EDUCAÇÃO PARA CIRCULARIDADE: ENSINO DA ECONOMIA CIRCULAR NA APRENDIZAGEM PROFISSIONAL

EDUCATION FOR CIRCULARITY: TEACHING THE CIRCULAR ECONOMY IN VOCATIONAL LEARNING

MARIANA VIVIANI DE CAMARGO
UFMS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

ADRIANE A FARIAS SANTOS L DE QUEIROZ
UFMS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

IZABELA LEITE RIBEIRO GUIMARAES

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

Agradecimento à orgão de fomento:
Os autores agradecem à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) pelo apoio institucional e ao SINGEP – Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade pela oportunidade de divulgação e discussão científica deste estudo.

EDUCAÇÃO PARA CIRCULARIDADE: ENSINO DA ECONOMIA CIRCULAR NA APRENDIZAGEM PROFISSIONAL

Objetivo do estudo
Este estudo teve como objetivo analisar a produção científica sobre a integração da Economia Circular no Ensino e Formação Profissional, à luz da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, identificando o panorama das publicações e as competências associadas à formação para a circularidade

Relevância/originalidade
A transição para modelos produtivos sustentáveis requer profissionais capazes de integrar conhecimentos técnicos, competências transversais e princípios de circularidade Nesse contexto, o Ensino e Formação Profissional (EFP) assume papel estratégico na preparação de trabalhadores para a EC, articulada à EDS

Metodologia/abordagem
Realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura, orientada pelas estruturas PICOC e PRISMA, com buscas nas bases Scopus, Web of Science e ScienceDirect A seleção, apoiada pelo Parsifal, resultou em 25 artigos, submetidos à análise temática e sistematização das competências relacionadas à EC

Principais resultados
A análise identificou 20 competências associadas à Economia Circular e à EDS, distribuídas entre dimensões técnicas e transversais. Predominaram pensamento crítico, pensamento sistêmico, resolução de problemas complexos, colaboração e inovação, enquanto competências técnicas específicas da circularidade apresentaram menor recorrência na literatura analisada.

Contribuições teóricas/metodológicas
Contribui ao integrar Economia Circular, Educação para o Desenvolvimento Sustentável e Ensino e Formação Profissional, sistematizando competências recorrentes na literatura Metodologicamente, aplica uma Revisão Sistemática da Literatura orientada por PICOC e PRISMA, estruturando evidências para subsidiar futuras pesquisas e propostas circulares

Contribuições sociais/para a gestão
Subsidia instituições de EFP na estruturação de currículos e práticas formativas orientadas à circularidade, sustentabilidade e desenvolvimento de competências profissionais para atuação em sistemas produtivos sustentáveis.

Palavras-chave: Economia Circular, Educação para o Desenvolvimento Sustentável, Ensino e Formação Profissional, Competências para a Sustentabilidade;, Educação para circularidade

EDUCATION FOR CIRCULARITY: TEACHING THE CIRCULAR ECONOMY IN VOCATIONAL LEARNING

Study purpose
This study aimed to look at the scientific research on integrating the Circular Economy into Vocational Education and Training, in the context of Education for Sustainable Development, spotting the publication trends and the skills linked to training for circularity

Relevance / originality
The shift to sustainable productive models needs professionals who can combine technical know-how, soft skills and circularity principles. In this context, Vocational Education and Training (VET) plays a key role in getting workers ready for the CE, linked to SDGs

Methodology / approach
A Systematic Literature Review was carried out, guided by the PICOC and PRISMA frameworks, with searches on the Scopus, Web of Science and ScienceDirect databases The selection, supported by Parsifal, resulted in 25 articles, which were submitted to thematic analysis and the

Main results
The analysis found 20 skills linked to the Circular Economy and SDGs, split between technical and cross-cutting areas Critical thinking, systems thinking, solving complex problems, collaboration, and innovation stood out, while specific technical skills for circularity were mentioned less often in the

Theoretical / methodological contributions
It contributes by integrating Circular Economy, Education for Sustainable Development and Vocational Education and Training, putting together skills commonly found in the literature Methodologically, it uses a Systematic Literature Review guided by PICOC and PRISMA, organising evidence to support future research and

Social / management contributions
It supports VET institutions in setting up curricula and training practices focused on circularity, sustainability and developing professional skills for work in sustainable production systems.

Keywords: Circular Economy, Education for Sustainable Development, Teaching and Vocational Training;, Skills for Sustainability;, Education for Circularity

EDUCAÇÃO PARA CIRCULARIDADE: ENSINO DA ECONOMIA CIRCULAR NA APRENDIZAGEM PROFISSIONAL

1 Introdução

A construção de um futuro sustentável pressupõe o equilíbrio entre múltiplas dimensões, a equidade intergeracional, o uso prudente dos recursos, a preservação da saúde dos sistemas vivos, a harmonização entre produtividade econômica e consumo, a proteção ambiental e o respeito à diversidade cultural (CHINEDU et al., 2019). Diante da complexidade que envolve essa transição, a educação se consolida como fator indispensável, por representar uma oportunidade singular de influenciar o conhecimento e as competências das futuras gerações de cidadãos e trabalhadores (UNESCO, 2017), tendo a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) emergido como uma das principais respostas institucionais a esse desafio (PAUW et al., 2015).

A EDS é compreendida como uma abordagem educacional que integra princípios do desenvolvimento sustentável aos processos de ensino e aprendizagem, envolvendo diferentes áreas do conhecimento e níveis educacionais (UNESCO, 2017). Nessa perspectiva, Wiek et al. (2011) a associam ao desenvolvimento de competências voltadas à análise e à solução de problemas complexos de sustentabilidade em contextos reais. Lambini (2021) a reconhece como campo acadêmico consolidado, que ganhou força expressiva nas últimas décadas como veículo estratégico para o alcance dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), capacitando estudantes a atuar em contextos com múltiplas partes interessadas e a co-criar conhecimento voltado a soluções sustentáveis (OONK et al., 2021).

Paralelamente ao avanço da EDS, a Economia Circular (EC) consolida-se como estratégia-chave para a transição rumo a modelos produtivos sustentáveis, ao propor a reestruturação de operações empresariais, comportamentos e padrões de consumo, minimizando o impacto sobre recursos naturais e energéticos (SERRANO-BEDIA; PEREZ-PEREZ, 2022). Neste âmbito, a EC está fundamentada na substituição da lógica de "fim de vida" pelos princípios de redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais ao longo dos processos de produção, distribuição e consumo (KIRCHHERR et al., 2017). Em convergência, a Fundação Ellen MacArthur (2024) a define como sistema baseado na eliminação de resíduos e poluição, na circulação de produtos e materiais e na regeneração de sistemas naturais. Ribeiro e Kruglianskas (2014), por sua vez, complementam essa definição ao destacarem a distinção entre consumo e uso de recursos, com prioridade à recuperação de materiais em detrimento da extração de novos insumos.

Diferentemente da educação escolar geral, cujo conceito é internacionalmente estabilizado, o Ensino e Formação Profissional (EFP) não possui uma definição conceitual única e nem consensual. De acordo com McGRATH (2012), há uma gama de termos, incluindo educação vocacional (VET), educação e formação profissional, educação e formação técnica e profissional (TVET), ensino técnico e profissional (ETP), desenvolvimento de competências, desenvolvimento da força de trabalho e desenvolvimento de recursos humanos, entre outros. A UNESCO-UNEVOC, por exemplo, adota o termo educação e formação técnica e profissional (EFTP/TVET) reconhecendo-o como "um conjunto de práticas e tecnologias" organizado em torno da finalidade de preparar sujeitos para a participação no mundo do trabalho, por meio de programas nomeados a partir de perfis ocupacionais (eletricista, mecânico, cozinheiro profissional etc.) e não de áreas disciplinares amplas, como ocorre no ensino superior (McGRATH, 2012, p.624). Neste trabalho, adota-se o termo Ensino e Formação Profissional (EFP) como categoria mais abrangente, por englobar tanto a dimensão da qualificação técnica voltada a ocupações específicas — usualmente

artigo em processo de submissão

designada como ensino técnico e profissional (ETP) — quanto a dimensão mais ampla de formação continuada de trabalhadores já inseridos no mercado.

De acordo com a UNESCO-UNEVOC (2024), os sistemas de educação e formação técnica e profissional desempenham papel crucial nessa transição, sendo necessário incorporar competências verdes e circulares à formação profissional. Estudos como os de Ghisellini et al. (2016) e Kirchherr et al. (2018) reforçam a urgência de alinhar o desenvolvimento profissional às transformações sustentáveis do mercado de trabalho. É nesse cenário de convergência entre educação e economia sustentável que o ensino técnico e profissional (ETP) assume especial relevância, uma vez que compreende o desenvolvimento de competências relacionadas a campos ocupacionais específicos, voltado para transição dos jovens para o mercado de trabalho (UNESCO-UNEVOC, 2024).

A EFP foi moldada por objetivos pragmáticos de fornecer mão de obra qualificada para funções técnicas determinadas. Entretanto, autores como McGrath; Powell (2016, p.14), propõem uma reconfiguração desse papel, defendendo uma "EFP transformadora" que mude o foco do crescimento econômico estrito para o bem-estar dos indivíduos e a transformação social. A UNESCO, por sua vez, destaca a importância do desenvolvimento de competências voltadas a economias inclusivas e sustentáveis como base para o avanço da agenda de ecologização da EFP e para a promoção da própria EDS, tal incorporação que tem sido impulsionada em diferentes fóruns e congressos internacionais dedicados aos desafios enfrentados pelas instituições de EFP na integração da EDS a seus programas (CHINEDU et al., 2018).

Nessa perspectiva, a EFP deixa de ser compreendida apenas como treinamento técnico e passa a ser entendida como espaço de desenvolvimento humano integral, refletindo, segundo Juwitasari (2024), uma evolução curricular que se desloca de abordagens meramente instrumentais para modelos que valorizam o conhecimento local, a diversidade e a resolução de problemas complexos. O papel crucial do currículo na integração da sustentabilidade na prática educacional, enfatizada por Chen (2025), é reforçado em diversas políticas internacionais de EFP: agências governamentais como a UNESCO-UNEVOC, Cedefop, a OIT e a OCDE, têm sido uma voz importante para desenvolver uma abordagem concertada às competências verdes, como se reflete mais claramente nas recomendações políticas do Grupo de Trabalho Interagencial sobre “satisfazer as necessidades de competências para empregos verdes” (McGrath; Powell, 2016). Esse campo ganha centralidade na discussão global ao ser identificado como força motriz para a inovação verde, exigindo que os sistemas de ensino profissional articulem as demandas produtivas imediatas com a formação de trabalhadores críticos e conscientes de seu papel na sustentabilidade (SHAMZZUZOHA et al., 2022).

Não obstante, embora estudos anteriores tenham defendido a integração da EDS ao EPT como via para aprimorar a consciência e as habilidades ambientais (MCGRATH; POWELL, 2016), observa-se que a maioria das revisões e notas informativas publicadas sobre educação para o desenvolvimento sustentável forneceu poucas evidências sobre o papel do EFP e sobre como este poderia contribuir para o enfrentamento dos desafios relacionados ao alcance dos ODS (LAMBINI et al., 2021). A esse cenário soma-se o conhecimento ainda limitado sobre os princípios da economia circular entre educadores, alunos e demais partes interessadas, o que torna complexo a incorporação desse conceito aos currículos técnicos e profissionalizantes (HAMID, RASUL e KAMARUZAMAN, 2024). Dentre os desafios existentes, destaca-se a lacuna de conhecimento e habilidades necessárias para promover uma inovação mais sustentável, bem como a insuficiente clareza sobre como as competências verdes são incorporadas aos currículos da educação profissional (SHAMZZUZOHA et al., 2022; CHEN, 2025; TREVISAN et al., 2025). Ademais, embora se reconheçam avanços

Versão em processo de submissão

políticos e acadêmicos contínuos relativos ao ensino profissionalizante nos países da OCDE, constata-se que, no contexto do Sul Global, essa temática tem sido objeto de escassa produção investigativa e de reduzido aprofundamento teórico (McGRATH, 2012), configurando uma lacuna significativa que justifica a realização de novos estudos.

Com base nessa lacuna de pesquisa, o objetivo principal deste estudo é analisar a produção científica sobre a integração da economia circular no ensino e formação profissional, à luz da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, por meio de uma revisão sistemática da literatura. As buscas foram realizadas nas bases de dados Scopus, Web of Science e ScienceDirect, seguindo o protocolo PRISMA para seleção dos estudos, com apoio da ferramenta Parsifal. Assim, a presente pesquisa busca responder às seguintes questões de investigação:

RQ1. Qual é o estado da arte e o panorama das publicações científicas sobre a Economia Circular no âmbito do Ensino e Formação Profissional (EFP)?

RQ2. Quais competências são contempladas nos currículos do Ensino e Formação Profissional ao incorporar princípios da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) e da circularidade?

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 a metodologia do estudo é explicada, enquanto os resultados gerais são apresentados na seção 3. As implicações gerenciais com base nos resultados do estudo são descritas na seção 4. O estudo é concluído com sugestões para pesquisas futuras na seção 5.

2 Procedimentos Metodológicos

O presente estudo utiliza a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) como método de investigação, dada a sua capacidade de sintetizar evidências de forma explícita, reprodutível e sistemática. Conforme preconizado por Tranfield, Denyer e Smart (2003) e Kitchenham e Charters (2007), a RSL constitui uma estratégia robusta para mapear o *state-of-the-art* (estado da arte) sobre fenômenos emergentes, permitindo a consolidação de conhecimentos teóricos e práticos dispersos na literatura científica. A construção do protocolo de busca foi orientada pela estrutura PICOC (Population, Intervention, Comparison, Outcomes e Context[1]), utilizada para delimitar o escopo da revisão e definir os principais termos de pesquisa, por ser considerada a mais apropriada para a aplicação do RSL e também para o alcance do objetivo deste estudo.

Na realização da pesquisa foram utilizados os seguintes strings de busca ("technical education" OR "vocational education" OR "professional training" OR "workforce development" OR "upskilling") AND ("education for sustainable development" OR "sustainability education" OR "circular economy"). Nesta pesquisa foram selecionados apenas artigos científicos coletados, nas bases de dados *Scopus* (*SCOPUS*, 2024)*; Web of Science* (*WEB OF SCIENCE,* 2024)*;* e *Science Direct* (SCIENCEDIRECT, 2025), estas consideradas como bases de dados mais consultadas pela comunidade científica internacional.

As buscas foram realizadas em 17 de novembro de 2025 e apenas artigos publicados em inglês e disponíveis em periódicos e conferências com revisão por pares foram considerados. Durante as buscas, não se estabeleceu critério de data de publicação. Dessa forma, a quantidade de artigos que exploram os princípios da EC aplicados ao Ensino e Formação Profissional (EFP) aumentou exponencialmente, contribuindo para restringir a amostra de artigos mais relevantes para nossa análise. Em consonância com (Lambini et al., 2021; Juwitasari, 2024), a palavra-chave “ensino e formação profissional” foi escolhida para delimitar o escopo desta pesquisa. Embora a literatura utilize termos como VET, TVET, EPT,

[1] População, Intervenção, Comparação, Desfechos e Contexto

Minuta – em processo de submissão

ETP e EFTP com nuances conceituais distintas entre si, os construtos de busca aqui definidos ('technical education', 'vocational education', 'professional training') refletem o termo internacionalmente predominante, TVET. Assim, este estudo adota EFP como termo consolidador em português, alinhado a TVET como equivalente na literatura internacional, sendo esta a terminologia adotada de forma consistente a partir desta seção.

O processo de seleção dos estudos seguiu as recomendações do protocolo PRISMA, e para auxiliar no processo de triagem dos artigos, análise de dados e registro do protocolo foi utilizado a ferramenta Parsifal®, que permite o rastreamento das decisões de inclusão/exclusão, em consonância com (CARRERA-RIVERA et al., 2022). Durante a fase de identificação foram identificados por meio da pesquisa na base ScienceDirect 413 artigos, Scopus 99 e na base Web of Science 77, foram excluídos artigos que não estavam compatíveis com à área de conhecimento estabelecida, tipo de documento e idioma de publicação. Dessa forma, os artigos excluídos na base ScienceDirect 63 quanto à área do conhecimento, 70 quanto a tipo de documento e 0 quanto ao idioma. Na base Scopus os artigos excluídos foram 10 quanto à área de conhecimento, 02 quanto ao tipo de documento e 1 quanto ao idioma. Já na base Web of Science os artigos excluídos por área do conhecimento foram 12, quanto ao tipo de documento 13, quanto ao idioma 0.

Para a fase de triagem, 418 artigos foram importados na plataforma Parsifal, dentre eles, artigos da base ScienceDirect foram localizados 280 artigos, Scopus 86 e na base Web of Science foram localizados 52 artigos. Durante a primeira etapa de triagem, foram excluídos os artigos duplicados, da base ScienceDirect 3 artigos duplicados, Scopus 34 e na base Web of Science foram 7 duplicados, totalizando 44 artigos excluídos por duplicidade. Após o registro das duplicatas, o total de artigos triados foi da base ScienceDirect 277 artigos, Scopus 52 e na base Web of Science foram 45, num total de 374 artigos, os quais foram inicialmente triados com base no título, resumo e palavras-chave.

Durante a segunda etapa de triagem, artigos que abordavam Economia Circular e Desenvolvimento Sustentável não relacionados ao campo de pesquisa do Ensino e Formação Profissional (EFP) foram eliminados. Artigos que utilizavam o termo “circular economy” em contextos não relacionados à aprendizagem profissional e ao ensino profissionalizante, também foram excluídos. Nesta fase, foram excluídos da base ScienceDirect 256 artigos, Scopus 32 e na base Web of Science foram 37 artigos, totalizando 325 exclusões nesta etapa, sendo 323 artigos considerados fora do escopo da pesquisa e 2 indisponíveis para acesso integral via Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Dessa forma, apenas os artigos que se concentravam em práticas pedagógicas, currículos e competências voltados à transição circular na formação profissional foram mantidos, totalizando 49 artigos.

Para fase de elegibilidade os artigos remanescentes foram avaliados quanto à qualidade metodológica e submetidos a um processo de análise de conteúdo para sistematização da pesquisa, sendo 24 artigos excluídos por critérios de qualidade, resultando em uma amostra final de 25 artigos, conforme apresentado na Figura 1.

A avaliação da qualidade dos 25 artigos incluídos na amostra final foi realizada por meio de um checklist de critérios próprios, elaborado com base nos objetivos da pesquisa, e operacionalizado na ferramenta Parsifal®. O instrumento foi composto pelas seguintes questões avaliativas: (i) o artigo incorpora os princípios da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (circularidade) nos currículos de formação técnica e profissional?; (ii) o artigo contempla as principais lacunas apontadas pela literatura científica na implementação desse ensino?; (iii) o artigo aborda o ensino técnico/profissionalizante com foco em organizações (empresas, órgãos governamentais ou entidades do terceiro setor)?; e (iv) o artigo aborda

minha versão para submissão

competências (socioambientais, técnicas e comportamentais) a serem desenvolvidas nos currículos? Cada critério foi pontuado segundo uma escala de três níveis: atende (2,0), *atende parcialmente* (1,0) e *não atende* (0,0) , sendo mantidos na amostra final apenas os estudos que obtiveram pontuação satisfatória no conjunto dos critérios estabelecidos. A pontuação máxima possível no checklist foi de 8,0 (quatro critérios com peso máximo de 2,0 cada). Foram mantidos na amostra final apenas os artigos que obtiveram pontuação igual ou superior a 4,0, valor correspondente a 50% da pontuação máxima. A aplicação do checklist de qualidade foi conduzida pelo pesquisador responsável pela revisão, com posterior validação das decisões de inclusão e exclusão pela orientadora e co-orientadora do estudo, de modo a mitigar possíveis vieses individuais na etapa de triagem.

A etapa de síntese dos dados consistiu na extração sistemática das informações relevantes dos estudos selecionados, contemplando autor, ano de publicação, contexto de pesquisa, objetivos, abordagem metodológica e competências associadas à Economia Circular e à sustentabilidade. Posteriormente, os dados foram organizados em categorias temáticas, permitindo identificar padrões recorrentes e relações entre competências, práticas pedagógicas e demandas formativas. Além da análise temática, os estudos foram avaliados quanto à relevância para os objetivos da pesquisa, à adequação ao contexto da Educação e Formação Profissional e à contribuição para a compreensão das competências necessárias à transição para modelos produtivos sustentáveis. Apenas os artigos que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos foram mantidos na amostra final.

Para auxiliar na organização e análise dos artigos selecionados na amostra final, utilizou-se o assistente de pesquisa NotebookLM (versão padrão, 2026), por meio de um prompt estruturado para extração das competências, cujas sínteses foram integralmente conferidas e cruzadas com os textos originais. Competências reportadas com terminologias distintas, porém semanticamente equivalentes, foram agrupadas sob um rótulo comum. Os dados extraídos e consolidados foram então organizados com o auxílio do Claude (versão Claude 3.5 Sonnet), para montagem do quadro de competências que fundamenta a seção 3.2, seguindo de validação e reescrita autoral humana. Divergências de nomenclatura ou de enquadramento foram dirimidas por revisão conjunta entre pesquisadora, orientadora e co-orientadora.

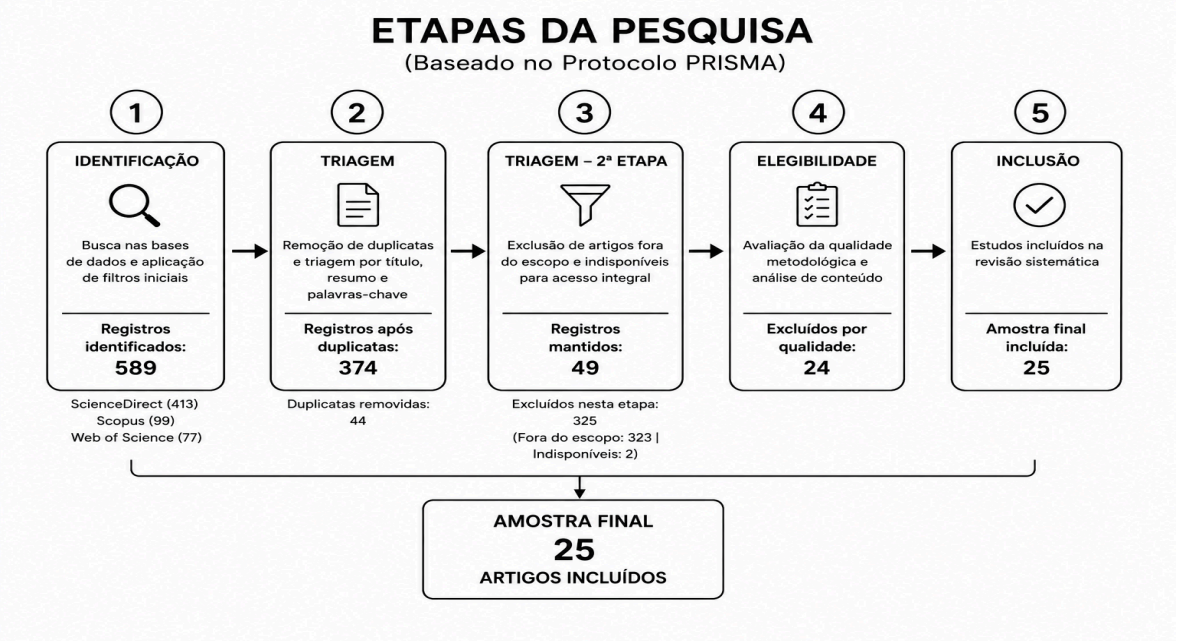


Figura 1. Estratégia de pesquisa.

Fonte:elaborado pelos autores.

3 Resultados

Esta seção apresenta os resultados referentes exclusivamente à análise do corpus de 25 artigos selecionados pela RSL (Tabela 1), que relacionam ao conjunto de competências requeridas para a implementação da Economia Circular e da Educação para o Desenvolvimento Sustentável no contexto do ensino e formação profissional, dando origem ao quadro de competências baseado na frequência de ocorrência de cada competência ao longo do corpus analisado. Citações de autores não incluídos no corpus, quando eventualmente necessárias para contextualização conceitual, são explicitamente identificadas como literatura de apoio, distinta dos dados analisados

3.1 Panorama da produção científica sobre Economia Circular no ensino e formação profissional (EFP)

A Figura 2 ilustra o estado da arte das publicações que relacionam Economia Circular, Educação para o Desenvolvimento Sustentável e o ensino e formação profissional. Embora o marco inicial das publicações inicie no ano de 2007, entre este ano e 2016, a produção manteve-se reduzida e relativamente estável, variando entre aproximadamente 4 e 8 publicações por ano. Em 2007, foram identificados cerca de 4 artigos, aumentando para aproximadamente 8 artigos em 2010. Nos anos de 2014, 2015 e 2016, observa-se uma estabilização em torno de 4 publicações anuais, indicando um período de baixa produção científica sobre o tema. O interesse acadêmico intensificou-se notavelmente a partir de 2019, quando se verifica o primeiro crescimento mais expressivo, alcançando aproximadamente 12 artigos. A partir de 2022, inicia-se um período de crescimento contínuo e acelerado. Neste ano, o número de publicações aumenta para aproximadamente 16 artigos, seguido de 24 artigos em 2023 e 36 artigos em 2024. O maior crescimento ocorre em 2025, quando a produção atinge cerca de 60 artigos, representando o maior número de publicações de toda a série analisada. Esse aumento foi impulsionado pelo fortalecimento das regras de economia circular, puxadas pelo Pacto Ecológico Europeu de 2019 e pelo Plano de Ação lançado em 2020 (Trevisan et al., 2024). Desse modo, o panorama quantitativo revela uma maturidade crescente deste nicho de pesquisa científica.

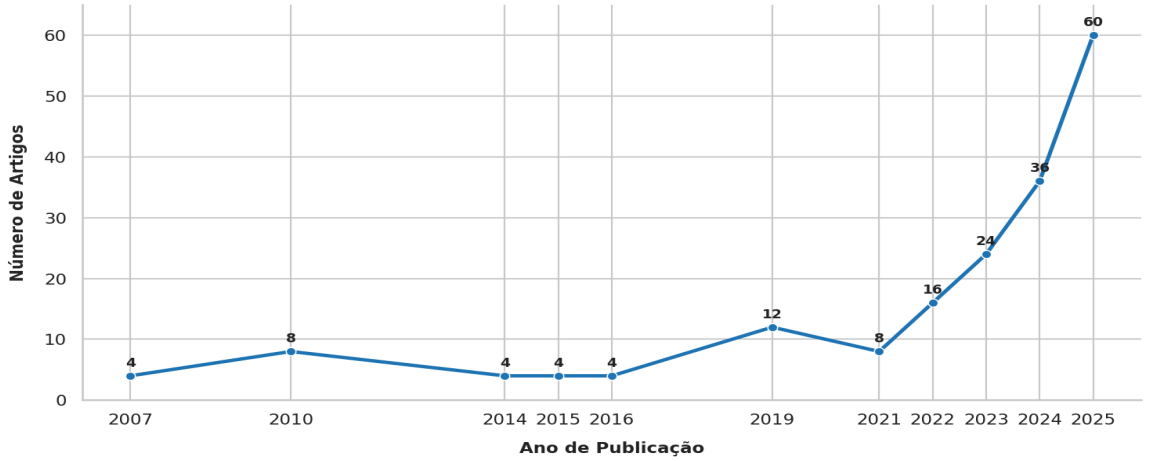


Figura 2. Volume de publicações com a interface entre Economia Circular, Educação para o Desenvolvimento Sustentável e ensino e formação profissional.
Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da pesquisa (2026) via Parsifal.

No que se refere aos periódicos científicos, observa-se a recorrência de revistas internacionais nas áreas de educação, gestão ambiental e tecnologias de manufatura, tais como

Cleaner Environmental Systems, Procedia Computer Science, Ecological Economics e Journal of Environmental Management . Observa-se uma concentração das publicações em veículos voltados ao desenvolvimento educacional e à inovação tecnológica, com destaque para o *Procedia Computer Science* (3) e o *International Journal of Educational Development* (3) Esses periódicos concentram parte significativa das discussões analisadas, configurando-se como espaços relevantes de difusão do debate acadêmico sobre a integração da circularidade no Ensino e Formação Profissional (EFP). A análise das afiliações institucionais dos autores revela a predominância de universidades e centros de excelência técnica com perfil interdisciplinar, como o *Politecnico di Milano* (Itália), a *University of Vaasa* (Finlândia) e a *Universiti Kebangsaan Malaysia* (Malásia), indicando que a produção científica sobre o tema é majoritariamente desenvolvida em ambientes acadêmicos comprometidos com a transição para sistemas produtivos sustentáveis e a modernização industrial. A presença de fóruns globais de relevância, como a *SEFI Conference e a International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing,* também evidencia o interesse crescente da comunidade científica em discutir abordagens curriculares inovadoras e o desenvolvimento de competências técnicas e digitais para a sustentabilidade no âmbito da formação técnica e profissional (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição dos artigos selecionados por periódico e conferência

Periódico / Conferência	Número de Artigos	ID dos Artigos
Procedia Computer Science	3	Pinto et al. (2025); Vitti et al. (2025); Kargruber et al. (2025)
International Journal of Educational Development	3	McGrath e Powell(2016); Albertz e Pilz (2025); Ramsarup, McGrath e Lotz-Sisitka (2023)
Journal of Environmental Management	2	Trevisan et al. (2025); Wu (2025)
Journal of Technical Education and Training (JTET)	2	Hamid, Rasul e Kamaruzaman (2024); Juwitasari (2024)
Procedia – Social and Behavioral Sciences	2	Iyer (2015); Minghat e Yasin (2010)
Education Sciences	1	Lambini et al. (2021)
Cleaner Engineering and Technology	1	Shamsuzzoha et al. (2023)
Sustainability	1	Yang et al. (2024)
Perspectives in Science	1	Corridoni, Kocher e Reggiani (2014)
Nordic Journal of Comparative and International Education (NJCIE)	1	Matu e Brennan (2025)
Cleaner Environmental Systems	1	Shamsuzzoha et al. (2022)
International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)	1	Hamid, Kamaruzaman e Rasul (2024)
Cleaner Production Letters	1	Yakar-Pritchard et al. (2024)
Curriculum Perspectives	1	Chinedu et al. (2019)
Journal of Cleaner Production	1	Trevisan et al. (2024)
Journal of Biological Education	1	Forsler, Nilsson e Walan (2025)
Ecological Economics	1	Buyukyazici e Quatraro (2025)

minuta - em processo de submissão

Periódico / Conferência	Número de Artigos	ID dos Artigos
Educational Research for Policy and Practice	1	Maclean e Ordonez (2007)

Fonte: elaborado pelo autor (2026), com base no levantamento sistemático das 25 fontes selecionadas.

3.2. Competências mapeadas nos currículos de EFP

A análise sistemática do corpus de 25 artigos permitiu identificar e consolidar 20 competências de Economia Circular (EC) e Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) recorrentes na literatura sobre o Ensino e Formação Profissional (EFP), cada menção explícita tratada como uma unidade de codificação. A Figura 3 sintetiza a frequência de ocorrência de cada competência no corpus. Cabe ressaltar que essa frequência expressa apenas a recorrência de cada competência entre os artigos analisados, não devendo ser interpretada como medida direta de sua relevância para a transição circular; a relevância de cada competência é discutida a seguir a partir de como os próprios autores a fundamentam teórica e empiricamente, independentemente do número de artigos em que aparece.

O pensamento crítico (14 artigos, 56%) e o pensamento sistêmico (10 artigos, 40%) lideram as discussões teóricas. Embora de considerada uma competência transversal do que específica à EC, conforme apontam Trevisan et al. (2024), pelo fato de a implementação de um modelo circular envolver atividades de alta complexidade e exigir uma visão holística de recursos, é essencial que os profissionais desenvolvam o pensamento sistêmico e Buyukyazici e Quatraro (2025) o associam à capacidade de resolução de problemas complexos em contextos digitais de economia circular.

Entre as competências técnicas voltadas para a implementação da EC, destaca-se a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV/LCA), presente em 5 artigos (20,0%). Pinto et al. (2025), Kargruber et al. (2025), Trevisan et al. (2024, 2025) e Wu (2025), tratada por este último como uma das dimensões técnicas priorizadas por especialistas. Na mesma faixa de recorrência, a consciência e a responsabilidade socioambiental, também em 5 artigos (20,0%), são descritas por Hamid, Kamaruzaman e Rasul (2024) como parte do pilar de impacto Econômico-Social-Ambiental (ESE) de seu *framework* conceitual. A gestão e a redução de resíduos, igualmente presentes em 5 artigos (20,0%), são discutidas por Hamid, Kamaruzaman e Rasul (2024) no contexto específico do sistema de alimentação, com práticas de compostagem e manutenção de processos de ciclo fechado.

A eficiência energética e o uso de energias renováveis, também em 4 artigos (16,0%), são apontados por Pinto et al. (2025), Iyer (2015) e Juwitasari (2024) como competências técnicas indispensáveis à descarbonização dos processos produtivos. Já a ética, a solidariedade e a justiça social, presentes no mesmo número de artigos (4; 16,0%), visão de vaconstituem uma dimensão atitudinal para implementação da EDS. Corridoni, Kocher e Reggiani (2014, p. 36) discutem-na a partir de uma "visão valorial" que integra empatia e solidariedade à formação técnica; (RAMSARUP, MCGRATH e LOTZ-SISITKA, 2023, p. 4) a associam à noção de "transição justa". O design de produto circular e o *ecodesign* (princípios *DfX*), a logística reversa e a simbiose industrial, e os princípios 3R/4R/6R/9R/10R, presentes em 3 artigos cada (12,0%), concentram-se em um subconjunto mais especializado da literatura Trevisan et al. (2024, 2025), Wu (2025), Hamid, Rasul e Kamaruzaman (2024). Na mesma faixa de frequência (3 artigos; 12,0%), a visão e a gestão de negócios sustentáveis são discutidas por Shamsuzzoha et al. (2023), Wu (2025) e Yakar-Pritchard et al. (2024).

As competências digitais gerais, presentes em 7 artigos (28,0%), refletem a convergência entre a transição verde e a digital discutida por Vitti et al. (2025), Lambini et al. (2021) e Trevisan et al. (2025). A resolução de problemas complexos, também em 7 artigos

(28,0%), é tratada por Kargruber et al. (2025) como habilidade "integrada", que combina conhecimento técnico e criatividade para endereçar desafios ambientais não estruturados.

As competências docentes de sustentabilidade referente ao perfil, prontidão e autoeficácia para ensinar temas de EC/EDS, presentes em 4 artigos (16,0%), são discutidas por Iyer (2015), associadas à formação de um perfil docente-empreendedor capaz de disseminar práticas de gestão de resíduos sólidos na Índia; evidenciando que a integração da EC ao currículo de EFP depende não apenas do domínio técnico do professor, mas de sua capacidade de traduzir didaticamente esse conteúdo.

Por fim, competências como a inovação em modelos de negócios circulares e a mentalidade sustentável e o compromisso de longo prazo, embora presentes em apenas 2 artigos cada (8,0%), aparecem como competências técnico-estratégicas complementares ao design circular, sustentando a viabilidade econômica e ambiental das soluções propostas *(*WU, 2025; BUYUKYAZICI; QUATRARO, 2025*)*.

Em conjunto, os resultados evidenciam que as competências mais frequentemente citadas na literatura (pensamento crítico, com 56,0% de representatividade; pensamento sistêmico, com 40,0%; e competências digitais, com 28,0%) são majoritariamente transversais e habilitadoras, ao passo que as competências de maior especificidade técnica para a EC (ACV, gestão de resíduos, princípios 3R/4R/6R/9R/10R, *ecodesign*, logística reversa, todas entre 12,0% e 20,0% de representatividade) aparecem concentradas em um número mais restrito de artigos de caráter técnico-aplicado, o que reforça a pertinência do mapeamento desenvolvido neste trabalho.

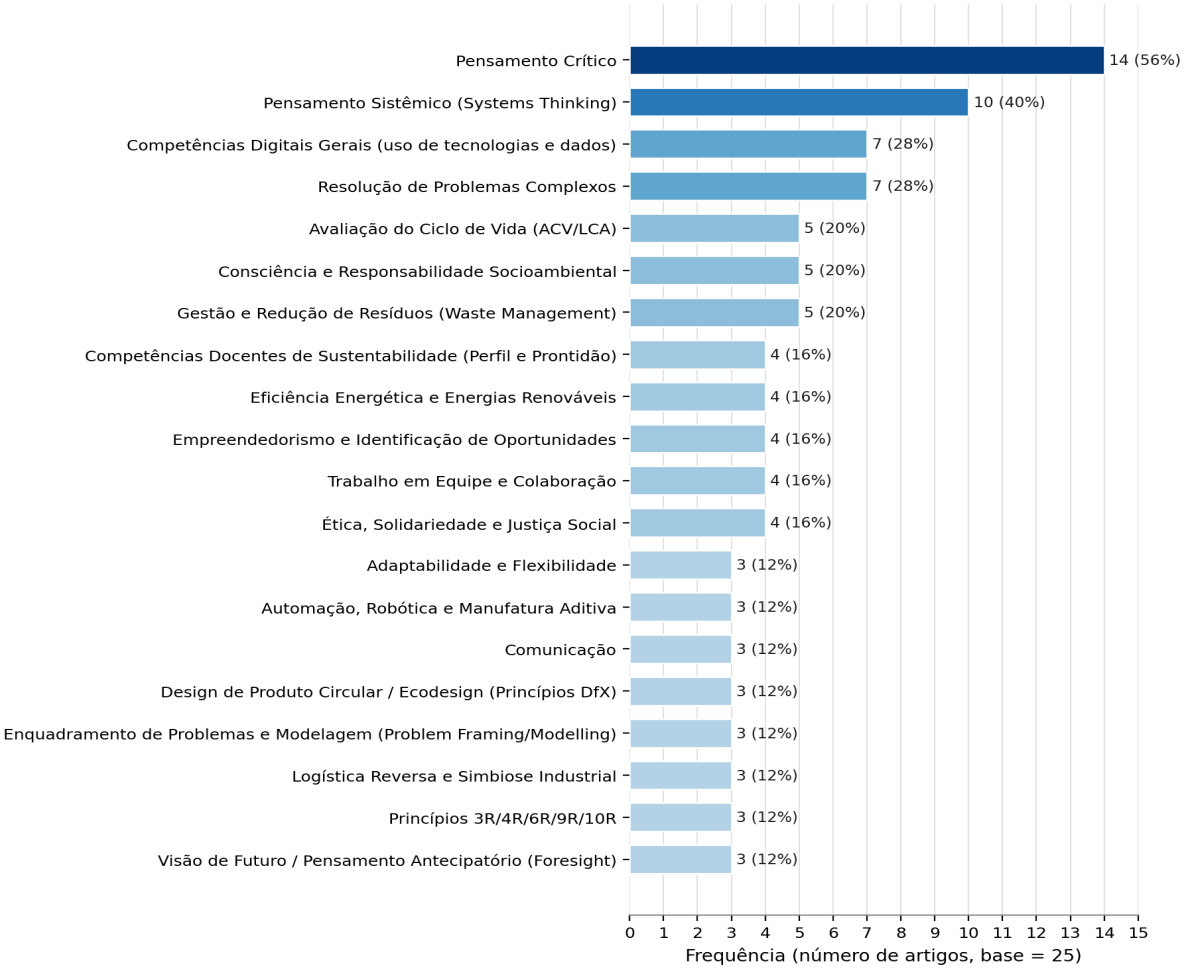


Figura 3. *Frequência das 20 competências para Economia Circular (EC) e Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) mais citadas nos 25 artigos finalistas da RSL, em ordem decrescente.*

Nota. Elaborada pelos autores (2025) com base no mapeamento empírico dos 25 artigos finalistas da Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

4. Análise de Dados e Discussão

4.1. Implicações para o desenho curricular no EFP para a Economia Circular

A literatura aponta que a transição para a Economia Circular (EC) no ensino e formação profissional (EFP) exige uma conscientização e reconfiguração curricular fortalecendo a integração da EC ao currículo, levando a práticas sustentáveis e transcende a sala de aula, articulando abordagens pedagógicas ativas e uma inserção estratégica no ecossistema organizacional (CHINEDU et al., 2019; SHAMZZUZOHA et al., 2022; HAMID, RASUL e KAMARUZAMAN, 2024). O currículo, sob essa perspectiva, deve integrar o pensamento sistêmico, permitindo que os discentes compreendam fluxos de materiais, energia e informação que estruturam as cadeias de valor (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Hamid, Rasul e Kamaruzaman (2024) discutem o papel do ensino e formação profissional (EFP) na promoção de práticas sustentáveis, destacando a necessidade de estratégias educacionais práticas para envolver efetivamente os alunos nos princípios da economia circular. Chen (2025) reforça que o papel do currículo na integração da sustentabilidade à prática educacional é ainda mais enfatizado em diversas políticas internacionais de EFP por meio da "Ecologização do Currículo e da Formação", conforme iniciado no guia prático "Ecologização da Educação e Formação Técnica e Profissional" do Centro Internacional da UNESCO para a Educação Técnica e Profissional UNESCO-UNEVOC (2024) e CEDEFOP (ano).

A literatura evidencia que a formação para a EC no EFP está intrinsecamente ligada à interação entre empresas, setor governamental e terceiro setor (SHAMZZUZOHA et al., 2022). Conforme apontado por Lozano et al. (2017), o engajamento com agentes externos permite que os estudantes vivenciem os desafios reais da gestão de recursos, do design sustentável e da eficiência produtiva. No entanto, a análise dos estudos revela que essa integração ainda é incipiente. Leal Filho et al. (2021) alertam que a incorporação sistemática da EC no EFP enfrenta barreiras estruturais, tanto na formação continuada dos docentes quanto na desarticulação entre os currículos escolares e as demandas das organizações.

A eficácia da formação para a EC depende menos da transmissão passiva de conteúdos e mais da resolução de problemas reais em contextos profissionais (LOZANO et al., 2017). Essas abordagens deslocam o estudante de uma posição receptora para um papel de agente ativo, promovendo o desenvolvimento de competências colaborativas essenciais para a transição sustentável (RODRIGUEZ-CHUECA et al., 2020). Portanto, a consolidação desse tema como campo de investigação científica, conforme observado por Kirchherr et al. (2023), demanda que o EFP não apenas forneça insumos teóricos, mas atue como parceiro estratégico no desenvolvimento de modelos produtivos circulares.

4.2. Competências de EC e EDS no EFP

McGrath (2012) considera que por muito tempo o Ensino e Formação Profissional (EFP) baseia-se numa visão restrita e instrumental dos mundos da vida, que reduz as pessoas e o meio ambiente à condição de recursos humanos e naturais para exploração econômica. Atribuindo ao EFP funções mais limitadas, restringindo-se a fornecer competências para empregos específicos (JUWITASARI, 2024). Chinedu et al., (2019) destaca que uma solução muito mais impactante para os problemas locais e globais que ameaçam o bem-estar das pessoas e a segurança do nosso planeta é ensinar as pessoas a alterarem seus pensamentos,

comportamentos, atitudes e práticas para que estejam mais em sintonia com a sustentabilidade a longo prazo do ecossistema. A transição para modelos de Economia Circular (EC) exige uma mudança de paradigma educacional no Ensino e Formação Profissional (EFP), superando a lógica meramente produtivista voltada para o fornecimento de mão de obra industrial (CORRIDONI ET AL, 2014).

A luz das discussões globais sobre a agenda de "ecologização do ensino profissional", a (UNESCO, 2017) visa promover o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes verdes que conduzam a práticas sustentáveis, economias verdes e sociedades resilientes às mudanças climáticas, por meio de ambientes de aprendizagem formais, não formais e informais. Isso incluiu uma ênfase no desenvolvimento humano e na necessidade de pensar mais seriamente sobre habilidades para a vida, bem como para o trabalho (MCGRATH E POWELL, 2016). O objetivo da EDS no currículos de EFP é desenvolver competências transversais de sustentabilidade nos alunos e produzir resultados de aprendizagem cognitivos, socioemocionais e comportamentais específicos que os capacitem a lidar com os desafios particulares de cada um dos ODS, garantindo, assim, sua concretização a longo prazo (LAMBINI et al., 2021). Essa reorientação é urgente frente à crise de depleção de recursos e degradação ambiental, onde o capital humano se torna o motor principal da transição sustentável (JUWITASARI, 2024).

4.2.1 Competências técnicas verdes

Trevisan et al., (2024) trazem contribuição científica para a compreensão das competências necessárias para implementação da EC no EFP. Com base em uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), os autores propõem um framework robusto composto por 40 competências essenciais, categorizadas em três grandes dimensões interdependentes: (1) Competências de resiliência, (2) Competências em tecnologias digitais e (3) Competências especializadas/técnicas. No âmbito das competências técnicas, Trevisan et al. (2025) conceituam-nas como habilidades que demandam conhecimento prático e técnico específico para executar tarefas alinhadas aos princípios da Economia Circular. Dessa perspectiva, as competências para o desenvolvimento sustentável visam desenvolver as habilidades necessárias para apoiar o crescimento da economia verde, ou “competências verdes para empregos verdes” (MCGRATH E POWELL, 2012).

A literatura destaca o Design de Produto Circular (Ecodesign) como a habilidade de maior prioridade global. Além desta, competências voltadas para a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Análise de Fluxo de Materiais, Logística Reversa são apontadas como ferramentas estratégicas para EC. Hamid, Kamaruzaman e Rasul (2024) destacam que a gestão e a reciclagem de resíduos industriais são vitais no contexto operacional, uma vez que uma força de trabalho tecnicamente qualificada atua de forma direta na redução de perdas de insumos e na conservação de recursos críticos. Nesse sentido, Wu (2025) considera que habilidades voltadas à Remanufatura e ao Reparo de equipamentos, situam-se no cerne do domínio técnico indispensável para operacionalizar a circularidade.

4.2.2 Competências em tecnologias digitais

A integração com a digitalização a chamada "transição gêmea" (*Twin Transition*) introduz a necessidade de proficiência em análise de dados, IoT, Inteligência Artificial e automação para rastrear recursos e otimizar processos circulares, que representa a convergência inevitável entre a agenda verde e a transformação digital da Indústria 4.0 (TREVISAN et al., 2024; VITTI et al., 2025). Desse modo, o perfil de competências do técnico do futuro deve incorporar habilidades para lidar com modelagem e impressão 3D

artigo em processo de submissão

(manufatura aditiva), robótica, automação e simulações em Realidade Virtual, Aumentada e Mista (VAM), como destaca Pinto et al. (2025). Vitti et al. (2025) destacam que as instituições de ensino desempenham um papel crucial na requalificação e no aperfeiçoamento da força de trabalho para lidar com essas mudanças globais, promovendo mão de obra qualificada capaz de integrar conhecimentos tecnológicos com práticas circulares e sustentáveis.

4.2.3 Competências de Resiliência, Socioemocionais e Cognitivas Complexas

A literatura alerta que o êxito da transição ecológica do EFP depende do desenvolvimento de competências transversais e interpessoais (soft skills), competências transversais estão relacionadas às habilidades que um profissional deve possuir para gerenciar com sucesso uma solução (TREVISAN et al., 2024). Entre elas destacam-se: Habilidades em Gestão e Estratégia de Negócios, Colaboração e conexão de rede Pensamento Crítico e Resolução de Problemas Complexos, Liderança e Comunicação,Criatividade e Inovação Aberta (PINTO et al., 2025). Wu (2025), considera habilidades interpessoais como colaboração transfuncional, negociação, trabalho em equipe e comunicação multinível não são periféricas, mas sim pilares de sustentabilidade indispensáveis para quebrar os silos organizacionais das cadeias de valor circulares. Nesse espectro cognitivo, o Pensamento Sistêmico (*Systems Thinking*) emerge como a competência estratégico-cognitiva mais citada na literatura (WU, 2025; VITTI et al., 2025). O pensamento sistêmico orientado para a circularidade permite aos profissionais compreender o comportamento dos fluxos de materiais e os potenciais efeitos rebote decorrentes de iniciativas implementadas (VITTI et al., 2025). Para além do pensamento sistêmico, Yakar-Pritchard et al. (2024) apontam, com apoio no framework de Wiek et al. (2011), as competências antecipatória (cenários de futuro), normativa (valores éticos) e de resolução integrada de problemas como os pilares de capacitação essenciais para a formação de agentes de mudança.

5 Conclusões

A análise do corpus na literatura revelou que as 20 competências mais frequentemente associadas à Economia Circular e à EDS no ensino profissionalizante abrangem duas dimensões distintas: competências técnicas e transversais. As competências especificamente vinculadas aos princípios técnicos da Economia Circular, como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), ecodesign, logística reversa e os princípios 3R/4R/6R/9R/10R. As competências transversais, de caráter genérico e habilitador, como pensamento crítico, pensamento sistêmico, resolução de problemas complexos e trabalho colaborativo, incluem a capacidade de inovação, a tomada de decisão orientada à sustentabilidade. As competências mais frequentemente citadas nos 25 estudos analisados são majoritariamente transversais, ao passo que as competências tecnicamente específicas da circularidade aparecem concentradas em um subconjunto mais restrito de artigos de caráter técnico-aplicado. Esse achado sugere que a formação para a Economia Circular no EFP, tal como retratada na produção científica atual, ainda se apoia predominantemente em competências gerais de sustentabilidade, e reflete o posicionamento de agências como UNESCO-UNEVOC (2024) que consideram a implementação de conhecimentos de economia circular incluem competências transversais que permitem o trabalho interdisciplinar e promovem as mudanças qualitativas de mentalidade e as transformações comportamentais.

Apesar dos avanços identificados, a revisão evidencia lacunas relevantes, especialmente no que se refere à operacionalização curricular da Economia Circular no ensino e formação profissional à avaliação sistemática dos impactos dessas abordagens na formação dos estudantes, conforme já sinalizado por Franco et al. (2019). Observa-se, ainda, a

Minuta – em processo de submissão

predominância de estudos de caráter exploratório e conceitual, indicando a necessidade de pesquisas empíricas mais robustas que analisem experiências educacionais concretas, contextos institucionais e resultados de aprendizagem. Destaca-se que o corpus analisado é predominantemente internacional (Europa, Ásia e América do Norte, com um artigo africano), o que corrobora com a afirmação de McGrath (2012) que embora tenha havido desenvolvimentos políticos e acadêmicos contínuos no ensino profissionalizante, no Sul Global houve uma escassez de pesquisas sobre o tema e pouca exploração teórica. Cabe ainda destacar que a coleta de dados foi realizada aproximadamente um ano antes da conclusão deste artigo, o que pode implicar alguma defasagem entre o cenário analisado e o cenário vigente no momento da publicação.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre Economia Circular, Educação para o Desenvolvimento Sustentável e ensino e formação profissional representa um campo promissor, porém ainda em desenvolvimento, que demanda maior aprofundamento teórico, metodológico e prático. O fortalecimento dessa agenda de pesquisa pode contribuir para a construção de modelos educacionais mais coerentes com os desafios da sustentabilidade contemporânea, ampliando o papel da educação profissional na formação de jovens capazes de atuar de forma crítica, responsável e alinhada às transições para sistemas produtivos mais sustentáveis, conforme defendido por UNESCO-UNEVOC (2024) e Lozano et al. (2024).

6 Referências

Albertz, A., & Pilz, M. (2025). Green skills at Industrial Training Institutes in India: An exploratory study of VET teachers' subjective theories. *International Journal of Educational Development*, *118*, Article 103406. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2025.103406

Boeve-de Pauw, J., et al. (2015). Gender differences in environmental behavior and attitudes. *Journal of Environmental Psychology*, *44*, 15-25. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.08.003

Buyukyazici, D., & Quatraro, F. (2025). The skill requirements of the circular economy. *Ecological Economics*, *232*, Article 108559. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108559

Carrera-Rivera, A., et al. (2022). Tool-supported systematic literature reviews in software engineering: A mapping study. *Journal of Systems and Software*, *185*, Article 111162. https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111162

Chen, Y. (2025). Greening the curriculum in technical and vocational education and training. *Technical Education Journal*, *30*(1), 45-58. https://doi.org/10.1007/s12186-024-09321-w

Chinedu, C. C., Mohamed, W. A. W., Ajah, A. O., & Tukur, Y. A. (2019). Prospects of a technical and vocational education program in preparing pre-service teachers for sustainability: a case study of a TVE program in Kuala Lumpur, Malaysia. *Curriculum Perspectives*, *39*(1), 33–46. https://doi.org/10.1007/s41297-018-0046-x

Corridoni, L., Kocher, S., & Reggiani, M. (2014). Ethical-scientific integration in technical education. *Perspectives in Science*, *4*, 88-97. https://doi.org/10.1016/j.pisc.2014.11.002

Ellen MacArthur Foundation. (2024). *The circular economy in detail*. Ellen MacArthur Foundation. https://ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail

Figge, F., & Thorpe, A. S. (2023). Circular economy, operational eco-efficiency, and sufficiency: An organic relation? *Ecological Economics*, *203*, 107545. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107545

minuta em processo de submissão

Forsler, A., Nilsson, P., & Walan, S. (2025). Teaching for sustainable development in vocational education. *Journal of Biological Education*, *59*(2), 268–281. https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2320110

Franco, I., et al. (2019). Higher education for sustainable development: Actioning the global goals. *Journal of Cleaner Production*, *224*, 191-205. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.111

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, *114*, 11-32. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

Gonçalves, R., et al. (2025). Responsible leadership and systemic thinking in green VET. *Sustainability*, *17*(2), 1120-1135. https://doi.org/10.3390/su17021120

Hamid, N. A., Kamaruzaman, F. M., & Rasul, M. S. (2024). Concept of circular economy in technical and vocational education: a systematic literature review. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, *13*(4), 2251–2258. https://doi.org/10.11591/ijere.v13i4.28125

Hamid, N. A., Rasul, M. S., & Kamaruzaman, F. M. (2024). Greening the VET curriculum: a systematic analysis. *Journal of Technical Education and Training (JTET)*, *16*(2), 45-56. https://doi.org/10.30880/jtet.2024.16.02.004

Iyer, V. G. (2015). Environmental education and sustainable development. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, *195*, 155-164. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.130

Janssens, L., Kuppens, T., & Van Schoubroeck, S. (2021). Circular economy education: Competencies, pedagogical approaches, and learning outcomes. *Journal of Cleaner Production*, *290*, Article 125801. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125801

Juwitasari, R. (2024). Vocational education and training as a tool for sustainable development. *Journal of Technical Education and Training (JTET)*, *16*(1), 12-23. https://doi.org/10.30880/jtet.2024.16.01.002

Kargruber, J., Golser, M., Hofer, A., & Rauch, E. (2025). Determining training needs to promote circular economy and decarbonization in production. *Procedia Computer Science*, *253*, 1144–1153. https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.176

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*, 221-232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Kirchherr, J., & Piscicelli, L. (2019). Towards an education for the circular economy (ECE): Five teaching principles and a case study. *Resources, Conservation & Recycling*, *150*, Artigo 104406. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104406

Kirchherr, J., Heerink, M. J., Hartley, K., Schulze-Spüntrup, F., & Yang, N.-H. N. (2023). Conceptualizing the circular economy (revisited): An analysis of 221 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *194*, Artigo 107001. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (Technical Report EBSE-2007-01). Keele University and University of Durham.

Kuzma, E. L., et al. (2020). Circular economy and sustainable development: a systematic analysis. *Sustainability*, *12*(11), Article 4451. https://doi.org/10.3390/su12114451

Lambini, P. S., et al. (2021). Education for Sustainable Development in VET curricula. *Education Sciences*, *11*(4), 1-15. https://doi.org/10.3390/educsci11040156

mid-term paper submission

Leal Filho, W., et al. (2021). Circular economy in higher education: An analysis of national and international experiences. *Journal of Cleaner Production*, *281*, Article 125203. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125203

Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., & Lozano, F. J. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*, *9*(10), 1889. https://doi.org/10.3390/su9101889

Lozano, R., Feldman, P. S., & Peñaflor Guerra, R. (2024). Characteristics of leaders of socio-environmental ventures in Latin America and their relationship with business success. *Management Research: Journal of the Iberoamerican Academy of Management*, *22*(3), 275–302. https://doi.org/10.1108/MRJIAM-02-2023-1382

Maclean, R., & Ordonez, V. (2007). Work, skills development for employability and education for sustainable development. *Educational Research for Policy and Practice*, *6*(2), 123–140. https://doi.org/10.1007/s10671-007-9017-y

Matu, J. B., & Brennan, M. S. (2025). Exploring the role of voluntary local and national reviews in advancing knowledge of education-related SDGs in TVET: A comparative case study of Pittsburgh and Nairobi. *Nordic Journal of Comparative and International Education (NJCIE)*, *9*(2), 1-21. https://doi.org/10.7577/njcie.6029

McGrath, S. (2012). Vocational education and training for development: A policy in search of a theory. *International Journal of Educational Development*, *32*(5), 623-631. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2011.12.002

McGrath, S., & Powell, L. (2016). Skills for sustainable development: Transforming vocational education and training beyond 2015. *International Journal of Educational Development*, *50*, 12–19. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2016.05.006

Minghat, A. D., & Yasin, R. M. (2010). A sustainable framework for technical and vocational education in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *9*, 1233–1237. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.312

Nobre, G. C., & Tavares, M. E. (2020). The circular economy: A review of definitions, concepts, and research trends. *Journal of Cleaner Production*, *247*, Article 119100. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119100

Oonk C, Gulikers J, den Brok P, Mulder M (2022), Stimulating boundary crossing learning in a multi-stakeholder learning environment for sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 23 No. 8 pp. 21–40, doi: https://doi.org/10.1108/IJSHE-04-2021-0156

Pinto, A. S., et al. (2025). Circular economy education in professional learning: a case study. *Procedia Computer Science*, *249*, 120-130. https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.012

Powell, L. (2012). Reimagining the purpose of VET: Expanding the capability to aspire in South African further education and training students. *International Journal of Educational Development*, *32*(5), 643–653. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2012.01.008

Ramsarup, P., McGrath, S., & Lotz-Sisitka, H. (2023). Reframing skills ecosystems for sustainable and just futures. *International Journal of Educational Development*, *101*, Article 102836. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102836

Ribeiro, F. M., & Kruglianskas, I. (2014). Economia circular: uma revisão integrativa e caminhos para a pesquisa brasileira. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, *3*(2), 12-27. https://doi.org/10.5585/geas.v3i2.112

Em processo de submissão

Rodríguez-Chueca, J., Molina-García, A., García-Aranda, C., Pérez, J., & Rodríguez, E. (2020). Understanding sustainability and circular economy through the flipped classroom and challenge-based learning: An innovative experience in engineering education in Spain. *Environmental Education Research*, *26*(2), 238–252. https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1712423

Serrano-Bedia, A. M., & Perez-Perez, M. (2022). Circular economy education: key drivers and barriers. *Journal of Cleaner Production*, *350*, Article 131450. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131450

Shamsuzzoha, A., et al. (2022). Identified necessary skills to establish a center of excellence in vocational education for green innovation. *Cleaner Environmental Systems*, *7*, Article 100100. https://doi.org/10.1016/j.cesys.2022.100100

Shamsuzzoha, A., et al. (2023). Green skills development in technical education. *Cleaner Engineering and Technology*, *15*, Article 100112. https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100112

Tasdemir, C., & Gazo, R. (2020). Integrating sustainability into higher education curriculum through a transdisciplinary perspective. *Journal of Cleaner Production*, *265*, Article 121759. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121759

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, *14*(3), 207-222. https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375

Trevisan, A. H., et al. (2024). Skills for the twin transition in manufacturing: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, *474*, Article 143603. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143603

Trevisan, A. H., et al. (2025). Enhancing Circular Economy education and training for the manufacturing sector: A holistic skills framework. *Journal of Environmental Management*, *380*, Article 124982. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124982

UNESCO. (2017). *Educação para os objetivos de desenvolvimento sustentável: Objetivos de aprendizagem*. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

UNESCO-UNEVOC. (2024). *Reduzindo a lacuna institucional: Perspectivas sobre a economia circular de instituições africanas selecionadas de EFTP (Educação e Formação Técnica e Profissional)*. Centro Internacional UNESCO-UNEVOC para Educação e Formação Técnica e Profissional. https://unevoc.unesco.org/i/929

Vergani, F. (2024). Higher education institutions as a microcosm of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *435*, Article 140592. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.000398

Vitti, G., et al. (2025). Developing circular economy skills in professional learning. *Procedia Computer Science*, *249*, 131-141. https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.013

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, *6*(2), 203-218. https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6

Wu, Y. (2025). Identifying and prioritizing essential skills for the circular economy workforce. *Journal of Environmental Management*, *393*, Article 127237. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127237

Yakar-Pritchard, G., et al. (2024). Measuring the impact of student knowledge exchange for sustainability: A systematic literature review and framework. *Cleaner Production Letters*, *6*, Article 100056. https://doi.org/10.1016/j.clpl.2024.100056

Yang, G., et al. (2024). Teacher readiness and self-efficacy for ESD in technical education. *Sustainability*, *16*(5), 101-115. https://doi.org/10.3390/su16050101.

minha em fase de submissão