



CAPÍTULO 2

ECONOMIA CIRCULAR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Eduarda Silvia Fernanda Modesto Altoé, Lidia Ricci Roque,
Rejane Sartori, João Paulo Marin, Silvio Claudio da Costa

Resumo

A economia circular representa um novo paradigma voltado à reorganização dos sistemas produtivos e de consumo, em contraposição ao modelo linear de “extrair, produzir, consumir e descartar”. Fundamentada nos princípios de reduzir, reutilizar, reciclar e regenerar, a economia circular busca dissociar o crescimento econômico do consumo de recursos finitos, promovendo eficiência sistêmica, inovação tecnológica e regeneração ambiental. Assim, este capítulo apresenta uma análise sobre economia circular, com ênfase em seus impactos sociais e ambientais, bem como seus benefícios e desafios. Trata-se de um estudo qualitativo, de caráter exploratório, sustentado em revisão bibliográfica e análise documental. O estudo resgata a evolução histórica do conceito até as contribuições contemporâneas; evidencia benefícios como mitigação de emissões de CO₂, fortalecimento das economias locais, inclusão social e geração de empregos verdes, destacando exemplos práticos de empresas como Philips, Renault, Unilever e Patagonia. Apresenta ainda indicadores para mensurar iniciativas circulares urbanas e ressalta a importância de políticas públicas integradas, educação técnica e governança colaborativa. Conclui-se que a economia circular representa não apenas um modelo ambiental, mas uma estratégia civilizatória capaz de harmonizar prosperidade econômica, equidade social e integridade ecológica, desde que suas diretrizes sejam efetivamente incorporadas às políticas públicas, à cultura de consumo e aos sistemas produtivos.

Palavras-chave: Economia circular. Sustentabilidade. Produção e consumo. Inovação.

1. Introdução

Nos últimos anos têm sido frequentes os debates globais acerca da finitude dos recursos naturais e dos impactos das ações humanas no meio ambiente, colocando-se em questionamento o modelo linear de produção, que segue a sequência de “extrair”, “produ-

zir”, “consumir” e “descartar”. Neste aspecto, são emergentes os debates acerca da economia circular, conceito que indica a forma como os bens e serviços são produzidos, consumidos e destinados, com foco em eficiência e sustentabilidade (Abdalla; Sampaio, 2018).

Promover a reutilização, reciclagem e recuperação de materiais são princípios da economia circular, que visa gerar ciclos de produção mais limpos e responsáveis. A sociedade, por sua vez, se beneficia com este modelo de negócios que busca equilibrar aspectos econômicos, tecnológicos, sociais e ambientais (Farias et al., 2021).

Para Kirchherr et al. (2018), o conceito de economia circular envolve práticas como o redesenho de produtos para facilitar seu reuso e reciclagem, a extensão da vida útil dos bens por meio de reparos, remanufatura e compartilhamento, além da valorização energética e do aproveitamento de resíduos industriais. A aplicação desses princípios, segundo os autores, permite que materiais e recursos retornem ao ciclo produtivo continuamente, reduzindo a dependência de recursos virgens e promovendo a eficiência sistêmica e o desenvolvimento sustentável.

Para a sociedade, os ganhos vão além da redução de impactos ambientais, pois envolvem a oferta de produtos e serviços mais acessíveis, a geração de novas oportunidades econômicas e a construção de cidades mais resilientes e inteligentes. Esse novo paradigma também contribui para o fortalecimento de economias locais, promovendo a criação de empregos em novas áreas, ao passo que impulsiona inovações sociais e tecnológicas voltadas à sustentabilidade (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

A economia circular não deve ser entendida apenas como um conjunto de práticas ambientais, mas como um novo paradigma econômico que busca o equilíbrio entre crescimento econômico, inovação tecnológica, justiça social e preservação ambiental. Nesse contexto, a participação ativa de governos, empresas, universidades e da sociedade civil é essencial para que a transição de um modelo linear para um modelo circular ocorra de forma eficaz e duradoura (Kirchherr et al., 2018).

Desta forma, este capítulo apresenta uma análise sobre economia circular, com ênfase em seus impactos sociais e ambientais, bem como seus benefícios e desafios. Para tanto, realizou-se um estudo qualitativo, de caráter exploratório, sustentado em revisão bibliográfica e análise documental.

O processo metodológico desenvolveu-se primeiramente com o levantamento e seleção de referências científicas. Foram consultados artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais indexados nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *SciELO*, além de relatórios oficiais produzidos por instituições como *Ellen MacArthur Foundation*, o *United Nations Environment Programme* (UNEP), em português, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE), a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e organismos multilaterais. Esse levantamento permitiu mapear a evolução conceitual da economia circular, seus fundamentos, dimensões e abordagens analíticas contemporâneas.

Posteriormente, foram analisados casos e evidências práticas para compreender a aplicabilidade da economia circular em diferentes setores produtivos. Para tanto, buscou-se por casos reconhecidos na literatura, tais como Philips, Renault, Patagonia e Unilever. Esses exemplos foram selecionados por refletirem práticas consolidadas de remanufatura, reuso, design regenerativo, logística reversa e modelos de negócio circulares.

Ao final, foi realizada a construção analítica, a partir da integração entre o marco conceitual e os dados empíricos, analisando-se as potencialidades e limitações da economia circular. Essa etapa considerou dimensões ambientais, econômicas, sociais e institucionais. Essa metodologia permitiu consolidar um panorama atual e fundamentado sobre a economia circular, articulando teoria, prática e políticas públicas, além de oferecer bases para a reflexão crítica apresentada ao longo do estudo.

2. ECONOMIA CIRCULAR

2.1 ORIGEM E EVOLUÇÃO

O modelo tradicionalmente utilizado de consumo linear trouxe preocupações crescentes sobre os impactos ambientais e sociais desse sistema, devido à grande quantidade de resíduos produzidos e à escassez dos recursos naturais. Diante desses problemas e ameaças ao futuro das próximas gerações, ambientalistas passaram a entender o meio ambiente não como um conjunto de elementos com conexões lineares, mas como partes de uma relação circular e interdependente (Tioissi; Simon, 2021).

Kenneth Boulding (1966), cofundador da Teoria Geral dos Sistemas e um pensador interdisciplinar cujas contribuições influenciaram profundamente a ecologia, a teoria evolucionária e a economia da paz, questionou a lógica do “planeta ilimitado”, propondo a visão de que a Terra possui limites biofísicos intransponíveis, e sua sobrevivência depende da gestão eficiente e responsável dos recursos naturais. Para esse autor, o desenvolvimento da humanidade dependeria da transição para um modelo econômico consciente dos limites do planeta e pautado na busca pela regeneração dos ecossistemas naturais.

Na década de 1970, a preocupação com a escassez de recursos e os impactos ambientais do crescimento econômico ganhou destaque com o relatório *The Limits to Growth* (1972), elaborado pelo Clube de Roma. O estudo utilizou modelos matemáticos para simular cenários futuros e alertou sobre a insustentabilidade do modelo econômico linear baseado na exploração contínua de recursos naturais (Meadows et al., 1972).

Nos anos 1980, o conceito de ecologia industrial começou a ganhar força. Em seu artigo, Frosch e Gallopoulos (1989) propuseram a integração dos sistemas industriais por meio da reutilização de resíduos como insumos em outros processos produtivos. Essa abordagem sugere a construção de redes industriais semelhantes aos ecossistemas naturais, onde não há desperdício e os materiais circulam continuamente entre diferentes organizações.

A partir dos anos 2000, o termo economia circular passou a ganhar maior destaque nas agendas econômicas e ambientais globais, com a publicação de relatórios como os elaborados pela *Ellen MacArthur Foundation* (2013). Essa Fundação demonstrou, por meio de análises econômicas, que a transição para modelos circulares poderia gerar múltiplos benefícios, dentre eles uma oportunidade de economia anual de custos de materiais de mais de 600 bilhões de dólares, considerando apenas alguns setores de manufatura da União Europeia.

Os princípios básicos da economia circular incluem os conceitos de “redução”, “reutilização”, “reciclagem” e “recuperação”. Esmiuçando-os, tem-se que a redução visa minimizar a quantidade de recursos utilizados na produção. A reutilização promove o reaproveitamento de produtos e componentes. Por sua vez, a reciclagem transforma materiais descartados em novos produtos e a recuperação visa extrair valor dos resíduos, seja na forma de energia ou novos materiais. Desta forma, observa-se que os produtos não se esgotam em si mesmos, como na economia linear, contribuindo para a sustentabilidade (Rossi et al., 2022).

A economia circular não se limita apenas ao microambiente das empresas ou aos seus processos produtivos internos. Embora a otimização da produção, o reaproveitamento de materiais e a redução de resíduos dentro das organizações sejam aspectos fundamentais, ela vai além. O seu objetivo está em repensar todo o sistema econômico, desde a concepção do produto até seu uso, descarte e reinserção no ciclo produtivo (Vier et al., 2021). Dessa forma, compreende-se que a economia circular representa mais do que uma alternativa econômica ou ambiental; trata-se de uma estratégia transversal, com impacto direto em diversos setores e com possibilidades de ganhos e geração de economia de recursos materiais e financeiros.

2.2 ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE

A economia circular está intrinsecamente ligada ao conceito de sustentabilidade, uma vez que propõe a reorganização dos sistemas produtivos e de consumo. Ela busca o equilíbrio entre três dimensões fundamentais do desenvolvimento sustentável: a econômica, a ambiental e a social. No aspecto econômico, a economia circular apresenta vantagens

significativas ao promover uma gestão mais eficiente dos recursos produtivos. Ao priorizar o reaproveitamento de materiais e a redução do desperdício, esse modelo contribui para a diminuição dos custos operacionais e o aumento da rentabilidade das empresas (Geissdoerfer et al., 2017).

Um exemplo real da aplicação das práticas de economia circular é o da Philips. A empresa atua no setor de tecnologia e iluminação e desenvolveu modelos de negócios baseados no conceito de produto como serviço. No segmento de iluminação, a empresa implementou o modelo “Iluminação como Serviço”, no qual os clientes pagam pelo uso da iluminação, enquanto a Philips mantém a posse dos equipamentos e é responsável pela manutenção, atualização e reciclagem das luminárias. Isso permite à empresa recuperar os componentes, reduzindo custos e os impactos ambientais associados à produção e descarte (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Outro caso é o da Renault, que opera uma das maiores unidades de remanufatura automotiva da Europa, a *Renault Choisy-le-Roi* (França), onde motores, caixas de câmbio e injetores são recondicionados para voltarem ao mercado com garantia de fábrica. Esse processo não apenas economiza matérias-primas e energia, como também gera empregos qualificados e amplia a margem de lucro da empresa, que consegue oferecer peças a preços mais competitivos (Geissdoerfer et al., 2017).

No setor têxtil, a marca Patagonia é frequentemente citada como exemplo de economia circular ao incentivar práticas como o reparo de roupas, a revenda de peças usadas e o desenvolvimento de produtos com alto teor de material reciclado. Seu programa “*Worn Wear*” promove a extensão do ciclo de vida de vestuário, evitando descartes prematuros e estimulando o consumo consciente (Kirchherr et al., 2018).

No aspecto ambiental, a economia circular é benéfica, pois propõe a redução da extração de recursos naturais, a minimização da geração de resíduos e a mitigação de emissões poluentes ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Segundo dados do UNEP, em 2019 o fluxo global de materiais totalizou 105,7 bilhões de toneladas, das quais apenas 9,5 bilhões foram efetivamente recicladas (UNEP, 2024). Esses números revelam a baixa taxa de circularidade dos sistemas produtivos atuais. Nesse cenário, a economia circular se apresenta como uma estratégia essencial para mitigar esses impactos, promovendo ciclos produtivos mais eficientes e sustentáveis.

A Unilever Brasil, uma das principais multinacionais do setor de bens de consumo, tem adotado práticas de economia circular por meio de iniciativas de logística reversa e redesign de suas embalagens. A empresa implementou sistemas de coleta e reaproveitamento de embalagens pós-consumo, em parceria com cooperativas de catadores, redes varejistas e programas públicos de reciclagem, ampliando a circularidade dos materiais

plásticos. Em 2022, anunciou que evitou o uso de mais de 15 mil toneladas de plástico novo em suas operações no Brasil, demonstrando o potencial da economia circular como ferramenta concreta para a sustentabilidade ambiental (Unilever, 2022). Tal iniciativa ilustra que, quando as empresas integram os princípios da economia circular em seus modelos de negócios, os ganhos vão além do desempenho ambiental e promovem também melhorias reputacionais e reduções de custos.

Para o aspecto social, a economia circular gera oportunidades de geração de empregos e valorização do trabalho local. Ao incentivar práticas como a reciclagem, o reuso e a remanufatura, cria-se uma demanda por serviços e mão de obra que muitas vezes envolvem comunidades marginalizadas, especialmente por meio da atuação de cooperativas de catadores e pequenos empreendedores. Essa dinâmica contribui para o fortalecimento de economias locais, a redução das desigualdades sociais e o estímulo ao empreendedorismo sustentável (Barbosa; Prates, 2023).

Um exemplo de inclusão social por meio da economia circular é o trabalho desenvolvido pelas cooperativas de catadores de materiais recicláveis no Brasil, que têm papel estratégico na logística reversa e no reaproveitamento de resíduos sólidos urbanos. Iniciativas como a Rede Cataunidos, em Minas Gerais, ou a Cooperativa Coopamare, em São Paulo, demonstram como a atuação organizada de catadores pode ser integrada a cadeias produtivas circulares, com impacto positivo na geração de renda e formalização do trabalho (Bernardes; Oliveira, 2020).

A inclusão social promovida pela economia circular pode ser validada por um exemplo internacional, o programa “*Net-Works*”, desenvolvido pela empresa de carpetes Interface. A iniciativa foi implementada em comunidades costeiras das Filipinas e do Camboja, onde pescadores locais enfrentavam dificuldades econômicas e os oceanos sofriam com a poluição causada por redes de pesca descartadas. O programa criou uma cadeia circular na qual essas redes passaram a ser coletadas pelas comunidades, transformadas em matéria-prima reciclada e utilizadas na produção de carpetes pela Interface. Essa estratégia gerou duplo impacto: ambiental, ao evitar que milhares de toneladas de redes plásticas fossem descartadas nos oceanos, e social, ao oferecer uma nova fonte de renda em regiões de alta vulnerabilidade socioeconômica (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Assim, o engajamento corporativo desempenha papel importante na transição para um sistema produtivo circular. O sucesso de iniciativas como as das empresas citadas revela que, quando há alinhamento entre responsabilidade ambiental e inovação tecnológica, os impactos positivos são mensuráveis e replicáveis. Isso reforça a importância de incentivos públicos e divulgação de casos de sucesso como formas de ampliar a adoção de práticas circulares em escala (Geissdoerfer et al., 2017).

Apesar de vários benefícios, a implementação da economia circular enfrenta diversas problemáticas. Entre elas destacam-se a mudança de mentalidade de consumidores, empresas, governos e sociedade como um todo, além da falta de infraestrutura adequada para reciclagem e reutilização e a ausência de políticas públicas que incentivem as práticas da economia circular (Rossi et al., 2022).

Um dos principais obstáculos está na cultura enraizada do modelo de consumo linear presente tanto nas empresas quanto entre os consumidores. Esta cultura dificulta a transição para práticas circulares, que exigem mudança de mentalidade, investimento e engajamento coletivo. Outro desafio é a falta de incentivos econômicos e regulatórios. Muitos governos ainda não oferecem políticas públicas ou subsídios que favoreçam a adoção de práticas circulares. Em muitos casos, ainda é mais barato para a empresa extrair matéria-prima nova do que investir em processos de reaproveitamento ou reciclagem (Rossi et al., 2022).

Portanto, embora promissora, a implementação da economia circular exige um esforço conjunto entre governos, empresas, consumidores e instituições de ensino. É preciso promover mudanças estruturais, culturais e tecnológicas, para que seus princípios deixem de ser apenas uma proposta e se tornem realidade em larga escala.

3. BENEFÍCIOS E OPORTUNIDADES DA ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular oferece uma ampla gama de benefícios e oportunidades, consolidando-se como um modelo alternativo ao sistema linear tradicional de produção e consumo. Um dos principais ganhos está na otimização do uso de recursos naturais, por meio da reutilização, reciclagem, remanufatura e design regenerativo, o que contribui diretamente para a redução da dependência de matérias-primas virgens (Geissdoerfer et al., 2017). Outro aspecto relevante é o estímulo à inovação, especialmente no desenvolvimento de novos modelos de negócio baseados em serviços, compartilhamento de bens, design modular e uso de materiais sustentáveis (Abdalla; Sampaio, 2018).

A economia circular apresenta um caminho promissor para a redução significativa das emissões globais de CO₂, especialmente nos setores industriais mais difíceis de descarbonizar, como cimento, aço, plásticos e alumínio. Juntos, esses quatro materiais são responsáveis por aproximadamente 60% das emissões do setor industrial. A aplicação de estratégias circulares nesses setores pode resultar em uma redução de até 40% nas emissões projetadas para 2050, o que equivale a cerca de 3,7 bilhões de toneladas de CO₂ (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

O modelo circular propõe eliminar desperdícios nos processos produtivos e no design de produtos, o que pode evitar 0,9 bilhão de toneladas de CO₂ por ano. Além disso, o reuso

de produtos e componentes, com base em modelos de negócio como aluguel e compartilhamento, pode evitar 1,1 bilhão de toneladas de CO₂ anuais. A recirculação de materiais, por meio da coleta, triagem e reciclagem, possui o maior potencial de mitigação, com redução de até 1,7 bilhão de toneladas de CO₂ ao ano (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Assim, nota-se que a recirculação de materiais não é apenas uma estratégia técnica com alto potencial de impacto, mas um pilar para a transição rumo à neutralidade climática. Investir em infraestrutura de reciclagem, inovação tecnológica e políticas públicas efetivas torna-se uma ação importante para cidades e países comprometidos com um futuro sustentável.

Segundo dados da Ellen MacArthur Foundation (2019), a urbanização crescente e o aumento das pressões ambientais apontam as cidades como as responsáveis por 70% das emissões globais de gases de efeito estufa e 50% dos resíduos. As iniciativas circulares urbanas são estratégias aplicadas nas cidades para implementar os princípios da economia circular, promovendo o uso eficiente de recursos, a regeneração ambiental e a redução de resíduos e emissões. Envolvem ações como logística reversa, reuso, reciclagem, plataformas digitais e design sustentável, articulando setor público, privado e sociedade civil para impulsionar um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente (Farias et al., 2021).

Os indicadores para avaliação de iniciativas circulares urbanas representam um instrumento importante para mensurar o progresso e os impactos das políticas públicas, projetos e práticas voltadas à promoção da economia circular nos contextos urbanos. Ao integrar diferentes dimensões, ambiental, econômica, social e de governança, esses indicadores possibilitam um diagnóstico abrangente da efetividade das ações. No Quadro 1 apresentam-se alguns dos indicadores circulares adotados pelas cidades.

Os indicadores selecionados possibilitam uma leitura abrangente da circularidade no ambiente urbano, traduzindo em métricas o grau de eficiência operacional, inovação socioeconômica e institucionalização das políticas públicas locais. A taxa de reciclagem de resíduos urbanos constitui um dos parâmetros centrais na mensuração da eficiência dos sistemas municipais de gestão de resíduos sólidos. O indicador expressa a proporção de resíduos coletados e destinados adequadamente, por meio de reciclagem, compostagem ou envio a aterros controlados, em relação ao total de resíduos gerados. Conforme os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Brasil, o "Indicador 11.6.1", desenvolvido por IBGE e demais instituições, é uma métrica importante para o monitoramento do ODS 11, que busca promover cidades e comunidades mais sustentáveis. Além de traduzir práticas ambientais, o indicador revela capacidades de planejamento, infraestrutura operacional e alcance das políticas de coleta seletiva, logística reversa e valorização de resíduos, servindo como ponto de partida para medir avanços rumo à circularidade urbana.

Quadro 1 Indicadores para avaliação de iniciativas circulares urbanas

Dimensão	Indicador	Descrição	Fonte
Ambiental	Taxa de reciclagem de resíduos urbanos	Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas pelo total de resíduos urbanos gerados, por cidades	Brasil (2024a)
	Redução nas emissões de Gases de Efeito Estufa	Varição nas emissões de gases de efeito estufa por município após a implementação de políticas ou práticas circulares.	Observatório do Clima (2023)
	Porcentagem de área verde urbana recuperada ou regenerada	Percentual de expansão de áreas verdes ou espaços naturais regenerados por práticas circulares	ONU-Habitat (2022)
	Eficiência no uso de recursos	Quantidade de recursos naturais extraídos ou consumidos por habitante na cidade, permitindo avaliar intensidade material e eficiência.	UNEP (2024)
Econômica	Redução de custos públicos com gestão de resíduos	Varição nos gastos municipais com coleta, transporte e destinação de resíduos após implementação de políticas circulares.	Abrema (2024)
	Geração de empregos verdes	Número de postos de trabalho criados em setores circulares (reciclagem, reuso, logística reversa).	Brasil (2024b) e Abrema (2024)
	Retenção de Valor Econômico	Avalia o quanto o sistema produtivo consegue preservar e ampliar o valor econômico dos materiais e produtos por meio de estratégias circulares, como reuso, reparo, remanufatura, reciclagem e extensão da vida útil.	CNI, Sebrae (2024)
Social	Acesso equitativo a bens e serviços compartilhados	Taxa de adoção de serviços de compartilhamento (mobilidade, moradia, produtos), indicando democratização do acesso.	UN-Habitat (2022)
Governança	Existência de plano municipal de economia circular	Recomenda-se que os municípios elaborem seus Planos Municipais de Economia Circular, articulando-os aos Planos de Resíduos Sólidos, Planos Diretores e estratégias locais de desenvolvimento sustentável.	Brasil (2025)
	Índice de parcerias público-privadas para projetos circulares	Número e robustez de parcerias estabelecidas entre governo, empresas, sociedade civil e universidades para implementação de iniciativas circulares.	Relatórios públicos de instituições públicas e privadas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No campo ambiental, o indicador de redução nas emissões de gases de efeito estufa agrega uma dimensão climática indispensável à avaliação da economia circular. Com base nos inventários disponibilizados pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) – Observatório do Clima (2023), essa métrica evidencia o

impacto direto de práticas circulares, tais como compostagem, reciclagem, remanufatura, recuperação energética e inovação tecnológica, na mitigação das emissões territoriais. Estudos internacionais demonstram que a adoção de estratégias circulares pode reduzir significativamente as emissões dos setores mais intensivos em carbono, como resíduos, mobilidade e manufatura (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Assim, a mensuração da variação de gases de efeito estufa representa não apenas um indicador ambiental, mas também uma ferramenta estratégica para monitorar o alinhamento dos municípios às metas climáticas globais.

Outro indicador ambiental relevante é a eficiência no uso de recursos, definido no relatório Global Resources Outlook (UNEP, 2024). A métrica expressa a intensidade material da economia urbana, relacionando o volume de biomassa, metais, minerais e combustíveis fósseis consumidos por habitante. Quanto maior o uso material, maior a pressão sobre os ecossistemas e maior a geração de resíduos. Reduções progressivas indicam avanços em circularidade, refletindo maior utilização de produtos duráveis, intensificação do reuso, reaproveitamento de materiais, design regenerativo e modelos de negócio menos dependentes de extração primária. Trata-se de um indicador crítico para avaliar o nível de desacoplamento entre crescimento econômico e uso de recursos naturais, elemento estrutural da economia circular contemporânea.

Na dimensão econômica, o indicador de redução de custos públicos com gestão de resíduos, baseado no Panorama da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (Abrema, 2024), permite avaliar a sustentabilidade financeira das políticas implementadas. Municípios que adotam práticas circulares como compostagem descentralizada, otimização logística, coleta seletiva estruturada e integração de cooperativas reduzem consideravelmente seus gastos com transporte e destinação final, além de prolongarem a vida útil dos aterros sanitários. A literatura aponta que a economia circular tende a gerar benefícios fiscais expressivos, permitindo a realocação de recursos para educação ambiental, inovação e infraestrutura.

Também na dimensão econômica, a Retenção de Valor Econômico (RVE), proposta pelo guia Economia Circular na Prática (CNI, Sebrae, 2024), mensura a capacidade do sistema urbano de preservar valor ao longo do ciclo de vida dos produtos. Estratégias como reuso, reparo, remanufatura, reciclagem e design modular ampliam a vida útil dos materiais, reduzem o desperdício e geram novas oportunidades de negócio. O indicador reflete a maturidade das cadeias produtivas e sinaliza o nível de inovação tecnológica e empresarial. Alinha-se às diretrizes da Série ABNT NBR ISO 59000, que enfatiza a importância da manutenção do valor como pilar da circularidade.

Na dimensão social, o indicador de acesso equitativo a bens e serviços compartilhados permite avaliar o grau de democratização do acesso à economia colaborativa. Conforme o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat, 2022), serviços como bicicletas e carros compartilhados, espaços de *coworking*, moradia colaborativa e plataformas de compartilhamento contribuem para a redução de desigualdades socio-espaciais, ampliam a acessibilidade urbana e reduzem a necessidade de produção de bens materiais. Baixos níveis de adoção podem indicar barreiras de infraestrutura, limitações tecnológicas ou desigualdade territorial na distribuição desses serviços, enquanto níveis elevados refletem cidades mais inclusivas e alinhadas aos preceitos circulares.

Por fim, a dimensão de governança inclui dois indicadores estruturantes. A existência de Plano Municipal de Economia Circular (PMEC) constitui evidência de institucionalização da agenda, revelando capacidade de planejamento, articulação intersetorial e alinhamento às diretrizes nacionais. Municípios que dispõem de um PMECC tendem a apresentar políticas mais coerentes, metas claras, indicadores monitoráveis e governança integrada com setores-chave.

O índice de parcerias público-privadas para projetos circulares complementa essa dimensão, revelando a robustez das articulações entre governo, empresas, universidades e sociedade civil. A literatura enfatiza que a transição circular depende de arranjos colaborativos estáveis e da construção de redes interorganizacionais capazes de promover inovação, financiar infraestrutura e mobilizar atores sociais (Kirchherr et al., 2018; OECD, 2020). Esse indicador expressa, portanto, a capacidade política e institucional de implementar iniciativas circulares de forma sistêmica e contínua.

Em síntese, o conjunto de indicadores analisados compõe um arcabouço metodológico multidimensional adequado para avaliar a circularidade urbana sob perspectivas ambiental, econômica, social e institucional. Ao integrarem evidências quantitativas e qualitativas, essas métricas permitem diagnósticos que podem fundamentar decisões estratégicas e sustentar o alinhamento das cidades ao Plano Nacional de Economia Circular (2025–2034) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 11, 12 e 13. Esse conjunto de indicadores fortalece a capacidade analítica dos municípios e contribui para a formulação de políticas públicas mais consistentes, resilientes e integradas aos desafios contemporâneos da sustentabilidade.

Embora os indicadores aqui apresentados constituam um arcabouço metodológico abrangente, verificou-se que há limitações importantes relacionadas à disponibilidade, padronização e acessibilidade dos dados públicos. Muitas bases são incompletas, desatualizadas ou fragmentadas, dificultando análises comparativas entre municípios e restringindo a capacidade de tomada de decisão baseada em evidências.

Essas limitações apontam para a necessidade de ampliar a produção de dados estruturados sobre circularidade urbana, desenvolver metodologias integradas e fortalecer sistemas nacionais de monitoramento. Somente por meio de indicadores robustos e atualizados será possível consolidar a economia circular como estratégia efetiva de desenvolvimento territorial e transição ambiental.

4. BARREIRAS E LIMITAÇÕES DA ECONOMIA CIRCULAR

Apesar de seus benefícios ambientais, econômicos e sociais, a implementação da economia circular enfrenta entraves significativos que se manifestam em diferentes níveis: estrutural, cultural, tecnológico, regulatório e social. Uma das principais limitações decorre da persistência de um paradigma produtivo historicamente ancorado no extrativismo e na linearidade. Cadeias produtivas, modelos de consumo e infraestruturas industriais continuam organizados com base na lógica “extrair–produzir–descartar”, o que dificulta a transição para fluxos circulares de materiais, energia e informação (Geissdoerfer et al., 2017). Essa estrutura rígida reflete décadas de padronização industrial e de incentivos econômicos voltados para a produção de bens efêmeros e de rápida obsolescência, tornando mais lenta e onerosa a adoção de práticas regenerativas.

No campo tecnológico, embora haja avanços expressivos em áreas como reciclagem química, bioengenharia de materiais, design regenerativo e sistemas inteligentes de rastreabilidade, essas tecnologias ainda se encontram, em muitos casos, em estágios intermediários de maturidade. Países em desenvolvimento enfrentam desafios adicionais, como custos operacionais elevados, baixa disponibilidade de infraestrutura adequada e dificuldade de acesso a financiamento para inovação (Farias et al., 2021). Soma-se a isso o fato de que a maior parte dos produtos ainda não é concebida segundo princípios de ecodesign ou design para desmontagem, o que inviabiliza processos de remanufatura e reinserção de componentes nas cadeias produtivas.

Do ponto de vista institucional, observa-se um déficit de políticas públicas integradas capazes de impulsionar a circularidade em escala sistêmica. A ausência de subsídios, incentivos fiscais, compras públicas sustentáveis e marcos regulatórios específicos compromete a viabilidade econômica de modelos circulares. Frequentemente, os custos associados ao reaproveitamento superam aqueles relacionados ao descarte, o que desestimula empresas a adotarem modelos mais sustentáveis (Alves et al., 2022). Outro entrave relevante é a falta de métricas padronizadas e indicadores consolidados, o que dificulta monitorar, comparar e mensurar impactos reais da economia circular.

No âmbito social, embora a circularidade apresente potencial para gerar trabalho decente e inclusão produtiva, persiste o risco de precarização, sobretudo entre catadores

e trabalhadores informais das cadeias de reciclagem. Sem políticas específicas de qualificação, valorização profissional e participação ativa das cooperativas na governança dos sistemas circulares, há risco de aprofundamento das desigualdades (Barbosa; Prates, 2023). A transição circular demanda, portanto, instituições capazes de assegurar condições justas, respeito às normas trabalhistas e mecanismos de inclusão efetiva.

Outro desafio emergente diz respeito ao *greenwashing*, a adoção superficial ou retórica de práticas circulares por parte de empresas que não realizam transformações reais no ciclo de vida de seus produtos. A literatura aponta que a proliferação de narrativas ambientais não verificadas compromete a credibilidade das iniciativas circulares e pode distorcer percepções do público e dos formuladores de políticas (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Além disso, é fundamental reconhecer que nem todos os fluxos materiais são economicamente viáveis de serem fechados. Em tais casos, reduções estruturais de consumo, transição para materiais realmente renováveis e estratégias regenerativas mais amplas tornam-se indispensáveis.

Ao mesmo tempo, a ampliação do acesso à informação e o fortalecimento da educação ambiental vêm se tornando motores relevantes para mudanças socioculturais. Consumidores mais conscientes passam a exigir transparência, responsabilidade socioambiental e comprovação científica das práticas anunciadas pelas empresas (Farias et al., 2021). Esse processo de educação crítica, quando embasado em evidências e em mecanismos confiáveis de comunicação científica, intensifica a pressão social por cadeias produtivas mais éticas e sustentáveis. Assim, estabelece-se um ciclo virtuoso em que ciência, informação pública e participação cidadã impulsionam transformações concretas no modelo econômico (Saavedra et al., 2018).

Nesse sentido, a relação e a conexão entre pesquisa, educação e mobilização social configuram um mecanismo central para o avanço da economia circular. O conhecimento científico não apenas interpreta a realidade, mas orienta sua transformação, fortalecendo políticas públicas e estratégias empresariais alinhadas a sistemas produtivos regenerativos. A construção dessa transição depende, portanto, da cooperação multissetorial entre academia, setor produtivo, governos e sociedade civil, uma condição indispensável para enfrentar os desafios ainda presentes e consolidar trajetórias circulares que sejam ambientalmente eficazes, economicamente viáveis e socialmente justas.

5. CONCLUSÃO

A análise desenvolvida ao longo deste estudo evidencia que a economia circular extrapola a ideia de um conjunto de práticas ambientalmente responsáveis e se firma como um novo modo de compreender e organizar a produção, o consumo e a gestão de recur-

sos. Ao confrontar diretamente o modelo linear baseado em extração, uso e descarte, a economia circular propõe uma reconfiguração profunda dos sistemas econômicos, apoiada na redução do desperdício, na valorização dos materiais ao longo de todo o ciclo de vida e na regeneração dos ecossistemas. Trata-se de um paradigma que articula, de forma integrada, dimensões ambientais, econômicas, sociais e institucionais, reposicionando a sustentabilidade como eixo estruturante do desenvolvimento.

A partir da revisão teórica e da análise de casos práticos, foi possível constatar que modelos de negócio fundamentados em remanufatura, reutilização, compartilhamento, logística reversa e design regenerativo não apenas são tecnicamente viáveis, como podem gerar ganhos econômicos expressivos, fortalecimento de competitividade e criação de novas oportunidades de trabalho e renda. Experiências em diferentes setores mostram que, quando a circularidade é incorporada de forma estratégica às operações empresariais e às políticas públicas, surgem efeitos combinados de redução de custos, incremento de eficiência, inovação tecnológica e fortalecimento da reputação institucional.

Outro resultado relevante deste estudo foi a sistematização de um conjunto multidimensional de indicadores para avaliação de iniciativas circulares em contextos urbanos. A seleção de métricas ambientais, econômicas, sociais e de governança permitiu demonstrar que a circularidade pode, e deve, ser monitorada de forma objetiva, por meio de parâmetros como reciclagem, uso de recursos, emissões, custos públicos, retenção de valor, acesso a serviços compartilhados, planejamento institucional e cooperação intersetorial. Este arcabouço metodológico contribui para transformar a economia circular de um conceito normativo em um campo passível de mensuração, comparação e acompanhamento ao longo do tempo.

Ao mesmo tempo, o estudo reforçou que a transição para a economia circular está longe de ser automática. Persistem barreiras estruturais associadas à dependência de cadeias lineares, obstáculos tecnológicos ligados à maturidade e ao custo de novas soluções, limitações regulatórias e econômicas que ainda favorecem o descarte em detrimento do reaproveitamento, além de desafios sociais relacionados à informalidade, à precarização do trabalho e à exclusão de grupos vulneráveis dos benefícios gerados pelas novas cadeias circulares. Some-se a isso o risco de discursos superficiais de sustentabilidade que não se traduzem em transformações reais, o que fragiliza a confiança da sociedade e desacredita a agenda.

Também ficou evidente que existem lacunas importantes na disponibilidade, na qualidade e na padronização de dados sobre circularidade, especialmente em escala municipal. A ausência de séries históricas consistentes e de sistemas integrados de monitoramento limita a capacidade de avaliação rigorosa de políticas e projetos e dificulta o planejamento

de longo prazo. Essa constatação aponta para a necessidade de maior articulação entre instituições públicas, setor produtivo, academia e sociedade civil na construção de bases de dados confiáveis, metodologias compartilhadas e instrumentos permanentes de acompanhamento e transparência.

Diante desse quadro, a economia circular se revela simultaneamente como desafio e oportunidade. Desafio, porque implica questionar estruturas consolidadas, rever incentivos, redesenhar produtos, modelos de negócio e marcos regulatórios. Oportunidade, porque oferece um caminho concreto para alinhar competitividade econômica, inovação tecnológica, inclusão social e integridade ecológica. A consolidação dessa agenda depende da capacidade de transformar conhecimento em ação, experiências pontuais em políticas estruturantes e iniciativas isoladas em estratégias territoriais articuladas.

Este estudo contribui ao evidenciar que a economia circular não deve ser interpretada como uma solução simples para problemas complexos, mas como um referencial orientador para a construção de trajetórias de desenvolvimento mais justas, resilientes e regenerativas. O aprofundamento das pesquisas, a ampliação e qualificação dos indicadores, o fortalecimento da governança colaborativa e a integração entre ciência, gestão pública e práticas empresariais constituem passos indispensáveis para que os princípios circulares deixem de ser um ideal abstrato e se materializem em resultados concretos para as cidades, os territórios e as pessoas.

Estudos futuros podem aprofundar a compreensão da economia circular a partir de análises empíricas aplicadas ao contexto municipal e regional, especialmente no Brasil, onde a disponibilidade de dados ainda é limitada. Investigações comparativas entre cidades, diagnósticos territoriais de cadeias produtivas circulares e avaliações de impacto de políticas públicas permitem avançar na identificação de fatores que facilitam ou dificultam a transição. Pesquisas sobre modelos de negócio inovadores, financiamentos verdes, estratégias de inclusão produtiva e instrumentos de governança colaborativa também constituem caminhos relevantes para ampliar a efetividade das iniciativas circulares. Ademais, há espaço para o desenvolvimento de metodologias de mensuração de indicadores, incluindo sistemas digitais de monitoramento contínuo, o que pode fortalecer a tomada de decisão e sustentar a construção de políticas mais integradas e orientadas por evidências.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, F. A.; SAMPAIO, A. C. Os novos princípios e conceitos inovadores da economia circular. **Revista Entorno Geográfico**, n. 15, p. 82–102, fev./jun. 2018.
- ALVES, J. L. et al. Economia circular e energias renováveis: uma análise bibliométrica da literatura internacional. **Interações**, v. 23, n. 2, p. 541–557, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DE RESÍDUOS (ABREMA). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 17 nov. 2025.

BARBOSA, A. C.; PRATES, K. V. M. C. Reciclagem de resíduos eletroeletrônicos no cenário brasileiro: dificuldades e propostas. **Friends of Nature of Alta Paulista**, v. 19, n. 4, 2023.

BERNARDES, M. A.; OLIVEIRA, R. R. Catadores e a economia circular: desafios e oportunidades na gestão de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, n. 3, p. 498–510, 2020.

BOULDING, K. E. The economics of knowledge and the knowledge of economics. **The American Economic Review**, v. 56, n. 1/2, p. 1–13, 1966.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **ODS Brasil – Indicador 11.6.1: proporção de resíduos sólidos urbanos regularmente coletados com destino final adequado**. Brasília, DF: IBGE, 2024a. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo11/indicador1161>. Acesso em: 11 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – CAGED**. Brasília, DF: MTE, 2024b. Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/>. Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços; BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Economia Circular 2025–2034**. Brasília, DF: Governo Federal, 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI); SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Economia circular na prática: guia de implementação segundo a Série ABNT NBR ISO 59000**. Brasília, DF: CNI; Sebrae, 2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition**. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe**. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Completing the picture: how the circular economy tackles climate change**. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2019. Disponível em: <https://ellenmacarthur-foundation.org/completing-the-picture>. Acesso em: 4 jul. 2025.

FARIAS, F. G. et al. Uma década de estudos sobre a economia circular: tendências e reflexões através da análise bibliométrica internacional. **Internext – Revista Eletrônica de Negócios Internacionais, São Paulo**, v. 16, n. 3, p. 289–305, set./dez. 2021.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, v. 261, n. 3, p. 144–152, 1989.

GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy – a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2017.

KIRCHHERR, J. et al. Barriers to the circular economy: evidence from the European Union (EU). **Eco-logical Economics**, v. 150, p. 264–272, 2018.

MEADOWS, D. H. et al. **The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind**. New York: Universe Books, 1972.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. São Paulo: Observatório do Clima, 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br>. Acesso em: 17 nov. 2025.

ROSSI, F. L. et al. Economia circular e políticas públicas: legislação e desafios. **Revista de Geopolítica**, v. 13, n. 1, 2022.

SAAVEDRA, Y. M. B. et al. Theoretical framework for the integration of the circular economy in sustainability strategies. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 135, p. 190–201, 2018.

TIOSSI, F. M.; SIMON, A. T. Economia circular: suas contribuições para o desenvolvimento da sustentabilidade. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 11.912–11.927, 2021.

UNILEVER. **Relatório de sustentabilidade Brasil 2022**. São Paulo: Unilever Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.unilever.com.br>. Acesso em: 4 jul. 2025.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. World Cities Report 2022: envisaging the future of cities. Nairobi: UN-Habitat, 2022. Disponível em: <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities>. Acesso em: 17 nov. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Resource Outlook 2024: towards a fairer and more sustainable use of natural resources**. Nairobi: UNEP, 2024.

VIER, M. B. et al. Reflexões sobre a economia circular. **Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 4, out./dez. 2021.

