comportamentos mais sustentáveis e contribuírem para um futuro ambientalmente consciente e equilibrado.

Palavras-chave: Revisão Sistemática; Indicadores de Sustentabilidade; Meio Ambiente.

¹ Universidade do Estado da Bahia. E-mail: mloiola@gmail.com,

² Universidade do Estado da Bahia. E-mail: maavsilva@uneb.br.

³ Universidade do Estado da Bahia. E-mail: neidereis1020@gmail.com.

⁴ Universidade de Pernambuco. E-mail: luama.lins@upe.br.

⁵ Universidade do Estado da Bahia. E-mail: lasantana@uneb.br

Abstract: This article aimed to examine how Environmental Education (EE) is applied through the use of Sustainability Indicators (SI). The systematic literature review adopted participatory methodological procedures involving various stakeholders from practical contexts, using inclusion and exclusion criteria to select relevant scientific texts from the last 20 years, in both Portuguese and English. It was observed that the implementation process of SIs began in school communities in the southern part of the country and expanded to other territories, involving both national and international researchers. It is concluded that SIs not only have a pedagogical nature but also represent an opportunity for self-assessment, self-monitoring, and implementation of EE in rural environments. In summary, this study underscores the importance of SIs as tools that not only assess sustainability but also strengthen EE practices, empowering individuals to adopt more sustainable behaviors and contribute to an environmentally conscious and balanced future.

Keywords: Systematic Review; Sustainability Indicators; Environment.

Introdução

No mundo em constante transformação, a sustentabilidade está se tornando cada vez mais importante, e o uso de indicadores de sustentabilidade (IS) para a Educação Ambiental (EA) é essencial para promover práticas responsáveis e construir um futuro social e economicamente consciente e sustentável perante o meio ambiente (Loureiro, 2019). Esse cenário se deve ao aumento da conscientização sobre os impactos ambientais e à importância de preservar os recursos naturais para as gerações futuras, desenvolvendo assim um sistema ecoconsciente (Loureiro, 2019; Raymundo *et al.*, 2019; Vieira; Campos, 2021).

A sustentabilidade e a preservação ambiental estão ganhando mais espaço em nossa sociedade e, nesse contexto, a Educação Ambiental (EA) é essencial para aumentar a conscientização e formar cidadãos ambientalmente conscientes e responsáveis (Loureiro, 2019; Raymundo *et al.*, 2019; Vieira; Campos, 2021). Assim, os indicadores de sustentabilidade (IS) são uma ferramenta poderosa para auxiliar nesse processo educacional, pois permitem medir, avaliar e acompanhar o progresso em direção a práticas mais sustentáveis e uma produção agrícola equilibrada (Ball; Maguire; Braun, 2016; Menêzes; Martins, 2021).

No entanto, a existência de novas políticas públicas se faz necessária para abordar os problemas de vulnerabilidade socioambiental e desigualdades resultantes da globalização, e Santos (2001) descreve esse processo como o ponto alto da internacionalização do capitalismo mundial. Além disso, a EA é essencial tanto para a sociedade quanto para o mundo, e tem sido alvo de disputas políticas em vários contextos, tanto a nível global quanto nacional (Mussi *et al.*, 2019). Entretanto, esse campo ainda é ignorado nos discursos

oficiais sobre políticas, bem como em documentos que embasam as práticas educacionais nas instituições de ensino no Brasil (Freire, 2001, p. 44-45; Ball; Maguire; Braun, 2016).

Reigota (2006, p. 10) define a EA como uma educação política, que reivindica e prepara os cidadãos para exigir justiça social, cidadania nacional e global, autogestão e ética nas relações sociais com a natureza. Como resultado dessa abordagem, é possível identificar a necessidade de desenvolver ferramentas para o monitoramento e avaliação das práticas que podem surgir como consequência das políticas públicas (Loureiro, 2019; Raymundo *et al.*, 2019; Vieira; Campos, 2021). Assim, as instituições de ensino apresentam-se como o local onde as políticas públicas se materializam e, portanto, podem ser vistas como um componente crucial da atuação, análise e avaliação dessas políticas ambientais (Sorrentino *et al.*, 2005).

Esse tema é relevante devido ao amplo espectro de aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade (IS) para o ensino, equilíbrio e produção ambiental, que considera a relação entre políticas e práticas a partir do agente ampliador do contexto de efetivação. Ou seja, as pessoas que participam do cotidiano da EA são muito mais do que apenas executores de políticas, elas são formadoras de consciências (Ball; Maguire; Braun, 2016). E, com base em suas experiências, conhecimentos, interpretações, traduções e ideais educacionais, elas são agentes potenciais para implementar políticas e, portanto, agentes de transformação da realidade por meio de um processo híbrido de atuação contextualizada e realista (Ball; Maguire; Braun, 2016; Sorrentino *et al.*, 2005).

Portanto, o conjunto de ideias apresentadas pelos IS permite a teorização e análise empírica desse processo complexo que ocorre nas instituições, configurando-se como uma espécie de micropolítica, que também pode ser aplicada ao produtor agrícola (Ball; Maguire; Braun, 2016). Além disso, os IS mostram a realidade social, destacando os processos de construção de um cenário ou a realização de investigações avaliativas em determinados grupos sociais, consequentemente construindo alicerces para uma EA mais ampla e realista (Mayer *et al.*, 2000; Minayo, 2009; Jannuzzi, 2017).

Por meio do conjunto de conceitos apresentados, o uso de IS se configura como uma espécie de micropolítica (Gavião; Lima, 2015). Além disso, a perspectiva heurística da abordagem do ciclo de políticas associada à EA permite a coleta de dados de natureza diversa e possibilita que os pesquisadores experimentem seu uso, além de adaptá-lo aos contextos de suas próprias pesquisas (Gavião; Lima, 2015; Mayer *et al.*, 2000). Em outras palavras, os indicadores representam a realidade social e enfatizam o significado de descrever os processos de construção do sistema, ou mesmo da realização de investigações avaliativas em grupos focais (Mayer *et al.*, 2000; Minayo, 2009; Jannuzzi, 2017).

Dessa forma, todo o processo de desenvolvimento da matriz de indicadores e EA baseia-se nessa perspectiva (Gavião; Lima, 2015). Assim, os projetos de pesquisa que criam instrumentos para realizar um diagnóstico preliminar das condições socioambientais de determinada área, bem como para acompanhar, monitorar e avaliar as práticas decorrentes das políticas públicas de EA, tornam-se necessários para traçar prioridades na seleção de pesquisas e colaborar com os sujeitos, visando a experiências práticas (Gavião; Lima, 2015).

Muitos indivíduos diretamente envolvidos com os estudos de IS e EA são convidados a rever suas pesquisas e atualizá-las conforme a realidade do ambiente produtivo, que está em constante mudança (Ball; Maguire; Braun, 2016). Considerando a participação de vários desses sujeitos que contribuíram com suas experiências e interpretações políticas para a melhoria da Matriz de Indicadores, estes adquiriram significado na Teoria da Atuação das Políticas de preservação e da EA (Ball; Maguire; Braun, 2016).

Dessa forma, este artigo tem como objetivo examinar como o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) é aplicado por meio do uso de Indicadores de Sustentabilidade (IS). Ou seja, este estudo descreve o processo pelo qual os indicadores podem avaliar as políticas públicas de Educação Ambiental (Mayer *et al.*, 2000). Este artigo utiliza uma revisão sistemática da literatura para desenvolver quatro subtópicos: a) A Educação Ambiental como Instrumento de Transformação; b) A Importância dos Indicadores de Sustentabilidade; c) Tipos de Indicadores de Sustentabilidade na Educação Ambiental; e d) Desafios e Benefícios da Utilização de Indicadores de Sustentabilidade na Educação Ambiental.

Desenvolvimento

a) Metodologia

Este artigo se baseia em uma revisão sistemática da literatura, adotando metodologias participativas conforme proposto por Booth, Sutton e Papaioannou (2016). A revisão sistemática é uma abordagem metodológica rigorosa que tem como objetivo principal identificar, selecionar e sintetizar de maneira organizada estudos relevantes sobre um tema específico. Para isso, realiza-se uma busca meticulosa em bases de dados eletrônicas, complementada por pesquisa manual em artigos, teses e outras fontes pertinentes, conforme preconizado por Booth, Sutton e Papaioannou (2016).

O método proposto por Booth, Sutton e Papaioannou (2016) também se destaca por sua abordagem participativa e rigorosa, visto que, essa metodologia não apenas busca identificar e selecionar estudos relevantes sobre um tema específico, mas também sintetizá-los de maneira organizada para oferecer uma visão abrangente e fundamentada sobre o assunto em questão, e isso garante que a revisão seja completa e que todos os estudos relevantes sejam considerados, além disso, essa análise permite não apenas

descrever os estudos individuais, mas também identificar padrões, lacunas na literatura e tendências emergentes relacionadas ao tema estudado.

O estudo se desdobra em quatro subtópicos delineados na introdução, abordando apenas estudos alinhados aos objetivos da revisão, selecionados com base em critérios predefinidos. O foco principal deste estudo empírico é proporcionar uma análise detalhada da aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade (IS) na Educação Ambiental (EA), destacando como esses indicadores podem medir e avaliar a eficácia das políticas públicas nessa área (Booth; Sutton; Papaioannou, 2016). Além disso, foram aplicados critérios claros de inclusão e exclusão, priorizando estudos de caso publicados nos últimos vinte anos, em português e inglês, em periódicos científicos de relevância (Gonçalves, De Oliveira & Gonçalves, 2022), garantindo assim a pertinência e atualidade das fontes utilizadas.

O estudo adotou análises qualitativas e quantitativas. A análise qualitativa incluiu uma avaliação minuciosa dos objetivos, métodos e resultados dos estudos selecionados, incorporando experiências práticas conforme metodologias participativas descritas por Booth, Sutton e Papaioannou (2016). As informações foram sintetizadas de forma organizada e acessível, permitindo a identificação de tendências e lacunas na literatura existente. Por sua vez, a análise quantitativa focou na coleta de dados numéricos dos estudos selecionados, possibilitando a apresentação de resultados significativos.

Os resultados destacam que os Indicadores de Sustentabilidade são ferramentas eficazes para avaliar e monitorar a Educação Ambiental, especialmente na medição de melhorias na sensibilização ambiental e na eficácia das políticas públicas, e essa análise possibilitou identificar tanto os benefícios quanto os desafios da aplicação desses indicadores, ressaltando a necessidade de adaptação a contextos específicos e enfatizando a importância de abordagens participativas.

A combinação da revisão sistemática da literatura com análises qualitativas e quantitativas proporciona uma compreensão abrangente do uso dos Indicadores de Sustentabilidade na Educação Ambiental, e este estudo possibilita a elaboração de uma conclusão, assim, enfatizando que esses indicadores são cruciais para a implementação e avaliação de políticas públicas eficazes, contribuindo de forma significativa para a transformação social e ambiental.

b) Resultados e Discussões

(i) A Educação Ambiental como Instrumento de Transformação

A Educação Ambiental (EA) desempenha um papel fundamental ao engajar toda a comunidade, incluindo cientistas, agricultores, estudantes e outros grupos, motivando-os a participar ativamente na resolução de problemas em suas realidades específicas. Este processo não apenas incentiva a iniciativa individual, mas também cultiva um senso de responsabilidade coletiva

e o compromisso com a construção de um futuro sustentável e consciente do meio ambiente (Sobral, 2014).

A EA surge da identificação e percepção dos desafios ambientais enfrentados, respondendo à necessidade premente de solucionar problemas socioambientais. Suas propostas são impulsionadas por componentes funcionais que visam não apenas informar, mas também transformar atitudes e práticas em relação ao meio ambiente (Oliveira; Genovese; Araújo, 2023).

Ainda conforme Oliveira, Genovese e Araújo (2023), uma ação bem-organizada de Educação Ambiental visa educar todas as camadas da população e adquirir conhecimentos teóricos e práticos que apoiem a participação ativa dos cidadãos em seu contexto social. A EA envolve a transmissão de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes necessárias para promover práticas sustentáveis e visa aumentar a consciência crítica sobre os problemas ambientais. É essencial para criar uma sociedade consciente e comprometida com a sustentabilidade (Virgens, 2011; Tavares; Sousa; Santos, 2018).

Portanto, o objetivo da Educação Ambiental (EA) é aumentar a conscientização sobre os problemas ambientais, melhorar a compreensão das interações entre os sistemas naturais e sociais e desenvolver os valores e habilidades necessários para a adoção de ações sustentáveis. Assim, a EA ajuda as pessoas a tomar decisões conscientes e a contribuir para a preservação e conservação do meio ambiente (Oliveira; Genovese; Araújo, 2023). Em outras palavras, a importância da sustentabilidade em um mundo em constante mudança está aumentando.

Para Loureiro (2019), a implementação de indicadores de sustentabilidade na EA é fundamental para encorajar práticas responsáveis e potencializar a construção de um futuro socialmente e economicamente responsável e sustentável. O aumento da conscientização sobre os efeitos ambientais e a importância de preservar os recursos naturais para as gerações futuras justifica a importância da EA, bem como a necessidade de um sistema capaz de integrar aspectos ambientais com sociais, econômicos e políticos (Raymundo *et al.*, 2019; Vieira; Campos, 2021; Menêzes; Martins, 2021).

A Educação Ambiental é um poderoso meio de aumentar a conscientização, a capacidade de pensar criticamente e a adoção de práticas sustentáveis em vários contextos. O uso de indicadores de sustentabilidade é crucial para a educação, pois permite medir, avaliar e acompanhar o progresso em direção a práticas mais sustentáveis. Eles fornecem informações tangíveis e mensuráveis sobre as condições sociais, ambientais e econômicas, permitindo uma compreensão mais clara dos obstáculos e avanços em direção à produção sustentável (Ball; Maguire; Braun, 2016).

No entanto, é importante lembrar que a Educação Ambiental tem sido alvo de disputas políticas em vários contextos, tanto em nível global quanto nacional. Os discursos oficiais sobre políticas e documentos que sustentam as

práticas educacionais nas instituições no Brasil frequentemente ignoram esse campo (Freire, 2001, p. 44-45; Ball; Maguire; Braun, 2016). A criação de novas políticas públicas é necessária para resolver os problemas de vulnerabilidade socioambiental e desigualdades causadas pela globalização (Santos, 2001).

Reigota (2006, p. 10) define a Educação Ambiental como uma educação política que reivindica e prepara os cidadãos para exigir justiça social, cidadania nacional e global, autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza. Para que a Educação Ambiental cumpra seu papel de transformação social e ambiental, ela deve ser valorizada e incorporada de forma eficaz nas diretrizes educacionais, econômicas e sociais. Essa abordagem transformadora e política permite o desenvolvimento de ferramentas para monitorar e avaliar as práticas resultantes de políticas públicas (Loureiro, 2019; Raymundo et al., 2019; Vieira; Campos, 2021).

E, conforme podemos observar na (Figura 1) os pilares do tripé (socila, ambiental, econômico) da EA se entrelaçam com os IS:

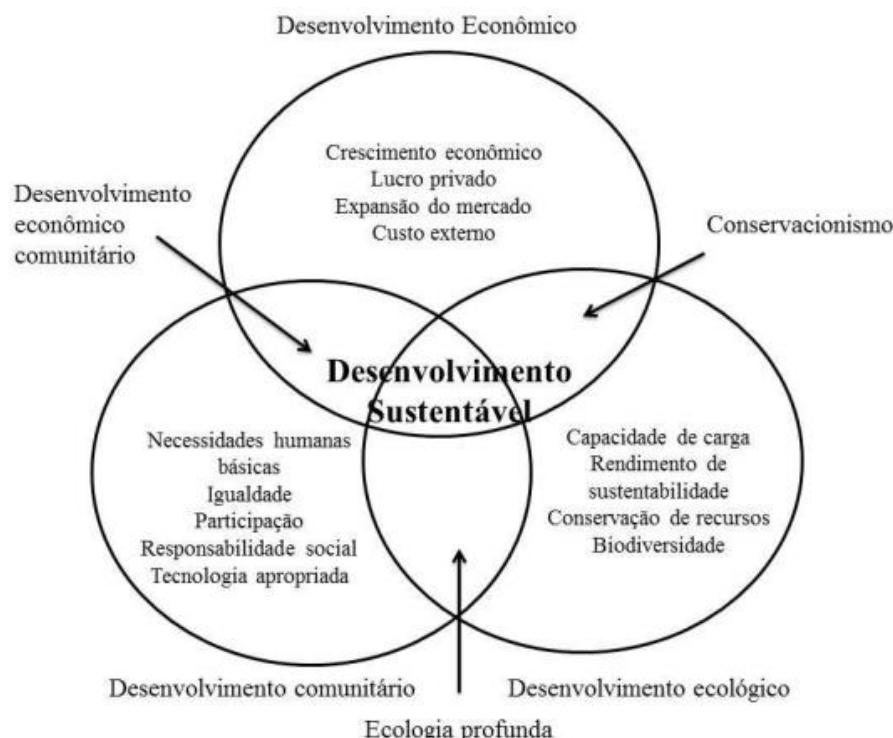


Figura 1: Organograma das interações entre fatores de desenvolvimento ecológicos, econômicos e sociais.

Fonte: Adaptado de Santos (2001).

Segundo Sorrentino et al. (2005), a escola é o local onde as políticas públicas são implementadas, desempenhando um papel crucial nesse processo. Este ambiente se torna essencial para a implementação, análise e avaliação dessas políticas. Nesse sentido, é fundamental que as instituições de ensino fomentem práticas pedagógicas inovadoras e interdisciplinares que

incorporem conteúdos ambientais, bem como o desenvolvimento de capacidades e princípios orientados para a sustentabilidade (Freire, 2001; Reigota, 2006).

A Educação Ambiental é um meio essencial de transformação social e ambiental, e ela aumenta a conscientização, a capacidade de pensar criticamente e a adoção de práticas sustentáveis. A eficácia dessa abordagem depende da implementação de indicadores de sustentabilidade e do estabelecimento de políticas públicas adequadas. As instituições de ensino desempenham um papel importante nesse processo, promovendo a Educação Ambiental e criando cidadãos conscientes e responsáveis (Virgens, 2011; Tavares; Sousa; Santos, 2018; Loureiro, 2019; Raymundo et al., 2019; Vieira; Campos, 2021).

Para que a Educação Ambiental possa cumprir seu papel transformador, é necessário integrá-la de maneira eficaz nas diretrizes educacionais, econômicas e sociais. Essa integração deve incluir o desenvolvimento de ferramentas para monitorar e avaliar as práticas resultantes das políticas públicas, garantindo que elas sejam adaptadas às necessidades e desafios contemporâneos.

Portanto, a Educação Ambiental, apoiada por indicadores de sustentabilidade e políticas públicas bem estabelecidas, é fundamental para a criação de uma sociedade ecologicamente consciente e socialmente responsável. As escolas e outras instituições de ensino são peças-chave nesse processo, fornecendo a base para a formação de indivíduos capazes de promover e sustentar mudanças positivas no meio ambiente e na sociedade como um todo.

(ii) A Importância dos Indicadores de Sustentabilidade

Segundo Kemerich, Ritter e Borba (2014), os indicadores de sustentabilidade desempenham um papel crucial ao quantificar e avaliar o desempenho ambiental, social e econômico de organizações, comunidades ou países. Essas ferramentas oferecem dados concretos e mensuráveis que permitem entender o impacto das atividades humanas no meio ambiente. Essa compreensão possibilita não apenas identificar áreas que necessitam de melhorias, mas também tomar decisões fundamentadas para fomentar práticas sustentáveis e alcançar objetivos de desenvolvimento sustentável de forma eficaz.

Além disso, os indicadores de sustentabilidade também oferecem uma maneira quantitativa de medir esses desempenhos, facilitando a comparação entre várias entidades e ajudando na tomada de decisões baseadas em múltiplos dados (Pável Vázquez et al., 2015). Os autores discutem como os indicadores de sustentabilidade podem ser utilizados para quantificar e avaliar a influência das ações humanas no meio ambiente, fornecendo dados objetivos que permitem decisões informadas e a identificação de áreas de melhoria.

Isto é, eles enfatizam a importância de apresentar e usar esses indicadores para medir o desempenho sustentável ao longo do tempo. Além disso, Kemerich, Ritter e Borba (2014) destacam a harmonia entre a Educação Ambiental e os indicadores de sustentabilidade. A Educação Ambiental ajuda na interpretação e no uso adequado dos indicadores, permitindo que as pessoas compreendam e ajam de acordo com os resultados. Por fim, os autores explicam as técnicas, métricas e aplicações dos indicadores de sustentabilidade.

De acordo com Centrulo, Molina e Malheiros (2013), as métricas de sustentabilidade desempenham um papel crucial na avaliação da eficácia das ações adotadas, na identificação de áreas de melhoria e no acompanhamento do progresso ao longo do tempo. Esses indicadores fornecem uma base sólida para a medição de diversos aspectos da sustentabilidade, incluindo impacto ambiental, justiça social e desempenho econômico. E, o uso de indicadores de sustentabilidade é, portanto, um ato de Educação Ambiental em si, visto que, eles servem não apenas como ferramentas de medição, mas também como instrumentos educativos que ajudam a conscientizar e informar a sociedade sobre a importância da sustentabilidade.

Esses indicadores também facilitam a transparência e a responsabilidade, permitindo que comunidades e organizações acompanhem o impacto de suas ações ao longo do tempo, e isso é particularmente importante para garantir que os esforços de sustentabilidade sejam contínuos e adaptáveis às mudanças nas condições ambientais e sociais. Além disso, a aplicação de indicadores de sustentabilidade pode incentivar a participação ativa de diversos *stakeholders*, incluindo governos, empresas, organizações não governamentais e cidadãos, e ao proporcionar uma visão clara e quantificável do progresso, esses indicadores podem motivar todos os envolvidos a colaborar em iniciativas sustentáveis e a comprometer-se com ações que beneficiem o meio ambiente e a sociedade.

De acordo com Centrulo, Molina e Malheiros (2013), os indicadores de sustentabilidade e a Educação Ambiental são complementares e podem se fortalecer mutuamente. Os indicadores servem para nortear ações e impulsionar projetos que desenvolvam e ampliem o desempenho sustentável, permitindo identificar áreas prioritárias para ações educativas. Por outro lado, a Educação Ambiental promove o uso adequado e a interpretação dos indicadores, capacitando as pessoas a compreenderem os resultados e a agir de acordo com eles (Pável Vázquez *et al.*, 2015; Centrulo, Molina e Malheiros, 2013).

Pável Vázquez *et al.* (2015) enfatizam a importância de criar modelos mais abrangentes e integrados para avaliações de sustentabilidade. Eles argumentam que os modelos atuais frequentemente não consideram os elementos sociais, ambientais e econômicos juntos, ignorando suas interconexões e interdependências. Dessa forma, é necessário criar um modelo integrado que leve em consideração as interações complexas entre os diversos

elementos da sustentabilidade. Ainda conforme Pável Vázquez *et al.* (2015), a sociedade necessita de um modelo que considere interações não lineares e retroalimentações do sistema.

Segundo a visão de Centrulo, Molina e Malheiros (2013) e alicerçado na ideologia de Pável Vázquez *et al.* (2015), um modelo integrado deve analisar os indicadores de sustentabilidade de forma holística, levando em consideração as relações entre aspectos sociais, ambientais e econômicos. Isso permite uma compreensão mais completa do desempenho sustentável. Um estudo de caso realizado pelos autores ilustra como esse modelo interconectado pode ser utilizado para avaliar a sustentabilidade em diversas situações.

Em suma, de acordo com os estudos de Pável Vázquez *et al.* (2015), ao apresentar um modelo integrado para indicadores de sustentabilidade que considera os aspectos sociais, ambientais e econômicos interconectados, torna-se possível uma avaliação mais abrangente e integrada da sustentabilidade, e isso ajuda a compreender melhor os obstáculos e as oportunidades que surgem no caminho para um futuro mais sustentável.

(iii)Tipos de Indicadores de Sustentabilidade na Educação Ambiental

Existem diversos tipos de indicadores de sustentabilidade aplicáveis no contexto da Educação Ambiental. Além dos mencionados indicadores de consumo consciente, pegada ecológica, eficiência energética, gestão de resíduos, qualidade da água e biodiversidade, há outros que também desempenham papéis significativos. Cada um desses indicadores oferece insights essenciais para aqueles que buscam adotar práticas ecoconscientes, compreender os impactos ambientais de suas ações e implementar medidas para mitigá-los ou reduzi-los (Gavião; Lima, 2015). Essas ferramentas não apenas educam sobre a importância da sustentabilidade, mas também capacitam indivíduos e comunidades a tomar decisões informadas que promovam um ambiente mais saudável e equilibrado para as gerações presentes e futuras.

Os indicadores de consumo consciente, por exemplo, ajudam a monitorar e reduzir o uso de recursos, promovendo práticas sustentáveis no dia a dia. A pegada ecológica mede a quantidade de recursos naturais que uma pessoa ou comunidade consome em relação à capacidade da Terra de regenerar esses recursos. Indicadores de eficiência energética avaliam o consumo de energia e identificam oportunidades para aumentar a eficiência e reduzir o desperdício. Já, a gestão de resíduos, por sua vez, abrange a redução, reutilização e reciclagem de materiais, contribuindo para a diminuição da poluição e a preservação dos recursos naturais.

Por outro lado, indicadores de qualidade da água monitoram a pureza e a disponibilidade desse recurso vital, enquanto a biodiversidade avalia a

variedade de espécies em um determinado ecossistema, refletindo a saúde e a resiliência ambiental. Segundo Waas *et al.* (2014) e de acordo com as afirmações de Gavião e Lima (2015), os diversos tipos de indicadores de sustentabilidade podem ser agrupados em três categorias principais: ambientais, sociais e econômicos. Desta forma, os indicadores ambientais abrangem aspectos como consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa, uso de recursos naturais e qualidade da água.

Neste contexto, os indicadores sociais estão relacionados a questões como equidade, saúde, educação e qualidade de vida, e esses indicadores sociais são essenciais para entender o impacto das políticas e práticas sustentáveis no bem-estar humano e na justiça social. Visto que, os indicadores econômicos, por sua vez, analisam a viabilidade financeira e a sustentabilidade econômica das práticas adotadas, garantindo que as iniciativas ambientais e sociais sejam também economicamente sustentáveis.

Eles incluem métricas como crescimento econômico, emprego verde e inovação tecnológica. Já os indicadores sociais estão relacionados a questões como equidade, saúde, educação e qualidade de vida, conforme podemos observar na Figura 2.



Figura 2: Campanha do Dia do Consumo Consciente, instituída pelo Ministério do Meio Ambiente. **Fonte:** Eletrobras Furnas (2021).

Os indicadores econômicos envolvem aspectos como geração de empregos, investimentos em infraestrutura e desenvolvimento sustentável. Diversas organizações e governos têm utilizado indicadores de sustentabilidade e a Educação Ambiental de forma eficaz. Por exemplo, empresas podem monitorar indicadores como redução de emissões de

carbono, uso de energias renováveis e reciclagem de resíduos, utilizando esses dados para promover a conscientização entre seus funcionários e clientes (Waas *et al.*, 2014). E, governos também podem implementar políticas públicas baseadas em indicadores de sustentabilidade e investir em programas educacionais para envolver a população na adoção de práticas mais sustentáveis (Waas *et al.*, 2014; Gavião; Lima, 2015).

Ainda conforme, Waas *et al.* (2014), é importante fazer avaliações de sustentabilidade e usar indicadores como ferramentas estratégicas para tomar decisões sobre desenvolvimento sustentável em todos os setores produtivos de uma comunidade ou país, visto que, a sustentabilidade é um conceito complexo que requer métodos integrados e indicadores adequados para avaliar o progresso em direção a metas sustentáveis. Waas *et al.* (2014) também destacam a importância de várias abordagens para avaliar a sustentabilidade, como a análise de ciclo de vida e a abordagem multicritério, enfatizando a necessidade de considerar as dimensões ambiental, social e econômica.

Além disso, eles enfatizam a importância de envolver as partes interessadas e implementar processos participativos na tomada de decisões e na definição de indicadores. Isto é, os indicadores de sustentabilidade podem ser usados para medir e acompanhar o progresso em relação aos objetivos de sustentabilidade, sendo fundamentais para a coleta de dados, comunicação de informações e criação de estratégias e políticas (Waas *et al.*, 2014; Gavião; Lima, 2015).

Portanto, ao escolher indicadores adequados, considerando sua relevância, robustez, representatividade e capacidade de monitorar mudanças ao longo do tempo, também se faz necessário refletir sobre os problemas relacionados à escolha e ao uso de indicadores (Waas *et al.*, 2014). Isso inclui questões como a disponibilidade de dados e a necessidade de considerar os contextos locais. Em suma, o estudo enfatiza o uso de indicadores e a avaliação da sustentabilidade como ferramentas úteis para guiar a tomada de decisões em direção ao desenvolvimento sustentável (Waas *et al.*, 2014; Gavião; Lima, 2015).

Todavia, é importante ressaltar que a seleção de indicadores de sustentabilidade para a Educação Ambiental deve ser feita de acordo com os objetivos específicos de cada instituição. A relevância local, a disponibilidade dos dados e a capacidade dos indivíduos de entender e aplicar os dados devem ser consideradas ao escolher os indicadores (Reigota, 2006). Por exemplo, em regiões ricas em biodiversidade, pode-se utilizar indicadores que meçam a diversidade de espécies e habitats em um determinado ambiente, permitindo avaliar o estado de conservação e a saúde dos ecossistemas, e assim desenvolver a Educação Ambiental a partir desse estudo (Freire, 2001; Reigota, 2006).

Desta forma, o estudo da biodiversidade e o uso de indicadores de sustentabilidade são fundamentais para avaliar e monitorar os ecossistemas. Os indicadores fornecem métricas e dados quantitativos que permitem avaliar a

saúde e a diversidade biológica de um local específico, assim como os efeitos da atividade humana sobre esses ecossistemas (Centrulo, Molina e Malheiros, 2013). E, no estudo da biodiversidade, existem vários indicadores que são usados, e cada um deles tem um foco e características particulares, como por exemplo:

- (i) O Índice de Diversidade: é um meio de avaliar a diversidade biológica de uma região usando dados como a variedade de espécies, a abundância e a distribuição das pessoas. Existem várias maneiras de obter o índice de biodiversidade, como o Índice de Shannon-Wiener ou o Índice de Simpson.
- (ii) O Índice de Integridade Ecológica: avalia a integridade ecológica de um ecossistema com base em elementos como a presença de espécies importantes, a conectividade dos habitats, a estabilidade das populações e a funcionalidade dos processos ecológicos.
- (iii) O Índice de Fragilidade: é usado para avaliar o quanto vulnerável um ecossistema ou espécie é a perturbações ou mudanças ambientais. A sensibilidade das espécies, a disponibilidade de recursos e a resiliência do ecossistema são todos considerados nesse indicador.
- (iv) O Índice de Endemismo: mede a quantidade de espécies endêmicas, ou exclusivas de uma região específica. Essa métrica fornece informações sobre a unicidade e a importância da preservação de certos habitats.
- (v) O Índice de Pressão Humana considera elementos como desmatamento, urbanização, poluição e introdução de espécies invasoras para avaliar como a atividade humana afeta a biodiversidade. Esse indicador ajuda na determinação de áreas que devem ser priorizadas para a conservação e na avaliação dos esforços para mitigação de impactos (Pável Vázquez *et al.*, 2015).

Assim, o estudo da biodiversidade usando esses indicadores proporciona uma visão mais clara e quantitativa do estado dos ecossistemas e de como as atividades humanas os afetam. Essas informações são vitais para o planejamento ambiental, a conservação e a tomada de decisões que visam a sustentabilidade dos sistemas naturais (Centrulo; Molina; Malheiros, 2013; Waas *et al.*, 2014; Pável Vázquez *et al.*, 2015).

Além disso, os indicadores de biodiversidade têm o potencial de aumentar a conscientização ambiental e promover a educação, contribuindo para a valorização e preservação da diversidade biológica (Gavião; Lima, 2015). O uso sistemático de tais indicadores não apenas fornece dados objetivos para avaliar a saúde dos ecossistemas, mas também pode orientar

políticas públicas e práticas de manejo mais eficazes, integrando as necessidades de conservação com o desenvolvimento sustentável.

(iv) Desafios e Benefícios da Utilização de Indicadores de Sustentabilidade na Educação Ambiental

Segundo Gavião e Lima (2015), embora o uso de indicadores de sustentabilidade na Educação Ambiental ofereça inúmeros benefícios, também enfrenta desafios significativos. Alguns desses desafios incluem a seleção adequada dos indicadores, a disponibilidade de dados confiáveis, a interpretação correta dos resultados e a necessidade de adaptação constante aos contextos locais. No entanto, de modo geral, os benefícios superam os desafios, uma vez que a utilização de indicadores proporciona uma base sólida para a avaliação e o monitoramento do progresso em direção à sustentabilidade, incentivando uma mudança de comportamento e promovendo ações práticas.

Wals e Jickling (2002) também destacam que, na Educação Ambiental, a aplicação de indicadores de sustentabilidade apresenta tanto obstáculos quanto vantagens significativas. Embora os indicadores fornecem dados objetivos e mensuráveis sobre o desempenho ambiental, social e econômico de determinada região ou comunidade, permitindo uma compreensão mais clara dos efeitos que as ações humanas têm naquele ambiente, ainda é necessário considerar diversos fatores para que este método seja eficaz. Assim, eles devem ser avaliados cuidadosamente para garantir sua eficácia e relevância local.

Ainda, conforme Wals & Jickling (2002), o uso de indicadores de sustentabilidade na Educação Ambiental enfrentar alguns obstáculos específicos e, consequentemente, corriqueiros, tais como:

- (i) Seleção adequada de indicadores: É fundamental escolher os indicadores apropriados para que sejam pertinentes, fáceis de entender e capazes de atender aos objetivos específicos da Educação Ambiental.
- (ii) Disponibilidade de dados: obter dados confiáveis e atualizados para alimentar os indicadores pode ser difícil, especialmente em locais onde a coleta de dados é limitada ou inacessível.
- (iii) Complexidade dos sistemas: Os sistemas socioambientais são complexos e interconectados, o que torna difícil estabelecer indicadores abrangentes e capturar todas as dimensões relevantes da sustentabilidade.
- (iv) Compreensão e Interpretação: Os envolvidos na Educação Ambiental precisam ter um nível adequado de alfabetização ambiental e habilidades analíticas para compreender e interpretar corretamente os indicadores (Wals & Jickling, 2002).

Mas, apesar desses problemas a implementação de indicadores de sustentabilidade na Educação Ambiental oferece uma série de vantagens, tais como:

- (i) Conscientização: Os indicadores aumentam a conscientização sobre os problemas ambientais e a importância da sustentabilidade, fornecendo informações tangíveis e mensuráveis sobre o desempenho sustentável.
- (ii) Tomada de decisões informadas: Os indicadores promovem a adoção de práticas mais sustentáveis, fornecendo uma base objetiva para a tomada de decisões informadas por indivíduos, organizações e governos.
- (iii) Monitoramento e avaliação: Os indicadores facilitam o acompanhamento contínuo do progresso em direção à sustentabilidade e a avaliação dos efeitos das medidas tomadas. Isso ajuda a identificar áreas de melhoria.
- (iv) Comparação e compartilhamento de boas práticas: A utilização de indicadores padronizados permite a comparação de boas práticas entre várias entidades e o aprendizado mútuo (Tilbury & Wortman, 2004).

Para Sterling (2001), o uso de indicadores de sustentabilidade na educação deve ser reorganizado para promover uma compreensão mais profunda das interações entre os sistemas sociais, econômicos e ecológicos, além de ensinar habilidades técnicas e conhecimentos. Sterling também advoga por uma visão transformadora da Educação Ambiental (EA), destacando a importância de um método educacional que fomente a criatividade, a conscientização crítica e a ação voltada para a sustentabilidade. Ele enfatiza a necessidade de uma abordagem abrangente e integrada que inclua aspectos sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade.

Além disso, Sterling (2001) sublinha a necessidade de uma mudança de paradigma na educação, que ajude a superar a divisão do conhecimento e encoraje uma visão interdisciplinar e sistêmica. Ao discutir temas como valores e ética, cidadania e participação, educação para paz e justiça social, ele propõe uma educação baseada na experiência, conectada com a natureza e focada na resolução de problemas reais. Essa abordagem pode reduzir a linha entre os desafios e os benefícios da utilização de indicadores de sustentabilidade na Educação Ambiental.

Seguindo a linha de raciocínio de Sterling (2001), Sanches e Schmidt (2016) estudam como utilizar indicadores de sustentabilidade em empresas de turismo rural, investigando a aplicação desses indicadores para monitorar e avaliar sua sustentabilidade. Eles demonstram como os empreendimentos podem adotar práticas sustentáveis em áreas como gestão de resíduos, conservação da biodiversidade, uso eficiente de recursos naturais e integração

com a comunidade local, o que resulta em maior sustentabilidade socioeconômica e ambiental, além de ser economicamente viável.

Sanches e Schmidt (2016) também destacam a importância dos indicadores de sustentabilidade como ferramentas de monitoramento e avaliação, permitindo avaliar o desempenho e identificar áreas de melhoria dentro dos próprios empreendimentos. Eles argumentam que o uso de indicadores específicos para o turismo rural é essencial para compreender o impacto ambiental desses empreendimentos e auxiliar na tomada de decisões informadas.

Além disso, nos estudos realizado pelos autores, pode-se enfatizar que os indicadores de sustentabilidade devem ser adaptados e desenvolvidos para as particularidades do turismo rural, levando em consideração suas características e consequências específicas. Por fim, o artigo de Sanches e Schmidt (2016) melhora a compreensão do uso de indicadores de sustentabilidade no turismo rural, consequentemente, no processo de Educação Ambiental implicada nas orientações dos clientes, assim, demonstrando o papel dessas ferramentas na promoção da sustentabilidade socioeconômica e ambiental nos diversos tipos de ambientes.

Conclusões

A implementação de indicadores de sustentabilidade começou em comunidades escolares no sul do país e se expandiu para outros territórios, atraindo especialistas nacionais e internacionais. Estes indicadores possuem um caráter pedagógico, oferecendo oportunidades de autoavaliação, automonitoramento e aplicação em ambientes rurais. Além disso, o uso de indicadores de sustentabilidade na Educação Ambiental emerge como uma ferramenta essencial para promover a sustentabilidade e aumentar a conscientização ambiental. Enquanto os indicadores proporcionam uma base sólida para medir o progresso sustentável, a Educação Ambiental capacita as pessoas a agirem de maneira responsável e contribuir para a construção de um futuro sustentável. A sinergia entre essas abordagens é fundamental para alcançar um equilíbrio entre as necessidades presentes e a preservação dos recursos para as gerações futuras.

Através da implementação eficaz de indicadores de sustentabilidade e da disseminação de uma Educação Ambiental de qualidade, podemos criar um mundo mais sustentável para todos. O uso de indicadores de sustentabilidade no processo de Educação Ambiental é uma abordagem poderosa para engajar os estudantes, fornecendo dados concretos sobre os impactos ambientais e estimulando a reflexão crítica e a adoção de práticas sustentáveis. Portanto, essa integração fortalece a Educação Ambiental, permitindo que os estudantes se tornem agentes de mudança e contribuam para um futuro mais limpo e equilibrado. É fundamental incentivar a adoção e o desenvolvimento contínuo de indicadores de sustentabilidade nas práticas educacionais, visando uma

formação mais completa e consciente dos cidadãos em relação ao meio ambiente.

Desta forma, este artigo demonstrou como o desenvolvimento da Educação Ambiental (EA) é aplicado por meio do uso de Indicadores de Sustentabilidade (IS). Mostra-se que os IS não apenas fornecem métricas para avaliar a sustentabilidade ambiental, social e econômica, mas também enriquecem a experiência educacional ao engajar os alunos de forma prática e reflexiva. A integração desses indicadores na EA promove uma compreensão mais profunda das interações entre sistemas naturais e humanos, capacitando os indivíduos a adotarem comportamentos mais sustentáveis e a influenciarem positivamente suas comunidades e o meio ambiente em escala global.

Agradecimentos

A Universidade do Estado da Bahia, campus Juazeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT), e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

Referências

- BALL, S. J.; MAGUIRE, M.; BRAUN, A. **How schools do policy: Policy enactments in secondary schools**. Routledge, 2016.
- BOOTH, A., SUTTON, A., PAPAIOANNOU, D. **Systematic Approaches to a Successful Literature Review**. 2 ed. Londres. (Inglaterra): SAGE Publications Ltd. 2016, p. 336. Disponível em: <https://eprints.whiterose.ac.uk/105755/> Acesso em: 1 may. 2023.
- CETRULO, T. B.; MOLINA, N. S.; MALHEIROS, T. F. Indicadores de sustentabilidade: proposta de um barômetro de sustentabilidade estadual. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, v. 1, n. 30, p. 33-45, 2013.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra, 2001.p. 44-45.
- GAVIAO, L. O.; LIMA, G. B. A. Indicadores de sustentabilidade para a educação básica por modelagem fuzzy. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 274–297, 2015. DOI: 10.5902/2236117015416.
- GONÇALVES, J.; DE OLIVEIRA, T.; GONÇALVES, M. Educação Ambiental e seus desdobramentos hoje no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 247–260, 2022. DOI: 10.34024/revbea.2022.v17.13162.
- KEMERICH, P. D. da C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. de. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3718–3722, 2014.
- Revbea, São Paulo, V. 19, Nº 5: 220-238, 2024.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações**. 6. ed. Campinas: Alínea, 2017.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Questões ontológicas e metodológicas da Educação Ambiental crítica no capitalismo contemporâneo. **Revista Eletrônica Mestrado Educação Ambiental**. Rio Grande, v. 36, n. 1, p.79-95, jan./abr. 2019.

MAYER, J. D.; CARUSO, D.; SALOVEY, P. Emotional Intelligence Meets Traditional Standards for an Intelligence. **Intelligence**, v. 27, n. 4, 2000, p.267-298.

MENÊZES, A. K. M. de; MARTINS, M. de F. Connections between theme Development Objectives Sustainable (SDG), Sustainability Indicators and Sustainable Municipal Management: A systematic review of contemporary literature. **Research, Society and Development**, [S. I.], v. 10, n. 5, p. e57810515309, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.15309.

MINAYO, M. C. de S. Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta. In. MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F. GOMES, R. (Org).

Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 28^a. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MUSSI, F. B.; SCHWARZBACH, L. C.; DUDEQUE PIANOVSKI VIEIRA, A. M. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: O EMPREGO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 36, n. 2, p. 126–147, 2019.

OLIVEIRA, G. N. de; GENOVESE, C. L. de C. R.; ARAÚJO, M. P. M. Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma leitura crítica da influência da mídia sob a ótica da indústria cultural. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 345–364, 2023.

PÁVEL VÁZQUEZ et al. An Entangled Model for Sustainability Indicators. **PLoS ONE**. v. 10, n. 8, p. e0135250–e0135250, 21 ago. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135250>. Acesso em: 18 abr. 2023.

RAYMUNDO, W. et al. Indicadores de sustentabilidade no contexto da Educação Ambiental: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, p. 146-167, 2019.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental**. Brasiliense. 2006.

SANCHES, F. C.; SCHMIDT, C. M. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental: Uma Análise das Práticas Sustentáveis em Empreendimentos de Turismo Rural. **Desenvolvimento em Questão**, v. 14, n. 37, p. 89–114, 2016. DOI: 10.21527/2237-6453.2016.37.89-114.

SANTOS, B. S. **Globalização e as ciências sociais**. Cortez Editora, 2001.

SOBRAL, M. de M. A importância do pensamento reflexivo crítico e criativo na Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 314–343, 2014.

SORRENTINO, M., et al. **Educação Ambiental e participação: Políticas públicas, formação e intervenção**. Cortez Editora. 2005.

STERLING, S. **Sustainable education: Re-visioning learning and change**. Schumacher Briefings. 2001.

TAVARES, F. B. R.; SOUSA, F. C. de F.; SANTOS, V. Érica da S. The environmental education with a transdisciplinary perspective in the context of the Brazilian legislation. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 12, p. e2712478, 2018.

TILBURY, D.; WORTMAN, D. **Engaging people in sustainability**. Earthscan. 2004.

VIEIRA, R. C. S.; CAMPOS, M. C. M. O uso de indicadores de sustentabilidade para a Educação Ambiental na formação de professores. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 29, n. 111, p. 358-376, 2021.

VIRGENS, R.A. **A Educação Ambiental no Ambiente Escolar**. Universidade de Brasília, UNB. Brasília, 2011.

WAAS, T.; HUGÉ, J.; BLOCK, T.; WRIGHT, T.; BENITEZ-CAPISTROS, F.; VERBRUGGEN, A. Sustainability assessment and indicators: Tools in a decision-making strategy for sustainable development. **Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 5512-5534, 2014.

WALS, A. E. J.; JICKLING, B. "Sustainability" in higher education: From doublethink and newspeak to critical thinking and meaningful learning. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 3, n. 3, 2002. p. 221-232.