

INTEGRAÇÃO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO-ESCOLA: AÇÕES ORIENTADAS A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.VII-018>

Márcia de Fátima Morais(*), Bruna Maria Gerônimo, Claudilaine Caldas de Oliveira, Rubya Vieira de Mello Campos, Tânia Maria Coelho

* Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, marcia.morais@unespar.edu.br

RESUMO

Este artigo aborda a integração entre cursos de Engenharia de Produção e Escolas de Ensino Básico (Ensino Fundamental e Médio), com ênfase na promoção da Educação Ambiental e da Sustentabilidade. A Educação Ambiental é reconhecida como um processo permanente que busca desenvolver a consciência crítica e a participação na resolução de problemas socioambientais, enquanto a Sustentabilidade integra crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental. O objetivo deste estudo é mapear ações orientadas a educação ambiental e sustentabilidade que possam ser utilizadas para promover essa articulação. A pesquisa, de caráter exploratório, qualitativo e descritivo, fundamentou-se em uma análise documental de publicações científicas, relatórios de extensão e projetos institucionais disponíveis em bases nacionais e internacionais. Foram mapeadas e categorizadas práticas de interação entre Universidade e Escola, como palestras, minicursos, rodas de conversa, oficinas temáticas, campanhas educativas, projetos temáticos, práticas laboratoriais, jogos educativos, análises diagnósticas e soluções técnicas. Os resultados evidenciam que essas ações favorecem a aprendizagem significativa, ampliam a consciência socioambiental e fortalecem a cidadania, contribuindo para a formação de futuros engenheiros comprometidos com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 4 - Educação de qualidade, o ODS 12 - Consumo e produção responsáveis e o ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima. Conclui-se que o fortalecimento dessa integração é uma estratégia eficaz para a construção de uma cultura socioambiental crítica e participativa. A institucionalização e o fomento contínuo dessas parcerias são estratégicos para consolidar uma educação ambiental crítica e contextualizada, transformando esses espaços em laboratórios vivos de aprendizagem e inovação social, na qual a ciência, a tecnologia e a cidadania se unem para promover uma cultura de sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Integração, engenharia de produção, escola, educação ambiental, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental, reconhecida como um componente essencial e permanente do sistema educacional brasileiro, transcende a mera transmissão de conhecimentos. Ela busca ativamente desenvolver valores e atitudes que capacitem os indivíduos a participarem de forma responsável na resolução dos complexos desafios socioambientais, passando todos os níveis de ensino, tanto em contextos formais quanto não formais (BRASIL, 2023). Paralelamente, a Sustentabilidade emerge como um princípio norteador, que integra o crescimento econômico à justiça social e à preservação ambiental. Essa abordagem exige uma visão holística, que reconheça a profunda interdependência entre os sistemas econômicos, sociais e ambientais (ONU, 2023). A íntima relação entre Educação Ambiental e Sustentabilidade é crucial para a edificação de uma sociedade mais equitativa e ecologicamente consciente, como destacam Trajber e Biasoli (2023).

No cenário educacional, as escolas assumem um papel central, uma vez que os valores ali cultivados influenciam diretamente as práticas pedagógicas e até mesmo a formulação de políticas públicas (SANCHEZ; BEDIN; IARED, 2025). A relevância desse tema foi reforçada em 2025, com a inclusão pelo Ministério da Educação de tópicos obrigatórios na educação básica, como mudanças climáticas e biodiversidade (BRASIL, 2025). O Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) destaca que a Educação Ambiental deve ir além, promovendo uma cultura de sustentabilidade por meio da articulação de saberes científicos, tradicionais e populares, e expandindo o foco educativo para dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas, culminando no fortalecimento da cidadania planetária (BRASIL, 2023).

A articulação entre Universidade e Educação Básica é estratégica e indispensável para a solidificação de uma educação cidadã e a democratização do conhecimento, consonante com o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão previsto na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2018). Essa integração não só fortalece a função social das universidades, mas também propicia formações mais contextualizadas e alinhadas às demandas contemporâneas.

Nesse contexto, este estudo contribui significativamente ao mapear e categorizar as diversas ações de integração que podem ser realizadas entre cursos de ensino superior e o ensino básico, com foco em educação ambiental e sustentabilidade. A sistematização dessas interações é fundamental para fortalecer a função social da universidade e fomentar práticas pedagógicas inovadoras, oferecendo um panorama valioso para futuras iniciativas.

Especificamente, os cursos de Engenharia de Produção destacam-se pela sua natureza intrinsecamente multidisciplinar, que os capacita a idealizar e executar projetos inovadores focados em Educação Ambiental e Sustentabilidade, em parceria com escolas de ensino fundamental e médio. Tal atuação conjunta é um catalisador para a formação da consciência socioambiental desde as séries iniciais e um incentivo à responsabilidade ambiental nos futuros profissionais da engenharia (TORRES; CARRETTA, 2025). Assim, ao se engajar ativamente com as escolas, a Engenharia de Produção contribui diretamente para o alcance de diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Corroborando com esta perspectiva, este estudo foi norteador pela seguinte questão-problema: De que maneira cursos de Engenharia de Produção podem desenvolver e implementar ações de integração com escolas de ensino básico (Fundamental e Médio), voltadas à promoção da educação ambiental e da sustentabilidade, contribuindo para a formação cidadã e a conscientização socioambiental de alunos?

OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo mapear ações orientadas a educação ambiental e sustentabilidade que possam ser utilizadas para promover a integração entre cursos de Engenharia de Produção com Escolas de Ensino Básico (Fundamental e Médio).

METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem exploratória, qualitativa e descritiva, fundamentada na análise de dados secundários. A coleta de dados foi realizada por meio de uma busca direcionada em *websites* institucionais e relatórios de atividades de universidades, tanto públicas quanto privadas, abrangendo diversas regiões do Brasil. O critério de inclusão para os projetos foi a vinculação a cursos de Engenharia credenciados pelo Ministério da Educação (MEC) e a clara demonstração de ações articuladas com o Ensino Básico (Ensino Fundamental e Médio), garantindo a relevância e a validade das iniciativas analisadas.

A metodologia de investigação envolveu uma análise documental e exploratória da literatura e das práticas institucionais existentes, estruturada em três eixos principais para assegurar uma cobertura abrangente:

- i. um levantamento em publicações acadêmicas relevantes, relatórios de extensão universitária e anais de eventos científicos da área, buscando identificar estudos e experiências já documentadas;
- ii. uma análise aprofundada dos conteúdos disponíveis nos portais institucionais dos cursos de Engenharia de Produção reconhecidos; e
- iii. o exame de experiências e projetos de extensão disponíveis em repositórios digitais e bases de dados como *Scielo* e Google Acadêmico, para complementar a busca e verificar a replicabilidade ou o impacto de tais iniciativas.

Por meio dessa abordagem multifacetada, foram identificadas diversas iniciativas de ensino, pesquisa e extensão, incluindo tanto projetos institucionais quanto interinstitucionais com participação ativa de cursos de Engenharia, em universidades das cinco regiões do país, o que conferiu uma perspectiva nacional ao mapeamento. Após a coleta de dados, as informações foram submetidas a uma análise de conteúdo e a um processo de categorização temática. Esse procedimento consistiu na leitura aprofundada das iniciativas, permitindo a extração de elementos comuns e a organização das práticas em categorias representativas. Desta forma, foi possível sistematizar as diversas ações de integração entre a Engenharia de Produção e o Ensino Básico, detalhadas na seção de Resultados, assegurando que as conclusões do estudo fossem fundamentadas em um mapeamento sistemático e coerente com os objetivos da pesquisa.

RESULTADOS

A Educação Ambiental tem sido destacada na literatura como um processo permanente que busca desenvolver consciência crítica e habilidades para a participação na resolução de problemas socioambientais (TRAJBER; BIASOLI, 2023). A Sustentabilidade, articulada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), exige mudanças de paradigma que integrem dimensões econômicas, sociais e ambientais (ONU, 2023).

Estudos recentes em cursos de Engenharia de Produção apontam avanços, como disciplinas obrigatórias de sustentabilidade e atividades de extensão, mas também revelam desafios na interdisciplinaridade e na efetiva inserção no currículo (FERRARI *et al.*, 2024). Cantagalli e Carretta (2025) reforçam que a Educação Ambiental deve ultrapassar os muros da universidade, fortalecendo redes interinstitucionais e alcançando comunidades escolares. Esses elementos fundamentam a importância de integrar universidade e educação básica para consolidar a formação cidadã e ambiental.

Nesse sentido, a articulação entre cursos de Engenharia de Produção e escolas de Ensino Básico (Fundamental e Médio), por meio de ações de Educação Ambiental e Sustentabilidade, revela-se altamente eficaz na promoção da conscientização socioambiental desde as séries iniciais e no estímulo ao compromisso dos futuros engenheiros com questões ambientais.

As ações mapeadas, passíveis de serem realizadas pelos cursos de Engenharia de Produção, foram organizadas nas seguintes categorias:

- 1) **Palestras:** São ações formativas que conectam o conhecimento universitário à realidade escolar, conduzidas por professores, pesquisadores ou estudantes de Engenharia de Produção. As palestras são atividades expositivas planejadas, em que uma temática é apresentada oralmente para informar, sensibilizar e/ou provocar reflexão, podendo incluir espaço para perguntas e debate. Palestras caracterizam-se pela transmissão sistemática de conhecimentos em tempo determinado, sendo amplamente usadas em eventos acadêmicos, semanas temáticas, feiras de ciências, jornadas pedagógicas, ações comunitárias, atividades de extensão universitária e difusão científica. No contexto da integração entre cursos de Engenharia de Produção e escolas de Ensino Básico, orientada a Educação Ambiental e a Sustentabilidade, a função central das palestras é informar, sensibilizar e estimular a reflexão crítica dos estudantes acerca de problemas e soluções ligadas à Educação Ambiental e à Sustentabilidade, conectando conceitos técnicos a situações do cotidiano escolar e social. O formato de palestra pode favorecer interatividade e diálogo, permitindo que alunos do ensino básico questionem, compartilhem experiências e relacionem o conteúdo à sua realidade, ao mesmo tempo que essa modalidade possibilita adaptação de linguagem e profundidade, tornando acessíveis noções complexas da Engenharia de Produção, sem perder rigor científico. Palestras também fortalecem a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ampliando o alcance da ciência e incentivando a formação de futuros profissionais conscientes das dimensões ambientais de sua atuação. Entre os temas promissores para integração entre Engenharia de Produção e Ensino Básico destacam-se: Logística Reversa e Economia Circular, que exemplificam a aplicação do planejamento da produção para reduzir impactos ambientais, em consonância com os princípios de consumo e produção responsáveis previstos no ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis; Indicadores de sustentabilidade, com demonstração prática de métricas como pegada de carbono e eficiência energética, permitindo que alunos compreendam como se mede e monitora o desempenho ambiental; e Consumo consciente e produção limpa, evidenciando a importância de processos produtivos que minimizem desperdícios e utilizem matérias-primas renováveis (TOREZAN, 2025);
- 2) **Minicursos:** São ações formativas de curta duração, com caráter teórico-prático e enfoque técnico, destinadas à atualização ou ao aprofundamento de temas específicos. Possibilitam uma abordagem concentrada, estimulando a aprendizagem ativa e a aplicação imediata do conhecimento e diferenciam-se das palestras por favorecerem maior participação do público e o desenvolvimento de habilidades, sendo frequentemente acompanhadas de certificação de horas. No contexto da integração entre cursos de Engenharia de Produção e escolas de Ensino Básico, orientada a Educação Ambiental e a Sustentabilidade, mini cursos são organizados por professores, pesquisadores ou estudantes de Engenharia de Produção e têm como finalidade ensinar conteúdos técnicos de forma acessível e contextualizada, relacionando-os a problemas ambientais do cotidiano escolar e social. Além de ampliar o conhecimento técnico, os minicursos fortalecem a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão e criam um espaço privilegiado de interação dialógica, onde a universidade aprende com a realidade escolar e, ao mesmo tempo, difunde ciência e tecnologia. Estudos recentes também indicam que essas atividades despertam vocações profissionais em áreas técnicas e de engenharia, ampliando o horizonte de escolhas de carreira entre jovens estudantes (TOREZAN, 2025). Portanto, os minicursos são instrumentos estratégicos de formação cidadã e sensibilização ambiental, pois permitem que estudantes do ensino básico vivenciem de maneira prática e participativa princípios da Engenharia de Produção aplicados à sustentabilidade. Essa experiência contribui para formar futuros profissionais e cidadãos capazes de atuar criticamente na construção de uma sociedade ambientalmente responsável. Entre os temas promissores para minicursos que podem integrar Engenharia de Produção e Educação Básica, destacam-se: Sustentabilidade e Tecnologias Limpas: apresentação de soluções de baixo impacto ambiental em produção e serviços, alinhadas ao ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis; Logística Reversa e Economia Circular: simulações de coleta e reaproveitamento de materiais, mostrando como a Engenharia de Produção planeja cadeias de suprimento mais sustentáveis; e Gestão de Resíduos e Produção Mais Limpa: desenvolvimento de planos de separação, reutilização e destinação correta de resíduos, integrando ciência e cidadania;
- 3) **Rodas de Conversa:** Rodas de Conversa constituem espaços educativos, dialógicos e horizontais que possibilitam o encontro entre saberes acadêmicos e experiências escolares, favorecendo a construção coletiva de conhecimento e a reflexão crítica sobre temas socioambientais. Diferentemente de palestras ou aulas expositivas, esse formato promove escuta ativa, diálogo e corresponsabilidade, estimulando a participação de todos os envolvidos. No contexto da Engenharia de Produção, as rodas de conversa possibilitam aproximar conteúdos técnicos das questões vivenciadas na escola e na comunidade, explorando temas como consumo consciente,

logística reversa, gestão de resíduos, produção sustentável, pegada ecológica, mudanças climáticas e economia circular. Essas rodas podem ser organizadas como atividades extensionistas ou pedagógicas, nas quais estudantes e professores da Engenharia de Produção atuam como facilitadores, não apenas como transmissores de conhecimento. Eles auxiliam na mediação de debates, na aplicação de dinâmicas participativas e na proposição de projetos de ação comunitária. Além de contribuir para a formação cidadã e ambiental, as rodas de conversa fortalecem a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Ao promover escuta mútua e aprendizagem colaborativa, esses encontros tornam a universidade um agente ativo na solução de desafios locais e na formação de competências essenciais ao século XXI. As rodas de conversa vão além da simples troca de informações, pois fomentam a construção coletiva do conhecimento, ampliando a capacidade de análise crítica e o senso de corresponsabilidade dos participantes. Entre os temas mais recomendados para as rodas de conversa, destacam-se: Mudanças climáticas e Agenda 2030, discutindo causas, impactos e possibilidades de mitigação, em alinhamento com o ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima; Pegada Ecológica, permitindo que os participantes calculem e compreendam os impactos de seus hábitos de consumo; Economia Circular e Logística Reversa, apresentando estratégias de reaproveitamento de materiais e redução de resíduos no ambiente escolar e familiar; e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na prática, explorando como cada meta pode ser incorporada no cotidiano escolar;

- 4) **Oficinas Temáticas:** As Oficinas Temáticas configuram-se como ações práticas, participativas e interdisciplinares, realizadas de forma colaborativa entre cursos de Engenharia de Produção e a Educação Básica, com foco na vivência e aplicação de conhecimentos socioambientais. Nessas oficinas, estudantes e professores universitários atuam como mediadores e facilitadores, empregando metodologias ativas, como Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e *Design Thinking*, para desenvolver soluções a partir de problemas reais relacionados a temáticas de Educação Ambiental e Sustentabilidade. Segundo a UNESCO (2017), metodologias participativas são decisivas para a formação de competências em Educação para o Desenvolvimento Sustentável, pois estimulam o protagonismo juvenil e a corresponsabilidade ambiental. Oficinas Temáticas promovem aprendizagem significativa, protagonismo estudantil e sensibilização ambiental, fortalecendo o vínculo entre universidade e comunidade, e fortalecem, ainda, a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Temas como logística reversa, economia circular, reaproveitamento de resíduos e tecnologias sociais de baixo custo pode ser explorados, proporcionando aprendizagem significativa e construção coletiva de conhecimento. Destacam-se como temáticas promissoras para oficinas que podem integrar Engenharia de Produção e Educação Básica no contexto da Educação Ambiental e Sustentabilidade: Oficina Economia Circular e Logística Reversa: promove a triagem e o reaproveitamento de resíduos, simulando cadeias reversas de coleta e reciclagem; Oficina Horta Agroecológica e Compostagem: ensina a construir composteiras e a cultivar hortaliças, integrando redução de resíduos e alimentação saudável. Oficina Captação, Uso e Reuso da Água: orienta a instalação de minissistemas de captação de chuva e incentiva o consumo racional de água; Oficina Energia Renovável em Miniatura: propicia a montagem de protótipos de painéis solares ou aerogeradores para demonstrar geração limpa de energia; Oficina Moda Sustentável e *Upcycling*: estimula a reutilização de roupas e tecidos, demonstrando a economia de recursos naturais; Oficina ODS na Vida Escolar: mobiliza a comunidade para mapear práticas ligadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e criar compromissos de ação; e Oficina Compostagem: orienta a transformação de resíduos orgânicos em adubo, mostrando etapas, cuidados e benefícios para a fertilização do solo e a redução do lixo;
- 5) **Campanhas Educativas:** são ações planejadas para sensibilizar, informar e mobilizar a comunidade escolar em torno de temas ambientais relevantes. Desenvolvidas de forma colaborativa entre universidade e escola, podem integrar projetos de extensão, feiras temáticas, programas interdisciplinares ou ocorrer como iniciativas pontuais. Utilizam recursos de comunicação, criatividade e conhecimento técnico da Engenharia de Produção para produzir materiais didáticos (panfletos, cartazes, jogos, vídeos e exposições interativas) e para organizar cronogramas, fluxos de trabalho e indicadores de impacto. De acordo com Trajber; Biasoli (2023), a difusão de informações ambientais em diferentes linguagens amplia o alcance e a eficácia das ações. As Diretrizes para a Extensão (BRASIL, 2018) reforçam que estratégias comunicativas são essenciais para aproximar o saber acadêmico das demandas sociais e fortalecer a cidadania. Cada campanha envolve etapas de planejamento, divulgação, execução, avaliação e compartilhamento de boas práticas, promovendo aprendizagem significativa, cidadania ambiental e o vínculo entre escola, família e comunidade. Exemplos de campanhas temáticas que podem ser planejadas para a integração de Cursos de Engenharia de Produção com Escolas de Básico (ensino Fundamental e Médio), de modo participativo e prático, articulando educação ambiental e sustentabilidade, são: Semana do Consumo Consciente: mobiliza a comunidade escolar para reduzir desperdícios, incentivar o reuso de materiais e adotar compras responsáveis; Campanha Energia Limpa na Escola: promove ações para economizar energia elétrica, divulgar fontes renováveis e estimular o uso de lâmpadas e equipamentos eficientes; Movimento Água é Vida: envolve atividades de sensibilização sobre uso racional da água, com desafios de economia, mutirões de conserto de vazamentos e instalação de medidores; Escola Lixo Zero: estimula a separação correta de resíduos, a reciclagem e a redução de descartáveis, com gincanas de coleta seletiva e

monitoramento de resultados; Mês do Reaproveitamento Criativo: promove oficinas de *Upcycling*, feiras de troca de roupas e brinquedos, e exposições de arte com materiais reciclados; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em Ação: convida a comunidade a conhecer e aplicar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no cotidiano escolar, vinculando metas a práticas concretas;

- 6) **Projetos Temáticos:** São iniciativas pedagógicas de média ou longa duração, concebidas a partir de um tema central relevante para a comunidade escolar. Eles envolvem atividades interdisciplinares, participativas e contextualizadas, nas quais universitários, professores e estudantes da educação básica atuam de forma integrada. No contexto da integração entre Engenharia de Produção e Escola de Ensino Básico, projetos temáticos buscam articular conhecimentos técnicos da Engenharia de Produção, como planejamento de processos, logística sustentável, consumo consciente, gestão de resíduos e avaliação de desempenho ambiental, com os conteúdos curriculares escolares e as práticas da vida cotidiana, promovendo aprendizagem significativa, engajamento social e transformação ambiental. Projetos temáticos articulam diagnóstico, planejamento, execução e avaliação, envolvendo ativamente professores, alunos e universitários. A Engenharia de Produção contribui com técnicas de planejamento, gestão de processos e avaliação de desempenho ambiental, assegurando o rigor científico e a aplicabilidade das soluções (TOREZAN, 2025). De acordo com Paula; Berte e Seleme (2013), iniciativas de longo prazo consolidam uma cultura de sustentabilidade, fortalecendo a corresponsabilidade entre escola e universidade. Constituem exemplos de projetos temáticos que favorecem a aproximação entre Engenharia de Produção e Escola, ampliam o alcance da educação ambiental e contribui para a formação de cidadãos e futuros profissionais comprometidos com a sustentabilidade: Horta Agroecológica e Alimentação Sustentável: implantação de hortas e canteiros educativos, integrando planejamento produtivo, compostagem e hábitos alimentares saudáveis; Escola Lixo Zero: diagnóstico da geração de resíduos, criação de ecopontos e implantação de coleta seletiva com metas de redução e monitoramento contínuo; Economia Circular e Logística Reversa: organização de fluxos de reaproveitamento de materiais, como papel, embalagens e eletrônicos, em parceria com cooperativas de reciclagem; e ODS na Escola: mobilização da comunidade escolar para relacionar as atividades do dia a dia aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, criando metas e indicadores de acompanhamento.
- 7) **Práticas Laboratoriais:** são atividades experimentais e investigativas desenvolvidas em parceria entre universidade e escola, com a finalidade de proporcionar aos estudantes experiências práticas e aplicadas sobre temas ambientais. Realizadas em laboratórios universitários, escolares ou em espaços adaptados, essas práticas permitem que alunos da educação básica participem de experimentos orientados por graduandos e docentes de Engenharia de Produção, aplicando conceitos científicos e tecnológicos para diagnosticar problemas e propor soluções sustentáveis. De acordo com o ProNEA - Programa Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 2023), a experimentação fortalece a cidadania crítica e ambientalmente responsável, enquanto a UNESCO (2017) ressalta seu papel na formação de competências para o desenvolvimento sustentável. Além de ampliar a aproximação entre universidade e escola, essas práticas despertam interesse vocacional e aprofundam a compreensão de processos produtivos ambientalmente corretos. Práticas laboratoriais reforçam a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ampliam o alcance da educação ambiental e contribuem para a formação de cidadãos e futuros profissionais comprometidos com a sustentabilidade. Entre os temas promissores para práticas laboratoriais que podem integrar Engenharia de Produção e Educação Básica, destacam-se: Tratamento de Efluentes em Escala Piloto: simulação de filtros naturais ou biofiltros para purificação de águas residuais; Laboratório de Reaproveitamento de Materiais: desenvolvimento de objetos úteis a partir de resíduos sólidos, aplicando princípios de economia circular; Experimentos de Qualidade da Água e do Solo: análises físico-químicas que identificam poluentes e relacionam resultados com práticas de conservação; Testes de Eficiência Energética: comparação de consumo entre diferentes equipamentos ou lâmpadas, estimulando escolhas de baixo impacto; Compostagem Experimental: montagem e monitoramento de composteiras para avaliar tempo de decomposição, temperatura e qualidade do adubo; e Análise da Pegada de Carbono: medições de consumo de energia, água e transporte escolar para calcular emissões e propor medidas de mitigação;
- 8) **Jogos Educativos:** constituem estratégias pedagógicas lúdicas e interativas, desenvolvidas em parceria entre universidade e escola, que utilizam o jogo como ferramenta de ensino para sensibilizar, informar e engajar estudantes em temas de educação ambiental e sustentabilidade. Nessas atividades, professores e graduandos de Engenharia de Produção atuam como criadores, mediadores ou aplicadores, elaborando jogos analógicos (como tabuleiros, cartas, dominós e gincanas) ou digitais (a exemplo de aplicativos, simulações e *quizzes on-line*). Ao transformar conceitos como consumo consciente, logística reversa, produção limpa, gestão de resíduos, pegada ecológica e economia circular em desafios lúdicos, esses jogos tornam o aprendizado mais atrativo e favorecem a internalização de práticas sustentáveis. Estudos recentes (TOREZAN, 2025) indicam que a ludicidade estimula protagonismo, criatividade e mudança de comportamento, enquanto fortalece a aproximação entre universidade e escola, ampliando o alcance da educação ambiental e contribuindo para a formação de cidadãos e futuros profissionais comprometidos com a sustentabilidade. Essas práticas lúdicas fortalecem a indissociabilidade entre

ensino, pesquisa e extensão, estimulam a aprendizagem significativa e aproximam ciência, tecnologia e cidadania, consolidando valores de responsabilidade socioambiental. Constituem exemplos de jogos educativos que favorecem a aproximação entre Engenharia de Produção e Escola de Ensino Básico: Tabuleiro da Economia Circular: percurso em que equipes resolvem desafios de reaproveitamento de materiais e redução de resíduos; Quiz dos ODS: competição de perguntas e respostas sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e seus impactos no cotidiano escolar; Simulação de Logística Reversa: jogo em que grupos planejam rotas de coleta e reaproveitamento de embalagens, calculando emissões evitadas; Dominó da Pegada Ecológica: associa hábitos de consumo aos níveis de impacto ambiental, promovendo reflexão sobre escolhas diárias; e Caça ao Tesouro Sustentável: gincana que integra pistas e tarefas sobre uso racional da água, energia e separação de resíduos;

- 9) **Análises Diagnósticas:** são atividades investigativas e participativas desenvolvidas em parceria entre universidade e escola, com a finalidade de identificar problemas, coletar dados e compreender a realidade ambiental da instituição. Conduzidas por estudantes e professores de Engenharia de Produção, geralmente no âmbito de projetos de extensão, estágios ou oficinas interdisciplinares, essas análises utilizam técnicas de observação, medição, mapeamento e registro de informações para avaliar práticas que impactam o meio ambiente, como consumo de recursos naturais, geração e destinação de resíduos, hábitos de consumo e organização de processos internos. Ao fornecer subsídios técnicos para o planejamento de ações corretivas, as análises diagnósticas fortalecem a cultura de avaliação contínua e a integração entre ciência e responsabilidade socioambiental (TOREZAN, 2025), em consonância com o ProNEA - Programa Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 2023), que ressalta a importância do monitoramento permanente para a gestão sustentável. ações de diagnóstico aproximam a Engenharia de Produção das escolas, ampliam o alcance da educação ambiental e contribuem para a formação de cidadãos e futuros profissionais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Entre os temas promissores para análises diagnósticas que podem integrar Engenharia de Produção e Educação Básica, destacam-se: Diagnóstico Energético: levantamento do consumo de energia elétrica em salas de aula, laboratórios e áreas comuns, seguido de recomendações para eficiência energética; Mapeamento de Fluxos de Resíduos: análise de pontos de geração, volume e tipo de resíduos, com proposta de coleta seletiva e reaproveitamento; Avaliação do Consumo de Água: identificação de desperdícios, detecção de vazamentos e cálculo do uso por atividade escolar, propondo estratégias de redução; Análise da Pegada de Carbono Escolar: cálculo das emissões geradas por transporte, alimentação e uso de energia, com sugestões de compensação; Estudo de Layout e Fluxo de Pessoas: reorganização de espaços e rotas internas para melhorar ventilação, iluminação natural e segurança; e Inventário de Materiais e Recursos: verificação de estoques, armazenamento e consumo de insumos para estimular práticas de compras sustentáveis; e
- 10) **Soluções Técnicas:** são intervenções práticas e colaborativas que buscam identificar e resolver problemas ambientais reais no ambiente escolar, aplicando conhecimentos, métodos e ferramentas da Engenharia de Produção de forma adaptada ao contexto educacional. Desenvolvidas por estudantes e professores universitários em projetos de extensão, visitas técnicas, oficinas ou ações interdisciplinares, têm como foco o uso de tecnologias sociais, inovações de baixo custo e planejamento eficiente para gerar melhorias sustentáveis na escola e na comunidade. Constituem a etapa de intervenção que sucede os diagnósticos, transformando dados e análises em ações concretas. Podem incluir a prototipagem de equipamentos, a reorganização de fluxos produtivos, a instalação de sistemas de captação de água da chuva, a implementação de painéis solares de baixo custo, a criação de estações de compostagem e outras soluções de engenharia que otimizam recursos e reduzem impactos. Ao empregar métodos de análise de viabilidade, planejamento de processos e gestão de recursos, essas práticas geram resultados mensuráveis e fortalecem o compromisso ético e social da comunidade escolar. Essa abordagem está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), consolidando o papel da universidade como agente de inovação e transformação socioambiental. Alguns exemplos de soluções técnicas que favorecem a aproximação entre Engenharia de Produção e Escola de Ensino Básico são: Programa de eficiência energética: troca de lâmpadas por LED - *Light Emitting Diodes* (em português, Diodo Emissor de Luz), sensores de presença, diagnóstico de carga de ar-condicionado, checklist operacional; medição kWh/sala antes-depois; Pontos de coleta seletiva e logística reversa: *layout* de ecopontos, rotas internas, parceria com cooperativa; indicador: taxa de desvio de resíduos (%); Reorganização de *layout* de salas/*labs*: análise de fluxo de pessoas e materiais, 5S, ergonomia; resultados: tempo de setup didático (-%), segurança (+) e ventilação/iluminação natural (+); Horta agroecológica com planejamento de produção: cronograma de plantio/colheita, balanceamento de tarefas, uso do composto; métricas: kg colhidos, participação estudantil; e Mapeamento e redução de desperdícios na merenda (P+L): pesagem de sobras, causas, ações de melhoria; indicador: g de resíduo/aluno.

As iniciativas mapeadas neste estudo poderão servir de base para a implementação de ações voltadas à integração de Cursos de Engenharia de Produção com Escolas de Ensino Básico (Fundamental e Médio). Tal atuação é um catalisador para a formação da consciência socioambiental desde as séries iniciais e um incentivo à responsabilidade ambiental nos

futuros profissionais da engenharia. Além disto, também poderão contribuir para a consolidação de políticas de extensão mais conectadas à realidade local onde os cursos de Engenharia de Produção estão sendo ofertados e para o fortalecimento do papel social da Engenharia de Produção como vetor de transformação social.

Essa integração é um componente essencial e permanente do sistema educacional brasileiro, que transcende a mera transmissão de conhecimentos, buscando ativamente desenvolver valores e atitudes que capacitem os indivíduos a participarem de forma responsável na resolução dos complexos desafios socioambientais. As experiências de sucesso mapeadas neste estudo demonstram que a consolidação de parcerias sólidas e de longa duração entre universidades e escolas amplia significativamente o impacto socioambiental e fortalece a formação cidadã, consolidando uma cultura de sustentabilidade. Essa articulação, em consonância com o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, fortalece a função social das universidades e propicia formações mais contextualizadas e alinhadas às demandas contemporâneas.

Em diferentes regiões do Brasil, instituições de ensino superior já estruturaram programas que podem ser tomados como referências para cursos de Engenharia de Produção interessados em expandir ou iniciar suas ações de integração com escolas de educação básica. Exemplos nacionais relevantes, que evidenciam diferentes formatos de integração universidade–escola pode ser verificados no Quadro 1.

Quadro 1. Programas Nacionais Voltados à Educação Ambiental e à Sustentabilidade que Evidenciam a Integração Universidade-Escola. Fonte: USP (2023); UFPR (2024); UFSC (2024).

Universidade	Programa	Características Principais	Resultados e Impactos
Universidade de São Paulo (USP)	USP Recicla – Escolas	Capacitação de docentes, visitas a laboratórios e atividades lúdicas sobre economia circular e logística reversa.	Diminuição do consumo de papel e maior adesão à coleta seletiva em escolas parceiras.
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Educação Ambiental na Escola	Oficinas interdisciplinares, hortas escolares, diagnósticos de resíduos e energia.	Redução comprovada de resíduos orgânicos e formação de multiplicadores ambientais entre professores e estudantes.
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Educação Ambiental em Comunidades Escolares	Desenvolvimento de tecnologias sociais (compostagem, aproveitamento de águas pluviais) e formação de educadores ambientais	Ampliação da consciência ambiental de mais de 3 mil estudantes e replicação em escolas de municípios vizinhos.

Os programas apresentados no Quadro 1 podem ser considerados como práticas norteadoras para a integração entre Universidades e Escolas por apresentarem planejamento participativo, continuidade e avaliação de resultados, integrando ensino, pesquisa e extensão. Também se destacam pela adaptação às realidades locais e pelo estímulo ao protagonismo estudantil, tanto de universitários quanto de alunos da educação básica.

CONCLUSÕES

A integração entre os cursos de Engenharia de Produção e as escolas de Ensino Básico, com foco na Educação Ambiental e na Sustentabilidade, representa uma estratégia eficaz para a construção de uma cultura socioambiental crítica, participativa e transformadora. As ações mapeadas neste estudo demonstram o potencial formativo e social da articulação entre saberes acadêmicos e práticas escolares, promovendo não apenas a conscientização ambiental desde os primeiros anos de formação, mas também o fortalecimento do compromisso ético e cidadão dos futuros engenheiros.

A diversidade de iniciativas mapeadas, que vão desde palestras e minicursos até soluções técnicas aplicadas, evidencia o caráter multidisciplinar e aplicável da Engenharia de Produção na promoção da sustentabilidade. Essas práticas favorecem a aprendizagem significativa, a inovação social e a democratização do conhecimento, ampliando o papel da universidade pública na construção de soluções alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sobretudo àqueles relacionados à educação de qualidade (ODS 4), ao consumo e produção responsáveis (ODS 12) e à ação contra a mudança global do clima (ODS 13).

Conclui-se que o fortalecimento dessa integração é essencial para consolidar uma educação ambiental crítica e contextualizada, em consonância com as diretrizes nacionais de educação e os princípios da extensão universitária. Recomenda-se, portanto, a institucionalização e o fomento contínuo de políticas e projetos que promovam a interação permanente entre universidade e escola, com vistas à formação de sujeitos capazes de pensar e agir sustentavelmente em suas comunidades e profissões.

Ao integrar a Engenharia de Produção com a Educação básica, esses espaços tornam-se laboratórios vivos de aprendizagem e inovação social, nos quais ciência, tecnologia e cidadania se unem para promover uma cultura de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/normas-classificadas-por-assunto/extensao-na-educacao-superior-brasileira>. Acesso em: 10 de jul. 2025.
2. BRASIL. Ministério da Educação. **Educação ambiental no currículo é chave para sustentabilidade**. Brasília: MEC, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2025/junho/educacao-ambiental-no-curriculo-e-chave-para-sustentabilidade>. Acesso em: 10 jul. 2025.
3. BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA: Marcos legais e normativos**. 6. ed. rev. Brasília, DF: MEC, 2023. Disponível em: https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2025/02/ProNEA_6edicao-2023.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.
4. CANTAGALLI TORRES, L. C.; CARRETTA, R. Y. D. Ações de educação ambiental e sustentabilidade no contexto universitário pela América do Sul: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 270–291, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/19712>. Acesso em: 10 set. 2025.
5. FERRARI, N. B.; CORVELONI, É. P. M.; SAES, E. V.; BRITO, S. C. M. Sustentabilidade e Engenharia de Produção: uma revisão bibliográfica sistemática. **Revista Engenharia**, v. 29, n. 140, nov. 2024. Acesso em: 10 set. 2025.
6. ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The Sustainable Development Goals Report 2023**. New York: United Nations, 2023. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>. Acesso em: 10 jul. 2025.
7. PAULA, A.; BERTE, R.; SELEME, R. Projeto Escolas Sustentáveis: uma rede virtual colaborativa de escolas para práticas ambientais sustentáveis. **Revista Intersaberes**, v. 8, n. 16, 2013.
8. SANCHEZ, A. C. E.; BEDIN, M. V. C.; IARED, V. G. Um olhar sobre a inserção da Educação Ambiental nas escolas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 20, n. 2, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/20431>. Acesso em: 10 jul. 2025.
9. TOREZAN, K. M. R. **Aproximações entre o ensino da Engenharia de Produção e desenvolvimento sustentável nas organizações**. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 20, n. 5, 2025.
10. TORRES, L. C.; CARRETTA, R. Y. D. Ações de Educação Ambiental e sustentabilidade no contexto universitário pela América do Sul: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 270–291, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/download/19712/13918/88553>. Acesso em: 10 jul. 2025.
11. TRAJBER, R.; BIASOLI, T. B. S. **Diretrizes de Educação Ambiental Climática**. São Carlos-SP: FUNBEA, Instituto Clima e Sociedade e Cemaden, 2023.
12. UFPR - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura. **Projetos de extensão**. Curitiba: UFPR, 2024. Disponível em: <https://www.proec.ufpr.br/>. Acesso em: 20 set. 2025.
13. UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Pró-Reitoria de Extensão. **Programa de Educação Ambiental em Comunidades Escolares**. Florianópolis: UFSC, 2024. Disponível em: <https://proex.ufsc.br/>. Acesso em: 20 set. 2025.
14. UNESCO. **Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives**. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>.
15. USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **USP Recicla – Escolas**. São Paulo: USP, 2023. Disponível em: <https://www.recicla.usp.br/>. Acesso em: 20 set. 2025.