



CAMINHOS PARA A CIRCULARIDADE NA AGROPECUÁRIA: O PAPEL DAS COOPERATIVAS NA SUSTENTABILIDADE

PATHWAYS TO CIRCULARITY IN AGRICULTURE: THE ROLE OF COOPERATIVES IN SUSTAINABILITY

CAMINOS HACIA LA CIRCULARIDAD EN EL AGROPECUARIA: EL PAPEL DE LAS COOPERATIVAS EN LA SOSTENIBILIDAD

RESUMO

Objetivo: O presente estudo objetivou analisar os impactos, desafios e benefícios decorrentes da implementação da Economia Circular (EC) em cooperativas agropecuárias, considerando suas dimensões ambiental, social e econômica em distintos contextos geográficos.

Design/Metodologia/Abordagem: Foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada, fundamentada em 274 publicações das bases Scopus e Web of Science. Destas, 23 estudos foram selecionados para análise qualitativa. A operacionalização do tratamento dos dados seguiu o modelo de revisão sistemática proposto por Tranfield et al. (2003), associado à técnica de análise de conteúdo qualitativa, estruturada para identificar práticas de EC, desafios enfrentados, benefícios percebidos, o papel das cooperativas e lacunas existentes na literatura.

Resultados: Os resultados indicam que as cooperativas agropecuárias apresentam potencial para promover a EC. No entanto, essas organizações enfrentam limitações como insuficiência de infraestrutura, restrições financeiras, carência de capacitação e ausência de políticas públicas adequadas. A EC possibilita a adoção de práticas, como simbiose industrial, desenvolvimento de biorrefinarias e valorização de resíduos, contribuindo para o desenvolvimento local e o cumprimento dos objetivos da Agenda 2030.

Limitações/Implicações da Pesquisa: O estudo limita-se ao escopo teórico-conceitual de artigos indexados em duas bases de dados específicas (Scopus e Web of Science), o que restringe a inclusão de literaturas cinzentas ou regionais não indexadas. Além disso, a validade externa das discussões é balizada pela escassez histórica de dados empíricos robustos sobre circularidade no contexto de cooperativas rurais de nações em desenvolvimento.

Implicações Teóricas/Práticas: Este estudo contribui para a EC ao expandir sua análise em cooperativas agropecuárias, oferecendo uma revisão abrangente de desafios e oportunidades nesse setor. Teoricamente, incentiva a explorar a interação entre modelos circulares, cooperativas e desenvolvimento sustentável. Praticamente, subsidia políticas e estratégias para a EC em cooperativas, evidenciando seu potencial para práticas como simbiose industrial e valorização de resíduos, fortalecendo a sustentabilidade rural.

Originalidade: O estudo apresenta originalidade ao focalizar a Economia Circular em cooperativas agropecuárias, preenchendo uma lacuna teórica e prática. A pesquisa incentiva futuras investigações sobre sustentabilidade no setor rural, modelos de negócios circulares e o papel estratégico das cooperativas nesse contexto específico.

Palavras-chave: Economia Circular. Cooperativas Agropecuárias. Governança Cooperativa. Desenvolvimento Local. Revisão Sistemática.

 **Gevair Campos**

Doutorando

Universidade de Brasília – Brasil

Instituto Mineiro de Agropecuária – Brasil

Faculdade EFAN – Brasil

javas1989@gmail.com

Submetido em: 16/05/2025

Aprovado em: 28/07/2026

Como citar: Campos, G. (2026). Caminhos para a circularidade na agropecuária: o papel das cooperativas na sustentabilidade. *Alcance (online)*, 33(2), 32-55. [https://doi.org/10.14210/alcance.v33n2\(maio/ago\).p32-55](https://doi.org/10.14210/alcance.v33n2(maio/ago).p32-55)





ABSTRACT

Objective: This study aimed to analyze the impacts, challenges, and benefits arising from the implementation of the Circular Economy (CE) in agricultural cooperatives, considering its environmental, social, and economic dimensions in different geographical contexts.

Design/Methodology/Approach: A systematic literature review was conducted, based on 274 publications from the Scopus and Web of Science databases. Of these, 23 studies were selected for qualitative analysis. The data processing was operationalized following the systematic review framework proposed by Tranfield et al. (2003), combined with qualitative content analysis techniques, structured to identify CE practices, challenges faced, benefits perceived, the role of cooperatives, and existing gaps in the literature.

Results: The results indicate that agricultural cooperatives have the potential to promote CE. However, these organizations face limitations such as insufficient infrastructure, financial constraints, lack of training, and the absence of adequate public policies. CE enables the adoption of practices such as industrial symbiosis, the development of biorefineries, and the valorization of waste, contributing to local development and the achievement of the goals of the 2030 Agenda.

Limitations/Implications of the Research: The study is limited to the theoretical-conceptual scope of articles indexed in two specific databases (Scopus and Web of Science), which restricts the inclusion of non-indexed gray or regional literature. Furthermore, the external validity of the discussions is constrained by the historical scarcity of robust empirical data regarding circularity within the context of rural cooperatives in developing nations.

Theoretical/Practical Implications: This study contributes to CE by expanding its analysis in agricultural cooperatives, offering a comprehensive review of challenges and opportunities in this sector. Theoretically, it encourages exploring the interaction between circular models, cooperatives, and sustainable development. Practically, it supports policies and strategies for CE in cooperatives, highlighting their potential for practices such as industrial symbiosis and waste valorization, strengthening

rural sustainability.

Originality: The study presents originality by focusing on the Circular Economy in agricultural cooperatives, filling a theoretical and practical gap. The research encourages future investigations on sustainability in the rural sector, circular business models, and the strategic role of cooperatives in this specific context.

Keywords: Circular Economy. Agricultural Cooperatives. Cooperative Governance. Local Development. Systematic Review.

RESUMEN

Objetivo: El presente estudio tuvo como objetivo analizar los impactos, desafíos y beneficios derivados de la implementación de la Economía Circular (EC) en cooperativas agropecuarias, considerando sus dimensiones ambiental, social y económica en distintos contextos geográficos.

Diseño/Metodología/Enfoque: Se realizó una revisión bibliográfica sistematizada, basada en 274 publicaciones de las bases de datos Scopus y Web of Science. De estos, se seleccionaron 23 estudios para análisis cualitativo. La operacionalización del tratamiento de los datos siguió el modelo de revisión sistemática propuesto por Tranfield et al. (2003), asociado a la técnica de análisis de contenido cualitativo, estructurado para identificar prácticas de EC, desafíos enfrentados, beneficios percibidos, el papel de las cooperativas y las lagunas existentes en la literatura.

Resultados: Los resultados indican que las cooperativas agropecuarias tienen el potencial de promover la EC. Sin embargo, estas organizaciones enfrentan limitaciones como infraestructura insuficiente, restricciones financieras, falta de capacitación y la ausencia de políticas públicas adecuadas. La EC permite la adopción de prácticas como la simbiosis industrial, el desarrollo de biorrefinerías y la valorización de residuos, contribuyendo al desarrollo local y al cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030.

Limitaciones/Implicaciones de la Investigación: El estudio se limita al alcance teórico-conceptual de los artículos indexados en dos bases de datos específicas (Scopus y Web of Science), lo que restringe la inclusión de literatura gris o regional



no indexada. Además, la validez externa de las discusiones se ve limitada por la escasez histórica de datos empíricos sólidos sobre la circularidad en el contexto de las cooperativas rurales en naciones en desarrollo.

Implicaciones Teóricas/Prácticas: Este estudio contribuye a la EC al expandir su análisis en las cooperativas agropecuarias, ofreciendo una revisión exhaustiva de los desafíos y oportunidades en este sector. Teóricamente, fomenta la exploración de la interacción entre modelos circulares, cooperativas y desarrollo sostenible. En la práctica, apoya las políticas y estrategias para la EC en las cooperativas, destacando su potencial para prácticas como la simbiosis industrial y la valorización de residuos, fortaleciendo la sostenibilidad rural.

Originalidad: El estudio presenta originalidad al centrarse en la Economía Circular en las cooperativas agropecuarias, llenando un vacío teórico y práctico. La investigación alienta futuras investigaciones sobre la sostenibilidad en el sector rural, los modelos de negocio circulares y el papel estratégico de las cooperativas en este contexto específico.

Palabras clave: Economía Circular. Cooperativas Agropecuarias. Gobernanza Cooperativa. Desarrollo Local. Revisión Sistemática.

INTRODUÇÃO

A Economia Circular (EC) configura-se como uma alternativa ao modelo econômico linear tradicional, o qual se baseia na lógica de “extrair, produzir, consumir e descartar” (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016). Em contraposição a essa abordagem, a EC objetiva maximizar a utilização dos recursos naturais, prolongando sua vida útil por meio de estratégias como reutilização, remanufatura, reciclagem e revalorização de resíduos (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Sehnem & Pereira, 2019). Trata-se de um modelo econômico de caráter regenerativo, que busca dissociar o crescimento econômico da dependência por recursos finitos, ao mesmo tempo em que promove ciclos produtivos mais sustentáveis e eficientes. Além disso, a EC visa a preservar e ampliar o capital natural, otimizar o rendimento dos recursos e fomentar a eficácia

sistêmica por meio do redesenho de fluxos materiais e modelos de negócios (Ellen MacArthur Foundation, 2015b; Geissdoerfer et al., 2017).

A fundamentação teórica da EC está estruturada em campos como a economia ecológica, a termodinâmica e a ecologia industrial (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018). Pearce e Turner foram pioneiros ao conceber a economia como um sistema de fluxos circulares, apoiando-se nos princípios da termodinâmica, os quais evidenciam os limites físicos do planeta. A ecologia industrial, por sua vez, oferece uma abordagem sistêmica ao propor a simbiose industrial, em que os resíduos de determinado processo passam a ser insumos para outros (Lieder & Rashid, 2016; Mello & Silva, 2022). Embora esse arcabouço teórico-conceitual tenha se destacado como uma temática consolidada no cenário mundial, no Brasil esse movimento ainda carece de investigações acadêmicas que analisem, de forma sistemática e aplicada, setores específicos com alto impacto econômico e ecológico, como o agropecuário. A difusão contemporânea do conceito de EC deve-se, em grande medida, às contribuições da Ellen MacArthur Foundation (2013, 2015a), que define a economia circular como um sistema baseado em ciclos técnicos e biológicos, cujo propósito é manter o valor dos produtos e recursos pelo maior tempo possível. A fundação também atribui à EC o potencial de fomentar a inovação, gerar empregos, impulsionar o crescimento econômico e mitigar impactos ambientais. Estudos da fundação apontam que a adoção da EC pode gerar economias anuais superiores a USD 600 bilhões em setores como manufatura e bens de consumo, além de reduzir significativamente as emissões de carbono e a dependência de recursos virgens (Ellen MacArthur Foundation, 2013, 2015a).

Apesar da consolidação conceitual da EC, observa-se uma limitada articulação com a dimensão social da sustentabilidade. Geissdoerfer et al. (2017) destacam que, embora a EC se alinhe aos princípios do desenvolvimento sustentável, sua implementação frequentemente negligencia aspectos sociais, comprometendo sua efetividade. Ghisellini, Cialani e Ulgiati, (2016) acrescentam que a aplicação prática da EC ainda se encontra em estágio inicial, demandando maior integração



entre os setores público, privado e a sociedade civil. Bocken et al. (2014) propõem arquétipos de modelos de negócios sustentáveis que integram preocupações sociais desde o design até o uso do produto, evidenciando a necessidade de abordagens holísticas.

A implementação da EC enfrenta diversos desafios, sobretudo em economias emergentes e em setores com restrições estruturais. Entre os principais obstáculos destacam-se a ausência de infraestrutura adequada, os custos elevados de transição para modelos circulares e a carência de políticas públicas específicas (Sehnem & Pereira, 2019). Acrescenta-se, ainda, a resistência cultural de produtores e consumidores, evidenciada pela baixa aceitação de embalagens sustentáveis no setor agroalimentar (Valle, Guarnieri, & Filippi, 2023). Lewandowski (2016) observa que a estruturação de modelos de negócios circulares requer também a superação de incertezas tecnológicas e institucionais, especialmente em contextos de baixa maturidade institucional.

Outro fator limitante é a escassez de ações educativas e a reduzida percepção do valor econômico e ambiental dos resíduos, o que dificulta a adoção de práticas circulares (Almeida, Aguiar e Jugend, 2021). Schoefs et al. (2024) defendem a necessidade de adaptar os modelos circulares às especificidades regionais, considerando-se as variações geográficas, sociais e econômicas. Em contextos de países em desenvolvimento, tais diferenças podem comprometer a viabilidade de modelos padronizados. Antikainen e Valkokari (2016) sugerem que a inovação em modelos de negócio circulares deve ser guiada por frameworks colaborativos, envolvendo múltiplos stakeholders desde o início do processo.

No caso das cooperativas agropecuárias, são observados desafios adicionais, como ausência de financiamento, deficiência de capacitação técnica e inexistência de políticas públicas voltadas à promoção da circularidade. A transição para a EC, nesse contexto, requer não apenas a introdução de inovações tecnológicas, mas também transformações institucionais e culturais, com destaque para o fortalecimento da governança e da confiança entre os membros cooperados (Ada et al., 2022; Musson &

Rousselière, 2020). Mikielewicz et al. (2020) destacam que, em contextos rurais, a transição para a bioeconomia circular requer arranjos institucionais específicos que viabilizem parcerias intersetoriais e o uso cascata de resíduos agrícolas.

A interação entre a EC e as cooperativas agropecuárias apresenta-se como uma oportunidade estratégica para a promoção de práticas sustentáveis no meio rural. Devido à sua estrutura organizacional colaborativa e à sua inserção territorial, essas cooperativas encontram-se em posição favorável para estabelecer redes de simbiose industrial, otimizar o uso de insumos e implementar iniciativas circulares (Castro et al., 2019; Donner, Gohier, & de Vries, 2020). A adoção da EC permite a conversão de resíduos agropecuários em produtos com valor agregado, tais como fertilizantes orgânicos, biocombustíveis e energia, contribuindo para a diversificação da renda e o fortalecimento das economias locais (Dubina et al., 2024; Esfandiari Bahraseman et al., 2024).

O papel das cooperativas como agentes de inovação ambiental é ilustrado por Musson e Rousselière (2020), que evidenciam sua capacidade de fomentar o uso de insumos reciclados e integrar os diversos elos da cadeia produtiva. Tais organizações estão aptas a adotar práticas como compostagem, reaproveitamento de embalagens, tecnologias de precisão e aproveitamento energético de resíduos (Almeida, Aguiar, & Jugend, 2021). Donner, Gohier e de Vries (2020) demonstram a viabilidade de implantação de biorrefinarias agrícolas no contexto cooperativo, promovendo a transformação de subprodutos em novos bens e energia, em conformidade com os princípios circulares. Shen et al., (2024) ressaltam os efeitos positivos da devolução de resíduos orgânicos ao solo, contribuindo para a regeneração dos ecossistemas e para o aumento da produtividade agrícola.

A gestão eficiente desses processos pode ser aprimorada mediante o uso da contabilidade integrada, que considera indicadores financeiros, ambientais e sociais, subsidiando a tomada de decisões sustentáveis (Dubina et al., 2024). Ada et al. (2022) destacam ainda o papel das cooperativas



na digitalização do setor agropecuário e na intermediação entre inovação tecnológica e práticas produtivas.

Apesar do potencial identificado, a adoção da EC por cooperativas agropecuárias ainda encontra obstáculos significativos. Entre os principais desafios estão a falta de infraestrutura, a ausência de capacitação técnica, a limitação de recursos financeiros e a fragilidade das políticas públicas de fomento (Cavicchi & Vagnoni, 2022; García-Agüero et al., 2024). Perdana e Kusnandar (2023) observam ainda a desarticulação entre os elos da cadeia agropecuária, o que prejudica a eficácia das estratégias circulares. Prieto-Sandoval et al. (2022) apontam a inexistência de mecanismos de governança e estruturas de coordenação entre os atores envolvidos como fatores limitantes à criação de sinergias. Em determinadas regiões, como na Romênia, persistem resistências à inovação e baixos níveis de investimento nas cooperativas, dificultando sua transição para a EC (Zlati et al., 2023). Muriuki et al. (2024) e Preprame et al. (2023) defendem que a superação desses entraves requer a formulação de políticas públicas estruturadas, financiamento adequado, acesso à tecnologia, capacitação técnica e fortalecimento da governança participativa. A adoção da EC no setor cooperativo depende, portanto, da articulação integrada desses elementos para viabilizar uma transição justa e regenerativa.

Embora os fundamentos teóricos da EC estejam consolidados, observa-se uma lacuna significativa quanto à sua aplicação em setores específicos, como o agropecuário, particularmente no contexto das cooperativas rurais. A literatura existente tende a concentrar-se em ambientes urbanos e industriais, negligenciando os desafios e oportunidades associados à EC na agricultura cooperativa (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016; Elia, Gnoni, & Tornese, 2017). Velasco-Muñoz et al. (2021) identificam a escassez de estudos voltados à adaptação da EC ao setor agrícola, o que dificulta a formulação de estratégias aplicáveis. Além disso, a mensuração dos impactos ambientais, sociais e econômicos da EC em cooperativas agropecuárias é pouco desenvolvida, comprometendo a formulação de políticas públicas eficazes (De Boer & van

Ittersum, 2018) e restringindo a capacidade de decisão de gestores e formuladores de políticas.

A falta de estudos empíricos abrangentes dificulta a replicação de soluções em diferentes contextos. Mikielewicz et al. (2020), Elia, Gnoni e Tornese (2017) destacam que os efeitos da EC sobre a sustentabilidade rural ainda não são plenamente compreendidos, especialmente em relação à dimensão social e à criação de valor compartilhado. Assim, torna-se fundamental compreender as dinâmicas locais para viabilizar a transição circular nas cooperativas agropecuárias. A ausência de abordagens comparativas entre regiões, tipos de cooperativas e estratégias de adoção reforça a necessidade de novas pesquisas voltadas a essas variáveis.

Essa lacuna torna-se ainda mais crítica diante da crescente pressão para que o setor agropecuário se alinhe às metas de sustentabilidade da Agenda 2030 das Nações Unidas. Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) afirmam que, embora a EC seja amplamente promovida como solução sistêmica para os desafios ambientais, sua efetividade depende de uma implementação contextualizada, integrada e participativa, condição ainda distante da realidade rural. No cenário brasileiro, essa necessidade de avanço acadêmico é ainda mais premente, dado que as investigações aplicadas à realidade da infraestrutura e das cadeias agrícolas nacionais são escassas. Essa constatação fundamenta a problemática e delimita a pergunta de pesquisa que orienta o presente estudo: de que maneira as publicações científicas globais caracterizam os impactos, os desafios e os benefícios da inserção da economia circular no ecossistema das cooperativas agropecuárias rurais?

A investigação da EC nas cooperativas agropecuárias justifica-se pela convergência de múltiplos desafios globais: a necessidade de desvincular o crescimento econômico da intensiva utilização de recursos naturais, a urgência de regenerar ecossistemas degradados e a demanda por modelos produtivos resilientes e inclusivos no meio rural. A EC propõe uma alternativa restaurativa, baseada em fluxos fechados de materiais e energia, com ênfase no redesenho de processos, na reutilização



de recursos e na minimização de perdas (Ellen MacArthur Foundation, 2015a).

Dada a intensidade dos impactos ambientais associados à atividade agropecuária, os princípios da EC mostram-se particularmente adequados. Estratégias como compostagem, biorrefinarias, sistemas agroflorestais e reaproveitamento de resíduos agroindustriais contribuem para mitigar efeitos negativos, regenerar recursos naturais e promover a resiliência das cadeias produtivas frente às mudanças climáticas.

As cooperativas agropecuárias, por sua estrutura democrática e capilaridade territorial, possuem elevado potencial para mobilizar agricultores em torno de práticas sustentáveis. Exercem papel estratégico na disseminação de inovações, na construção de cadeias curtas de comercialização e no compartilhamento de recursos e saberes entre produtores (Musson & Rousselière, 2020). Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) ressaltam que a colaboração é um fator essencial para o êxito da EC, sobretudo em contextos com escassez de recursos, exigindo soluções adaptadas localmente.

Além dos benefícios ambientais, a EC pode fomentar a inclusão social ao valorizar subprodutos agrícolas, fortalecer a agricultura familiar e promover modelos de negócios baseados em serviços compartilhados, como sistemas cooperativos de maquinário, gestão coletiva de resíduos e comercialização conjunta de insumos reciclados (Dubina et al., 2024; Ada et al., 2022). Essa multifuncionalidade amplia a relevância da EC como instrumento de desenvolvimento rural sustentável, com potencial para gerar impactos integrados nas dimensões econômica, social e ambiental.

Considerando a importância estratégica das cooperativas agropecuárias para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental, o aprofundamento do estudo de suas práticas circulares responde não apenas a lacunas acadêmicas, mas também a demandas concretas da transição ecológica global. Os resultados esperados poderão subsidiar políticas públicas, programas de apoio técnico e modelos de governança cooperativa mais eficazes, além de fomentar a replicação de boas práticas em diferentes territórios.

Diante do exposto, define-se como objetivo geral deste estudo analisar os impactos, desafios e benefícios da implementação da economia circular em cooperativas agropecuárias, considerando suas dimensões ambiental, social e econômica em distintos contextos geográficos. Busca-se, com isso, preencher lacunas teóricas e empíricas existentes, além de oferecer subsídios práticos para a construção de uma transição circular justa, regenerativa e economicamente viável no setor cooperativo rural.

Para a consecução deste objetivo, operacionalizou-se uma abordagem metodológica de natureza qualitativa por meio de uma revisão sistemática da literatura. O desenho do estudo baseou-se nas diretrizes metodológicas de Tranfield, Denyer e Smart (2003) e incorporou critérios de triagem inspirados no protocolo PRISMA. A coleta foi realizada nas bases internacionais Scopus e Web of Science, resultando em um corpus final de 23 artigos analisados qualitativamente por meio de técnica de análise de conteúdo.

O presente artigo está estruturado em seis capítulos fundamentais, incluindo esta introdução. A seção 2 dedica-se à Revisão Teórica, detalhando os eixos integrados de economia circular, cooperativas e sustentabilidade. A seção 3 pauta-se na descrição detalhada dos Materiais e Métodos. Os Resultados e a Discussão são apresentados de forma articulada na seção 4. Por fim, a seção 5 estabelece as Considerações Finais, limitações e as sugestões para investigações futuras.

REFERENCIAL TEÓRICO

A transição global do modelo econômico linear para a Economia Circular (EC) estabelece um novo paradigma focado no fechamento de ciclos de materiais, na preservação de recursos finitos e na transformação de resíduos em insumos de valor (Alves et al., 2022; Andreatta et al., 2024; Silva & Sauka, 2024). Na prática territorial, essa dinâmica se desdobra em três escalas integradas de governança: a escala micro, voltada ao ecodesign e à mudança de comportamento de consumo e triagem dos cidadãos; a escala meso, concentrada em redes de simbiose industrial e ecoinovação



entre empresas, sob os preceitos da Ecologia Industrial; e a escala macro, consolidada por meio de políticas públicas e marcos regulatórios, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, que estruturam o suporte legal e institucional para o desenvolvimento sustentável (Alves et al., 2022; Almeida et al., 2021; Silva et al., 2021; Melo & Silva, 2022).

No campo da gestão de bioresíduos e resíduos sólidos urbanos (RSU), a escolha das tecnologias de processamento define o valor comercial dos coprodutos e sua absorção nos mercados regionais (Schoefs et al., 2024). Soluções biológicas como a digestão anaeróbia convertem a matéria orgânica em biogás e digestato, conectando de forma direta a circularidade à expansão das energias renováveis no setor industrial (Schoefs et al., 2024; Alves et al., 2022). Embora o reaproveitamento de subprodutos fabris para a geração local de biomassa, energia solar ou eólica impulse a ecoeficiência, a implantação dessas estruturas esbarra em barreiras econômicas severas, representadas por altos custos iniciais de transação, investimentos complexos e concorrência desigual com fontes fósseis tradicionais (Alves et al., 2022; Almeida et al., 2021).

Ademais, as características demográficas e as especificidades tecnológicas geram tensões territoriais entre diferentes cenários de gestão (Schoefs et al., 2024). O modelo descentralizado prioriza ações em microunidades locais, eliminando gastos logísticos e retendo nutrientes no próprio território, ainda que apresente menor padronização comercial (Schoefs et al., 2024). Por outro lado, o modelo centralizado baseia-se em grandes plantas de recuperação com rígido controle de qualidade e economias de escala, mas exige sistemas complexos de transporte e impõe o risco de evasão de nutrientes para mercados globais (Schoefs et al., 2024). Para equilibrar essas realidades socioeconômicas locais, a modelagem de cenários híbridos, avaliada por ferramentas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), surge como a alternativa mais adequada para cada localidade (Schoefs et al., 2024; Almeida et al., 2021).

Essa transição para fluxos circulares revela desafios transversais e particularidades conforme o setor de mercado estudado (Almeida et al., 2021; Andreatta et al., 2024). O segmento agroalimentar lida frequentemente com o conservadorismo operacional e custos de triagem que sobrecarregam micro e pequenas empresas (Almeida et al., 2021). Em paralelo, a indústria da moda enfrenta os impactos ecológicos do modelo fast fashion, caracterizado pelo desperdício de materiais têxteis e consumo intensivo de água, o que demanda estratégias de design circular, reciclagem de tecidos, separação enzimática de fibras e rastreamento de cadeias por meio de tecnologias de blockchain (Andreatta et al., 2024). Em ambos os contextos, as barreiras culturais ligadas à aceitação do consumidor exigem maior transparência e o alinhamento entre sustentabilidade, qualidade e viabilidade financeira (Almeida et al., 2021; Andreatta et al., 2024).

No cenário brasileiro, a aplicação prática desses conceitos nos centros urbanos ganha um contorno essencialmente humano por meio do trabalho das cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis (Silva & Sauka, 2024). Diante de vulnerabilidades sociais e do desemprego, esses trabalhadores atuam como agentes ecológicos centrais, sendo responsáveis por coletar e triar cerca de 90% dos recicláveis transformados no país (Silva & Sauka, 2024). Atendendo às diretrizes de responsabilidade compartilhada da PNRS, o fortalecimento dessas organizações depende da consolidação de redes de cooperação local que integrem harmonicamente o poder público, universidades, empresas vizinhas e a sociedade civil (Silva & Sauka, 2024).

Por fim, para viabilizar os investimentos iniciais e mitigar os riscos financeiros dessa transição tecnológica, seja na automação das cooperativas de triagem, na adequação energética de indústrias ou na logística reversa do vestuário, o cooperativismo de crédito e as finanças verdes atuam como alavancas estratégicas indispensáveis (Queiroz et al., 2024; Silva & Sauka, 2024). Por meio da proximidade regional e de modelos de gestão orientados



aos princípios ESG, as cooperativas financeiras oferecem linhas de crédito sustentáveis e títulos verdes que reduzem os obstáculos econômicos de entrada, promovendo a inclusão produtiva, a geração de renda local e a integridade ambiental nas comunidades (Alves et al., 2022; Queiroz et al., 2024; Silva & Sauka, 2024).

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente investigação foi conduzida por meio de uma revisão sistemática da literatura, fundamentada no modelo de revisão sistemática delineado por Tranfield et al. (2003), o qual é estruturado em três fases principais: (i) planejamento, (ii) execução e (iii) análise e disseminação dos achados. Adicionalmente, a metodologia adotada incorporou elementos das contribuições de Canto, Grunert e Barcellos (2021), sendo devidamente adaptada ao contexto específico da Economia Circular (EC) no âmbito das cooperativas agropecuárias. A opção pela abordagem sistemática justifica-se pela necessidade de conferir transparência, reprodutibilidade e rigor científico ao mapeamento do estado da arte, minimizando vieses de seleção por parte dos investigadores.

Etapa I – Planejamento da Revisão

A fase inicial da revisão sistemática consistiu na formulação das questões de pesquisa e na delimitação do escopo temático, com o propósito de realizar uma análise crítica dos impactos, benefícios e desafios associados à implementação da Economia Circular (EC) em cooperativas agropecuárias. A escolha por esse foco decorre da crescente importância atribuída à EC como alternativa ao modelo linear de produção e consumo, especialmente em setores com elevada dependência de recursos naturais, como o agropecuário (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016; Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Diante do papel estratégico das cooperativas agropecuárias na promoção de práticas sustentáveis, a presente investigação propõe-se a responder às seguintes questões de pesquisa:

1. Quais são os principais impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da adoção de práticas de Economia Circular em cooperativas agropecuárias?

2. Quais desafios limitam a efetiva implementação da Economia Circular nessas organizações e de que maneira esses desafios variam conforme o contexto regional?

A definição dessas questões teve por objetivo contemplar lacunas teóricas e empíricas identificadas na literatura, com ênfase na escassez de estudos voltados ao meio rural e na necessidade de adaptação das estratégias circulares às especificidades territoriais (Velasco-Muñoz et al., 2021; Schoefs et al., 2024).

Com vistas a assegurar o rigor metodológico e a abrangência na coleta dos dados, foram selecionadas as bases de dados Web of Science e Scopus, amplamente reconhecidas por sua credibilidade e cobertura internacional (Canto, Grunert, & Barcellos, 2021; Geissdoerfer et al., 2017; Snyder, 2019). A estratégia de busca empregada consistiu na utilização dos termos “circular economy” AND cooperative*, aplicados aos campos de título, resumo e palavras-chave, visando à identificação de estudos com aderência conceitual ao objeto da pesquisa. Não foi aplicado um recorte temporal restritivo inicial no inventário para capturar toda a evolução histórica do fenômeno, mitigando a exclusão de estudos seminais rurais.

O protocolo de revisão apresentado a seguir sintetiza os critérios e procedimentos adotados na etapa de planejamento.



Tabela 1
Protocolo de Revisão

Etapa	Descrição
Perguntas de pesquisa	1. Quais são os principais impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da adoção de práticas de EC em cooperativas agropecuárias? 2. Quais desafios limitam a efetiva implementação da EC nessas organizações e como esses desafios variam conforme o contexto regional?
População-alvo	Artigos científicos que abordam a EC no contexto de cooperativas agropecuárias.
Bases de dados	Web of Science e Scopus.
Estratégia de busca	Termos: "circular economy" AND cooperative* aplicados aos campos de título, resumo e palavras-chave.
Tipo de documento	Artigos revisados por pares publicados em periódicos científicos (excluindo-se capítulos de livros, resumos de congressos e literatura cinzenta).
Crítérios de inclusão	Estudos com foco explícito em práticas de EC no âmbito de cooperativas agropecuárias ou agroindustriais.
Crítérios de exclusão	Artigos duplicados; estudos sem vínculo com cooperativas ou sem relação direta com EC; artigos que não abordem o setor agropecuário; estudos indisponíveis para leitura integral.
Procedimento de triagem	Processo de filtragem em três etapas sucessivas: (i) eliminação de duplicados; (ii) análise de título, resumo e palavras-chave; (iii) seleção específica de cooperativas agropecuárias via leitura integral.
Análise de dados	Análise descritiva e análise de conteúdo qualitativa, estruturada a partir de categorias temáticas definidas no protocolo.

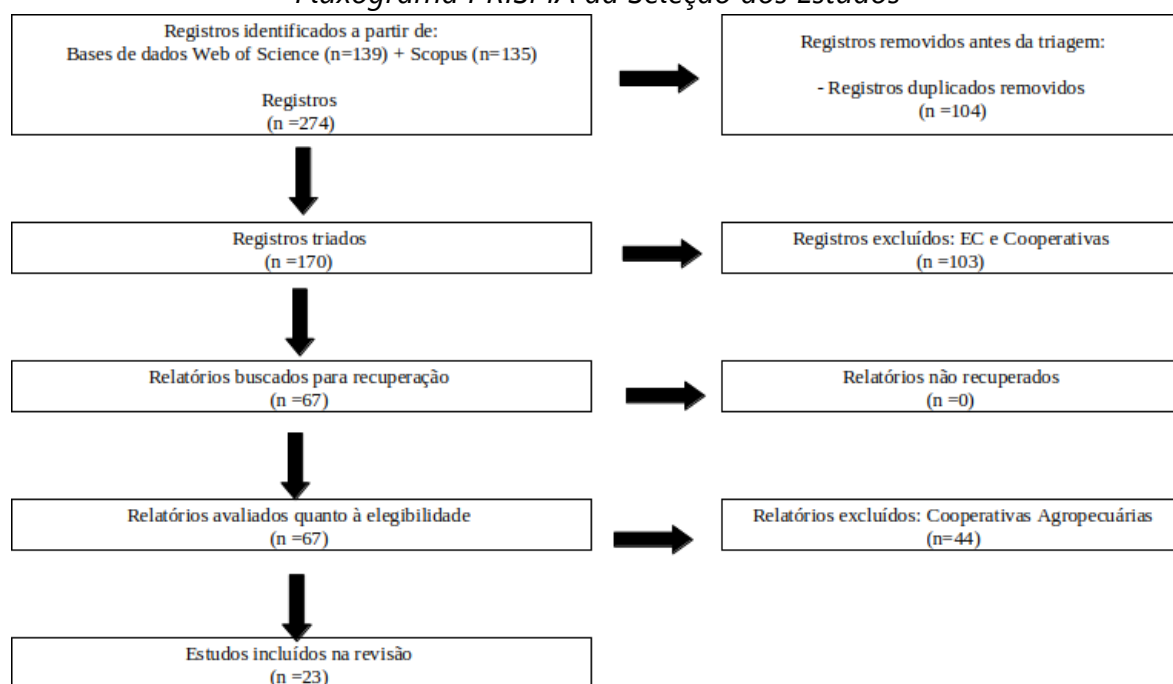
Fonte: elaboração própria.

A etapa de planejamento garantiu uma base metodológica consistente para a revisão, possibilitando o mapeamento sistemático e crítico da produção científica relacionada à Economia Circular em cooperativas agropecuárias. Além de estabelecer um procedimento passível de replicação, a estrutura metodológica adotada contribuiu para a identificação de padrões recorrentes, lacunas teóricas e oportunidades relevantes tanto para o avanço do conhecimento acadêmico quanto para o aprimoramento de práticas sustentáveis no setor.

Etapa II – Condução da Revisão

A busca inicial resultou na identificação de 274 artigos, sendo 139 provenientes da base Web of Science e 135 da Scopus. Conforme as diretrizes propostas por Tranfield et al. (2003) e Snyder (2019), a seleção dos estudos seguiu múltiplas etapas de triagem, fundamentadas no modelo PRISMA (Figura 1), e foi realizada de maneira independente por pesquisadores distintos, com o intuito de assegurar a objetividade, dirimir incongruências por meio de consenso e garantir a consistência na inclusão dos materiais analisados.

Figura 1
Fluxograma PRISMA da Seleção dos Estudos



Fonte: adaptado de PRISMA. PRISMA Statement. Recuperado de: <http://www.prisma-statement.org/>



A amostra final, após leitura integral e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão predefinidos, resultou em 23 artigos considerados adequados para análise qualitativa.

Etapa III – Análise e Síntese dos Estudos

A terceira etapa da revisão consistiu na realização de uma análise qualitativa dos 23 artigos selecionados, orientada por uma abordagem sistemática de análise de conteúdo, conforme as diretrizes estabelecidas por Tranfield et al. (2003) e reforçadas por Snyder (2019). As categorias analíticas foram previamente definidas no protocolo de revisão, com o objetivo de responder diretamente às questões de pesquisa, concentrando-se na identificação dos impactos, desafios e benefícios relacionados à adoção da

EC em cooperativas agropecuárias. A técnica de análise de conteúdo seguiu a codificação temática sistemática, permitindo embutir dados qualitativos complexos em blocos conceituais padronizados para cross-analysis entre as realidades geográficas encontradas.

A análise possibilitou a identificação de padrões recorrentes nas práticas circulares implementadas, bem como de importantes assimetrias de ordem regional, estrutural e institucional que afetam a viabilidade da EC no contexto das cooperativas rurais. Ao integrar as dimensões ambiental, social e econômica, a investigação destacou o papel estratégico dessas organizações na consolidação de sistemas agroindustriais mais regenerativos e resilientes.

Tabela 2
Elementos de Análise dos Artigos Selecionados

Categoria de Análise	Descrição
Práticas de EC	Abrangem ações como reciclagem, compostagem, remanufatura, uso de biorrefinarias, reaproveitamento de resíduos orgânicos e tecnologias para fechamento de ciclos produtivos. São comuns a produção de biofertilizantes, energia renovável e sistemas como compost bedded-pack, que integram manejo de resíduos e fertilização agrícola (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Kuipers et al., 2022; Garcia-Garcia et al., 2024).
Desafios e Barreiras	Incluem obstáculos legais, institucionais, tecnológicos, culturais, financeiros e de infraestrutura. Observam-se ausência de regulamentação eficaz, resistência sociocultural, falta de incentivos, limitações técnicas, escassez de financiamento e baixa conscientização ambiental (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016; Sehnem & Pereira, 2019; Ada et al., 2022; Perdana & Kusnandar, 2023; Kim et al., 2023; Zlati et al., 2023; Castilla-Polo & Sánchez-Hernández, 2022; García-Agüero et al., 2024).
Benefícios e Impactos	A EC contribui para a regeneração ambiental (redução de emissões, poluição e desperdício), geração de valor econômico (valorização de resíduos, redução de custos, criação de novos mercados) e impactos sociais positivos (empregos, inclusão, inovação, segurança alimentar, bem-estar animal e reputação das cooperativas). Também promove sinergias entre atores rurais e fortalece a resiliência econômica (Shen et al., 2024; Dubina et al., 2024; Ada et al., 2022; Kuipers et al., 2022; Castilla-Polo & Sánchez-Hernández, 2022; Garcia-Garcia et al., 2024).
Papel das Cooperativas	As cooperativas são vistas como agentes estratégicos na implementação da EC, especialmente por sua estrutura democrática, capilaridade territorial e capacidade de articulação entre pequenos produtores. Facilitam o compartilhamento de recursos, inovação adaptativa e construção de redes de simbiose industrial (Musson & Rousselière, 2020; Castro et al., 2019; Dubina et al., 2024).
Lacunas na Literatura	Persistem escassez de estudos empíricos sobre EC em cooperativas agropecuárias, especialmente em contextos rurais e países em desenvolvimento. Faltam abordagens comparativas entre regiões, avaliação dos impactos de longo prazo e indicadores integrados de desempenho (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016; Velasco-Muñoz et al., 2021; De Boer & van Ittersum, 2018). A diversidade de contextos geográficos e sociais ainda é pouco considerada, limitando a replicabilidade de soluções.

Fonte: elaboração própria.

A análise evidenciou que, embora existam iniciativas promissoras, a transição das cooperativas agropecuárias para modelos baseados na Economia Circular ainda encontra obstáculos relevantes. Entre os principais entraves identificados, destacam-se a precariedade da infraestrutura disponível, a limitada capacitação técnica dos envolvidos e a insuficiência de recursos

financeiros direcionados especificamente para iniciativas circulares. Ademais, observam-se deficiências no âmbito da governança, as quais comprometem a coordenação entre os diversos atores e dificultam a formação de sinergias capazes de sustentar estratégias circulares mais eficazes (Prieto-Sandoval et al., 2022; Zlati et al., 2023).



Em contrapartida, constatou-se que as cooperativas agropecuárias dispõem de atributos institucionais e organizacionais que as qualificam como agentes centrais na promoção da Economia Circular. Sua inserção no território, aliada à capacidade de mobilização comunitária e à estrutura colaborativa, constitui um diferencial para a implementação de práticas adaptadas às realidades locais. A introdução de tecnologias como biorrefinarias, sistemas de compostagem e aproveitamento energético de resíduos, combinada ao uso de indicadores integrados de sustentabilidade, pode fortalecer o papel dessas organizações como catalisadoras de inovação e regeneração ambiental (Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Dubina et al., 2024).

Por fim, esta etapa da revisão evidenciou a necessidade premente de aprofundamento em estudos empíricos que contemplem a diversidade geográfica, econômica e sociocultural que caracteriza as cooperativas agropecuárias. Conforme argumentam Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), o pleno potencial transformador da Economia Circular somente poderá ser alcançado por meio de sua aplicação contextualizada, participativa e embasada em evidências. Dessa forma, os resultados aqui sistematizados oferecem subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas mais eficazes, o desenvolvimento de estratégias de capacitação técnica e a orientação de futuras agendas de pesquisa voltadas à construção de um modelo agropecuário circular, equitativo e sustentável.

Procedimentos de Pesquisa e Validação

Com o objetivo de assegurar a robustez metodológica e a confiabilidade dos resultados obtidos, esta revisão incorporou um conjunto de procedimentos sistemáticos de validação, fundamentados nos protocolos de análise qualitativa recomendados por Tranfield et al. (2003), Snyder (2019), Canto, Grunert e Barcellos (2021). A condução do processo analítico e de seleção foi realizada de forma independente por dois pesquisadores, o que conferiu maior imparcialidade e rigor à interpretação dos dados. Eventuais divergências analíticas foram resolvidas

por meio de consenso, permitindo o refinamento das categorias utilizadas e a mitigação de possíveis vieses individuais.

A categorização dos achados foi guiada pelas dimensões teóricas associadas à Economia Circular, bem como pelos desafios específicos do setor agropecuário identificados na literatura contemporânea (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016; Schoefs et al., 2024). Essa orientação metodológica assegurou a coerência entre os objetivos da investigação e os procedimentos adotados na análise dos dados.

A abordagem qualitativa empregada possibilitou a identificação de nuances contextuais significativas, assim como a detecção de padrões recorrentes nos estudos examinados. Destacaram-se, em especial, as barreiras estruturais à implementação da Economia Circular, a diversidade regional das experiências relatadas e o papel das cooperativas agropecuárias como agentes estratégicos na transição para modelos produtivos mais sustentáveis (Musson & Rousselière, 2020; Dubina et al., 2024).

Contribuições Teórico-Práticas Pretendidas

A presente revisão sistemática tem como objetivo ampliar a compreensão acerca da aplicação dos princípios da Economia Circular em cooperativas agropecuárias, um tema ainda incipientemente abordado na literatura científica. Com base na análise dos estudos selecionados, foi elaborada uma síntese crítica que aborde tanto os benefícios quanto os desafios enfrentados por essas organizações na implementação de práticas circulares.

Além de oferecer um panorama atualizado sobre o estado da arte, a pesquisa pretende contribuir com gestores, formuladores de políticas públicas e acadêmicos, ao disponibilizar subsídios que possibilitem o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e contextualizadas, coerentes com as especificidades socioeconômicas do meio rural. As proposições teóricas derivadas deste estudo visam a preencher lacunas de integração territorial e cooperativa.



Tabela 4
Contribuições e Entregas Teórico-Práticas

Dimensão de Entrega	Objetivo
Síntese crítica da literatura existente	Mapear e sistematizar as evidências empíricas sobre a implementação da Economia Circular em cooperativas agropecuárias, com foco em suas especificidades setoriais e territoriais.
Identificação de barreiras e desafios	Compreender os obstáculos institucionais, regulatórios, culturais, financeiros e tecnológicos que limitam a adoção da EC em diferentes realidades territoriais e níveis de maturidade cooperativa.
Mapeamento de impactos e benefícios	Avaliar os efeitos ambientais (redução de emissões, gestão de resíduos), sociais (geração de empregos, inclusão, saúde pública) e econômicos (valorização de resíduos, redução de custos, aumento de rentabilidade) decorrentes da aplicação de práticas circulares em cooperativas agropecuárias.
Papel estratégico das cooperativas	Evidenciar o protagonismo das cooperativas como catalisadoras da transição para modelos sustentáveis e regenerativos, através de inovação social, articulação territorial e difusão de práticas adaptadas ao contexto rural.
Subsídios para políticas públicas e gestão cooperativa	Apoiar gestores, formuladores de políticas e entidades de apoio técnico com evidências sobre práticas eficazes, desafios recorrentes e oportunidades para replicação de modelos bem-sucedidos de EC no setor agropecuário cooperativo.
Direcionamento para agendas futuras de pesquisa	Identificar lacunas teóricas e metodológicas, como a escassez de estudos empíricos em países em desenvolvimento, ausência de abordagens comparativas entre regiões e falta de indicadores específicos para mensuração dos impactos da EC em contextos cooperativos.

Fonte: elaboração própria.

O mapeamento sistemático executado nesta revisão contribui para o fortalecimento do debate científico sobre a sustentabilidade no setor agropecuário, promovendo o avanço da Economia Circular enquanto instrumento efetivo para a regeneração ecológica, a inclusão social e a viabilidade econômica nas zonas rurais. Conforme argumentado por Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), a efetividade da Economia Circular depende de sua aplicação em contextos específicos, o que ressalta a relevância de compreender o papel das cooperativas agropecuárias na construção de uma transição circular que seja justa, territorialmente adaptada e orientada pelo princípio do valor compartilhado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impactos ambientais, sociais e econômicos da economia circular em cooperativas agropecuárias

A economia circular emerge como um paradigma essencial para promover a sustentabilidade no setor agropecuário, com particular relevância no contexto das cooperativas. Esta abordagem foca na reestruturação dos sistemas produtivos visando à minimização do desperdício e a otimização da utilização dos recursos (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Donner, Gohier, & de Vries, 2020). Diversas práticas

e tecnologias são englobadas para o fechamento de ciclos produtivos e a agregação de valor a materiais anteriormente considerados resíduos (Garcia-Garcia et al., 2024). As principais práticas observadas em cooperativas agropecuárias incluem a gestão de resíduos orgânicos por meio de reciclagem e compostagem, o reuso e a valorização de subprodutos agrícolas, a remanufatura e a implementação de biorrefinarias para a transformação de biomassa em bioprodutos (Donner, Gohier, & de Vries, 2020; García-Agüero et al., 2024; Laili et al., 2024). A produção de biofertilizantes a partir de dejetos animais e restos de cultura, a geração de energia renovável como biogás e biometano, e a adoção de sistemas integrados de manejo de resíduos e fertilização, como o compost bedded-pack, exemplificam a aplicação desses princípios (Bluemling & Wang, 2018; Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Kuipers et al., 2022). Outras práticas relevantes envolvem a gestão sustentável de resíduos plásticos e embalagens, bem como o uso seguro de águas residuais tratadas para irrigação, adaptado às condições locais e garantindo a segurança sanitária (Esfandiari Bahraseman et al., 2024; García-Agüero et al., 2024; Kim et al., 2023; Castro et al., 2019). Iniciativas como o retorno de palha de arroz ao solo ilustram o fechamento de ciclos de nutrientes em nível de propriedade (Shen et al., 2024). As cooperativas, pautadas na colaboração,



desempenham um papel fundamental na facilitação da implementação dessas práticas e na disseminação deecoinovações no meio rural (Ada et al., 2022; Castilla-Polo & Sánchez-Hernaández, 2022; Musson & Rousselière, 2020; Prieto-Sandoval et al., 2022; Shebanin et al., 2024).

Sob uma perspectiva analítica profunda, a introdução dessas práticas no ambiente cooperativo rururbano denota uma quebra estrutural com a lógica linear de descarte sistêmico. Quando se confrontam as evidências coletadas na literatura com os alicerces teóricos clássicos da Economia Circular, constata-se que a conversão de subprodutos agrícolas em novas fontes de matéria-prima e energia ultrapassa a mera mitigação de danos ecológicos superficiais. Trata-se, fundamentalmente, de uma reconfiguração ontológica do conceito de descarte nas organizações agroindustriais. Sistemas tecnológicos complexos como as biorrefinarias descentralizadas e os arranjos integrados de fertilização orgânica atuam diretamente na reconfiguração das funções de produção das propriedades rurais parceiras. Ao acoplar as dinâmicas de reaproveitamento de biomassa vegetal e dejetos animais ao portfólio de ativos das cooperativas, esses arranjos reduzem a entropia material dos ecossistemas produtivos regionais. Essa transição opera um rearranjo nas cadeias de suprimentos, em que os fluxos abertos e dissipativos de nutrientes são substituídos por ciclos fechados de reiteração econômica, gerando vantagens ecoeficientes que blindam o agronegócio familiar contra a volatilidade externa, conforme discutido nos modelos de otimização de recursos de Donner, Gohier e de Vries (2020) e Garcia-Garcia et al. (2024).

Os impactos ambientais da economia circular em cooperativas agropecuárias são extensivos e contribuem significativamente para a sustentabilidade do setor. A gestão e o reaproveitamento de resíduos orgânicos e subprodutos agrícolas resultam na redução da poluição do solo, da água e do ar, evitando a liberação descontrolada de nutrientes e contaminantes (Bluemling & Wang, 2018; Gusukuma et al., 2024; García-Agüero et al., 2024). A produção local de biofertilizantes diminui a dependência de fertilizantes químicos,

cujas cadeias de produção e uso estão associadas a impactos ambientais consideráveis, incluindo emissões de gases de efeito estufa e eutrofização (Gusukuma et al., 2024). A geração de bioenergia a partir de resíduos oferece uma alternativa renovável aos combustíveis fósseis, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas (Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Gusukuma et al., 2024). O manejo adequado e a reciclagem de plásticos agrícolas são cruciais para minimizar a contaminação ambiental (Kim et al., 2023). A reutilização segura de águas residuais contribui para a conservação dos recursos hídricos, particularmente em regiões com escassez (Esfandiari Bahraseman et al., 2024; Castro et al., 2019). A integração de métricas circulares na avaliação de desempenho cooperativo permite uma contabilização mais precisa dos custos ambientais e a identificação de oportunidades para otimizar o uso de recursos (Cavicchi & Vagnoni, 2022; Dubinina et al., 2024).

Ao aprofundar o tensionamento teórico desse panorama ambiental, torna-se evidente que a substituição de insumos sintéticos por biofertilizantes de base endógena desativa o vetor de degradação mais severo das bacias hidrográficas agrícolas: o escoamento superficial difuso de nitrogênio e fósforo industriais. O fechamento do ciclo biológico local nas propriedades cooperadas impede os episódios de eutrofização antropogênica que tipificam o modelo agroquímico linear convencional. No entanto, o debate acadêmico precisa avançar para além da celebração desses indicadores biofísicos isolados. O verdadeiro salto analítico proporcionado pelas evidências qualitativas reside no fato de que o manejo coletivo executado pelas cooperativas equaliza as assimetrias operacionais das pequenas propriedades rurais. Individualmente, os agricultores não possuem escala técnica ou estabilidade econômica para estruturar processos de purificação de águas residuais ricas em patógenos ou para gerenciar sistemas termofílicos estáveis de compostagem em conformidade com as rígidas normativas sanitárias vigentes. Portanto, a internalização sistêmica promovida pelo arranjo cooperativo transforma a conformidade ambiental de um custo proibitivo regulatório em um subproduto natural da cooperação ecossistêmica territorializada,



convertendo passivos difusos em vetores de conservação da biodiversidade rururbana, em linha com os achados de Castro et al. (2019) e García-Agüero et al. (2024) sobre o reuso seguro de efluentes e biomassa.

No âmbito econômico, a economia circular proporciona oportunidades substanciais para as cooperativas agropecuárias, promovendo eficiência e rentabilidade. A valorização de resíduos e subprodutos em novos produtos ou fontes de energia gera novas correntes de receita e reduz custos operacionais associados ao descarte (Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Prieto-Sandoval et al., 2022). A produção endógena de biofertilizantes e bioenergia diminui a necessidade de aquisição de insumos externos, elevando a eficiência econômica e a resiliência dos membros (Dubinina et al., 2024; Perdana & Kusnandar, 2023). A otimização do uso de recursos, como a água, também se traduz em benefícios financeiros diretos (Esfandiari Bahraseman et al., 2024; Castro et al., 2019). A adoção de práticas circulares pode aprimorar a reputação da cooperativa e de seus produtos no mercado, facilitando o acesso a novos nichos e a investimentos alinhados à sustentabilidade (Castilla-Polo & Sánchez-Hernández, 2022; Cavicchi & Vagnoni, 2022; Zlati et al., 2023).

Sob a perspectiva analítica da governança financeira e microeconomia aplicada, a desconexão de dependência em face das cadeias transnacionais de fornecimento de fertilizantes minerais sintéticos representa uma alteração estrutural profunda no balanço de capitais da cooperativa. Os custos associados à fertilização tradicional costumam ser o principal dreno de liquidez dos produtores familiares, operando sob uma dinâmica de preços balizada em moedas estrangeiras que desconsidera as realidades de renda locais. Ao internalizar a manufatura de biofertilizantes organominerais complexos e descentralizar o fornecimento de energia por meio do biogás agroindustrial, a cooperativa neutraliza esses riscos cambiais e macroeconômicos severos. Além disso, a literatura examinada demonstra que o incremento reputacional decorrente do alinhamento explícito às diretrizes corporativas ESG reposiciona estrategicamente o portfólio da cooperativa nos mercados de consumo mais exigentes, uma dinâmica que Castilla-Polo e

Sánchez-Hernández (2022), bem como Zlati et al. (2023) associam à capacidade de atração de novos nichos comerciais e à melhoria nos indicadores de legitimidade institucional frente a investidores verdes.

Socialmente, a economia circular em cooperativas agropecuárias contribui para o desenvolvimento rural de múltiplas formas. A criação de novas atividades relacionadas à gestão e valorização de resíduos pode gerar empregos e oportunidades de renda no campo (Muriuki et al., 2024; Shebanin et al., 2024). A implementação de práticas seguras no manejo de resíduos e na reutilização de recursos, como águas residuais tratadas, é fundamental para proteger a saúde dos agricultores, trabalhadores rurais e consumidores, assegurando a produção de alimentos seguros (Esfandiari Bahraseman et al., 2024; García-Agüero et al., 2024). As cooperativas desempenham um papel vital na promoção da educação, capacitação e no compartilhamento de conhecimento sobre práticas sustentáveis entre seus membros, fortalecendo o capital social, a colaboração e a capacidade de inovação na comunidade rural (Ada et al., 2022; Bluemling & Wang, 2018; Musson & Rousselière, 2020). A melhoria da qualidade ambiental resultante das práticas circulares impacta positivamente o bem-estar geral da comunidade (Shebanin et al., 2024).

O aprofundamento da dimensão humana indica que as atividades circulares geram novas dinâmicas ocupacionais no campo, corroborando os achados de Muriuki et al. (2024) e Shebanin et al. (2024) sobre a retenção de postos de trabalho qualificados no meio rural. A complexificação das cadeias reversas agropecuárias, com a operação de usinas de biometano, automação de compostagem industrial e laboratórios internos de monitoramento bioquímico de nutrientes, gera postos de trabalho qualificados e de alta remuneração técnica no próprio território rural. Essa dinâmica fixa o capital humano jovem nas comunidades rurais de origem, oferecendo trajetórias profissionais alinhadas à inovação tecnológica e à sustentabilidade socioambiental contemporânea. Ademais, os processos educacionais conduzidos pelas cooperativas, destacados por Ada et al. (2022) e Musson e Rousselière (2020), atuam na desconstrução da histórica dependência técnica dos pequenos



produtores em relação a insumos externos comerciais. Ao descentralizar o acesso ao conhecimento sobre biotecnologia agrícola e métricas ecológicas, o arranjo cooperativo desconstrói a histórica dependência de pacotes tecnológicos fechados fornecidos por corporações oligopolistas, devolvendo às comunidades locais a autonomia intelectual e de tomada de decisão sobre o gerenciamento de seus próprios agroecossistemas territoriais.

Desafios para a implementação da economia circular em cooperativas agropecuárias

A implementação da economia circular em cooperativas agropecuárias, apesar de seus benefícios reconhecidos nos âmbitos ambiental, social e econômico, confronta-se com um conjunto complexo de desafios e barreiras que limitam sua adoção e expansão em larga escala (Ada et al., 2022; Batlles-Delafuente et al., 2024; Castro et al., 2019; Esfandiari Bahraseman et al., 2024; García-Agüero et al., 2024; Kim et al., 2023; Muriuki et al., 2024; Musson & Rousselière, 2020; Perdana & Kusnandar, 2023; Prieto-Sandoval et al., 2022; Shen et al., 2024; Zlati et al., 2023). Esses obstáculos manifestam-se em diversas dimensões, incluindo fatores legais, institucionais, tecnológicos, culturais, financeiros e de infraestrutura.

Barreiras de natureza legal e institucional representam um entrave significativo. A ausência de regulamentação clara e eficaz, juntamente com a falta de políticas públicas coerentes e direcionadas para a economia circular no setor agrícola, constitui um dos principais obstáculos à sua implementação por cooperativas (Ada et al., 2022; Batlles-Delafuente et al., 2024). A inadequação ou insuficiência na implementação de políticas de gestão de resíduos existentes em determinados contextos também é observada (Ada et al., 2022; García-Agüero et al., 2024). A carência de incentivos governamentais e programas de apoio financeiro e técnico especificamente voltados para iniciativas circulares em cooperativas limita o avanço (Batlles-Delafuente et al., 2024; Zlati et al., 2023). Questões relacionadas à governança e à coordenação entre múltiplos atores e diferentes níveis governamentais igualmente impõem desafios à integração de práticas circulares em

cadeias de valor mais amplas (Batlles-Delafuente et al., 2024; Perdana & Kusnandar, 2023). A complexidade burocrática para a obtenção de licenças e o acesso a recursos públicos pode desencorajar as cooperativas (Zlati et al., 2023).

Do ponto de vista analítico institucional, esse emaranhado regulatório evidencia que as estruturas normativas estatais vigentes foram inteiramente projetadas para atender e legitimar o fluxo linear de produção. Há uma profunda inadequação burocrática nas agências fiscalizadoras, as quais costumam classificar subprodutos biológicos reaproveitáveis sob os mesmos critérios punitivos e proibitivos aplicados a rejeitos industriais tóxicos perigosos. Esse tratamento regulatório inflexível, mapeado empiricamente por Ada et al. (2022) e Batlles-Delafuente et al. (2024), gera custos de transação excessivos que paralisam o dinamismo das cooperativas. Os custos de transação para a aprovação e homologação sanitária de um biofertilizante organomineral ou para a injeção de biometano nas redes locais de distribuição frequentemente superam o valor de mercado do próprio ativo gerado. A burocracia excessiva atua, na prática, como uma barreira de entrada oculta que perpetua o monopólio das fontes energéticas e químicas convencionais, desencorajando o empreendedorismo socioambiental rururbano de base cooperativa por falta de um arcabouço normativo ágil, contextualizado e multinível.

No que concerne aos desafios tecnológicos, as limitações na adoção e operação de novas tecnologias de economia circular, tais como biorrefinarias de menor escala ou sistemas avançados de compostagem, podem ser consideráveis para as cooperativas e seus membros (Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Kuipers et al., 2022). A dificuldade de acesso a tecnologias apropriadas ou o elevado custo inicial de investimento em equipamentos e infraestrutura constituem barreiras financeiras e tecnológicas interligadas (Kim et al., 2023; Zlati et al., 2023). A gestão de fluxos de resíduos específicos, como plásticos agrícolas, ainda enfrenta desafios relacionados à carência de soluções tecnológicas eficientes e infraestrutura adequada para coleta e processamento em diversas regiões (Kim et al., 2023; García-Agüero et al., 2024). A infraestrutura logística insuficiente para a coleta, transporte



e processamento centralizado de resíduos orgânicos e outros subprodutos em escala cooperativa pode dificultar a implementação de modelos circulares eficientes (Bluemling & Wang, 2018; Perdana & Kusnandar, 2023). Esses gargalos logísticos evidenciam que, sem um planejamento macroestrutural de redes de transporte, os custos friccionais inviabilizam o fechamento territorial de ciclos materiais.

A análise desses entraves operacionais valida as restrições apontadas por Bluemling e Wang (2018), bem como por Perdana e Kusnandar (2023), no que tange às deseconomias de escala e à complexidade no transporte de resíduos agropecuários. A maior parte das soluções de biorrefino e tratamento avançado de efluentes disponíveis no mercado global foi desenhada para megaempresas agrícolas centralizadas, exigindo aportes volumétricos contínuos de matéria-prima que propriedades familiares cooperadas individualmente não conseguem suprir. Quando a cooperativa tenta mimetizar esses sistemas em nível meso sem um redesenho logístico profundo, depara-se com custos de transporte proibitivos, uma vez que a movimentação de biorresíduos crus e úmidos, marcados por baixa densidade energética e elevado peso hídrico, consome mais combustível fóssil nos caminhões do que a energia limpa gerada na usina final. Esse paradoxo ecológico e operacional exige das cooperativas o desenvolvimento endógeno de inovações organizacionais e logísticas de microrrecolhimento e rotas dinâmicas, sob pena de verem a eficiência termodinâmica e financeira de seus projetos circulares totalmente neutralizada pelas distâncias de transporte em territórios rurais extensos.

As barreiras culturais e sociais também se mostram relevantes. A resistência à mudança por parte dos agricultores e membros das cooperativas, frequentemente arraigada em práticas tradicionais ou na percepção de risco associada a novas abordagens, pode configurar um obstáculo significativo à adoção de práticas circulares (Ada et al., 2022; Esfandiari Bahraseman et al., 2024; Musson & Rousselière, 2020). A baixa conscientização sobre os princípios e benefícios da economia circular, ou a falta de conhecimento técnico e gerencial para a implementação de modelos de negócio circulares, igualmente

limita o engajamento dos membros (Ada et al., 2022; Esfandiari Bahraseman et al., 2024; García-Agüero et al., 2024; Muriuki et al., 2024). Questões relacionadas à segurança alimentar e à percepção dos consumidores sobre produtos derivados de práticas circulares, como o uso de biofertilizantes ou águas residuais tratadas, demandam comunicação e estratégias de confiança (Esfandiari Bahraseman et al., 2024).

Sociologicamente, a resistência camponesa a novas tecnologias circulares não decorre de um conservadorismo irracional subdesenvolvido, mas constitui uma estratégia histórica racional de minimização de riscos em contextos de extrema vulnerabilidade socioeconômica. O produtor de base familiar opera com margens financeiras estreitas e, compreensivelmente, hesita em substituir fertilizantes minerais sintéticos de desempenho previsível e padronizado por compostos orgânicos reciclados locais cujo comportamento de liberação de nutrientes pode variar conforme as condições sazonais. A quebra desse paradigma de desconfiança sociocultural, conforme argumentam Esfandiari Bahraseman et al. (2024), Musson e Rousselière (2020), depende de ações coordenadas de transferência e validação empírica de tecnologia no campo. Romper essa barreira de percepção exige que a cooperativa assuma o papel de avalista científica das ecoinovações rurais, o que demanda a estruturação de unidades experimentais demonstrativas locais e a introdução de certificações de rastreabilidade transparentes que transformem a desconfiança cultural em vantagem reputacional legítima perante os mercados de consumo.

Financeiramente, a escassez de acesso a financiamento adequado é uma barreira crítica para a implementação da economia circular em cooperativas agropecuárias (Ada et al., 2022; Zlati et al., 2023). O investimento inicial requerido para a aquisição de novas tecnologias, adaptação de infraestruturas e desenvolvimento de modelos de negócio circulares pode ser substancial, superando a capacidade de investimento individual dos membros e até mesmo da própria cooperativa (Zlati et al., 2023). A percepção de risco associada a empreendimentos circulares inovadores e a dificuldade em demonstrar a viabilidade econômica a longo prazo podem



dificultar a obtenção de crédito e o interesse de investidores (Dubinina et al., 2024; Donner, Gohier, & de Vries, 2020). A volatilidade nos preços dos subprodutos e dos produtos circulares também pode gerar incerteza econômica para as cooperativas que investem nessas cadeias (Donner, Gohier, & de Vries, 2020).

O isolamento do financiamento sustentável rural reflete a inadequação dos critérios das matrizes de riscos tradicionais, como apontado por Zlati et al. (2023) e Dubinina et al. (2024). As linhas de financiamento padrão operam com matrizes de risco desenhadas estritamente para o modelo linear de monocultura química e mecanização pesada de larga escala. Quando uma cooperativa busca recursos para implantar uma rede integrada de biodigestores rurais, depara-se com a ausência de garantias reais tangíveis adequadas aos modelos bancários convencionais e com prazos de amortização incompatíveis com o tempo de maturação biológica e logística desses projetos. A volatilidade de preços de mercado para ativos ecológicos agrava esse isolamento financeiro. Sem a consolidação de mecanismos públicos ou mutualistas de garantia de preços mínimos para coprodutos circulares e energia gerada localmente, o investimento privado permanece inibido. Essa lacuna, sob a análise de Donner, Gohier e de Vries (2020), requer desenhos inovadores de compartilhamento de risco econômico interorganizacional, delegando às cooperativas de crédito o papel de arquitetar incentivos financeiros contextualizados à transição agroecológica regional.

Por fim, a transição para a economia circular no âmbito das cooperativas agropecuárias constitui um processo complexo que exige a superação coordenada de desafios de naturezas diversas. Abordar eficazmente essas barreiras, mediante a criação de um ambiente regulatório favorável, o desenvolvimento de mecanismos de financiamento e apoio técnico direcionados, o investimento em infraestrutura e tecnologia, e a promoção contínua da capacitação e conscientização, é fundamental para catalisar o potencial transformador da economia circular neste setor vital (Ada et al., 2022; Batlles-Delafuente et al., 2024; Musson & Rousselière, 2020).

O papel das Cooperativas Agropecuárias

As cooperativas agropecuárias são amplamente reconhecidas como agentes estratégicos essenciais para a efetivação da economia circular no setor agrícola. Sua estrutura organizacional, caracterizada por uma gestão democrática, vasta capilaridade territorial e uma capacidade notável de articulação entre um grande número de pequenos e médios produtores, posiciona-as de maneira privilegiada para impulsionar a transição circular (Ada et al., 2022; Castilla-Polo & Sánchez-Hernaández, 2022; Musson & Rousselière, 2020; Prieto-Sandoval et al., 2022). Essas entidades facilitam a ação coletiva, um fator crucial para alcançar a escala e a eficiência necessárias nas iniciativas de economia circular no meio rural, como a gestão centralizada de fluxos de resíduos e o desenvolvimento de infraestruturas compartilhadas (Bluemling & Wang, 2018; Perdana & Kusnandar, 2023). Do ponto de vista analítico, a cooperativa atua como o hub institucional que preenche o hiato logístico e técnico entre o produtor individual isolado e o mercado comprador em escala meso.

O papel unificador da cooperativa confirma as proposições institucionais de Castilla-Polo e Sánchez-Hernández (2022), bem como de Prieto-Sandoval et al. (2022) a respeito da mitigação da fragmentação rural por meio do associativismo. A transição ecológica impõe desafios que superam a capacidade de agência atomizada de produtores isolados na ponta da cadeia de suprimentos. Quando analisada pelo prisma da Nova Economia Institucional, a cooperativa surge como um arranjo de governança híbrido que reduz drasticamente os custos de transação associados aos contratos de simbiose rural. Ao estabelecer canais democráticos de deliberação interna baseados na transparência mútua, a cooperativa substitui a desconfiança de mercado por um ecossistema de confiança mútua fundamentado na identidade territorial comum. Essa rede de capital social estabelecida converte-se em uma infraestrutura institucional imaterial valiosa, permitindo o compartilhamento seguro de ativos biológicos residuais, a padronização de rotinas operacionais ecológicas e a diluição coletiva dos riscos inerentes à introdução de rotas biotecnológicas pioneiras no meio rural.



As contribuições práticas das cooperativas para a economia circular são multifacetadas e abrangem diversos aspectos da cadeia de valor agropecuária. Elas promovem o compartilhamento eficiente de recursos, incluindo máquinas, equipamentos e conhecimento técnico, otimizando sua utilização e prolongando a vida útil. As cooperativas atuam como catalisadoras da inovação adaptativa, fomentando a adoção de novas tecnologias e práticas circulares entre seus membros por meio de demonstrações, programas de capacitação e assistência técnica especializada (Musson & Rousselière, 2020; Ada et al., 2022). Adicionalmente, desempenham um papel central na construção e gestão de redes de simbiose industrial e agrícola, estabelecendo conexões entre produtores e outras entidades na cadeia para viabilizar o reaproveitamento de resíduos e subprodutos em larga escala (Bluemling & Wang, 2018; Prieto-Sandoval et al., 2022).

A organização da coleta, processamento e distribuição de materiais secundários, como esterco para a produção de biofertilizantes e biogás, ou subprodutos da colheita para outras finalidades, demonstra o fechamento de ciclos de nutrientes e materiais facilitado pelas cooperativas (Bluemling & Wang, 2018; Donner, Gohier, & de Vries, 2020). Sua atuação estende-se, ainda, à gestão de produtos que não atendem aos padrões comerciais convencionais, buscando rotas para sua valorização e minimizando o desperdício (Perdana & Kusnandar, 2023). Ao estabelecerem e promoverem o cumprimento de padrões e certificações, como as Boas Práticas Agrícolas, as cooperativas incentivam a adoção de métodos mais sustentáveis alinhados aos princípios da economia circular (Preprame & Buncha, 2023).

Esse suporte prático na cadeia reversa valida as análises estruturais de Donner, Gohier e de Vries (2020), Preprame e Buncha (2023), ao demonstrarem como a padronização operacional cooperativa legitima a comercialização de coprodutos orgânicos. Ao assumirem a responsabilidade pela triagem, refino e distribuição de materiais secundários e bioprodutos, as cooperativas resolvem o problema histórico da assimetria de informação que inviabiliza mercados circulares de segunda mão. O comprador de um biofertilizante de base cooperativa possui

garantias técnicas de estabilidade microbiológica fornecidas pela instituição, o que não ocorreria em transações informais bilaterais desreguladas entre agricultores. Da mesma forma, ao encontrar rotas econômicas sustentáveis para alimentos imperfeitos, fora dos padrões estéticos tradicionais exigidos pelo varejo urbano, as cooperativas transformam o desperdício alimentar sistêmico em cadeias secundárias de agregação de valor via processamento industrial local. Esse redirecionamento estratégico atua na segurança alimentar territorial e promove a retenção da riqueza econômica gerada dentro das fronteiras das próprias comunidades rurais.

O papel das cooperativas agropecuárias nesses processos é, portanto, distintivo e abrangente. Elas servem como plataformas de coordenação que superam a fragmentação inerente à produção agrícola individual (Bluemling & Wang, 2018). A confiança mútua e o capital social intrínsecos à estrutura cooperativa facilitam a colaboração e a superação de barreiras à adoção de novas práticas, incluindo a resistência à mudança e a carência de informação (Ada et al., 2022; Musson & Rousselière, 2020). As cooperativas possuem a capacidade de agregar volume de resíduos ou subprodutos de múltiplos membros, tornando economicamente viável o investimento em tecnologias de processamento e valorização que seriam proibitivas para um único produtor (Donner, Gohier, & de Vries, 2020; Prieto-Sandoval et al., 2022). Adicionalmente, sua orientação para o benefício coletivo e o desenvolvimento sustentável as posiciona como promotoras naturais de uma economia mais circular que beneficia equitativamente os membros, a comunidade e o meio ambiente (Castilla-Polo & Sánchez-Hernaández, 2022). Elas podem articular a demanda por insumos circulares entre os membros e negociar condições mais favoráveis para a aquisição de tecnologias ou a comercialização de produtos circulares nos mercados (Perdana & Kusnandar, 2023; Zlati et al., 2023).

A apropriação coletiva do valor agregado gerado pelos resíduos rurais corrobora a tese de governança solidária de Castilla-Polo e Sánchez-Hernández (2022), opondo-se às tendências de concentração das cadeias de suprimentos verticais capitalistas ordinárias. No



modelo corporativo convencional concentrado, a introdução de biorrefinarias avançadas tende a marginalizar os pequenos produtores rurais familiares, integrando-os de forma subordinada apenas como fornecedores de biomassa crua barata de baixo valor agregado. O arranjo cooperativo inverte essa correlação de forças operacionais. Como os próprios produtores rurais familiares exercem a propriedade coletiva sobre as plantas industriais de processamento e refino de resíduos da cooperativa, os lucros e dividendos excedentes gerados pela venda de biogás, eletricidade renovável e biofertilizantes organominerais retornam diretamente para a base produtiva associada. Esse mecanismo garante o desenvolvimento local e assegura uma transição para a economia circular que seja socialmente justa, territorialmente equilibrada e verdadeiramente orientada pelo princípio do valor compartilhado permanente. Apesar de sua posição estratégica, a atuação das cooperativas agropecuárias na promoção da economia circular não é isenta de limitações, conforme evidenciado nos estudos analisados. Barreiras institucionais e legais, como a falta de regulamentação clara e a insuficiência de incentivos direcionados a modelos de negócio circulares em cooperativas, restringem sua capacidade de ação (Ada et al., 2022; Batlles-Delafuente et al., 2024). Limitações financeiras, incluindo a dificuldade de acesso a financiamento adequado e o elevado custo inicial de tecnologias circulares, representam obstáculos significativos, mesmo no contexto da ação coletiva (Ada et al., 2022; Zlati et al., 2023). Barreiras tecnológicas e de infraestrutura, como o acesso limitado a tecnologias apropriadas ou a infraestrutura inadequada para coleta e processamento centralizado em certas regiões, podem constranger a escala e a eficiência das iniciativas circulares cooperativas (Kim et al., 2023; García-Agüero et al., 2024; Perdana & Kusnandar, 2023). Finalmente, desafios culturais e sociais, como a resistência à mudança e a baixa conscientização ambiental entre alguns membros, podem dificultar a plena adesão e o engajamento nas práticas circulares, apesar dos esforços de promoção da cooperativa (Ada et al., 2022; Esfandiari Bahraseman et al., 2024). A superação dessas limitações exige o suporte de políticas públicas efetivas, o desenvolvimento

de mecanismos de financiamento adaptados e a implementação de programas contínuos de capacitação e conscientização (Ada et al., 2022; Zlati et al., 2023).

Essa dependência crônica frente aos fatores macroestruturais externos é sustentada pelas barreiras logísticas identificadas por García-Agüero et al. (2024) e Kim et al. (2023), ao demonstrarem que o associativismo local não elimina de forma autônoma os déficits infraestruturais estatais. Se o território regional padece com a precariedade de estradas rurais pavimentadas ou sofre com a instabilidade de redes públicas de transmissão elétrica para escoar o excedente de energia limpa gerado nos biodigestores das fazendas, os esforços internos da cooperativa permanecem severamente restringidos. Esse cenário reforça a urgência de uma articulação intersetorial coordenada multinível, na qual as cooperativas deixem de atuar de forma isolada e passem a codesenhar políticas públicas rurais em parceria direta com universidades, agências de fomento financeiro sustentável e órgãos reguladores governamentais, construindo uma governança de transição robusta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão sistemática possibilitou a consolidação do estado atual do conhecimento sobre a aplicação dos princípios da Economia Circular (EC) em cooperativas agropecuárias, com foco na identificação de práticas adotadas, impactos gerados, desafios enfrentados e benefícios observados no processo de transição para modelos circulares em contextos rurais. As evidências analisadas indicam o potencial estratégico das cooperativas agropecuárias como facilitadoras da EC, em razão de sua estrutura organizacional colaborativa, ampla inserção territorial e capacidade de articulação entre pequenos produtores.

A originalidade acadêmica desta análise reside justamente no preenchimento de uma lacuna crítica na literatura nacional e internacional, ao afastar-se de abordagens puramente industriais ou urbanas da circularidade para lançar luz sobre as especificidades do ambiente rururbano e cooperativo. O estudo avança em



relação à literatura existente ao demonstrar que a cooperativa não é uma mera usuária de tecnologias ecológicas, mas sim o hub institucional indispensável para diluir riscos financeiros e viabilizar a escala logística necessária para o fechamento de ciclos materiais que propriedades agrícolas familiares jamais alcançariam de forma isolada.

Verificou-se que a implementação da EC em cooperativas agropecuárias proporciona benefícios significativos nas dimensões ambiental, econômica e social. Entre os impactos ambientais positivos, destacam-se a redução da poluição por meio da valorização de resíduos orgânicos, a produção de bioenergia e biofertilizantes, o reaproveitamento de embalagens e a reutilização segura de águas residuais. Sob a perspectiva econômica, observa-se a ampliação da rentabilidade, a diversificação das fontes de receita e o fortalecimento da resiliência financeira dessas organizações. Na esfera social, a EC contribui para a inclusão produtiva, a geração de empregos, o fortalecimento do capital social rural e a disseminação de conhecimento técnico entre os membros cooperados. Para além do caráter descritivo desses impactos, o estudo oferece contribuições práticas e direcionamentos sistematizados para a gestão das cooperativas agropecuárias: recomenda-se a estruturação interna de comitês técnicos deecoinovação, o coinvestimento em plantas modulares descentralizadas de biodigestão e compostagem automatizada, e a criação de selos de rastreabilidade para os biofertilizantes gerados, transformando a conformidade ambiental em um ativo comercial de diferenciação mercadológica de alto valor agregado.

Entretanto, a adoção da EC por cooperativas agropecuárias é dificultada por um conjunto de barreiras estruturais. Dentre os principais entraves, destacam-se a inexistência de políticas públicas específicas, a ausência de regulamentações adequadas, a limitação de acesso a linhas de financiamento, as fragilidades de infraestrutura técnica e a resistência cultural à adoção de inovações. Esses fatores comprometem a efetividade e a escalabilidade das práticas circulares, especialmente em regiões com baixa capacidade institucional. Tais desafios evidenciam a necessidade de ações

integradas entre poder público, setor produtivo e sociedade civil, alicerçadas em planejamento territorial, incentivos à inovação e fortalecimento da governança cooperativa. Como limitações intrínsecas a esta pesquisa, reconhece-se o caráter predominantemente qualitativo e de mapeamento de literatura, o qual carece de uma validação econométrica de campo sobre o retorno financeiro exato desses investimentos ecológicos nas diferentes regiões brasileiras, além do fato de as bases de dados Scopus e Web of Science poderem omitir relatórios técnicos locais relevantes produzidos fora do circuito de periódicos indexados globais.

A análise da literatura também revelou lacunas relevantes, particularmente a escassez de estudos empíricos aprofundados sobre EC no contexto das cooperativas agropecuárias, a limitada realização de abordagens comparativas entre diferentes regiões e tipologias de cooperativas, e a ausência de métricas específicas para avaliação dos impactos da EC nesses contextos. Essas lacunas dificultam a replicação de boas práticas e a formulação de políticas públicas baseadas em evidências robustas. Além disso, observa-se a necessidade de maior compreensão dos processos de adaptação tecnológica, inovação social e construção de redes colaborativas, aspectos que configuram potenciais agendas para pesquisas futuras. Reforçando esse direcionamento futuro e integrando os debates da pesquisa, aponta-se a premente necessidade de estudos empíricos focados em países em desenvolvimento, cujos contextos institucionais diferem radicalmente das realidades do hemisfério norte. Metodologicamente, a construção de indicadores padronizados de ecoeficiência rural e a investigação sobre como a estrutura democrática cooperativa pode fomentar a cocriação de patentes ecológicas emergem como caminhos férteis para as próximas agendas científicas.

Dessa forma, as contribuições deste estudo não se restringem à sistematização crítica da literatura existente, mas incluem também a oferta de subsídios práticos a gestores cooperativos, formuladores de políticas públicas e pesquisadores. Ressalta-se a urgência da formulação de políticas públicas estruturadas, do investimento em infraestrutura e capacitação



técnica, bem como da criação de mecanismos de financiamento adaptados à realidade das cooperativas. A Economia Circular apresenta-se como uma abordagem promissora para promover a regeneração ecológica, a inclusão social e a sustentabilidade econômica no meio rural. Contudo, sua efetiva implementação requer esforços coordenados, sustentáveis e sensíveis às especificidades territoriais, orientados por princípios de equidade, participação e valor compartilhado.

REFERÊNCIAS

- Ada, E., Sagnak, M., Uzel, R. A., & Balcioğlu, İ. (2022). Analysis of barriers to circularity for agricultural cooperatives in the digitalization era. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 932-951. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2021-0359>
- Almeida, G. de Á. de, Aguiar, M. F., & Jugend, D. (2021). Estímulos e barreiras para a economia circular no setor alimentício: uma revisão sistemática e de conteúdo. *Revista Produção Online*, 21(3), 837-862.
- Alves, J. L., Chagas, M. J. R., Faria, E. de O., & Caldeira-Pires, A. de A. (2022). Economia Circular e Energias Renováveis: uma análise bibliométrica da literatura internacional. *Interações (Campo Grande)*, 23(2), 267-287. <https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.3034>
- Andreatta, T., Toillier, B. H., & Camara, S. B. (2024). Economia circular, sustentabilidade e indústria da moda: uma análise bibliométrica. *Interações (Campo Grande)*, 25(3), e2533904. <https://doi.org/10.20435/inter.v25i3.3904>
- Antikainen, M., & Valkokari, K. (2016). A framework for sustainable circular business model innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(7), 5-12.
- Batlles-de-laFuente, A., Franco-García, M. L., Castillo-Díaz, F. J., & Belmonte-Ureña, L. J. (2024). Governance challenges and strategic opportunities for implementing circular economy in greenhouse horticulture: A case study from the Netherlands. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 19(4), 1229-1271. <https://doi.org/10.24136/eq.3261>
- Bluemling, B., & Wang, F. (2018). An institutional approach to manure recycling: Conduit brokerage in Sichuan Province, China. *Resources, Conservation & Recycling*, 139, 396-406. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.08.001>
- Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.020>
- Canto, N. R., Grunert, K. G., & De Barcellos, M. D. (2021). Circular food behaviors: A literature review. *Sustainability*, 13(4), 1872.
- Castilla-Polo, F., & Sánchez-Hernández, M. I. (2022). International orientation: An antecedent-consequence model in Spanish agri-food cooperatives which are aware of the circular economy. *Journal of Business Research*, 152, 231-241. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.07.038>
- Castro, A. J., López-Rodríguez, M. D., Giagnocavo, C., Gimenez, M., Céspedes, L., La Calle, A., Gallardo, M., Pumares, P., Cabello, J., Rodríguez, E., Uclés, D., Parra, S., Casas, J., Rodríguez, F., Fernandez-Prados, J. S., Alba-Patiño, D. A., Expósito-Granados, M., Murillo-López, B. E., Vasquez, L. M., & Valera, D. L. (2019). Six Collective Challenges for Sustainability of Almería Greenhouse Horticulture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 24097. doi:10.3390/ijerph16214097
- Cavicchi, C., & Vagnoni, E. (2022). The role of performance measurement in assessing the contribution of circular economy to the sustainability of a wine value chain. *British Food Journal*, 124(5), 1551-1568. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-0920>
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lahtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bioeconomy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- De Boer, I. J. M., & van Ittersum, M. K. (2018). Circularity in agricultural production. Wageningen University & Research. <https://doi.org/10.18174/456394>



- Donner, M., Gohier, R., & de Vries, H. (2020). A new circular business model typology for creating value from agro-waste. *Science of the Total Environment*, 716, 137065. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137065>
- Dubina, M., Potryvaieva, N., Dovgal, O., Usykova, O., & Kuzoma, V. (2024). Integrated approach to accounting in agriculture in the context of sustainable development and circular economy. *Scientific Horizons*, 27(12), 153-167. [https://doi.org/10.48077/scihor.27\(12\).2024.153](https://doi.org/10.48077/scihor.27(12).2024.153)
- Elia, V., Gnoni, M. G., & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 2741-2751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015a). Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015b). Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Esfandiari Bahraseman, S., Firoozzare, A., Jamali Jaghdani, T., & Dourandish, A. (2024). Intervention strategies for the safe use of semi-treated wastewater by Iranian farmers: An approach for safe food production in the circular economy. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 96(1), 2335376. <https://doi.org/10.1080/27685241.2024.2335376>
- García-Agüero, A. I., Castillo-Díaz, F. J., Belmonte-Ureña, L. J., & Camacho-Ferre, F. (2024). Socioeconomic and technical factors in European agricultural sustainable waste management: The case of Spain. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 19(4), 1185-1227. <https://doi.org/10.24136/eq.3295>
- Garcia Garcia, G., Parra López, C., Siddiqui, M. A., Lin, C. S. K., Maalej, H., Njeh, F., Galve, E., Ghrab, S., Belhassen, S., Hassoun, A., Rojas Serrano, F., Rodríguez Pleguezuelo, C. R., & Sayadi, S. (2024). Improving waste management strategies in the food sector: Case studies from Spain, Tunisia and Hong Kong. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 26, 2265-2277. <https://doi.org/10.1007/s10163-024-01965-z>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- 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>
- Gusukuma, M., Cornejo, C., Dueñas, A., Muñoz, S., & Quispe, I. (2024). Carbon footprint of organic coffee: Peruvian case study. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 9, 100110. 1 <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2024.100110>
- Kim, D., Kim, E., & Phae, C. (2023). Strategies for sustainable management of agricultural waste vinyl in South Korea. *Recycling*, 8, 33. <https://doi.org/10.3390/recycling8020033>
- 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>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kuipers, A., Galama, P., Leso, L., Bruegemann, K., & Klopčič, M. (2022). A composting bedding system for animals as a contribution to the circular economy. *Processes*, 10(3), 518. <https://doi.org/10.3390/pr10030518>
- Laili, N., Djatna, T., Indrasti, N. S., & Yani, M. (2024). Optimization of industrial symbiosis in coffee-based eco-industrial park design. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 10(2), 621-642. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2024.02.13>



- Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy—Towards the conceptual framework. *Sustainability*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>
- Melo, L. P. B., & Silva, C. L. (2022). Níveis de implementação da economia circular: micro, meso e macro. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 18(53), 19-35. <https://doi.org/10.3895/rts.v18n53.15573>
- Mikielewicz, D., Dąbrowski, P., Bochniak, R., & Gołębek, A. (2020). Current status, barriers and development perspectives for circular bioeconomy in Polish South Baltic Area. *Sustainability*, 12(21), 9155. <https://doi.org/10.3390/su12219155>
- Muriuki, T. E., Ayuya, O. I., & Oloo, B. O. (2024). Towards circular production system in the coconut value chain: Actor, roles, linkage and constraints in Kilifi County, Kenya. *Cogent Social Sciences*, 10(1), 2362903. <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2362903>
- Musson, A., & Rousselière, D. (2020). The role of cooperatives in the implementation of a circular economy system: The case of the adoption of recycled films by market gardeners in the Nantes area, France. *Développement durable et territoires*, 11(3). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17958>
- Perdana, T., & Kusnandar, K. (2023). Circular supply chain governance for sustainable fresh agricultural products: Minimizing food loss and utilizing agricultural waste. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 391-403. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.09.001>
- Preprame, T., & Buncha, S. (2023). GAP rubber farming and a GMP latex collection centre with a BCG economy model in Thailand. *Journal of Sustainability Science and Management*, 18(8), 37-49. <https://doi.org/10.46754/jssm.2023.08.003>
- Prieto-Sandoval, V., Mejia-Villa, A., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2022). The case of an agricultural crop business association in Navarra as circular economy intermediary. *Circular Economy and Sustainability*, 2(3), 713-719. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00116-y>
- Queiroz, F., Lima, N. C., Queiroz, J., OLIVEIRA, R. C., & Marques, E. L. (2024). Cooperativas de crédito e economia circular: estratégias para alavancar os modelos de negócios circulares. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 20(60), 37-55. <https://doi.org/10.3895/rts.v20n60.18023>
- Shebanin, V., Shebanina, O., & Kormyshkin, I. (2024). Implementation of circular economy principles to promote the development of rural areas. *Ekonomika APK*, 31(2), 51-59. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202402051>
- Schoefs, O., Ravoahangy, N., Majeau-Bettez, G., & Huet, F. (2024). Management of organic waste materials in a territory with a circular economy approach: Issues and challenges. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 20(60).
- Shen, X., Jin, S., Liang, Z., & Ao, R. (2024). Unravelling the effects of straw return on rice production in central China: Evidence for future policy-making. *Soil Use and Management*, 40, e13118. <https://doi.org/10.1111/sum.13118>
- Sehnem, S., & Pereira, S. C. F. (2019). Economia circular e sustentabilidade: Um estudo bibliométrico e sistemático da produção científica. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, 18(1), 35-62. <https://doi.org/10.21529/RECADM.2019002>
- Silva, C. L. da, & Sauka, J. E. (2024). Desenvolvimento local e possibilidades de uma economia circular a partir de uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis. *Interações (Campo Grande)*, 25(2), e2524030. <https://doi.org/10.20435/inter.v25i2.4030>
- Silva, T. G. E., Pontes, A. C. S. J. E., Musetti, M. A., & Ometto, A. R. (2021). Circular economy: A panorama of the state of the art of public policies in Brazil. *Revista Produção Online*, 21(3), 951-972. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v21i3.4385>
- Snyder, H. (2019). 1 Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- 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, 207-222.



Valle, F. A., Guarnieri, P., & Filippi, M. L. (2023). Adoção de embalagens plásticas sustentáveis agroalimentares: Um olhar na dinâmica da produção orgânica e sustentável em face da economia circular. *Interações*, 24(1), 211-227. <https://doi.org/10.20435/inter.v24i1.3671>

Velasco-Muñoz, J. F., Mendoza, J. M. F., Aznar-Sánchez, J. A., & Gallego-Schmid, A. (2021). Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies and indicators. *Resources, Conservation 1 & Recycling*, 170, 105618. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>

Zlati, M. L., Florea, A. M., Antohi, V. M., Dinca, M. S., Bercu, F., Fortea, C., & Silviu, S. (2023). Financing Romanian agricultural cooperatives' investments for the 2023-2027 horizon. *Sustainability*, 15(4), 2306. <https://doi.org/10.3390/su15042306>