

## **COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA AMÉRICA LATINA: ESTRATÉGIAS, DESAFIOS E INOVAÇÃO NA ECONOMIA CIRCULAR**

**GEVAIR CAMPOS**

UNB UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**JESSICA KAMILLA MENDES PEREIRA CAMPOS**

### **Introdução**

O texto contextualiza a insustentabilidade do modelo linear de produção e consumo, introduzindo a Economia Circular (EC) como um paradigma regenerativo. Destaca a importância da EC para a sustentabilidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, abordando suas dimensões técnicas, sociais e políticas, e a relevância da reciclagem e das cooperativas em países do Sul Global, como a América Latina.

### **Problema de Pesquisa e Objetivo**

O estudo identifica lacunas na literatura sobre a articulação entre EC, reciclagem e cooperativas, como a ênfase desproporcional nas dimensões técnicas e a subexploração da viabilidade econômica e integração formal. O objetivo principal é analisar as estratégias, tecnologias, desafios e o potencial de inovação social e ambiental das cooperativas de reciclagem na operacionalização da EC na América Latina.

### **Fundamentação Teórica**

A fundamentação teórica é construída em torno da Economia Circular, seus princípios de regeneração e o framework 4R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Recuperar). Integra conceitos de justiça socioambiental e inclusão social, especialmente no contexto das cooperativas de catadores como agentes de inovação e desenvolvimento sustentável, valorizando o conhecimento local e a autogestão.

### **Metodologia**

A metodologia empregada é a Revisão Integrativa da Literatura (RIL), utilizando protocolos sistemáticos de busca, seleção, extração e análise de dados. As bases Web of Science e Scopus foram consultadas (2015-2024) e 15 artigos foram selecionados após triagem rigorosa. A análise qualitativa de conteúdo, guiada pelo framework 4R, mapeou dimensões como tecnologias, facilitadores, barreiras e inovações.

### **Análise e Discussão dos Resultados**

Os resultados evidenciam que as cooperativas de reciclagem na América Latina utilizam soluções tecnológicas locais e inovação social para concretizar a EC, impulsionando inclusão social e renda. São apontados desafios como infraestrutura e apoio institucional limitado. Há lacunas na avaliação do desempenho técnico-econômico e na medição dos impactos sociais, sugerindo agendas futuras de pesquisa.

### **Considerações Finais**

O estudo conclui que as cooperativas são cruciais para a EC na América Latina, promovendo sustentabilidade e inclusão. Apesar dos desafios estruturais, elas demonstram potencial significativo. Recomenda-se o desenvolvimento de indicadores de desempenho, modelos de governança colaborativa e financiamento contínuo, além de pesquisas futuras sobre impactos sociais e integração nas cadeias de valor.

### **Referências**

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>. MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, v. 4, n. 1, p. 1, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>.

### **Palavras Chave**

Gestão de Resíduos Sólidos, Circularidade, Reciclagem

**COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA AMÉRICA LATINA: ESTRATÉGIAS,  
DESAFIOS E INOVAÇÃO NA ECONOMIA CIRCULAR**

**GEVAIR CAMPOS**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB); INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA  
(IMA); FACULDADE EFAN;

**JESSICA KAMILA MENDES PEREIRA-CAMPOS**

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE UNAÍ (FACISA); SECRETÁRIA  
MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO; PREFEITURA MUNICIPAL DE UNAÍ (PMU)

# COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA AMÉRICA LATINA: ESTRATÉGIAS, DESAFIOS E INOVAÇÃO NA ECONOMIA CIRCULAR

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes do modelo linear de produção e consumo mostraram-se insustentáveis, o que impulsionou a busca por alternativas mais sustentáveis. Nesse contexto, a Economia Circular (EC) surgiu como um paradigma promissor ao propor a regeneração dos sistemas naturais e a manutenção de produtos, componentes e materiais em uso por mais tempo, reduzindo desperdícios e fechando ciclos produtivos, conforme proposto pela Ellen MacArthur Foundation (2013). A abordagem da EC foi amplamente difundida a partir da definição da Ellen MacArthur Foundation (2013), que destacou estratégias como reutilização, remanufatura, reciclagem e restauração dos ecossistemas como meios de preservar o valor dos materiais pelo maior tempo possível.

Inspirada nos sistemas vivos, a EC promoveu a substituição do modelo linear por um sistema regenerativo, no qual os recursos circularam continuamente. Essa perspectiva ganhou respaldo em estudos como o de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), que defenderam uma visão sistêmica da EC, articulando-a à sustentabilidade ambiental, à prosperidade econômica e à equidade social. No entanto, esses mesmos autores observaram que as interpretações da EC ainda variaram consideravelmente, muitas vezes sem vínculo direto com os objetivos do desenvolvimento sustentável. Assim, embora o conceito tenha avançado, sua aplicação prática ainda enfrentou desafios conceituais e operacionais, especialmente no que diz respeito à sua integração plena nas políticas públicas e práticas empresariais.

Além dos aspectos técnicos, a EC incorporou dimensões sociais e políticas fundamentais. Schröder (2020) enfatizou a necessidade de uma transição justa, especialmente nos países do Sul Global, onde a recuperação de resíduos foi amplamente realizada por trabalhadores do setor informal. Nesses contextos, a EC deveria ir além da eficiência material e incluir a promoção da inclusão social, do trabalho decente e da justiça econômica. Essa perspectiva reforçou que a EC, para ser efetivamente transformadora, precisava considerar as desigualdades estruturais e valorizar os agentes envolvidos nas práticas circulares, contribuindo de forma integrada para os objetivos do desenvolvimento sustentável.

A EC foi interpretada de diferentes formas na literatura, com abordagens que variaram desde perspectivas técnicas e operacionais até interpretações mais sociais e inclusivas. Chaves et al. (2021) destacaram o potencial da EC para reduzir emissões e valorizar resíduos como insumos energéticos na indústria cimenteira. Outros autores, como Petković et al. (2021), citados por Silva, Martins e Simioni (2023), ampliaram essa visão ao integrar atividades de restauração, reuso e revalorização de recursos, aproximando a EC de sistemas regenerativos que associaram eficiência produtiva e justiça social. Essas interpretações ganharam relevância especial nos países do Sul Global, onde a implementação da EC enfrentou desafios estruturais como a informalidade laboral, a fragilidade institucional e a ausência de políticas públicas integradas (Gutberlet, 2023; Miranda et al., 2020).

Entre os pilares operacionais da EC, a reciclagem ocupou posição estratégica. Além de viabilizar o retorno dos materiais ao ciclo produtivo, ela contribuiu para a geração de trabalho e renda, especialmente em contextos marcados pela desigualdade social. No Brasil e em outros países latino-americanos, cooperativas de catadores de materiais recicláveis foram responsáveis por grande parte da triagem e comercialização de resíduos recicláveis, operando em áreas onde o poder público frequentemente falhou em garantir uma coleta seletiva eficaz (Nolasco et al., 2020; Lima, Gutierrez e Cruz, 2022). Estudos como os de Correia et al. (2024) e Resnitzky et al. (2021) reforçaram esse papel central das cooperativas, mostrando como elas operaram na

logística reversa de resíduos eletroeletrônicos (WEEE) e de embalagens, mesmo diante de deficiências estruturais.

Mais do que agentes operacionais, as cooperativas de reciclagem foram reconhecidas como instrumentos de justiça socioambiental, inovação social e protagonismo comunitário. Para Gutberlet (2023), essas organizações representaram inovações sociais de base, com potencial para fortalecer a transição ecológica inclusiva. Buch et al. (2021) propuseram um modelo de EC holístico, no qual as cooperativas foram valorizadas como produtoras, com acesso a tecnologias, mercados e reconhecimento institucional. Já Amato, Buraschi e González (2024) enfatizaram os impactos positivos dessas cooperativas, tanto na gestão de resíduos quanto na geração de trabalho digno em contextos urbanos da América Latina marcados por exclusão estrutural.

Apesar de sua relevância, a literatura ainda revelou importantes lacunas na articulação entre EC, reciclagem e cooperativas. Primeiramente, houve uma ênfase desproporcional nas dimensões técnicas e econômicas da EC, com menor atenção à sua dimensão social. Gutberlet (2023) criticou a abordagem utilitarista dos catadores como mera força de trabalho, defendendo seu reconhecimento como gestores de conhecimento local. De forma semelhante, Buch et al. (2021) denunciaram a invisibilidade institucional dos catadores, mesmo sendo essenciais para o funcionamento de cadeias circulares.

Em segundo lugar, a viabilidade econômica das cooperativas permaneceu pouco explorada na literatura. Estudos como os de Silva, Martins e Simioni (2023) apontaram os riscos financeiros enfrentados por essas organizações – como a volatilidade do mercado de recicláveis e o acesso limitado ao crédito. Sellitto e Almeida (2020) acrescentaram que entraves logísticos e regulatórios dificultaram a valorização dos resíduos industriais. Já Resnitzky et al. (2021) enfatizaram a necessidade de capacitação técnica e gestão de dados para ampliar a eficiência das cooperativas.

Outra lacuna referiu-se à integração formal das cooperativas nas cadeias de logística reversa, especialmente em setores complexos como os WEEE. Correia et al. (2024) e Martins, Ribeiro e Silva (2023) mostraram que a participação das cooperativas foi geralmente restrita à coleta e triagem, sem reconhecimento institucional nem remuneração adequada. Fuss, Barros e Poganietz (2021) propuseram modelos de reciclagem sociointegrada, mas alertaram que sua efetivação exigiu alinhamento entre governos, setor privado e sociedade civil. A literatura internacional também indicou que a gestão eficiente do WEEE dependeu da articulação entre políticas públicas, incentivos econômicos e participação comunitária (Shittu, Williams e Shaw, 2021; Isernia et al., 2019).

Por fim, houve uma escassez de estudos empíricos que avaliaram os impactos multidimensionais das cooperativas – ambientais, sociais e econômicos – em diferentes realidades territoriais. Autores como Amato, Buraschi e González (2024) e Lima, Gutierrez e Cruz (2022) destacaram a importância de mensurar o efeito dessas organizações sobre a qualidade de vida dos trabalhadores, especialmente em momentos de crise, como durante a pandemia de COVID-19. Além disso, Nolasco et al. (2020) demonstraram que, mesmo em contextos institucionais como universidades, a caracterização dos resíduos pôde subsidiar estratégias integradas de EC e inclusão.

Diante dessas lacunas e potencialidades, o presente estudo teve como objetivo analisar como as cooperativas de reciclagem na América Latina contribuíram para a operacionalização da Economia Circular. Buscou-se compreender suas estratégias, tecnologias adotadas, dificuldades enfrentadas e potenciais de inovação social e ambiental. A partir de uma revisão integrativa da literatura, pretendeu-se oferecer uma análise crítica e abrangente sobre o papel dessas organizações na construção de modelos circulares mais justos, resilientes e sustentáveis. Reconhecer o valor estratégico das cooperativas e fortalecer seu papel institucional foram

condições fundamentais para que a EC realizasse plenamente seu potencial como vetor de desenvolvimento sustentável com justiça social.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa adotou a Revisão Integrativa da Literatura (RIL) como delineamento metodológico, com o objetivo de identificar, sistematizar e analisar criticamente as práticas de Economia Circular (EC) desenvolvidas por cooperativas de reciclagem na América Latina. A escolha da RIL justificou-se por sua natureza abrangente, que permitiu a síntese de estudos teóricos e empíricos, qualitativos e quantitativos, promovendo uma reconceitualização de temas emergentes e complexos, como a EC em arranjos coletivos e contextos territorializados. Conforme Snyder (2019) apontaram, a RIL mostrou-se especialmente eficaz para a consolidação de categorias analíticas em áreas de conhecimento ainda em formação, o que a tornou particularmente pertinente para o campo das práticas circulares em cooperativas. Além disso, a abordagem adotada alinou-se às recomendações de Hamida et al. (2022), que destacaram a importância da revisão integrativa para reconceber conceitos como adaptabilidade e circularidade em setores específicos, e de Silva e Ramos (2024), que ressaltaram o valor desse tipo de revisão para captar a complexidade socioambiental envolvida na operacionalização da EC por agentes locais.

Do ponto de vista técnico, a RIL foi conduzida com base em protocolos sistemáticos de busca, seleção, extração e análise de dados, de forma a garantir transparência, rastreabilidade e confiabilidade nos resultados obtidos. Nesse sentido, seguiram-se as diretrizes PRISMA (Moher et al., 2015), frequentemente adotadas em revisões de escopo e integrativas com o intuito de assegurar consistência metodológica. A utilização de bases de dados reconhecidas internacionalmente — Web of Science (WoS) e Scopus — justificou-se não apenas por seu rigor na indexação e revisão por pares, mas também por sua ampla cobertura interdisciplinar, aspecto crucial para temas que cruzaram as fronteiras entre os campos ambiental, social, econômico e institucional, como foi o caso da EC. Conforme Valderrama-Zurián et al. (2015) e Xiao e Watson (2019) argumentaram, a combinação dessas bases foi considerada padrão ouro em revisões abrangentes que buscaram capturar a diversidade epistemológica de um campo. Além disso, a literatura consultada (Kirchherr et al., 2017; Ghisellini et al., 2016) demonstrou que estudos de EC frequentemente se encontraram dispersos entre diferentes disciplinas, o que reforçou a necessidade de acesso a bases com escopo multidimensional.

A construção da estratégia de busca considerou o cruzamento dos termos "*circular economy*" AND *cooperative\**, com delimitação do período de 2015 a 2024, buscando capturar o estado mais recente e relevante das publicações científicas. A aplicação dos filtros específicos nos campos "Topic" (*Searches title, abstract, keyword plus, and author keywords*) na WoS, e "Article Title, Abstract e Keywords" na Scopus, foi uma adaptação inspirada nos procedimentos empregados por Tan et al. (2022) e Xiao e Watson (2019), que recomendaram essa segmentação para aumentar a precisão e relevância dos resultados, especialmente em revisões voltadas à identificação de barreiras, oportunidades e estratégias práticas de EC. A busca retornou 274 trabalhos.

A segunda fase do processo metodológico envolveu uma triagem em três etapas, adaptada com base nas diretrizes de Snyder (2019) e nos procedimentos adotados por Hamida et al. (2022), que defenderam uma combinação entre filtros temáticos e pragmáticos para lidar com corpora heterogêneos. Inicialmente, eliminaram-se 104 registros duplicados, resultando em 170 artigos únicos. Em seguida, aplicou-se um segundo filtro, com triagem por título, resumo e palavras-chave, priorizando estudos que abordassem simultaneamente a temática da EC e de organizações cooperativas, o que reduziu a amostra a 67 registros. Na terceira etapa, foram selecionados apenas os estudos com foco explícito em cooperativas de reciclagem ou na

atuação de catadores, culminando em um conjunto final de 15 artigos, considerados empírica e teoricamente relevantes para os propósitos desta pesquisa.

A terceira fase consistiu na aplicação de critérios de inclusão alinhados com os objetivos analíticos e o escopo da investigação. Especificamente, consideraram-se elegíveis os estudos que: (i) abordassem diretamente práticas de EC em cooperativas de reciclagem; (ii) apresentassem evidências empíricas, como estudos de caso, entrevistas ou análises documentais; (iii) estivessem publicados em periódicos revisados por pares; e (iv) tivessem recorte geográfico na América Latina ou apresentassem discussões diretamente aplicáveis ao contexto da região. A definição desses critérios inspirou-se em práticas adotadas por Ortega Alvarado & Pettersen (2024) e Ghisellini et al. (2016), que enfatizaram a importância de situar a EC em contextos regionais específicos, considerando suas dimensões culturais, institucionais e socioeconômicas. A associação entre EC, cooperativas e o framework dos 4Rs foi especialmente priorizada nesta fase, como estratégia de alinhamento com a estrutura analítica proposta por Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), que sistematizaram as práticas circulares em torno dos princípios de Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recuperar.

A análise dos dados extraídos dos estudos selecionados seguiu uma abordagem qualitativa de conteúdo, baseada em categorias temáticas construídas a partir da literatura especializada. Essa análise foi orientada pelo *framework* 4R, amplamente referenciado na literatura sobre EC como ferramenta operacional para mapear estratégias e identificar lacunas de implementação. As dimensões analisadas incluíram: (1) conceituação e uso do termo EC nos estudos; (2) tecnologias adotadas, como aplicadas na triagem, desmontagem, remanufatura e recuperação energética de resíduos; (3) Estratégias para reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar (4 R's); (4) facilitadores institucionais, como marcos legais e políticas públicas de fomento; (5) barreiras estruturais, incluindo carência de infraestrutura, falta de apoio institucional e informalidade; (6) tipos de resíduos abordados; (7) inovações adotadas pelas cooperativas; e (8) contribuições dos estudos para futuras agendas de pesquisa. Conforme Hamida et al. (2022) sugeriram, a sistematização dessas dimensões permitiu mapear determinantes técnicos e contextuais da circularidade em setores específicos, ao passo que autores como Kirchherr et al. (2017) defenderam que a análise integrada dos 4Rs facilitou a identificação de hierarquias e sinergias entre práticas.

No que tange à triangulação, a RIL desenvolvida neste estudo também se beneficiou da articulação entre diferentes níveis de análise, fontes bibliográficas e abordagens interpretativas, conforme Saunders et al. (2019) e Mayoh & Onwuegbuzie (2015) sugeriram. Ao adotar essa triangulação metodológica, buscou-se superar as limitações de abordagens monolíticas, promovendo uma compreensão mais densa das práticas circulares em cooperativas. Esse procedimento viabilizou o cruzamento entre dados empíricos extraídos dos artigos, modelos conceituais da EC e variáveis contextuais específicas da América Latina. A triangulação ainda mostrou-se relevante para validar achados emergentes, como Shevchenko et al. (2023) defenderam, ao enfatizarem a importância de integrar diferentes escalas — micro (cooperativa), meso (rede local) e macro (políticas públicas) — para o avanço das economias circulares.

Por tratar-se de uma investigação secundária baseada exclusivamente em literatura científica de acesso público, esta pesquisa não requereu avaliação por comitê de ética. Todos os estudos utilizados foram devidamente referenciados e analisados com base em princípios de rigor científico e respeito à produção intelectual, em conformidade com os padrões acadêmicos recomendados.

As contribuições desta revisão integrativa concentraram-se em oferecer um panorama crítico e atualizado sobre as práticas circulares implementadas por cooperativas de reciclagem na América Latina, enfatizando seu papel como agentes de inovação social e ambiental. A partir da sistematização dos estudos existentes, foi possível não apenas identificar lacunas no campo — como a escassez de pesquisas sobre tecnologias apropriadas e modelos de governança

participativos —, mas também oferecer subsídios concretos para o desenho de políticas públicas, projetos de cooperação técnica e estratégias de transição ecológica em contextos periféricos. Assim, esta RIL atuou como um catalisador teórico-metodológico para futuras pesquisas aplicadas, orientadas por agendas de justiça socioambiental, circularidade inclusiva e protagonismo cooperativo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo objetivou analisar como as cooperativas de reciclagem na América Latina contribuíram para a operacionalização da Economia Circular. Nesta seção será abordado como os diferentes estudos conceituam a EC no contexto dessas organizações e as estratégias cooperativas para implementar os 4Rs em diversos tipos de resíduos, visando otimizar o uso de recursos e minimizar o desperdício. Investiga-se os fatores que estruturam a EC nessas cooperativas, como tecnologias, facilitadores e desafios, e discute-se como essas soluções locais podem abordar desafios globais, delineando agendas futuras para pesquisa.

#### 3.1. CONCEITUAÇÕES DE ECONOMIA CIRCULAR NOS ESTUDOS SOBRE COOPERATIVAS DE RECICLAGEM

A EC consolidou-se como um conceito central no debate sobre sustentabilidade, especialmente no contexto da gestão de resíduos e da atuação de cooperativas de catadores. A revisão de quinze artigos científicos evidenciou que, embora os estudos tenham abordado a EC sob diferentes enfoques — sociais, técnicos, ambientais e operacionais —, existiu um núcleo conceitual compartilhado, com base em referências reconhecidas internacionalmente. A EC foi compreendida como uma alternativa ao modelo linear de produção e consumo, orientando-se por princípios como o reaproveitamento de recursos, o prolongamento da vida útil dos produtos e a regeneração dos sistemas naturais e sociais.

A definição mais recorrente nos estudos analisados foi a da Ellen MacArthur Foundation (2013), que descreveu a EC como um sistema econômico restaurativo e regenerativo por design e intenção, cujo objetivo foi manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto valor e utilidade, operando em ciclos técnicos e biológicos fechados. Esse conceito serviu de base para diferentes autores. Martins, Ribeiro e Silva (2023) adotaram essa definição ao destacar o papel das cooperativas na recuperação de WEEE e na promoção de um sistema produtivo regenerativo. Correia et al. (2024) também se apoiaram nesse entendimento ao abordar a remanufatura e o reaproveitamento de componentes eletrônicos como práticas de alto valor circular. Buch et al. (2021) utilizaram os princípios da fundação para propor uma EC inclusiva, que valorizou o trabalho dos catadores e integrou suas práticas à economia formal. Da mesma forma, Rutkowski (2020) aplicou essa abordagem ao defender um modelo baseado na responsabilidade estendida do produtor (REP), com ênfase na formalização das cooperativas como operadoras logísticas.

Outros estudos complementaram essa concepção com diferentes aportes teóricos. Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), definiram a EC como um sistema que buscou reduzir, reutilizar e reciclar, promovendo simultaneamente sustentabilidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social. Essa definição foi incorporada por Amato, Buraschi e González (2024), que analisaram a atuação de cooperativas de catadores na Argentina. As autoras destacaram que, além da lógica ambiental, a EC deveria promover inclusão produtiva e justiça social, reconhecendo o papel das cooperativas na transição para modelos mais sustentáveis e justos.

A visão de economia circular como inovação social também foi enfatizada. Gutberlet (2023), ao citar Seyfang e Smith (2007), propôs uma ampliação do conceito tradicional,

integrando dimensões comunitárias e de justiça ambiental. Para a autora, os catadores deveriam ser vistos não apenas como agentes operacionais da reciclagem, mas como produtores de valor e participantes ativos da governança socioambiental. Essa perspectiva ampliou a EC para além da eficiência técnica, incluindo saberes locais, redes de solidariedade e protagonismo popular na construção de soluções sustentáveis.

No plano estratégico e empresarial, outras contribuições teóricas também foram incorporadas. Weetman (2019) foi citado por Martins et al. (2023) para destacar que a EC ofereceu modelos de negócio mais sustentáveis, inteligentes e lucrativos, capazes de integrar objetivos econômicos e ambientais. Sachs (2017) e Leitão (2015) também foram referenciados por esses autores, embora sem definições formais de EC, como pensadores que contribuíram para o entendimento das interações entre economia, meio ambiente e políticas públicas. Leitão (2015), entendeu a EC como uma filosofia de gestão voltada à maximização do uso de recursos naturais e à minimização da geração de resíduos.

Além dessas contribuições contemporâneas, alguns estudos resgataram pensadores pioneiros que influenciaram o desenvolvimento da EC. John T. Lyle foi citado por Martins et al. (2023) como criador do “Design Regenerativo”, uma abordagem que inspirou o projeto de sistemas que funcionassem como ecossistemas naturais. Walter Stahel, conhecido pelo conceito de “Economia de Performance”, foi lembrado por sua ênfase na durabilidade dos produtos e na extensão de sua vida útil como fundamentos da circularidade. Michael Braungart, cocriador do modelo “Cradle to Cradle”, propôs um sistema produtivo baseado em ciclos contínuos de uso de materiais, eliminando a noção de resíduo. Janine Benyus, por sua vez, trouxe contribuições da biomimética, propondo que a EC se inspirasse nos sistemas naturais para resolver problemas humanos de forma sustentável. Embora essas referências não tenham sido usadas para definir diretamente a EC, elas ajudaram a estruturar os fundamentos conceituais de vários estudos.

Alguns autores também propuseram suas próprias definições a partir da prática. Martins, Ribeiro e Silva (2023), conceituaram a EC como um conjunto de ações que visaram prolongar a vida útil de produtos e materiais, promovendo o uso eficiente de recursos naturais e a reinserção dos produtos restaurados no sistema produtivo. Já Gutberlet (2023) enfatizou que a EC deveria reconhecer os catadores como protagonistas da regeneração socioambiental, ampliando seu alcance para além da circularidade técnica.

Por outro lado, nem todos os estudos adotaram uma definição conceitual formal. Artigos como os de Miranda et al. (2020), Lima, Gutierrez e Cruz (2022), Resnitzky et al. (2021), Sellitto e de Almeida (2020), Silva, Martins e Simioni (2023) e Nolasco et al. (2020) utilizaram o termo “economia circular” de forma aplicada, muitas vezes como sinônimo de práticas sustentáveis, mas sem se apoiarem diretamente nas definições dos autores clássicos. Ainda assim, suas contribuições empíricas reforçaram a relevância da EC como eixo estruturante para políticas de gestão de resíduos, inclusão social e inovação.

Em síntese, os estudos revisados demonstraram que a Economia Circular foi um conceito dinâmico, que foi adaptado a diferentes realidades e finalidades. Suas definições variaram entre abordagens regenerativas, operacionais, sociais e estratégicas, mas convergiram na ideia de que os recursos deveriam ser mantidos em circulação pelo maior tempo possível, com o mínimo impacto ambiental e o máximo de benefício social. A EC, especialmente no contexto das cooperativas de reciclagem, mostrou-se uma poderosa ferramenta para articular sustentabilidade, inclusão e transformação econômica.

Com base nos estudos analisados, os conceitos e aplicações da EC puderam ser organizados em quatro abordagens principais. A primeira, mais recorrente, tratou da EC como modelo regenerativo baseado no fechamento de ciclos produtivos. A segunda considerou a EC como alternativa ao modelo linear, com foco na minimização do uso de recursos virgens e na redução dos impactos ambientais. A terceira apresentou a EC como ferramenta de inclusão social, especialmente por meio da valorização do trabalho dos catadores. Por fim, a quarta

destacou a EC como estratégia operacional voltada à logística reversa e à gestão eficiente de resíduos.

Na perspectiva da EC como modelo regenerativo, diversos estudos evidenciaram a importância de estratégias voltadas ao fechamento de ciclos e à valorização de materiais. Martins, Ribeiro e Silva (2023) demonstraram que as cooperativas de reciclagem foram essenciais na regeneração de valor em cadeias complexas, como a de WEEE, promovendo a re inserção de materiais no ciclo produtivo e reduzindo a pressão sobre recursos naturais. De forma complementar, Correia et al. (2024) ressaltaram que práticas como remanufatura, reuso e recuperação de componentes contribuíram para minimizar a extração de matérias-primas e aumentar a eficiência logística, reforçando o papel estratégico das cooperativas na cadeia reversa.

Amato, Buraschi e González (2024), ao analisarem cooperativas de catadores na Argentina, argumentaram que a regeneração de materiais deveria caminhar junto com a justiça social. Para as autoras, integrar essas cooperativas aos sistemas formais de gestão de resíduos foi fundamental para garantir condições de trabalho dignas e ampliar seu reconhecimento institucional. Essa visão foi reforçada por Gutberlet (2023), que propôs uma abordagem regenerativa ampliada, incorporando dimensões sociais e comunitárias às práticas circulares, reconhecendo os catadores como agentes ativos na transformação socioambiental e na produção de valor.

A segunda abordagem compreendeu a EC como alternativa ao modelo linear de produção e consumo, com foco na minimização do uso de recursos e na redução de impactos ambientais. Chaves et al. (2021) analisaram o uso de combustíveis derivados de resíduos (RDF) na indústria cimenteira, demonstrando que essa substituição contribuiu para a redução de emissões e a valorização de resíduos não recicláveis. Silva, Martins e Simioni (2023) avaliaram a viabilidade econômico-financeira de uma cooperativa de reciclagem, evidenciando que a comercialização de recicláveis pôde gerar retorno econômico e promover sustentabilidade local. Já Sellitto e de Almeida (2020) apresentaram estudos de caso em indústrias brasileiras que implementaram práticas circulares como reuso, coprocessamento e logística reversa, obtendo ganhos em eficiência produtiva e redução de resíduos. Esses estudos mostraram que a EC, aplicada de forma estratégica, pôde fortalecer a competitividade industrial e fomentar soluções sustentáveis para os resíduos.

A terceira abordagem compreendeu a EC como uma ferramenta de inclusão social, destacando o papel estratégico das cooperativas de catadores na promoção da equidade e da justiça ambiental. Buch et al. (2021) propuseram um modelo inclusivo de EC baseado na capacitação técnica e no fortalecimento de redes cooperativas, permitindo que trabalhadores informais atuassem como protagonistas da gestão de resíduos. Rutkowski (2020) defendeu a responsabilidade estendida do produtor como instrumento essencial para formalizar a participação das cooperativas e redistribuir responsabilidades entre os diversos agentes da cadeia. Miranda et al. (2020) evidenciaram os benefícios da integração das cooperativas ao sistema público de gestão de resíduos, enquanto Lima, Gutierrez e Cruz (2022) analisaram os impactos da pandemia, alertando para a necessidade de políticas públicas que assegurassem renda e proteção aos catadores. Já Amato, Buraschi e González (2024) e Gutberlet (2023) ampliaram a perspectiva da EC ao incorporar aspectos comunitários, políticos e ambientais, reforçando o reconhecimento dos catadores como produtores de valor. Rutkowski e Rutkowski (2017) também enfatizaram a relevância histórica das cooperativas na cadeia de reciclagem brasileira, mesmo sem definição conceitual explícita. Esses estudos demonstraram que a EC pôde ser um instrumento eficaz para transformação social e inclusão produtiva.

A quarta abordagem compreendeu a EC como uma estratégia operacional voltada à gestão eficiente de resíduos, com foco na articulação entre diferentes atores e na aplicação de soluções práticas. Fuss, Barros e Poganietz (2021) analisaram o sistema sociointegrado de

reciclagem em Belo Horizonte, evidenciando o papel estratégico das cooperativas organizadas como mediadoras entre poder público e setor privado na promoção da circularidade. Nolasco et al. (2020) realizaram a caracterização de resíduos em uma universidade, propondo essa ação como base para políticas internas de EC e programas de educação ambiental. Por fim, Resnitzky et al. (2021) apresentaram o projeto CircularPack®, que promoveu a integração entre cooperativas e empresas para reciclagem de embalagens, gerando benefícios ambientais, sociais e logísticos. Esses estudos demonstraram como a EC pôde ser aplicada de forma concreta na gestão de resíduos, por meio de instrumentos técnicos, parcerias e inovação colaborativa.

A análise também revelou que muitos dos estudos utilizaram, com clareza teórica, conceitos correlatos à EC, como logística reversa, resíduos eletroeletrônicos, inovação social, responsabilidade estendida do produtor e “upgrading” das cadeias de valor. O uso do termo “upgrading”, no trabalho de Amato et al. (2024), mostrou como as cooperativas puderam avançar em termos técnicos, econômicos e sociais quando inseridas em cadeias de valor mais estruturadas e reconhecidas.

Em conclusão, os artigos revisados apresentaram abordagens convergentes da EC, destacando sua aplicabilidade em diferentes realidades latino-americanas. Embora nem todos os trabalhos tenham citado diretamente os marcos conceituais mais difundidos, como os da Ellen MacArthur Foundation, suas práticas e propostas estiveram em sintonia com os princípios da circularidade, da regeneração de valor e da inclusão social. As cooperativas de reciclagem, ao atuarem como agentes-chave na coleta, triagem e comercialização de recicláveis, consolidaram-se como mediadoras entre os desafios da sustentabilidade e as soluções baseadas na economia circular. Portanto, foi possível afirmar que essas organizações ocuparam posição estratégica para a consolidação de sistemas produtivos mais justos, eficientes e ambientalmente responsáveis.

### 3.2. ESTRATÉGIAS COOPERATIVAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS R’S DA ECONOMIA CIRCULAR POR TIPO DE RESÍDUO

A EC consolidou-se como um modelo essencial para repensar a produção e o consumo, visando diminuir o desperdício e estimular o uso eficiente e regenerativo de recursos naturais. Diferentemente do sistema linear — que se baseava em extrair, produzir, consumir e descartar —, a EC propôs a manutenção do valor de produtos, materiais e recursos dentro da economia pelo maior tempo possível. No contexto das cooperativas de reciclagem, essa abordagem ganhou aspectos práticos e transformadores, visto que essas organizações estiveram diretamente envolvidas na gestão de resíduos sólidos urbanos, industriais, plásticos e eletroeletrônicos, atuando como agentes principais na implementação da circularidade.

Para examinar como os princípios da EC se manifestaram nas ações dessas cooperativas, o modelo dos R’s — especificamente o 4R Framework — mostrou-se uma ferramenta analítica eficaz. Demonstrado por Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), o 4R Framework reuniu quatro estratégias cruciais: reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar. Esses autores, ao analisarem 114 definições de EC, defenderam que esse conjunto de ações representou melhor a complexidade das práticas circulares em comparação com o tradicional 3R (reduzir, reutilizar, reciclar), pois incluiu a ideia de recuperação de materiais e energia como uma etapa complementar e estratégica.

No âmbito das cooperativas de reciclagem, mesmo que os R’s nem sempre fossem nomeados de forma explícita, suas práticas os incorporaram de maneira significativa. A redução pôde ser observada em iniciativas que buscaram diminuir a quantidade de resíduos destinados a aterros, por meio de programas educativos e de conscientização ambiental. A reutilização esteve presente na separação de materiais com potencial de uso direto, como móveis, eletrodomésticos e embalagens, que puderam ser reinseridos na cadeia de consumo. A reciclagem — atividade

central das cooperativas — abrangeu a coleta seletiva, separação e comercialização de materiais recicláveis como papel, plástico, vidro e metais. Por fim, a recuperação envolveu tanto o reaproveitamento de materiais em processos industriais quanto a valorização energética de rejeitos, como no caso do coprocessamento de resíduos industriais.

A aplicação do 4R Framework nos estudos sobre cooperativas de reciclagem permitiu não apenas organizar e entender as práticas já estabelecidas, mas também identificar falhas e oportunidades para inovação. Ele contribuiu para revelar como essas organizações — frequentemente compostas por trabalhadores em condição de vulnerabilidade socioeconômica — conseguiram conciliar inclusão social, geração de renda e proteção ambiental. Especialmente na América Latina, e particularmente no Brasil e na Argentina, as cooperativas posicionaram-se como atores fundamentais na implementação da EC, unindo práticas de base com demandas de políticas públicas e desafios globais de sustentabilidade.

Esse protagonismo resultou em impactos em diversas áreas: ambientais, pela diminuição da pressão sobre os recursos naturais e pela redução das emissões de gases de efeito estufa; sociais, pela formalização e valorização do trabalho dos catadores; e econômicos, pela inserção dessas organizações em cadeias produtivas e pela criação de valor a partir do reaproveitamento de materiais. Ao sistematizar e valorizar essas experiências por meio do 4R Framework, reforçou-se a importância de apoiar e expandir o papel das cooperativas na transição para modelos de desenvolvimento mais resilientes, circulares e justos.

A análise dos estudos reunidos proporcionou uma compreensão aprofundada das práticas de EC, com ênfase nos R's — reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar — aplicados por cooperativas de reciclagem em diferentes contextos de resíduos. Essas práticas revelaram não apenas a importância da atuação cooperativa como agente operacional da circularidade, mas também demonstraram a variedade de estratégias adotadas em função da natureza dos materiais. O papel das cooperativas na América Latina, especialmente no Brasil e na Argentina, destacou-se como fundamental para o sucesso da EC, ao integrar aspectos ambientais, sociais e econômicos em uma mesma dinâmica territorial e produtiva.

### 3.2.1. Resíduos Eletroeletrônicos (WEEE)

O gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos (WEEE) constituiu um dos campos mais complexos e estratégicos da Economia Circular. Isso ocorreu porque os equipamentos descartados continham materiais de alto valor agregado, como metais nobres, e exigiram conhecimentos técnicos específicos para seu reaproveitamento. Dentro desse contexto, as cooperativas de reciclagem desempenharam um papel cada vez mais relevante. As práticas mais frequentes observadas nesse tipo de resíduo foram os R's reutilizar, recuperar e remanufaturar.

O estudo de Correia et al. (2024) destacou como algumas cooperativas brasileiras atuaram de forma tecnicamente avançada na chamada cadeia reversa dos eletroeletrônicos. Essas organizações realizaram atividades como desmontagem, separação de componentes e reaproveitamento de peças, contribuindo diretamente para a remanufatura de equipamentos. Essa prática permitiu dar uma nova vida a produtos que seriam descartados, ao mesmo tempo em que reduziu a pressão sobre os recursos naturais e os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado.

Já Martins, Ribeiro e Silva (2023) analisaram como as práticas das cooperativas estiveram em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Os autores ressaltaram o papel dos incentivos fiscais e dos sistemas de logística reversa como estímulo à reutilização de aparelhos em condições de recondição e à recuperação de peças com valor comercial e funcional.

Essas abordagens refletiram os princípios da Economia Circular propostos por instituições como a Ellen MacArthur Foundation e por autores como Kirchherr, Reike e

Hekkert. De acordo com essa visão, a circularidade baseou-se em manter o valor dos materiais dentro da economia pelo maior tempo possível, o que só foi viável por meio de estratégias que combinaram reaproveitamento, remanufatura e regeneração. Assim, as cooperativas demonstraram não apenas capacidade técnica, mas também compromisso com um modelo produtivo mais sustentável e inclusivo.

### 3.2.2. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) foram o tipo de resíduo mais comum tratado pelas cooperativas de reciclagem nas cidades da América Latina. Esses resíduos incluíram materiais como papel, plástico, vidro, metal e orgânicos descartados no dia a dia da população. As cooperativas atuaram diretamente na triagem, separação e destinação correta desses materiais, promovendo práticas importantes da Economia Circular (EC). Nesse tipo de resíduo, os R's mais presentes foram reduzir, reutilizar e recuperar, muitas vezes associados a ações de reciclagem inclusiva, com impacto tanto ambiental quanto social.

O estudo de Amato, Buraschi e González (2024), realizado na cidade de Córdoba, na Argentina, mostrou que as cooperativas foram fundamentais na reutilização de materiais recicláveis e secos. Essas práticas não apenas evitaram o descarte em aterros, mas também geraram trabalho e renda para grupos em situação de vulnerabilidade. A redução, embora nem sempre tenha ocorrido diretamente, foi incentivada por meio de campanhas educativas e de conscientização ambiental promovidas pelas cooperativas.

Gutberlet (2023) reforçou essa perspectiva ao apresentar as cooperativas como espaços de inovação social. Elas atuaram na recuperação de resíduos com baixo valor comercial, transformando-os em produtos reaproveitáveis ou fontes de energia. Para a autora, o impacto foi além do material, promovendo inclusão, cidadania e reconhecimento do trabalho dos catadores como atividade essencial para a sustentabilidade das cidades.

No Brasil, Miranda et al. (2020) descreveram como a formalização das cooperativas no sistema de gestão de resíduos em Londrina aumentou a eficiência na reutilização e recuperação dos materiais. Isso foi possível graças ao apoio institucional, que favoreceu a organização, o acesso a equipamentos e a valorização do serviço prestado pelas cooperativas à cidade. Além disso, Chaves et al. (2021) destacaram uma inovação interessante: o uso de resíduos urbanos para produzir RDF (combustível derivado de resíduos). Essa prática representou uma forma de recuperação energética, aproveitando materiais que não puderam ser reciclados, e contribuindo para a transição a um modelo de produção mais limpo, que reduziu a dependência de combustíveis fósseis.

Esses estudos mostraram que as cooperativas, ao trabalharem com os RSU, não apenas promoveram a circularidade dos materiais, mas também fortaleceram os laços sociais e ambientais em suas comunidades. Elas operaram como agentes essenciais para uma Economia Circular mais justa, ao mesmo tempo em que enfrentaram desafios estruturais que exigiram apoio contínuo de políticas públicas e da sociedade.

### 3.2.3. Resíduos Plásticos

Os resíduos plásticos foram considerados um dos maiores problemas ambientais da atualidade, principalmente por sua durabilidade, dificuldade de degradação e grande volume gerado diariamente. No contexto da Economia Circular (EC), o desafio consistiu em reintegrar esses resíduos aos ciclos produtivos, evitando seu descarte em lixões, aterros ou no meio ambiente. As cooperativas de reciclagem desempenharam papel fundamental nessa missão, aplicando, sobretudo, os R's de reutilizar, recuperar e, em casos mais avançados, remanufaturar.

Durante a pandemia de COVID-19, houve um aumento expressivo no uso de plásticos descartáveis, especialmente embalagens e itens de proteção individual. O estudo de Lima, Gutierrez e Cruz (2022) mostrou como as cooperativas brasileiras enfrentaram esse aumento de demanda com resiliência, atuando na reutilização dos materiais por meio de triagem seletiva, mesmo diante de dificuldades operacionais e falta de apoio institucional. A logística reversa, nesse caso, foi essencial para viabilizar o retorno dos plásticos recicláveis à indústria, mesmo em um contexto de crise sanitária e social.

Por outro lado, Buch et al. (2021) apresentaram um cenário mais inovador, no qual as cooperativas ultrapassaram a simples triagem e passaram a remanufaturar resíduos plásticos. Isso significou transformar os plásticos recicláveis em novos produtos, como utensílios, móveis ou componentes industriais. Essa atividade permitiu agregar valor aos resíduos e ampliar as possibilidades de renda para os catadores, promovendo não só a recuperação de materiais, mas também a valorização do trabalho e o empreendedorismo social.

Essa transformação, conforme proposto pela Ellen MacArthur Foundation e por autores como Kirchherr et al. (2017), alinhou-se ao princípio da manutenção do valor dos materiais pelo maior tempo possível no ciclo econômico. Ao adotar essas práticas, as cooperativas demonstraram que, mesmo diante de limitações estruturais, foi possível inovar e gerar impactos positivos em múltiplas dimensões: ambiental, social e econômica.

Dessa forma, a atuação das cooperativas com resíduos plásticos não apenas contribuiu para reduzir os impactos da poluição plástica, mas também fortaleceu a Economia Circular como uma estratégia viável e inclusiva. Ao integrar os catadores em processos de produção e transformação, essas experiências mostraram o potencial das cooperativas para liderar soluções sustentáveis e socialmente justas.

#### 3.2.4. Resíduos de Embalagens

Os resíduos de embalagens constituíram uma das principais frações dos resíduos sólidos urbanos devido ao seu alto volume, curta vida útil e presença constante no cotidiano das cidades. Esses materiais, muitas vezes descartáveis, foram formados por diferentes tipos de plástico, papel, papelão, vidro ou metal, e exigiram estratégias específicas para sua gestão adequada dentro da lógica da Economia Circular (EC). Nesse contexto, os R's mais aplicados foram reutilizar, recuperar e, em menor grau, reduzir.

O estudo de Rutkowski (2020) destacou que a efetividade das ações voltadas à reutilização e à recuperação de embalagens esteve diretamente ligada à aplicação da Política de Responsabilidade Estendida do Produtor (P-EPR). Essa política impôs às empresas a responsabilidade pela destinação final ambientalmente adequada de suas embalagens, mesmo após o consumo. Segundo o autor, quando essa política foi implementada de forma concreta, ela fortaleceu o papel das cooperativas ao integrá-las como agentes reconhecidos na cadeia de logística reversa, garantindo recursos, infraestrutura e acesso a melhores condições de trabalho.

Resnitzky et al. (2021) reforçaram essa visão ao apontar que as cooperativas foram peças-chave na operacionalização do sistema de reciclagem de embalagens. Elas atuaram como intermediárias entre os consumidores — que realizaram a separação dos resíduos —, o poder público — que pôde oferecer suporte logístico e normativo — e a indústria recicladora, que reprocessou os materiais. As atividades das cooperativas contribuíram para a reutilização e recuperação desses resíduos, evitando que fossem enviados a aterros sanitários ou descartados de forma inadequada no meio ambiente.

A redução de embalagens, embora fundamental, ainda representou um desafio. Essa prática dependeu mais de mudanças no padrão de consumo e de políticas públicas que incentivaram a diminuição do uso de embalagens excessivas ou de difícil reciclagem. Nesse

ponto, o papel das cooperativas foi mais indireto, podendo atuar em campanhas educativas e de sensibilização junto à população, em parceria com escolas, ONGs e prefeituras.

Com base nos estudos analisados, ficou evidente que o trabalho das cooperativas com resíduos de embalagens representou uma interface importante entre a sociedade, o setor produtivo e o meio ambiente. Sua atuação ampliou as possibilidades de reaproveitamento dos materiais e fortaleceu os princípios da Economia Circular, promovendo inclusão social e sustentabilidade ambiental. Para que esse trabalho alcançasse maior impacto, foi essencial que políticas como a P-EPR fossem mais bem implementadas e que houvesse investimentos contínuos na estrutura e capacitação dessas organizações.

### 3.2.5. Resíduos Industriais

Os resíduos industriais, gerados em processos produtivos de diversos setores, apresentaram características que os diferenciaram dos resíduos urbanos. Em geral, possuíam maior volume, composição homogênea e, muitas vezes, alto potencial energético ou valor residual. Por isso, sua gestão exigiu estratégias específicas e integradas à lógica da Economia Circular (EC). Nesse contexto, as práticas mais recorrentes envolveram os R's reutilizar e recuperar, com destaque para o coprocessamento como forma alternativa de valorização desses resíduos.

O estudo de Sellitto e de Almeida (2020) apresentou experiências de cooperativas brasileiras que atuaram em parceria com indústrias, especialmente do setor cimenteiro, fornecendo resíduos com potencial energético. Nesses casos, ocorreu o coprocessamento, processo em que os resíduos substituíram combustíveis fósseis nos fornos das fábricas de cimento. Embora o coprocessamento não fosse tradicionalmente listado entre os R's da Economia Circular, ele pôde ser compreendido como uma forma de recuperação energética, pois evitou o uso de recursos naturais não renováveis e reduziu o volume de resíduos destinados a aterros industriais.

Além disso, o estudo evidenciou que houve reutilização de resíduos industriais por outros segmentos produtivos. Materiais como resíduos de madeira, plásticos rígidos, papelão e tecidos puderam ser aproveitados por indústrias de menor porte ou por cooperativas que desenvolveram produtos a partir desses insumos. Essa prática favoreceu a chamada simbiose industrial, em que os resíduos de uma atividade tornaram-se matéria-prima para outra, promovendo economia de recursos e redução de impactos ambientais.

Outro aspecto importante apontado foi o papel das cooperativas como mediadoras na cadeia de valorização dos resíduos industriais. Elas atuaram na triagem, acondicionamento e logística desses materiais, além de estabelecerem parcerias com empresas interessadas em adotar práticas mais sustentáveis. Com isso, contribuíram não apenas para a EC, mas também para a inclusão social de seus membros, geração de renda e fortalecimento das economias locais.

No entanto, para que esse tipo de atuação alcançasse maior escala e eficiência, foi necessário investir na capacitação técnica das cooperativas, no acesso a tecnologias apropriadas e no fortalecimento de redes de colaboração entre setor público, setor privado e sociedade civil. A atuação conjunta desses atores foi essencial para consolidar modelos industriais mais circulares e sustentáveis.

### 3.2.6. Papel e Plástico Combinados

Os resíduos de papel e plástico, quando combinados na cadeia de reciclagem, representaram um desafio comum enfrentado por cooperativas que atuaram na informalidade ou com poucos recursos. O estudo de Rutkowski & Rutkowski (2017) mostrou que, nesses

contextos, o principal R aplicado foi o da reutilização, com foco na coleta, separação manual, prensagem e comercialização dos materiais para a indústria recicladora. Esse processo foi essencial para garantir que esses resíduos fossem reinseridos no ciclo produtivo e não acabassem descartados em aterros ou no meio ambiente.

A reutilização observada nesse tipo de cadeia envolveu, por exemplo, a separação de papéis limpos que puderam ser reaproveitados diretamente, ou de plásticos rígidos que, mesmo sem passar por transformação industrial imediata, já possuíam valor comercial. Essa atividade foi realizada de forma manual, muitas vezes por catadores autônomos ou cooperativas que ainda não dispuseram de equipamentos adequados. Ainda que houvesse elementos de recuperação, como o resgate de materiais antes considerados rejeitos, essas práticas não estiveram plenamente estruturadas dentro de políticas públicas que incentivaram sua ampliação.

A ausência de suporte institucional — como acesso a centros de triagem equipados, transporte adequado e mecanismos de remuneração justa — limitou o potencial dessas cooperativas de expandirem sua atuação para outros R's, como o remanufaturar. A remanufatura exigiria investimentos em capacitação técnica e infraestrutura para transformar resíduos em novos produtos com valor agregado, algo ainda distante da realidade de muitas organizações desse segmento.

O estudo evidenciou a importância de fortalecer políticas de inclusão produtiva e de valorização das cooperativas que trabalharam com papel e plástico. Isso incluiu ações como a formalização do trabalho, a oferta de linhas de financiamento, o acesso a programas de logística reversa e o reconhecimento oficial da função socioambiental desses trabalhadores. Somente com esse apoio seria possível avançar de forma mais estruturada nas práticas da Economia Circular, ampliando o impacto social, econômico e ambiental das cooperativas que atuaram com esses materiais.

### 3.2.7. Resíduos Diversos em Ambientes Universitários

Os resíduos gerados em ambientes universitários apresentaram características variadas, pois envolveram desde papel e plástico até resíduos orgânicos e materiais de laboratório. Esse contexto heterogêneo ofereceu oportunidades importantes para a aplicação prática dos princípios da Economia Circular (EC), especialmente por meio dos R's reduzir e reutilizar. O estudo de Nolasco et al. (2020) analisou a gestão de resíduos em um campus universitário brasileiro e destacou como essas duas estratégias foram fundamentais para a construção de uma cultura institucional voltada à sustentabilidade.

A redução de resíduos ocorreu principalmente por meio de campanhas educativas voltadas para alunos, professores e servidores, que incentivaram práticas de consumo consciente, como a diminuição do uso de copos descartáveis, a impressão racional de documentos e o incentivo ao uso de materiais duráveis. Além disso, políticas internas de sustentabilidade, como a adoção de normas de descarte seletivo e o monitoramento da geração de resíduos, contribuíram para criar um ambiente mais responsável e alinhado aos objetivos da EC.

A reutilização também mostrou-se bastante presente, especialmente nas parcerias entre universidades e cooperativas de reciclagem. Nesses casos, os resíduos previamente separados — como papéis, plásticos e até equipamentos eletrônicos em bom estado — foram encaminhados para reaproveitamento. As cooperativas, por sua vez, atuaram na triagem e destinaram esses materiais para reuso, comercialização ou transformação em novos produtos. Essa relação promoveu não apenas o reaproveitamento de recursos, mas também a inclusão social dos trabalhadores envolvidos na coleta e no processamento dos resíduos.

O ambiente universitário destacou-se como um espaço estratégico para a difusão dos princípios da Economia Circular, tanto por seu potencial educativo quanto pela capacidade de

servir como modelo replicável para outros setores da sociedade. Ao integrar ensino, pesquisa, extensão e gestão ambiental, as universidades contribuíram de forma significativa para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com práticas sustentáveis. A experiência analisada por Nolasco et al. demonstrou que, com organização, sensibilização e parcerias bem estruturadas, foi possível transformar o manejo de resíduos em um vetor de inovação, educação ambiental e responsabilidade social.

### 3.2.8. Síntese dos Achados e Desafios Futuros

A análise dos estudos revisados demonstrou a aplicação prática e efetiva dos princípios da Economia Circular (EC) pelas cooperativas de reciclagem, especialmente por meio dos R's reduzir, reutilizar, recuperar e remanufaturar. Embora nem sempre esses princípios estivessem formalmente conceituados, sua implementação mostrou-se essencial em diversos contextos urbanos e sociais, marcados por desigualdades e desafios estruturais. As cooperativas desempenharam um papel crucial na gestão dos resíduos, promovendo, simultaneamente, a inclusão produtiva, a geração de renda e a valorização do trabalho ambientalmente responsável, integrando, assim, sustentabilidade e justiça social.

A implementação dos R's nas cooperativas variou conforme a natureza de cada tipo de resíduo. Essas organizações se distanciaram do modelo linear tradicional, no qual os materiais são extraídos, produzidos, consumidos e descartados, para adotar práticas que visam prolongar a vida útil dos recursos dentro da economia. No caso dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), as cooperativas priorizaram a redução por meio de campanhas de conscientização, a reutilização por meio da triagem e separação de materiais reaproveitáveis e a recuperação, seja por transformação desses materiais em novos produtos ou na produção de Combustível Derivado de Resíduos (RDF). Tais práticas geraram impactos ambientais positivos e fomentaram a inclusão social, especialmente na Argentina e no Brasil. No entanto, a situação dos Resíduos Eletroeletrônicos (WEEE) apresentou um cenário mais complexo, onde as cooperativas destacaram-se na reutilização, recuperação de componentes valiosos e, de maneira crescente, na remanufatura para a criação de novos produtos, reduzindo, assim, o descarte inadequado e promovendo a conservação de recursos.

A reutilização, encontrada em praticamente todos os tipos de resíduos analisados, foi a prática mais comum e consolidada. As cooperativas destacaram-se na triagem e separação de materiais para reuso e reaproveitamento. A recuperação teve relevância principalmente em resíduos com maior valor agregado, como os eletroeletrônicos, e em resíduos com potencial energético, como os industriais e os rejeitos urbanos, que foram processados para a produção de RDF. A recuperação teve um papel significativo na preservação de recursos naturais e na redução do uso de combustíveis fósseis. Já a remanufatura, embora ainda incipiente nas cooperativas, revelou um grande potencial transformador, especialmente no caso de WEEE e plásticos. Ao criar novos produtos a partir de materiais descartados, essa prática promoveu inovação, agregação de valor e ampliou as oportunidades para empreendimentos sociais.

As cooperativas também avançaram na gestão de resíduos plásticos, dedicando-se não apenas à reutilização por meio da triagem seletiva, mas também à remanufatura, agregando valor aos materiais e aumentando as oportunidades de renda para os catadores. Em relação aos resíduos de embalagens, as cooperativas centraram-se na reutilização e recuperação, com a eficácia dessas ações vinculada à implementação da Política de Responsabilidade Estendida do Produtor (P-EPR), que fortaleceu o papel das cooperativas na logística reversa. Nos resíduos industriais, a reutilização como matéria-prima para outros setores e a recuperação, especialmente por meio do coprocessamento para geração de energia, emergiram como práticas relevantes, facilitando a simbiose industrial e a redução da dependência de combustíveis fósseis.

Entretanto, em cenários de informalidade e recursos limitados, como na gestão de papel e plástico combinados, a reutilização manual predominou, enfrentando desafios significativos para a adoção de práticas com maior valor agregado, como a remanufatura, devido à falta de suporte institucional e de investimentos. Nos ambientes universitários, a gestão de resíduos diversos demonstrou o potencial da redução por meio de campanhas educativas e da reutilização em parceria com cooperativas, oferecendo um modelo para disseminação dos princípios da EC.

As cooperativas de reciclagem foram fundamentais para a integração da Economia Circular, especialmente em países latino-americanos como o Brasil e a Argentina. Elas foram responsáveis pela implementação prática de ações circulares que, além do reaproveitamento de materiais, fortaleceram as economias locais, criaram empregos e promoveram a inclusão social dos trabalhadores em situação de vulnerabilidade. Com apoio adequado, essas organizações atuaram como agentes de transformação social e ambiental, liderando a transição para uma economia mais sustentável e justa, enquanto reduziram os impactos ambientais e contribuíram para a mitigação das mudanças climáticas.

Apesar dos avanços, as cooperativas enfrentaram diversas limitações estruturais que dificultaram a ampliação de suas ações. A informalidade e a falta de suporte financeiro foram obstáculos recorrentes, dificultando o acesso a tecnologias apropriadas e à capacitação necessária para expandir suas operações. Muitas cooperativas não dispunham de infraestrutura de triagem adequada nem de mecanismos de remuneração justa, o que limitava seu potencial de crescimento. Além disso, a exclusão de cadeias produtivas mais valorizadas e a falta de conexões com o setor privado prejudicaram a integração dessas cooperativas em circuitos de valor mais lucrativos e sustentáveis.

Esses achados aprofundaram a compreensão sobre a integração da EC pelas cooperativas, destacando sua atuação no contexto latino-americano, os impactos positivos de suas práticas e a importância de apoio institucional. No entanto, a análise também revelou limitações, como o foco nos R's em detrimento de outros aspectos da EC, a variação na profundidade dos estudos por tipo de resíduo e a ênfase regional. Os desafios futuros envolvem o fortalecimento estrutural e financeiro das cooperativas, a integração delas em cadeias de valor sustentáveis, o avanço para R's de maior valor agregado, o desenvolvimento de políticas públicas integradas, o reconhecimento e a valorização do trabalho, e o investimento em educação e conscientização.

Superar essas barreiras, de maneira colaborativa entre setores público, privado e sociedade civil, é fundamental para consolidar as cooperativas como atores estratégicos na transição para uma economia regenerativa, inclusiva e resiliente, onde a circularidade dos recursos seja a base de um futuro sustentável. Com o apoio adequado em capacitação, infraestrutura e redes de colaboração, as cooperativas poderão expandir suas práticas e liderar a mudança para uma sociedade mais justa e ambientalmente equilibrada.

### 3.3. FATORES ESTRUTURANTES PARA A ECONOMIA CIRCULAR EM COOPERATIVAS DE RECICLAGEM: TECNOLOGIAS, FACILITADORES E DESAFIOS

A atuação das cooperativas de reciclagem na América Latina, com destaque para o Brasil, ocupou uma posição central na operacionalização dos princípios da Economia Circular (EC). A partir da análise integrada de quinze estudos, foi possível observar que essas organizações desempenharam funções fundamentais na coleta seletiva, triagem, revalorização de materiais recicláveis e, em contextos mais avançados, na remanufatura e até na recuperação energética de resíduos. O sucesso e a continuidade dessas práticas, contudo, dependeram de três pilares interligados: o uso de tecnologias adequadas, a existência de facilitadores institucionais e legais, e a superação de barreiras estruturais que ainda limitaram seu potencial.

### 3.3.1. Tecnologias Utilizadas pelas Cooperativas

As tecnologias adotadas variaram de acordo com o tipo de resíduo e o nível de estruturação da cooperativa. No caso dos WEEE, como demonstraram Correia et al. (2024) e Martins, Ribeiro e Silva (2023), o uso de tecnologias para desmontagem técnica, separação de componentes e logística reversa foi fundamental. Essas práticas permitiram não apenas a recuperação de metais nobres, mas também a remanufatura de equipamentos, prolongando sua vida útil e reduzindo a pressão sobre os recursos naturais.

Nas cooperativas que atuaram com resíduos sólidos urbanos (RSU), predominaram tecnologias mais simples, como triagem manual, esteiras, balanças e prensas hidráulicas. Algumas inovações foram observadas, como a produção de RDF (combustível derivado de resíduos), destacada por Chaves et al. (2021), o que representou um passo relevante rumo à valorização energética de materiais que não puderam ser reciclados.

Para os resíduos plásticos, os estudos de Lima, Gutierrez e Cruz (2022) e Buch et al. (2021) mostraram práticas de triagem seletiva, compactação, e remanufatura artesanal, nas quais os resíduos foram transformados em produtos como utensílios ou móveis. Essas estratégias não apenas geraram valor econômico, mas também fortaleceram o papel empreendedor das cooperativas.

Em ambientes institucionais, como os analisados por Nolasco et al. (2020), as tecnologias estiveram voltadas à segregação na fonte, monitoramento da geração de resíduos e coleta seletiva integrada a ações educativas. Nesse contexto, as universidades mostraram-se como espaços estratégicos para testar e disseminar práticas de EC.

### 3.3.2. Principais Facilitadores Observados

Diversos fatores institucionais, legais e sociais funcionaram como facilitadores da EC no âmbito das cooperativas. O mais recorrente entre os estudos foi a existência de marcos normativos, em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a responsabilidade estendida do produtor (P-EPR). Rutkowski (2020) e Resnitzky et al. (2021) apontaram que esses dispositivos legais criaram condições para que as cooperativas fossem reconhecidas como agentes essenciais da logística reversa, sendo integradas a cadeias formais de gestão de resíduos.

Outro facilitador essencial foi o apoio institucional, como demonstrado em Miranda et al. (2020), onde a formalização das cooperativas em Londrina levou à melhora das condições de trabalho, aumento da eficiência operacional e reconhecimento público. Gutberlet (2023) ampliou essa análise ao mostrar como a formação de redes e associações de cooperativas fortaleceu politicamente essas organizações e melhorou sua capacidade de negociação e acesso a mercados.

As parcerias com o setor privado também apareceram como importantes oportunidades. Sellitto e de Almeida (2020) mostraram que cooperativas forneceram resíduos para o setor cimenteiro, que os utilizou como insumo energético no coprocessamento. Essa relação de simbiose industrial evidenciou o potencial das cooperativas em integrar cadeias produtivas circulares. No ambiente universitário, Nolasco et al. (2020) reforçaram o papel da academia na articulação entre gestão de resíduos, práticas educativas e suporte técnico, criando um ambiente favorável à experimentação e ao engajamento social.

Contudo, apesar desses facilitadores, os estudos alertaram que sua distribuição foi desigual e, frequentemente, dependente da ação de atores locais e da vontade política de governos municipais e estaduais.

### 3.3.3. Barreiras e Desafios Estruturais

As cooperativas enfrentaram diversos desafios que comprometeram sua capacidade de contribuir de forma plena com a Economia Circular. O mais evidente foi a falta de infraestrutura adequada. Segundo Rutkowski & Rutkowski (2017) e Amato, Buraschi e González (2024), muitas organizações operaram em galpões improvisados, com equipamentos obsoletos ou ausentes, o que afetou diretamente sua produtividade, qualidade do serviço prestado e segurança dos trabalhadores.

Outro entrave significativo foi a falta de capacitação técnica e gerencial. Trabalhar com resíduos industriais ou eletrônicos, como mostraram Correia et al. (2024) e Sellitto e de Almeida (2020), exigiu conhecimento específico em triagem técnica, normas ambientais, operação de máquinas e logística. A ausência de programas continuados de capacitação limitou a possibilidade de avanço tecnológico e aumento de valor agregado nos materiais processados.

A desvalorização econômica do trabalho dos catadores foi outro ponto crítico. Silva, Martins e Simioni (2023) revelaram que muitas cooperativas, apesar de alcançarem índices relevantes de reaproveitamento, operaram com baixa margem financeira, enfrentando dificuldade para manter seus membros remunerados de forma justa e regular.

Além disso, a instabilidade das políticas públicas e a ineficácia na fiscalização da responsabilidade estendida do produtor comprometeram a sustentabilidade do setor. Resnitzky et al. (2021) mostraram que, em muitos casos, as cooperativas continuaram arcando com custos e responsabilidades que deveriam ser compartilhadas com empresas e órgãos públicos, devido à baixa aplicação das normas e à falta de instrumentos financeiros de apoio.

A falta de reconhecimento institucional e social das cooperativas também figurou entre os obstáculos centrais. Amato, Buraschi e González (2024), ao analisarem a experiência de Córdoba, mostraram que a marginalização dessas organizações impediu seu acesso a políticas públicas, financiamentos e mercados mais estáveis, mesmo quando demonstraram alto impacto ambiental e social.

### 3.3.4. Síntese dos Fatores Estruturantes para a Economia Circular em Cooperativas de Reciclagem

A análise dos quinze estudos evidenciou que as cooperativas de reciclagem foram agentes indispensáveis para a consolidação da Economia Circular na América Latina. Elas não apenas realizaram a gestão de resíduos de forma eficiente e de baixo custo, como também promoveram inclusão produtiva, geração de renda e fortalecimento comunitário. As tecnologias utilizadas, mesmo quando simples, foram eficazes, e sua atuação pôde ser significativamente ampliada quando houve apoio institucional, marcos legais aplicados e parcerias estratégicas.

Entretanto, a realidade ainda foi marcada por desigualdades no acesso a recursos, pela informalidade e pela falta de investimentos. Superar essas limitações exigiu um esforço coordenado entre governos, setor privado, academia e sociedade civil. Foi preciso garantir financiamento estável, formação técnica, equipamentos adequados e reconhecimento formal às cooperativas. Mais do que um modelo de gestão de resíduos, a Economia Circular, quando protagonizada pelas cooperativas, representou uma via concreta para um desenvolvimento mais justo, sustentável e inclusivo.

## 3.4. SOLUÇÕES LOCAIS PARA IMPACTOS GLOBAIS: AGENDAS FUTURAS NAS COOPERATIVAS DE RECICLAGEM

A análise integrada dos quinze estudos revelou que as soluções tecnológicas adotadas pelas cooperativas de reciclagem nos contextos latino-americanos — em especial no Brasil e na Argentina — foram fundamentais para concretizar os princípios da Economia Circular (EC).

Essas tecnologias, fossem elas formais, adaptadas ou desenvolvidas localmente, não apenas viabilizaram a gestão de resíduos, como também impulsionaram a inclusão social, a geração de renda e o fortalecimento da cidadania ambiental. O papel da inovação social, muitas vezes embutida em práticas tecnológicas simples e acessíveis, emergiu como fator decisivo na resiliência e na capacidade transformadora dessas organizações.

Nos casos de resíduos sólidos urbanos (RSU), a presença de tecnologias sociais desenvolvidas pelos próprios catadores foi recorrente e relevante. Em Córdoba, como apontaram Amato, Buraschi e González (2024), as cooperativas conseguiram desenvolver sistemas autônomos de triagem e separação de materiais que resultaram em ganhos significativos em eficiência, saúde ocupacional e renda. No Brasil, Gutberlet (2023) e Miranda et al. (2020) relataram experiências semelhantes nas regiões metropolitanas de São Paulo e Londrina, com destaque para a autogestão das cooperativas, o uso de ferramentas simples e o aprimoramento das práticas de triagem a partir da observação coletiva.

Rutkowski (2020) e Rutkowski & Rutkowski (2017) reforçaram essa perspectiva ao documentar a adoção de microtecnologias de separação, como mesas de triagem, prensas manuais e compactadores de baixo custo, adaptadas à realidade das cooperativas brasileiras. Esses equipamentos, ainda que rudimentares, permitiram ampliar a cobertura da coleta seletiva e a valorização dos materiais recicláveis, especialmente papel e plástico. Embora tecnologias mais avançadas ainda não fossem amplamente acessíveis, a criatividade e a apropriação local dessas soluções foram suficientes para garantir resultados ambientais e sociais relevantes.

Na perspectiva da sustentabilidade financeira e institucional, Silva, Martins e Simioni (2023) evidenciaram que as cooperativas alcançaram avanços nos três pilares da sustentabilidade — ambiental, social e econômica — ainda que sem detalhar os mecanismos tecnológicos adotados. Por outro lado, Lima, Gutierrez e Cruz (2022) alertaram que a ausência de inovação durante a pandemia de COVID-19 agravou os riscos sanitários e a perda de renda, ressaltando a urgência de incorporar tecnologias como ferramentas de resiliência diante de crises.

No tratamento de resíduos eletroeletrônicos (WEEE), os desafios tecnológicos foram mais complexos, exigindo níveis mais altos de capacitação e infraestrutura. Correia et al. (2024) destacaram a aplicação de ferramentas de simulação e otimização logística, bem como estratégias para reaproveitamento de componentes e recuperação de metais valiosos, como cobre e alumínio. Essas soluções reduziram os impactos ambientais e aumentaram a eficiência na coleta, desmontagem e processamento dos WEEE, além de proporcionar ganhos econômicos relevantes. Martins, Ribeiro e Silva (2023) reforçaram que mesmo com limitações tecnológicas, políticas públicas bem articuladas, incentivos fiscais e integração institucional foram capazes de viabilizar resultados significativos quando associados à atuação cooperada.

Nas experiências voltadas para o reaproveitamento de resíduos plásticos e recicláveis diversos, destacou-se o uso de tecnologias de micromanufatura e transformação local dos materiais, conforme apresentado por Buch et al. (2021). Nesse modelo, os catadores deixaram de ser apenas coletores e passaram a atuar como produtores de novos bens, convertendo resíduos em utensílios, mobiliário ou insumos para artesanato. Essa abordagem não apenas ampliou a circularidade dos materiais, mas fortaleceu o protagonismo dos trabalhadores e o reconhecimento social de sua contribuição.

As experiências estudadas confirmaram que a inovação tecnológica nas cooperativas não se restringiu a grandes investimentos ou à automação de processos. Pelo contrário, o valor da tecnologia residiu, muitas vezes, em sua capacidade de ser apropriada localmente, moldada pelas necessidades da comunidade e viável em contextos de baixa renda e infraestrutura limitada. Essa característica tornou as cooperativas agentes estratégicos na construção de soluções locais para problemas globais como a crise dos resíduos, a desigualdade social e a degradação ambiental.

Contudo, os estudos também indicaram lacunas significativas que precisaram ser enfrentadas, abrindo espaço para agendas de pesquisa futuras. Um dos pontos mais evidentes foi a necessidade de aprofundar os estudos sobre o desempenho técnico e econômico das tecnologias aplicadas pelas cooperativas, especialmente no que diz respeito à remanufatura e ao reaproveitamento de materiais complexos. Poucos trabalhos analisaram de forma detalhada os indicadores de eficiência, produtividade ou retorno financeiro dessas inovações — uma lacuna relevante para sua replicabilidade.

Outra agenda necessária envolveu o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para contextos periféricos, com foco em ergonomia, segurança do trabalho e eficiência energética. A criação de soluções acessíveis e adaptadas ao cotidiano das cooperativas pôde contribuir para mitigar os efeitos da informalidade, melhorar a saúde dos trabalhadores e elevar a qualidade dos materiais reciclados.

Além disso, Fuss, Barros e Poganietz (2021) e Resnitzky et al. (2021) apontaram a importância de investigar modelos de governança colaborativa e financiamento contínuo, que pudessem garantir estabilidade institucional às cooperativas. Isso incluiu mecanismos de remuneração justa, contratos de fornecimento com o setor público e privado, e incentivos à inovação social, como linhas de crédito específicas para melhorias tecnológicas e capacitação técnica.

Por fim, houve espaço para pesquisas voltadas à medição dos impactos sociais da economia circular nas comunidades atendidas pelas cooperativas, algo que ainda apareceu de forma dispersa nos estudos. Avaliar como essas organizações contribuíram para o fortalecimento da economia local, a redução da vulnerabilidade social e a construção de novas relações de trabalho foi essencial para justificar e ampliar o apoio institucional e político ao setor.

Em síntese, os estudos analisados demonstraram que as soluções locais implementadas pelas cooperativas de reciclagem tiveram o potencial de responder a desafios globais complexos, como a sustentabilidade urbana, a gestão de resíduos e a justiça ambiental. No entanto, a consolidação dessas práticas como política pública exigiu investimento, planejamento e pesquisa aplicada. O futuro da Economia Circular nos países em desenvolvimento dependeu da capacidade de transformar essas experiências locais em modelos escaláveis, tecnicamente viáveis e socialmente justos.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As considerações finais sobre as cooperativas de reciclagem na América Latina, com foco na operacionalização da Economia Circular (EC), destacaram a importância do modelo circular como um caminho para promover sustentabilidade, inclusão social e justiça econômica. A EC, conforme observada nos estudos, foi amplamente adotada por essas cooperativas, que utilizaram práticas como triagem, desmontagem, remanufatura e recuperação energética para gerir resíduos de diferentes tipos. Além disso, as cooperativas desempenharam um papel essencial na promoção dos 4 R's — reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar —, contribuindo para a diminuição do desperdício e para a regeneração de materiais e produtos.

Essas cooperativas enfrentaram desafios relacionados a infraestrutura, falta de apoio institucional e informalidade, mas também se beneficiaram de facilitadores institucionais, como políticas públicas e marcos legais, que criaram um ambiente mais favorável à sua atuação. As tecnologias aplicadas pelas cooperativas variaram de simples soluções, como a triagem manual, a inovações mais complexas, como a remanufatura de resíduos eletroeletrônicos e a recuperação energética de resíduos industriais. Contudo, a carência de recursos e capacitação impediu a expansão dessas inovações em larga escala, limitando o impacto das cooperativas.

O futuro das cooperativas de reciclagem esteve intrinsecamente ligado ao avanço da EC, mas foi necessário superar as barreiras estruturais e aumentar os investimentos em tecnologias apropriadas, capacitação e fortalecimento institucional. A colaboração entre setor público, privado e sociedade civil foi crucial para garantir que as cooperativas pudessem expandir seu papel no fechamento de ciclos produtivos, gerando benefícios tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente.

Entre as lacunas apontadas nos estudos, destacou-se a falta de dados quantitativos sobre os impactos sociais, ambientais e econômicos das práticas dessas cooperativas. Como proposta para futuras pesquisas, recomendou-se o desenvolvimento de indicadores de desempenho para avaliar as tecnologias adotadas, a análise de modelos de governança colaborativa, a avaliação dos impactos sociais da EC nas comunidades e a investigação sobre como as cooperativas puderam ser integradas mais efetivamente nas cadeias globais de valor.

Portanto, as cooperativas de reciclagem não foram apenas agentes de gestão de resíduos, mas protagonistas de uma transição para uma economia mais circular, inclusiva e sustentável, que deveria ser apoiada por políticas públicas adequadas e investimentos contínuos.

## REFERÊNCIAS

Amato, C. N., Buraschi, M., & González, S. D. (2024). Waste pickers' cooperatives: Social and environmental impacts in the recycling value chain in Cordoba, Argentina. *Development in Practice*, 34(5), 537–554.

Buch, R., Marseille, A., Williams, M., Aggarwal, R., & Sharma, A. (2021). From waste pickers to producers: An inclusive circular economy solution through development of cooperatives in waste management. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16).

Chaves, L., Silva, M., & Oliveira, J. (2021). O papel das cooperativas na redução de emissões e valorização de resíduos na indústria cimenteira. *Revista Brasileira de Sustentabilidade*, 8(1), 25-38.

Correia, A. J. C., de Oliveira Neto, G. C., Metato, R. A. P. B., de Araújo, S. A., Amorim, M., Kumar, V., & Matias, J. (2024). Evaluation of circular economy practices for management of the reverse chain of electronic waste in Brazil. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 26(6), 3699–3713.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition (Vol. 2)*. Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org>

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.

Gutberlet, J. (2023). Grassroots eco-social innovations driving inclusive circular economy. *Detritus*, 22, 3–12.

Hamida, M. B., Jylhä, T., Remøy, H., & Gruis, V. (2023). Circular building adaptability and its determinants – A literature review. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 41(6), 47–69.

- Isernia, R., Passaro, R., Quinto, I., & Thomas, A. (2019). The reverse supply chain of the e-waste management processes in a circular economy framework: Evidence from Italy. *Sustainability*, *11*(8), 2430.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, *127*, 221–232.
- Lima, L. R., Gutierrez, R. F., & Cruz, S. A. (2022). A perspective of the COVID-19 pandemic in the plastic waste management and cooperatives of waste pickers in Brazil. *Circular Economy and Sustainability*, *2*(3), 903–913.
- Martins, J. D. D., Ribeiro, M. D. F., & Silva, M. O. C. (2023). Circular economy and reverse logistics for waste from electrical and electronic equipment: Granting tax incentives to recycling cooperatives as an effective means to promote sustainable development. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, *13*(3), 54–79.
- Mayoh, J., & Onwuegbuzie, A. J. (2015). Toward a conceptualization of mixed methods phenomenological research. *Journal of Mixed Methods Research*, *9*(1), 91–107.
- Miranda, I. T. P., Fidelis, R., Fidelis, D. A. S., Pilatti, L. A., & Picinin, C. T. (2020). The integration of recycling cooperatives in the formal management of municipal solid waste as a strategy for the circular economy—The case of Londrina, Brazil. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(24), 1–22.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, *4*(1), 1.
- Morales, C. M. B., & Sossa, J. W. Z. (2020). Circular economy in Latin America: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, *29*(12), 2479–2497.
- Nolasco, A., Lima, G., & Cruz, M. (2020). Gestão de resíduos em universidades: Contribuições para a economia circular. *Revista Universitária de Sustentabilidade*, *5*(1), 19–30.
- Ortega Alvarado, I. A., & Pettersen, I. N. (2024). The role given to citizens in shaping a circular city. *Urban Geography*, *45*(4), 611–630.
- Resnitzky, M. H. C., Grander, G., Silva, L. F., & Santibanez Gonzalez, E. D. R. (2021). Innovation projects of packaging recycling to a circular economy. *Sustainable Operations and Computers*, *2*, 115–121.
- Rutkowski, J. E. (2020). Inclusive packaging recycling systems: Improving sustainable waste management for a circular economy. *Detritus*, *13*, 29–46.
- Rutkowski, J. E., & Rutkowski, E. W. (2017). Recycling in Brazil: Paper and plastic supply chain. *Resources*, *6*(3).
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson Education Limited.

- Schröder, P. (2020). *Promoting a just transition to an inclusive circular economy*. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2020/04/promoting-just-transition-inclusive-circular-economy>
- Sellitto, M., & Almeida, L. (2020). Desafios logísticos e regulatórios na valorização de resíduos industriais. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 9(2), 25-38.
- Seyfang, G., & Smith, A. (2007). Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda. *Environmental Politics*, 16(4), 584–603.
- Shevchenko, T., Saidani, M., Ranjbari, M., Kronenberg, J., Danko, Y., & Laitala, K. (2023). Consumer behavior in the circular economy: Developing a product-centric framework. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135568.
- Shittu, O. S., Williams, I. D., & Shaw, P. J. (2021). Global E-waste management: Can WEEE make a difference? A review of e-waste trends, legislation, contemporary issues and future challenges. *Waste Management*, 120, 549–563.
- Silva, A. R., & Ramos, T. B. (2024). Transitioning towards circular households: Exploring influential factors and constraints. *Sustainable Production and Consumption*, 51, 404–419.
- Silva, M. B. de D. C. da, Martins, B. R., & Simioni, F. J. (2023). Economic-Financial Analysis of Municipal Solid Waste Recycling in Brazil: a Case Study of a Recycling Cooperative. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 12(2), 23-37.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Tan, J., Tan, F. J., & Ramakrishna, S. (2022). Transitioning to a circular economy: A systematic review of its drivers and barriers. *Sustainability*, 14(3), Article 31757.
- Valderrama-Zurián, J. C., Aguilar-Moya, R., Melero-Fuentes, D., & Aleixandre-Benavent, R. (2015). A systematic analysis of duplicate records in Scopus. *Journal of Informetrics*, 9(3), 570–576.
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112.