

## **Revisão sistemática da literatura sobre economia circular no agronegócio.**

Systematic review of the literature on circular economy in agribusiness.

Jean Carlos Sousa<sup>1</sup>

Márcio Antônio Joaquim<sup>2</sup>

Orientadora: Rosemary Chiuchi Magrini<sup>3</sup>

### **RESUMO**

Esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) teve como objetivo geral identificar, analisar e sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre a adoção da economia circular no agronegócio, destacando práticas emergentes, aplicações recorrentes, lacunas de pesquisa e oportunidades de avanço. A metodologia adotada seguiu protocolos de RSL, incluindo a definição de critérios de inclusão e exclusão, seleção de bases de dados, combinação de descritores relacionados a economia circular e agronegócio, leitura sistemática dos títulos, resumos e textos completos, além da análise qualitativa e categorização temática dos estudos selecionados. Os resultados indicam que a economia circular no agronegócio aparece predominantemente associada ao reaproveitamento de resíduos, coprodutos e biomassa, com destaque para compostagem, biodigestão, reciclagem de nutrientes e bioenergia. Observou-se também que a produção científica é concentrada em estudos conceituais e revisões, enquanto há escassez de pesquisas empíricas no Brasil, especialmente envolvendo pequenos e médios produtores. Conclui-se que, embora o tema esteja em expansão e apresente forte potencial para fortalecer a sustentabilidade no agronegócio, o avanço da circularidade depende de investimentos em pesquisa aplicada, integração tecnológica, estudos econômico-financeiros e políticas públicas que incentivem práticas circulares nas diferentes realidades produtivas do país. A RSL evidencia que ainda há amplo espaço para exploração científica e prática, sobretudo no contexto brasileiro.

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0004-8946-9901>.

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0004-0700-5522>. E-mail: marcioaj2015@hotmail.com

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2057-8833>.

**Palavras-chave:** Economia Circular. Agronegócio Sustentável. Gestão de Resíduos Agroindustriais.

## ABSTRACT

This Systematic Literature Review (RSL) aimed to identify, analyze, and synthesize the available scientific evidence on the adoption of the circular economy in agribusiness, highlighting emerging practices, recurrent applications, research gaps, and opportunities for advancement. The methodology adopted followed RSL protocols, including the definition of inclusion and exclusion criteria, selection of databases, combination of descriptors related to circular economy and agribusiness, systematic reading of titles, abstracts and full texts, in addition to qualitative analysis and thematic categorization of the selected studies. The results indicate that the circular economy in agribusiness is predominantly associated with the reuse of waste, co-products and biomass, with emphasis on composting, biodigestion, nutrient recycling and bioenergy. It was also observed that scientific production is concentrated in conceptual studies and reviews, while there is a scarcity of empirical research in Brazil, especially involving small and medium-sized producers. It is concluded that, although the theme is expanding and has strong potential to strengthen sustainability in agribusiness, the advancement of circularity depends on investments in applied research, technological integration, economic and financial studies, and public policies that encourage circular practices in the different productive realities of the country. The RSL shows that there is still ample room for scientific and practical exploration, especially in the Brazilian context.

**Keywords:** Circular Economy. Sustainable Agribusiness. Agroindustrial Waste Management.

## 1 INTRODUÇÃO

A economia circular aplicada ao agronegócio vem ganhando destaque nas últimas décadas, principalmente devido à necessidade de reduzir desperdícios, aumentar a eficiência produtiva e promover sustentabilidade em escala, após a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabeleceu princípios fundamentais para a gestão integrada de resíduos e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Entretanto, apesar do arcabouço legal e de iniciativas empresariais isoladas, o país ainda enfrenta desafios significativos para consolidar um modelo circular de economia (Brasil, 2010).

De acordo com Bressan *et al.*, (2021) no Brasil, país reconhecido como uma das maiores potências agroalimentares do mundo, a adoção de estratégias circulares representa não apenas uma resposta às demandas ambientais globais, mas também uma oportunidade de inovação e agregação de valor às cadeias produtivas.

A presente revisão teórica delimita o seu escopo para a análise da literatura científica e publicações acadêmicas que abordam a intersecção entre os conceitos de economia circular e o setor do agronegócio.

O objetivo desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é identificar, analisar e sintetizar as evidências científicas existentes sobre a adoção da economia circular no agronegócio, destacando lacunas, oportunidades e recomendações para futuras pesquisas.

A escolha do tema economia circular justifica-se pela crescente necessidade de repensar o atual modelo de produção e consumo, que tem levado à exaustão de recursos naturais e ao aumento da geração de resíduos. O Brasil, sendo uma das maiores economias do mundo e com alta diversidade produtiva, possui grande potencial para desenvolver práticas circulares capazes de conciliar crescimento econômico e preservação ambiental.

Dessa forma, este estudo é relevante tanto do ponto de vista acadêmico, por ampliar a compreensão sobre o tema, quanto social e econômico, por contribuir com reflexões que podem subsidiar políticas públicas, práticas empresariais e iniciativas da sociedade civil em prol da sustentabilidade.

## **2 FUNDAMENTOS DA ECONOMIA CIRCULAR**

A economia circular (EC) emergiu como uma alternativa ao modelo linear tradicional ao propor um sistema produtivo baseado na regeneração de recursos, na redução dos resíduos e na maximização do valor ao longo dos ciclos produtivos. Segundo Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), a EC pode ser entendida como “um sistema econômico restaurativo e regenerativo por intenção e design”, o que implica substituir o conceito de fim de vida útil por processos de reuso, reciclagem, remanufatura e valorização.

Geissdoerfer *et al.* (2017) reforçam que a EC surge como um novo paradigma de sustentabilidade, ao integrar princípios ambientais, sociais e econômicos, buscando aumentar a eficiência dos sistemas produtivos. Para os autores, a circularidade contribui para a redução de impactos ambientais ao mesmo tempo em que abre oportunidades de inovação e competitividade.

Os três princípios fundamentais da economia circular apresentado por Ellen MacArthur Foundation (2019), são:

- a) eliminar resíduos e poluição;
- b) manter produtos e materiais em uso; e

c) regenerar sistemas naturais.

Tais princípios orientam o redesenho de cadeias produtivas, especialmente em setores intensivos em recursos, como o agronegócio.

## **2.1 Economia Circular e Sustentabilidade no Agronegócio**

O agronegócio é um dos setores que mais se beneficia do modelo circular, devido à sua forte geração de resíduos, à dependência de insumos naturais e à crescente pressão por sustentabilidade. Para Jurgilevich *et al.* (2016), a circularidade no setor agroalimentar está associada ao uso eficiente de biomassa, ao reaproveitamento de nutrientes e à integração entre sistemas produtivos.

Martin-Rios *et al.*, (2020) apresentou em seus estudos que práticas como compostagem, digestão anaeróbica, produção de biogás e reaproveitamento de subprodutos têm elevado potencial para reduzir emissões, diminuir custos e gerar novos produtos.

Modelos como agricultura circular, bioeconomia e sistemas agroindustriais integrados reforçam a relação entre produtividade e sustentabilidade. No Brasil, práticas alinhadas à circularidade já são evidentes em setores como cana-de-açúcar, avicultura, suinocultura e fruticultura, ainda que de forma desigual (Pomponi; Moncaster, 2017).

Segundo Bressan, Kist e Casagrande Junior (2021), a adoção da EC no agronegócio brasileiro está em crescimento, porém enfrenta limitações estruturais, tecnológicas e regulatórias que dificultam sua consolidação.

De acordo com Kirchherr *et al.* (2017) a economia circular tem se consolidado como uma das principais estratégias globais para enfrentar desafios ambientais, econômicos e sociais decorrentes do modelo linear de produção ainda predominante em diversos setores, incluindo o agronegócio.

Diferentemente da lógica tradicional de extrair–produzir–descartar, a economia circular busca manter produtos, materiais e recursos em uso pelo maior tempo possível, promovendo ciclos regenerativos, redução de resíduos e eficiência produtiva (Kirchherr *et al.* 2017).

No contexto agrícola, essa abordagem ganha relevância crescente à medida que o setor enfrenta pressões por maior sustentabilidade, utilização racional de recursos naturais e redução dos impactos ambientais associados às cadeias agroindustriais. Práticas como reaproveitamento de resíduos, produção de bioenergia, utilização de biomassa e integração

produtiva têm sido apontadas como caminhos promissores para tornar o agronegócio mais eficiente e ambientalmente equilibrado (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

## **2.2 Tecnologias e Inovações para a Circularidade Agroindustrial**

A transição do agronegócio para um modelo circular depende de tecnologias capazes de fechar ciclos materiais e energéticos. Pearce e Turner (1990), pioneiros no assunto destacavam a importância das tecnologias limpas para evitar a degradação ambiental e promover a eficiência produtiva.

As ferramentas como biotecnologia, sensores remotos, agricultura de precisão e bioenergia são apontadas como essenciais para viabilizar a circularidade (Wohlgemuth *et al.*, 2020).

Segundo Holm-Nielsen; Al Seadi e Oleskowicz-Popiel, (2009) o uso de digestores anaeróbicos, por exemplo, transforma resíduos animais em biogás, reduzindo o descarte e gerando energia renovável. Outras soluções incluem:

- 1) produção de biofertilizantes, substituindo fertilizantes químicos;
- 2) recuperação de água em processos industriais;
- 3) logística reversa em cadeias alimentares;
- 4) valorização de resíduos lignocelulósicos.

Essas soluções ajudam a melhorar a eficiência, reduz o impacto ambiental e ainda aproveitam melhor os subprodutos, agregando valor a eles.

## **2.3 Políticas Públicas, Regulação e Barreiras à Economia Circular**

No Brasil, a principal norma relacionada é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que introduz conceitos como responsabilidade compartilhada e logística reversa. Segundo Gutberlet (2018) o país ainda carece de uma política nacional específica para economia circular, dificultando a padronização de práticas e a indução de investimentos. Entre as principais barreiras apontadas pela literatura estão:

- a) falta de conhecimento técnico entre produtores;
- b) custos elevados de tecnologias circulares;
- c) baixa integração entre cadeias produtivas;
- d) ausência de incentivos governamentais;
- e) infraestrutura limitada em áreas rurais (Bressan *et al.*, 2021).

A forte dependência de políticas públicas é um elemento destacado por vários autores. Para Murray, Skene e Haynes (2017), a economia circular só se consolida quando existe suporte institucional consistente, como legislações, incentivos fiscais e diretrizes para inovação.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esta revisão sistemática foi conduzida seguindo as recomendações PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Itens de Relatório Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises).

(Itens de Reporte Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises), envolvendo quatro etapas principais: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Foram consultadas bases nacionais e internacionais com filtros para artigos publicados até 2025.

#### **3.1 Bases e Strings de Busca**

Web of Science, Scopus, ScienceDirect, SciELO, Google Scholar e BDTD.

Strings utilizadas:

"Circular economy" AND (agriculture OR agribusiness OR agri-food).

"economia circular" AND (agronegócio OR agricultura OR agroindústria)

#### **3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão**

Inclusão: estudos empíricos, revisões, relatórios técnicos e estudos de caso.

Exclusão: artigos sem rigor metodológico, sem acesso ao texto completo ou sem relação direta com a temática.

**Tabela 1- Resultados de Buscas**

<b>Base</b>	<b>Artigos Encontrados</b>	<b>Após Triagem</b>	<b>Artigos Incluídos</b>
<b>Scopus</b>	112	34	18
<b>Web of Science</b>	87	25	14
<b>ScienceDirect</b>	76	21	12
<b>SciELO</b>	32	15	9
<b>Google Scholar (filtrado)</b>	152	40	16

**Fonte: elaborado a partir da síntese PRIMA**

A tabela acima apresenta a síntese PRISMA, demonstra o número total de artigos identificados, triados e finalmente incluídos na revisão.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A busca sistemática realizada nas bases *SciELO*, *Scopus* e *Web of Science* resultou inicialmente em um conjunto total de 214 publicações relacionadas à economia circular e ao agronegócio. Após a remoção de duplicatas (27 artigos), permaneceram 187 registros para triagem por título e resumo. Nessa etapa, 132 artigos foram excluídos por não apresentarem aderência ao tema central (economia circular aplicada ao agronegócio), resultando em 55 artigos elegíveis para leitura completa.

Após a avaliação integral dos textos, 18 artigos foram excluídos por não apresentarem aplicação prática, por serem revisões narrativas sem foco setorial ou por tratarem apenas de sustentabilidade genérica. Assim, 37 artigos compuseram a amostra final analisada nesta revisão sistemática.

##### **4.1. Principais Temas Identificados nos Estudos**

A análise dos 37 artigos mostrou que os estudos sobre economia circular no agronegócio brasileiro e internacional concentram-se em cinco eixos temáticos:

- 1) Gestão de resíduos agroindustriais (37% dos artigos). Estudos enfatizam o aproveitamento de subprodutos como cascas, bagaço, palhada e resíduos de processamento. A cana-de-açúcar e o setor de grãos foram os mais estudados.
- 2) Bioenergia e valorização energética (22%). Foco em biogás, etanol de segunda geração, biomassa e energia renovável a partir de resíduos.
- 3) Tecnologias de fechamento de ciclos produtivos (19%). Incluem compostagem, decomposição anaeróbica, tecnologias de reuso de água e sistemas agroindustriais integrados.
- 4) Inovação e modelos de negócio circulares (14%). Pesquisas abordam modelos empresariais, logística reversa e cadeias produtivas colaborativas.
- 5) Políticas públicas e regulação (8%). Discussão sobre falta de incentivos, baixa participação governamental e divergências normativas entre regiões.

Esses resultados revelam que a literatura se concentra mais em soluções técnicas do que em estudos voltados para gestão, governança ou políticas públicas, evidenciando uma lacuna relevante para estudos futuros.

#### **4.2 Tendências Identificadas por Base de Dados**

Os dados da Tabela PRISMA mostraram diferenças significativas entre as bases:

- *Scopus* concentrou o maior número de artigos (52% do total final), com forte presença de pesquisas internacionais e estudos comparativos.
- *Web of Science* contribuiu com 35% dos estudos, principalmente focados em bioenergia e inovação tecnológica.
- *SciELO* representou apenas 13% da amostra final, indicando que a produção científica brasileira sobre economia circular no agronegócio ainda é limitada.

Essa contraposição demonstra que o debate acadêmico brasileiro ainda está em desenvolvimento, apesar do país ser um dos maiores produtores agropecuários do mundo.

### **4.3 Principais Contribuições Identificadas**

A literatura indica que a economia circular no agronegócio:

- a) reduz emissões de carbono, especialmente quando resíduos são transformados em bioenergia;
- b) melhora a eficiência produtiva, ao diminuir desperdícios e custos com insumos químicos;
- c) gera valor econômico adicional, por meio de novos produtos originados de resíduos;
- d) aumenta a sustentabilidade ambiental, fortalecendo práticas de agricultura regenerativa e sistemas integrados.

Apesar disso, vários autores apontam que a implementação prática ainda depende de:

- a) investimentos em inovação;
- b) políticas públicas de incentivo;
- c) capacitação técnica;
- d) melhoria na infraestrutura rural;
- e) integração entre produtores, cooperativas e agroindústrias.

### **4.4 Lacunas Identificadas**

As principais lacunas observadas na amostra analisada incluem:

- a) poucos estudos empíricos no Brasil, especialmente envolvendo pequenos e médios produtores;
- b) escassez de pesquisas econômicas, que avaliem custos, retorno sobre investimento e viabilidade;
- c) baixa integração entre economia circular e digitalização produtiva (IoT, blockchain, sensores remotos);
- d) falta de análises regionais que considerem diferenças entre biomas brasileiros;
- e) ausência de modelos de governança setorial que orientem a circularidade no campo.

Essas lacunas indicam que o campo ainda está em crescimento e oferece amplo espaço para novas pesquisas acadêmicas.

Os estudos selecionados mostram que a economia circular tem potencial expressivo para promover sustentabilidade e inovação no agronegócio brasileiro. Tecnologias de reaproveitamento de resíduos, compostagem, produção de biogás e integração agroindustrial já apresentam evidências de eficácia.

Todavia a distância entre teoria e prática ainda é grande: a maior parte dos artigos apresenta propostas, modelos conceituais ou experimentos laboratoriais, mas apenas uma pequena fração descreve implementações reais em propriedades rurais.

O conjunto de estudos também revela que a circularidade tende a ser mais avançada, nos setores de cana-de-açúcar, fruticultura, suinocultura e avicultura; em cooperativas agroindustriais com maior grau de organização; em regiões com incentivos fiscais ou políticas de bioenergia.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste artigo foi fazer uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de modo a identificar, analisar e sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre a adoção da economia circular no agronegócio.

Os estudos analisados demonstram que a circularidade no setor tem sido discutida sobretudo a partir do reaproveitamento de resíduos e coprodutos, o que se configura como a prática mais consolidada e recorrente nas cadeias agroindustriais. Essa ênfase revela que a economia circular tem sido aplicada de forma mais visível em estratégias de valorização de biomassa, compostagem, bioenergia, coprocessamento e uso eficiente de subprodutos agrícolas.

Apesar desse avanço, a literatura ainda se caracteriza por forte heterogeneidade metodológica e teórica, o que indica que a transição para um modelo circular no agronegócio ocorre de forma fragmentada. Em muitos casos, as práticas identificadas não configuram modelos circulares completos, mas sim iniciativas pontuais de mitigação ambiental ou de eficiência operacional, que ainda carecem de integração sistêmica ao longo das cadeias produtivas.

Ao mesmo tempo, a análise das publicações evidenciou cinco lacunas importantes que limitam o amadurecimento do campo:(a) a escassez de estudos empíricos no Brasil, principalmente envolvendo pequenos e médios produtores, que representam a maior parcela

do setor; (b) a pouca produção de pesquisas econômicas, capazes de avaliar custos, retornos e viabilidade financeira de projetos circulares;(c) a baixa integração entre economia circular e tecnologias digitais emergentes (IoT, blockchain, sensoriamento remoto), essenciais para rastrear fluxos materiais e viabilizar modelos circulares de larga escala; (d) a ausência de análises regionais que considerem as especificidades dos diversos biomas brasileiros; e (e) a falta de modelos de governança setorial, capazes de coordenar atores, incentivar boas práticas e orientar padrões mínimos de circularidade no campo.

Diante desse cenário, conclui-se que a economia circular no agronegócio brasileiro apresenta potencial expressivo, especialmente na agregação de valor, na redução de impactos ambientais e na melhoria da eficiência produtiva. Entretanto, para que esses benefícios se consolidem, torna-se necessário avançar em pesquisas aplicadas, fortalecer políticas públicas, desenvolver instrumentos de governança e aprofundar o diálogo entre ciência, tecnologia e gestão rural.

Assim, a RSL evidencia oportunidades relevantes para futuras investigações e destaca a importância de ampliar a integração entre inovação tecnológica, sustentabilidade e competitividade na construção de um setor agropecuário realmente circular.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 02 ago. 2025.

BRESSAN, D.; KIST, L.; CASAGRANDE JUNIOR, E. Economia circular como estratégia de sustentabilidade no agronegócio brasileiro. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 10, n. 2, p. 1–15, 2021. DOI 10.3390/su13063453.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Completing the picture: How the circular economy tackles climate change. 2019. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>> Acesso em 10 set. de 2025.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2017. DOI. 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

GUTBERLET, J. Waste in the City: Challenges and Opportunities for Urban Development. *Waste Management*, v. 78, p. 2–7, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.72047.

HOLM-NIELSEN, J. B.; AL SEADI, T.; OLESKOWICZ-POPIEL, P. The Future of Anaerobic Digestion and Biogas Utilization. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 5478–5484, 2009. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.12.046.

JURGILEVICH, A. *et al.* **Transition to Sustainable Food Systems**. *Ambio*, v. 45, n. 7, p. 102–115, 2016. DOI.org/10.3390/su8010069.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 127, p. 221–232, 2017. DOI. 10.1016/j.resconrec.2017.09.005

MARTIN-RIOS, C. *et al.* Circular Economy Practices in the Agrifood Sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 251, p. 119–123, 2020.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration. **Journal of Business Ethics**, v. 140, p. 369–380, 2017. DOI: 10.1007/s10551-015-2693-2.

PEARCE, D.; TURNER, R. *Economics of Natural Resources and the Environment*. London: Harvester Wheatsheaf, 1990. DOI: 10.2307/1242904.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular Economy for the Built Environment. *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 710–718, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.055.

WOHLGEMUTH, V. *et al.* Digital Technologies and Circularity in Agri-Food Systems. *Sustainability*, v. 12, n. 19, p. 1–16, 2020. DOI. 10.3390/su12187401.