

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

MARIANA CEIA RAMOS MARIANO DA ROCHA

**ECONOMIA CIRCULAR:
PARA ALÉM DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS**

Porto Alegre

2020

MARIANA CEIA RAMOS MARIANO DA ROCHA

**ECONOMIA CIRCULAR:
PARA ALÉM DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Curso de Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Milan

Porto Alegre

2020

CIP - Catalogação na Publicação

Ceia Ramos Mariano da Rocha, Mariana
ECONOMIA CIRCULAR: PARA ALÉM DO REAPROVEITAMENTO
DE RESÍDUOS / Mariana Ceia Ramos Mariano da Rocha. --
2020.
76 f.
Orientador: Marcelo Milan.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas,
Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Economia circular. 2. Sustentabilidade. 3. Ellen
MacArthur Foundation. 4. Política Nacional de Resíduos
Sólidos. 5. Meio Ambiente. I. Milan, Marcelo, orient.
II. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Laura e Pécisio, pelo apoio incondicional em todos os meus projetos e jornadas. Sempre me motivam a ir atrás dos meus sonhos e são meus exemplos de que “cada um tem a vista da montanha que escalar”.

Ao meu orientador Prof. Marcelo Milan, pela atenção e pelo zelo na supervisão, embarcando nessa jornada no meio do caminho e, ainda assim, apostando no êxito do trabalho.

Ao Departamento de Economia e Relações Internacionais da UFRGS, que me proporcionou oportunidades únicas de aprendizagem pessoal e acadêmica ao longo desses últimos anos.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo geral revisar e sistematizar a literatura sobre economia circular, com referência ao caso brasileiro. Por meio de uma revisão bibliográfica, buscou-se apresentar a economia circular, incluindo suas críticas e obstáculos, e seu estado atual de implementação. Discutiu-se, ainda, o potencial brasileiro na transição para a economia circular e o estado atual da mesma no Brasil, que inclui a gestão e manejo de resíduos sólidos no país e outras iniciativas que foram associadas aos pressupostos circulares. Concluiu-se que as diferentes interpretações existentes sobre a economia circular prejudicam sua ambiciosa agenda, além de existirem limitações conceituais, epistemológicas e práticas apontadas pela literatura. No caso brasileiro, a economia circular encontra-se em um estágio ainda mais inicial. Não obstante o avanço introduzido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, considerado um marco na adoção da economia circular no país, persistem muitos desafios a serem enfrentados em âmbito doméstico, como a falta de cultura de separação dos brasileiros e a falta de inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Palavras-chave: Economia circular. Sustentabilidade. Ellen MacArthur Foundation. Meio Ambiente. Brasil. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

The present paper aims to do a systematic literature review on circular economy, with reference to the Brazilian case. Through a bibliographic research, the study presents the circular economy concept, including its limitations, and its current state of implementation. Furthermore, circular economy opportunities in Brazil are discussed, as well as its current state of implementation in the country, including national waste management policies and other initiatives associated with circular postulates. It was concluded that the existing diverging interpretations on circular economy undermine its ambitious agenda, in addition to conceptual, epistemological and practical limitations pointed out by the literature. In the Brazilian case, circular economy remains at an even earlier stage of implementation. Despite the progress introduced by the National Policy on Solid Waste, considered a milestone in the adoption of circular economy in the country, there are still challenges to be overcome domestically, such as the lack of culture of residue separation and the lack of socioeconomic inclusion of waste pickers.

Keywords: Circular economy. Sustainability. Ellen MacArthur Foundation. Environment. Brazil. Brazilian National Policy on Solid Waste.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	ECONOMIA CIRCULAR: ORIGENS, PRINCÍPIOS E APLICAÇÃO	11
2.1	O PONTO DE PARTIDA PARA A ECONOMIA CIRCULAR: A LINEARIDADE DO MODELO ECONÔMICO ATUAL	11
2.2	DESENVOLVIMENTOS RECENTES	12
2.3	A ORIGEM MULTIDISCIPLINAR DA ECONOMIA CIRCULAR	15
2.3.1	Ecologia Industrial.....	17
2.3.2	Design “do berço ao berço” (<i>Cradle to cradle design</i>).....	18
2.3.3	Economia do desempenho	19
2.3.4	Economia Azul	19
2.3.5	Capitalismo Natural	20
2.3.6	Biomimética	20
2.3.7	Design Regenerativo	21
2.4	CONCEITUAÇÃO E EXPERIÊNCIAS DE IMPLEMENTAÇÃO	22
2.4.1	Implementação da Economia Circular	26
2.4.2	Três níveis de aplicação	29
2.5	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	30
3	ECONOMIA CIRCULAR: CRÍTICAS E DESAFIOS	32
3.1	PROBLEMAS CONCEITUAIS E EPISTEMOLÓGICOS	32
3.1.1	Economia circular, estado estacionário e decrescimento	36
3.1.2	A falta da dimensão social na economia circular	38
3.2	DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR.....	40
3.2.1	Barreiras técnicas	40
3.2.2	Barreiras econômicas	42
3.2.3	Barreiras institucionais e regulatórias	43
3.2.4	Barreiras culturais	43
3.3	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	45
4	A EXPERIÊNCIA DA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL	47
4.1	POTENCIAL BRASILEIRO DE TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR	48
4.2	ESTADO ATUAL DA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL.....	50

4.2.1	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	51
4.2.2	Geração de resíduos no Brasil	54
4.2.3	Iniciativas de economia circular no Brasil	58
4.3	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	62
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A economia circular está cada vez mais presente nas agendas de empresas e governos no mundo todo. Ela surge enquanto alternativa ao modelo linear predominante - de produção, consumo e descarte -, e logo como uma forma de dissociar o crescimento econômico da utilização crescente de recursos, por meio da geração de valor econômico sem negligenciar as dimensões natural e social (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014).

Desde a Revolução Industrial, iniciada ao final do século XVIII, pouco mudou a forma extrativa com que o sistema produtivo acessa os recursos naturais (OHDE, 2018). Do ponto de vista econômico, a mesma lógica de busca por recursos naturais que motivou a corrida para partilhar a África há mais de dois séculos, motiva a atual procura das empresas por insumos e fatores de produção de menor custo, independentemente das implicações ambientais decorrentes. Não obstante os ganhos de eficiência com os avanços tecnológicos das últimas décadas, a extração global de recursos tem acompanhado o crescimento econômico (UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, 2019).

Há amplo reconhecimento de que o atual sistema de extração, uso e descarte de materiais tem impactos ambientais adversos, desde a poluição e os danos ao ecossistema e à biodiversidade até as mudanças climáticas (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012). Na ausência de novos padrões de produção e consumo, a tendência é que o crescimento populacional esperado para as próximas décadas pressione ainda mais a demanda por recursos e, conseqüentemente, os custos decorrentes mencionados. Estima-se que, até 2060, o volume de extração e uso globais de materiais duplique, resultando no dobro de emissões de gases de efeito estufa e no aumento da poluição dos solos, das águas e do ar, além de outros efeitos adversos sobre os ecossistemas aquático e terrestre (UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, 2019).

Ademais, à medida que se avança nas fronteiras de extração de recursos, há cada vez menos áreas a serem exploradas e, portanto, menos recursos a serem extraídos (BOULDING, 1966). Hoje, existe relativo consenso de que os recursos naturais são escassos e finitos, e a preocupação com o esgotamento desses recursos passa a ter um caráter não apenas ambiental e social como também econômico (LOVINS; LOVINS; HAWKEN, 1999; WIJMAN; SKÅNBERG, 2015).

Nesse cenário, a economia circular surge como alternativa atraente, oferecendo uma solução para a construção de um modelo econômico próspero e ao mesmo tempo menos dependente em recursos e energia não renováveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION,

2012). Ou seja, além de implicar menores pressões sobre o meio ambiente, argumenta-se que a transição para uma economia circular seria atraente mesmo sob o ponto de vista puramente econômico, dada as projeções de crescimento populacional, urbanização e globalização de mercados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012).

Ainda que a economia circular retome princípios e conceitos conhecidos, a atenção mundial a esta abordagem é recente e crescente, e sua implementação ainda é restrita e enfrenta obstáculos. Grande parte da sua limitação é associada à fragmentação de sua origem e à falta de consenso quanto à sua definição (KORHONEN *et al.*, 2018b). Ademais, a dificuldade atribuída à sua mensuração traz uma incerteza com relação aos impactos econômicos, sociais e políticos da economia circular (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

No caso de países em desenvolvimento, como é o caso brasileiro, a transição para a economia circular demonstra-se ainda mais desafiadora, encontrando-se em um estágio ainda muito inicial. Não obstante a adoção de legislações avançadas e inovadoras no campo da gestão de resíduos, por exemplo, inexistem uma abordagem sistêmica voltada para a transição para uma economia circular, nos moldes dos planos europeu ou chinês.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo geral revisar e sistematizar a literatura sobre economia circular, com ênfase no caso brasileiro. Como objetivos específicos, busca-se:

- a) apresentar o conceito de economia circular, reunindo seus princípios basilares e atual estado de implementação;
- b) identificar as principais críticas direcionadas à economia circular e as barreiras identificadas para a sua aplicação;
- c) discutir o potencial brasileiro na transição para a economia circular;
- d) apresentar o estado atual da implementação da mesma no Brasil, discutindo a relação entre a gestão e geração de resíduos sólidos no país e os pressupostos circulares.

A escolha do tema justifica-se, de um lado, pela relevância atual da economia circular, em um contexto de crescente aceitação de que os modelos de consumo e produção praticados no presente são insustentáveis sob as óticas econômica, social e ambiental, dados os elevados custos de sua manutenção. No contexto brasileiro, a economia circular encontra-se em um estágio ainda mais incipiente que no campo internacional, com poucos gestores, empresas e profissionais abordando o tema de maneira direta.

Por outro lado, do ponto de vista acadêmico, ainda que o tema dialogue com abordagens conhecidas - como ecologia industrial, economia ecológica e economia do meio ambiente - seu estudo teórico é relativamente recente no campo acadêmico, sobretudo na disciplina de

Economia em nível de graduação. Por exemplo, no repositório digital da UFRGS, constam apenas cinco trabalhos científicos que tratam diretamente sobre o tema, nenhum deles em nível de graduação e nenhum do curso de Economia (três são do curso de Engenharia de Produção, sendo dissertações de mestrado, e dois são do curso de Administração, uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado).

A metodologia do trabalho em questão tem natureza exploratória, descritiva e qualitativa. Trata-se de uma pesquisa exploratória por meio de uma revisão bibliográfica sobre economia circular, cujas referências acadêmicas estão localizadas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e, no caso da literatura cinzenta, em relatórios e bases de dados de instituições, como a ONU, a Ellen MacArthur Foundation (EMF), a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Comissão Europeia e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe).

Em um primeiro momento, para cumprir os objetivos específicos relacionado à conceituação da economia circular, incluindo princípios e estado atual de implementação, assim como para discutir as críticas e barreiras à mesma, foi dada ênfase à literatura acadêmica publicada e à literatura cinzenta que abordam o tema de forma geral. Priorizou-se, no caso da primeira, a relevância atribuída pelo software de gerenciamento bibliográfico *Mendeley*. Em um segundo momento, voltou-se para uma literatura mais específica, voltada para a aplicação da economia circular no contexto brasileiro.

O presente trabalho está estruturado em cinco partes, incluindo esta introdução e a conclusão. No segundo capítulo, é realizada uma revisão sistemática da bibliografia sobre economia circular, abarcando sua origem, definições e princípios. Ainda, apresenta-se o estado atual de implementação da economia circular, classificando a aplicação da mesma em três diferentes níveis comumente utilizados pela literatura. No terceiro capítulo, identificam-se as principais críticas direcionadas à economia circular e os obstáculos apontados para a sua implementação. Por fim, no quarto capítulo, discute-se o potencial brasileiro na transição para uma economia circular. A partir do contexto de geração e gestão de resíduos no país, apresentam-se o estágio atual de implementação da economia circular no Brasil.

2 ECONOMIA CIRCULAR: ORIGENS, PRINCÍPIOS E APLICAÇÃO

O conceito de economia circular tem ganhado visibilidade nas agendas de governos, empresas e instituições no mundo todo. Ele surge enquanto alternativa para o atual modelo econômico, considerado linear. Para muitos, ele é visto como a solução definitiva para solucionar a aparente dicotomia entre crescimento econômico e degradação ambiental, que desafia sobretudo países em desenvolvimento. Buscando a transição para uma economia circular, muitos países, sobretudo europeus e a China, têm adotado planos abrangentes que visam incentivar práticas circulares por gestores públicos, empresas e cidadãos.

O presente capítulo tem como objetivo discutir os principais conceitos e princípios que, de acordo com a literatura, embasam a abordagem da economia circular. Após a apresentação de seus antecedentes históricos, são apresentadas as principais correntes teóricas e escolas de pensamento associadas à economia circular. Discorre-se também sobre os diferentes conceitos e interpretações do termo “economia circular” e sua implementação contemporânea.

2.1 O PONTO DE PARTIDA PARA A ECONOMIA CIRCULAR: A LINEARIDADE DO MODELO ECONÔMICO ATUAL

Há quase 50 anos, foi publicado o relatório “Limites do Crescimento”, comissionado pelo Clube do Roma. O relatório, considerado polêmico e bastante criticado na época, alertava para os impactos ambientais decorrentes do progresso industrial e como, no longo prazo, esse padrão de crescimento seria insustentável. A ideia de que o crescimento econômico poderia encontrar limitações físicas parecia controversa em um momento em que a economia mundial vinha apresentando décadas de franca expansão, no que ficou conhecido como Era de Ouro do Capitalismo. Especialistas do Clube de Roma afirmavam, contudo, que apenas avanços tecnológicos não seriam suficientes para suprir a crescente demanda por recursos naturais sem desequilibrar o meio ambiente. Segundo seus autores, deveria haver uma mudança de comportamento da população nos níveis individual, nacional e global (MEADOWS *et al.* 1972).

O trabalho do Clube do Roma fez parte do chamado “despertar da consciência ecológica” dos anos 1970, período no qual riscos ambientais – e sua relação com a sociedade e a economia - começaram a ser investigados sistematicamente por diversos especialistas (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Diferentemente do período pós-guerra, a década de 1970 foi marcada por sucessivas crises econômicas, incluindo os choques dos preços do petróleo de 1973

e 1979, que levaram à estagnação econômica e à pressão inflacionária. Em paralelo a esse cenário, a Conferência das Nações Unidas de Estocolmo, em 1972, dava início a uma série de conferências internacionais que passaram a discutir de forma integrada problemas econômicos, sociais e ambientais.

Um dos produtos mais notórios dessas iniciativas ficou conhecido como o Relatório *Brundtland*, de 1987, ao qual é atribuído o conceito mais difundido de desenvolvimento sustentável: “(...) que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 46). O conceito de desenvolvimento sustentável sugere, portanto, dissociar o crescimento econômico da utilização crescente de recursos naturais, por meio de mudanças nos padrões de produção e consumo no presente. Diante das crises econômicas que marcaram a década de 1980, o relatório recebeu grande aceitação pela comunidade científica, apesar de ser frequentemente interpretado de uma forma muito reducionista (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

À parte o movimento ambientalista, a atenção conferida ao conceito de desenvolvimento sustentável decorreu, em grande parte, da preocupação com indícios de que os recursos estariam ficando escassos e que isso, conseqüentemente, traria maiores custos econômicos para sustentar a economia e os padrões de produção e consumo correntes e futuros (DOBBS *et al.*, 2011).

2.2 DESENVOLVIMENTOS RECENTES

Nos últimos anos, uma série de relatórios oficiais e estudos internacionais têm confirmado os alertas do Clube de Roma e do Relatório *Brundtland* (WIJKMAN; SKÅNBERG, 2015). Todos eles buscam demonstrar como o progresso econômico global nas últimas décadas esteve associado à depleção do meio ambiente, cujos recursos estariam cada vez mais escassos (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019; UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, 2019; WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2020; ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2018).

Desde a Revolução Industrial, o modelo econômico industrial de extração-consumo-descarte tem sido mantido sem grandes modificações (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). Efetivamente, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2018), o crescimento econômico global tem sido ancorado no aumento da demanda por minerais para construção, biomassa para alimentos e combustíveis

fósseis para energia. Não obstante os avanços tecnológicos – hoje a economia global gera 30% mais valor econômico por unidade de recurso do que em 1980 -, os maiores ganhos econômicos têm sido ancorados na utilização crescente de recursos naturais (MCCARTHY; DELLINK; BIBAS, 2018).

Até recentemente, a adoção desse modelo era explicada pelo declínio dos preços dos recursos, notadamente de combustíveis fósseis, que permitiram que recursos primários fossem acessados de forma facilitada e barata. Nesse contexto, a reutilização de materiais ou a eficiência de sua utilização não é priorizada, já que é mais fácil e barato buscar novos recursos e descartar os que chegam ao fim de sua vida útil (WEF, 2014). Como consequência, a produtividade global dos recursos naturais cresce a taxas bem menores do que os demais fatores de produção, como o trabalho (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019).

Desde o início do século XXI, a demanda global por recursos materiais tem-se intensificado, em decorrência de maiores investimentos em infraestrutura e padrões de vida mais elevados, notadamente na Ásia. Não obstante uma diminuição na taxa de crescimento da economia e da população globais, a taxa de extração de recursos naturais mantém-se ascendente (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019; CIRCLE ECONOMY, 2020).

Nesse sistema linear, os custos indiretos com o uso e descarte desses recursos materiais permanecem negligenciados, sendo considerados externalidades, isto é, que não geram uma contrapartida econômica contratual. Entretanto, a extração, o processamento e a utilização de recursos naturais impacta significativamente o meio ambiente e a saúde humana. No caso de bens de consumo, por exemplo, cada etapa da cadeia produtiva apresenta potencial de impactar o meio ambiente, desde a extração e transformação dos insumos até o uso e descarte do produto, que, em 80% dos casos, acaba retornando ao meio ambiente sob a forma de rejeito (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019).

Segundo a World Wide Fund for Nature (2020), desde 1970, a pegada ecológica¹ do ser humano tem superado a taxa de regeneração do Planeta Terra. Atualmente, nosso planeta leva 1.5 anos para repor os recursos consumidos em apenas um ano. No Brasil, estima-se que a extração e o processamento de recursos naturais sejam responsáveis por cerca de metade do total das emissões de gases de efeito estufa. Ademais, o uso da terra para agricultura e pecuária responde por mais de 90% dos problemas de crise hídrica e perda de biodiversidade no país (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019).

¹Mede-se a pegada ecológica de um país, de uma cidade ou de uma pessoa, por meio do tamanho, em hectares, das áreas produtivas utilizadas para gerar os produtos, bens e serviços consumidos (WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2020).

Além dos impactos ambientais, especialistas destacam o crescente aumento dos preços dos recursos desde o início do século XXI como um dos sinalizadores de que o modelo econômico até então adotado aproxima-se de seu limite (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). Nos últimos anos, diversos insumos apresentaram alta de preços e níveis de volatilidade sem precedentes, pressionando a margem de lucro das empresas. Segundo o *McKinsey Global Institute* (2011), o aumento de preços dos recursos na última década reverteu o equivalente a cem anos de queda nos preços. E a tendência parece ser um aumento ainda maior, já que se espera que mais 3 bilhões de consumidores ingressem na classe média até 2030, pressionando mais a demanda – e, portanto, os preços – por materiais e energia (WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2020). Nesse contexto, o problema associado à economia linear começa a ser percebido não apenas como um problema ambiental, mas também econômico.

Há estudos comprovando uma correlação positiva entre renda *per capita* e maior uso de materiais e energia (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2015; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019; BLOM; BANI, 2020). Nesse entendimento, países desenvolvidos impactariam o meio ambiente até seis vezes mais do que países menos desenvolvidos e concentrariam grande parte da pegada ecológica mundial (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019). De fato, quase 70% da extração global de recursos naturais está concentrada em apenas dez países; contudo, os impactos ambientais decorrentes desse consumo não respeitam fronteiras, e são, não raro, externalizados para os demais países (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2019).

Portanto, uma série de tendências socioambientais, e mesmo econômicas, tem impulsionado a consciência da necessidade de adoção de um novo modelo econômico que seja mais eficiente e menos dependente em recursos e energia não renováveis. Recentemente, muitas empresas têm reconhecido sua exposição a riscos, notadamente a alterações nos preços dos recursos e choques de oferta, associada à adoção de um modelo econômico intensivo em materiais e energia não renováveis (DOBBS *et al.*, 2011; EMF, 2014).

A economia circular surge, então, como uma alternativa que promete mitigar as pressões do modelo econômico atual sobre o meio ambiente e os preços dos recursos, permitindo a criação de um sistema econômico restaurativo e, portanto, mais resiliente e menos prejudicial ao ecossistema global.

2.3 A ORIGEM MULTIDISCIPLINAR DA ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular é um conceito enraizado em diferentes disciplinas e campos de estudo da Economia, do Design, da Ecologia, da Administração e da Engenharia (PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018). Apesar de ser um conceito relativamente novo, ela é vista como um desdobramento recente de ideias já estabelecidas sobre a relação entre economia e meio ambiente, não existindo consenso quanto à origem exata do termo “economia circular” (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

Muitos estudos atribuem a origem do conceito ao teórico dos sistemas Kenneth Boulding, que, em 1966, publicou “A economia da futura espaçonave Terra”, no qual ele faz uma analogia do Planeta Terra com uma espaçonave, cujos recursos são escassos e a capacidade para lixo e poluição é limitada (BOULDING, 1966). Segundo Boulding, à medida que as fronteiras e os recursos vão sendo explorados, a Terra se aproxima de um sistema fechado que exige uma reprodução contínua de recursos para a sua manutenção e sobrevivência. Para isso, deveria haver uma transição da atual economia linear para uma economia circular, cuja produção e o consumo deveriam ser minimizados, e não maximizados.

A ideia de circuito fechado de Boulding influenciou o trabalho dos economistas ambientais britânicos David Pearce e Robert Kerry Turner, citados por muitos teóricos como os cunhadores do termo “economia circular” (ANDERSEN, 2006, GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016, GALVÃO *et al.*, 2018; PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018; SANTOS; SHIBAO; SILVA, 2019). Em seu livro, “Economia de Recursos Naturais e Meio Ambiente” (1990), os economistas britânicos apresentaram, em contraposição ao sistema aberto e linear hoje praticado, uma economia fechada e circular, baseada na interdependência entre a economia e os recursos naturais. Segundo os autores, o meio ambiente teria três funções econômicas: fonte de recursos para as atividades econômicas; depósito para resíduos dessas atividades e fonte direta de utilidade (por meio de prazer estético e conforto espiritual). Tais funções econômicas seriam englobadas em uma função geral do meio ambiente, aquela de sistema de suporte à vida (PEARCE; TURNER, 1990).

Para assegurar as funções econômicas da natureza – que, então, forneceriam valor econômico – os autores apresentaram alternativas de precificação e internalização das externalidades ambientais, como os impostos pigouvianos² ou os direitos de propriedade

² Os impostos pigouvianos seria um imposto cobrado para cada unidade de poluição, para que se pudesse ser atingido um nível ótimo de poluição. O nome do imposto é em homenagem ao economista que primeiro sugeriu essa taxa, A. Pigou.

coaseanos³. Ainda, segundo eles, a eficiência na alocação dos recursos naturais não deveria considerar apenas o seu potencial de criação de utilidade, como também seu estoque e sua capacidade de regeneração. Portanto, para os autores, não seria necessária uma “nova economia”, mas utilizar e expandir os conceitos da economia neoclássica para o meio ambiente (PEARCE; TURNER, 1990).

A abordagem neoclássica para a problemática ambiental da obra de Pearce e Turner são marcas da economia do meio ambiente, emergente a partir dos anos 1970, diante das evidências de limitações ao crescimento econômico e projeções quanto à finitude dos recursos naturais (GONZAGA, 2013). Uma importante ramificação da economia do meio ambiente, a economia ecológica, é percebida como principal base teórica da economia circular (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a).

A economia ecológica se consolidou como campo de estudo nos anos 1980, como uma crítica à perspectiva marginalista e reducionista da economia ambiental neoclássica, que negligenciava as reais implicações ambientais do sistema econômico vigente (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Para os economistas ecológicos, dentre os quais se destaca o economista e matemático Georgescu-Roegen, apenas a internalização das externalidades seria insuficiente para compreender e lidar com os impactos das atividades econômicas sobre o meio ambiente, não levando efetivamente à utilização sustentável dos recursos (GONZAGA, 2013). A economia, enquanto subsistema de um ecossistema maior, a natureza, deveria ser tratada de forma sistêmica e em conjunto com a ecologia (OLIVEIRA, 2017).

Segundo May (2018), a economia ecológica não elimina a problemática neoclássica da alocação eficiente, mas a considera em um contexto mais amplo de escala sustentável e distribuição equitativa. Retomando as leis da termodinâmica, trabalhadas também por Boulding (1966) e Pearce e Turner (1990), a economia ecológica incorpora a ideia de que a entropia⁴ representa um limitador físico para a circularidade dos recursos na economia, dada a irreversibilidade dos processos produtivos (GONZAGA, 2013). Apesar de haver divergências teóricas no campo quanto à capacidade de reversibilidade dos processos, o limite termodinâmico é o ponto de partida em favor de processos de circuito fechado e da utilização de energias renováveis pela economia ecológica (GONZAGA, 2013).

³ Segundo o teorema de Coase, externalidades ambientais negativas, como a poluição, poderiam ser internalizadas por meio de acordos sem custo entre atores privados. Esse contexto prescindiria da intervenção governamental por meio, por exemplo, de taxas como a pigouviana.

⁴ A entropia reflete a capacidade de transformar energia em trabalho. A entropia é parte da energia que é perdida nesse processo, sendo, portanto, maior em processos irreversíveis e menor em processos reversíveis (GONZAGA, 2013).

A recente atenção conferida à economia circular está intrinsecamente associada à criação, em 2010, da Ellen MacArthur Foundation (EMF), cuja missão é “a aceleração da transição rumo a uma economia circular” (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020). A partir de uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, a organização filantrópica britânica trabalha junto a empresas, governos e academia para a disseminação e a aplicação prática dos conceitos da economia circular.

O primeiro relatório da EMF, *Towards the Circular Economy vol. 1* (2012), foi considerado seminal para o atual entendimento sobre a economia circular (GEISSDOERFER *et al.*, 2017; LIEDER; RASHID, 2016). A definição de economia circular conferida pelo respectivo relatório, que é apresentada na seção 2.4, permanece sendo uma das mais usadas pela literatura (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

Segundo a EMF, a economia circular é uma síntese de importantes movimentos que surgiram na década de 1970 e ganharam destaque sobretudo nos anos 1990, como resultado do trabalho de acadêmicos, empresários e líderes de opinião (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014). Essas escolas de pensamento seriam: a ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel (2002); a filosofia do design “do berço ao berço” de William McDonough e Michael Braungart (2003); a economia do desempenho de Walter Stahel; os sistemas da Economia Azul de Gunter Pauli (2010); o capitalismo natural de Amory e Hunter Lovins e de Paul Hawken (1999); a biomimética de Janine Benyus (1997); e o design regenerativo iniciado por John T. Lyle (1994).

Cada um desses movimentos e os princípios a eles associados que contribuem para a construção do conceito de economia circular serão apresentados a seguir.

2.3.1 Ecologia Industrial

Segundo Murray, Skene e Haynes (2017), as origens da economia circular se sobrepõem às daquelas da Ecologia Industrial (EI). Nesse entendimento, encontram-se antecedentes das mesmas desde os fisiocratas, no século XVI, até os industrialistas, no final do século XIX. A valorização do uso da terra pela Fisiocracia e o conceito de circuito fechado dos industrialistas são considerados precursores da chamada Ecologia Industrial, que busca analisar o sistema industrial em conjunto com o meio ambiente (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

A EI é o estudo dos fluxos de recursos e energia nos sistemas industriais, com o objetivo de reestruturar o sistema industrial, de modo a criar um ecossistema industrial análogo ao ecossistema natural, em que todo lixo é transformado em insumo (ELLEN MACARTHUR

FOUNDATION, 2013). Trata-se de uma perspectiva sistêmica do processo de produção, que leva em consideração as limitações ecológicas e os impactos do processo industrial no meio ambiente, sem desconsiderar a perspectiva econômica (LIFSET; GRAEDEL, 2002).

O ecossistema industrial ideal seria aquele em que os recursos fossem otimizados, a geração de resíduos fosse minimizada e cada produto tivesse um papel economicamente viável no processo de produção, formando um circuito fechado (FROSCHE; GALLOPOULOS, 1989). Para atingi-lo, além das mudanças nos hábitos das empresas e dos consumidores, as indústrias deveriam emular as relações simbióticas na natureza e fazer com que os efluentes de um processo se tornassem insumos de outro. Tal processo é conhecido como “Simbiose Industrial”, um conceito-chave da Ecologia Industrial que, junto com o conceito de parques eco industriais, contribuirá para a evolução prática da economia circular (SAAVEDRA *et al.*, 2018).

2.3.2 Design “do berço ao berço” (*Cradle to cradle design*)

Cunhado pelo químico alemão Michael Braungart e pelo arquiteto americano William McDonough, o conceito de design “do berço ao berço” (C2C, em inglês) surgiu como contraponto ao “do berço ao túmulo”, associado ao conceito de ciclo de vida do produto. O C2C traz uma abordagem sistêmica do design para torná-lo regenerativo e gerador de valores positivos para a economia, a sociedade e para o meio ambiente (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014).

Em contraposição à filosofia do design atual, considerada perdulária, essa abordagem trata os materiais como nutrientes, que devem ser mantidos em ciclos de uso contínuos e de maior período possível, ao depender de sua composição e possibilidade de regeneração. Faz-se uma distinção entre materiais técnicos e materiais biológicos, que será incorporada pela economia circular. Enquanto os materiais considerados biológicos completam os ciclos de forma biodegradável, retornando à natureza após o uso, os materiais técnicos, mais complexos e geralmente mais tóxicos e/ou mais difíceis de desconstruir, são produzidos para manterem-se em uso no maior tempo possível (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2003).

Três princípios-chave orientam a filosofia “do berço ao berço”: inexistência do conceito de resíduo (“resíduo igual a alimento”), maximização do uso de energia renováveis (“uso da atual incidência de energia solar”) e respeito à diversidade e abundância da natureza (“celebração da diversidade”). Em 2005, o conceito foi estabelecido como programa de certificação *Cradle to Cradle™*, reconhecido internacionalmente como sinônimo de produtos mais seguros e sustentáveis feitos para a economia circular (C2C CERTIFIED, 2020).

Ademais, para essa escola de pensamento, há uma distinção entre “ecoeficiência” e “ecoeficácia”, que também será utilizada no âmbito da economia circular. Enquanto a ecoeficiência visaria a reduzir recursos e minimizar a geração de resíduos, a ecoeficácia seria uma estratégia de não apenas dissociar o crescimento econômico do impacto ambiental por meio de uma maior produtividade dos recursos naturais, mas de potencializar os efeitos positivos desses recursos, partindo do princípio de que a natureza é abundante e regenerativa (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2003). Segundo Korhonen, Honkasalo e Seppälä (2018a), a visão sistêmica herdada da Ecologia Industrial e a ideia de “ecoeficácia”, legada pelo design “do berço ao berço”, são os conceitos mais importantes da economia circular.

2.3.3 Economia do desempenho

A Economia do Desempenho (ED), ou Economia de Serviços Funcionais, idealizada pelo arquiteto e economista Walter Stahel, é marcada pelo prolongamento do ciclo de vida dos produtos e pelo papel ativo e independente das empresas na criação de novas tecnologias para uma economia sustentável. Em seu trabalho seminal e premiado, “O Fator de Vida do Produto”, de 1981, Stahel apresenta uma economia de circuito fechado como um caminho para a sustentabilidade, e apresenta seus benefícios potenciais, como criação de empregos, competitividade econômica, menor geração de resíduos e economia de recursos. Em detrimento da venda de bens de consumo, essa economia prioriza a venda de desempenho (serviços), o que facilitaria a internalização dos custos e riscos relacionados à geração de resíduos (STAHEL, 1981).

Os três objetivos principais da Economia do Desempenho seriam uma maior geração de valor e de empregos, ao mesmo tempo em que há uma diminuição significativa do consumo de recursos. Trata-se, portanto, de medir a dissociação entre crescimento econômico e utilização de recursos naturais por métricas como empregos e capital. A Economia do Desempenho influenciou as políticas alemãs e japonesas nas últimas décadas do século XX, consideradas pioneiras na legislação sobre economia circular (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

2.3.4 Economia Azul

A Economia Azul (EA) é um movimento iniciado pelo executivo belga Gunter Pauli que busca encontrar soluções para as necessidades humanas na natureza, percebida como

abundante e infinita. A iniciativa surgiu por meio de um relatório enviado por Pauli para o Clube de Roma, em que ele descrevia 100 inovações que teriam o potencial de criar 100 milhões de empregos em 10 anos e reunia diversos casos de sucesso. A ideia por trás das inovações seria “fazer mais com menos”, aproveitando os recursos disponíveis da forma mais simples e limpa possível para gerar benefícios econômicos e sociais (THE BLUE ECONOMY, 2020).

O termo Economia Azul é apresentado como um contraponto ao que ele chama de Economia Verde, um modelo que, apesar de propagar o discurso de sustentabilidade, exige que empresas invistam mais e que consumidores paguem mais caro para preservar o meio ambiente (PAULI, 2010). A Economia Azul, por sua vez, iria além da preservação e minimização de resíduos, oferecendo uma solução com vantagens mútuas para os ecossistemas e para os agentes econômicos.

2.3.5 Capitalismo Natural

No livro *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution* (1999), Paul Hawken, Amory B. Lovins e L. Hunter Lovins previram que o capitalismo natural sucederia o capitalismo industrial, assim como este sucedeu o sistema agrário. Essa “nova revolução industrial”, em vez de visar à produtividade do fator trabalho, buscaria enfrentar o problema da escassez do capital natural. No entanto, muito além da produtividade dos recursos naturais, ela buscaria uma mudança na conduta exploratória com relação à natureza.

Segundo os autores, na era do capitalismo natural, os objetivos econômicos e ambientais não são considerados antagônicos. Diferentemente do que estaria ocorrendo atualmente, reconhece-se que a natureza, por meio de seus recursos e sistemas ecológicos, fornece “serviços” vitais e provavelmente insubstituíveis à humanidade, como estabilidade climática, composição atmosférica e produtividade biológica. Por isso, em vez da precificação dos “ativos ambientais”, subvalorizando o meio ambiente no processo produtivo, dever-se-ia reconhecer que a economia é subsidiária do meio ambiente, e não o inverso (LOVINS; LOVINS; HAWKEN, 1999).

2.3.6 Biomimética

A biomimética é considerada uma disciplina emergente que busca emular o design e os processos da natureza para a criação de tecnologias mais sustentáveis (BIOMIMICRY, 2020).

A principal expoente da biomimética é a bióloga Janine Benyus, que, por meio de seu livro, “Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza”, e de sua organização, *Biomimicry Institut*, fornece ferramentas para o desenvolvimento de soluções biomiméticas e compartilha exemplos de sucesso em diferentes áreas – transportes, medicina, agricultura, dentre outras.

Segundo Benyus (1997), três princípios embasam a biomimética: emular a natureza como modelo para solucionar problemas humanos; utilizar uma medida ecológica para verificar a sustentabilidade das inovações; e valorizar o que se pode aprender com a natureza, e não o que se extrai dela.

2.3.7 Design Regenerativo

Identificando a insustentabilidade do sistema linear vigente, o professor John Tillman Lyle idealizou um sistema regenerativo, no qual os fluxos de recursos e energia seriam circulares e contínuos. Nesse sistema, as fontes de recursos deveriam ser primariamente renováveis, com destaque para a energia solar, enquanto os demais materiais seriam reutilizados ou reciclados (LYLE, 1994).

Defendendo a reconexão da humanidade com a natureza, o “Design Regenerativo” (DR) de Lyle argumenta que as necessidades humanas somente serão atendidas se as necessidades de outras espécies também forem atendidas. Dessa forma, as atividades antrópicas deveriam alinhar-se com os processos naturais para uma relação harmoniosa entre a sociedade e a natureza (CLUBE; TENNANT, 2020). “Design”, nesse contexto, refere-se à construção – ou reconstrução – dos ecossistemas humanos no seu sentido mais amplo.

A partir da análise dessas diferentes correntes de pensamento, percebe-se que pouco é verdadeiramente novo na economia circular, considerada por muitos autores como um termo síntese (JESUS; MENDONÇA, 2018; KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a). O conceito acaba agregando diversas ideias e princípios que apresentam como denominador comum a ideia de circuito fechado (GEISSDOERFER *et al.*, 2017; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Ainda, com exceção do design regenerativo, todos reconhecem o papel central das empresas na transição para uma economia circular (CLUBE; TENNAT, 2020).

Como visto no Capítulo 3, a interdisciplinaridade da economia circular, por um lado, confere à mesma uma visão holística e sistêmica do problema ambiental; por outro lado, sua origem difusa pode gerar incertezas e confusões sobre os seus objetivos e ambições (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017; KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a).

2.4 CONCEITUAÇÃO E EXPERIÊNCIAS DE IMPLEMENTAÇÃO

Segundo Lieder e Rashid (2016), há diversas maneiras de descrever a economia circular. Assim como não há uma origem exata, não há consenso quanto à definição do termo “economia circular”, havendo uma miríade de definições. As diferentes interpretações sobre o seu conceito, no entanto, muitas vezes se sobrepõem ou, mesmo, acabam trazendo ideias opostas quanto ao potencial sistêmico da economia circular (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

A maioria dos trabalhos teóricos apresenta a economia circular como um dos caminhos possíveis para atingir o desenvolvimento sustentável (YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y., 2006; MURRAY; LIEDER; RASHID, 2016; SKENE; HAYNES, 2017; KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a; SANTOS; SHIBAO; SILVA, 2019; SCHRÖEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019; ANASTASIADES *et al.*, 2020). Não há, nesse entendimento, uma grande distinção entre a mesma e as demais abordagens que lidam com a compatibilidade entre o crescimento econômico e a problemática ambiental (SANTOS; SHIBAO; SILVA, 2019). Segundo a legislação chinesa, a economia circular seria um “termo genérico para as atividades de redução, reuso e reciclagem conduzidas no processo de produção, circulação e consumo” (CHINA COUNCIL FOR INTERNATIONAL COOPERATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 2008, **tradução nossa**). Existem até mesmo autores que não fazem distinção entre economia circular e sustentabilidade, tratando-os como sinônimos (ANDERSEN, 2006) ou considerando a economia circular como uma junção de diversos princípios da sustentabilidade (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018).

Para Geissdoerfer *et al.* (2017), as relações ambíguas e a falta de distinção clara entre a economia circular e o conceito de sustentabilidade apresentam-se como um problema para o avanço e a aplicação de ambos. Ainda que os dois conceitos sejam globais e interdisciplinares, existem diferenças significativas entre eles no que tange às origens, motivações, beneficiários, horizonte temporal e percepção das responsabilidades pelos agentes. Uma das principais críticas direcionadas à economia circular refere-se à falta de ênfase na dimensão social, tal como ocorre com a sustentabilidade, que estaria enraizada sobre o tripé ambiental, econômico e social (GEISSDOERFER *et al.*, 2017; MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019).

Estudando as sinergias e complementariedades entre a economia circular e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Schröeder, Anggraeni e Weber (2019) identificaram que a economia circular poderia auxiliar tanto direta quanto indiretamente o alcance de 49 das 169 metas estipuladas pelas Nações Unidas. De forma similar, também o progresso em atingir os objetivos e metas dos ODS poderiam ajudar a promover a economia circular.

Uma interpretação que se sobrepõe ao conceito da economia circular enquanto ferramenta para o desenvolvimento sustentável é sua definição como um novo modelo de negócios sustentável. A crescente importância conferida à economia circular pelas empresas, resultando em diversos relatórios de empresas de consultoria sobre o tema (ERNST YOUNG, 2015; DELOITTE, 2016; MCKINSEY & COMPANY, 2019; ACCENTURE, 2020; AFRY, 2020; PA CONSULTING, 2020), reside no fato de as empresas considerarem-na uma forma de tornar seus negócios mais sustentáveis (RUIZ-REAL *et al.*, 2018). No entanto, uma interpretação simplista de economia circular, com ênfase na redução de custos e ganhos com reputação de marca, ainda que possa torná-la mais atrativa para as empresas, não implicaria uma modificação do “*business as usual*” do sistema vigente (GEISSDOERFER *et al.*, 2017).

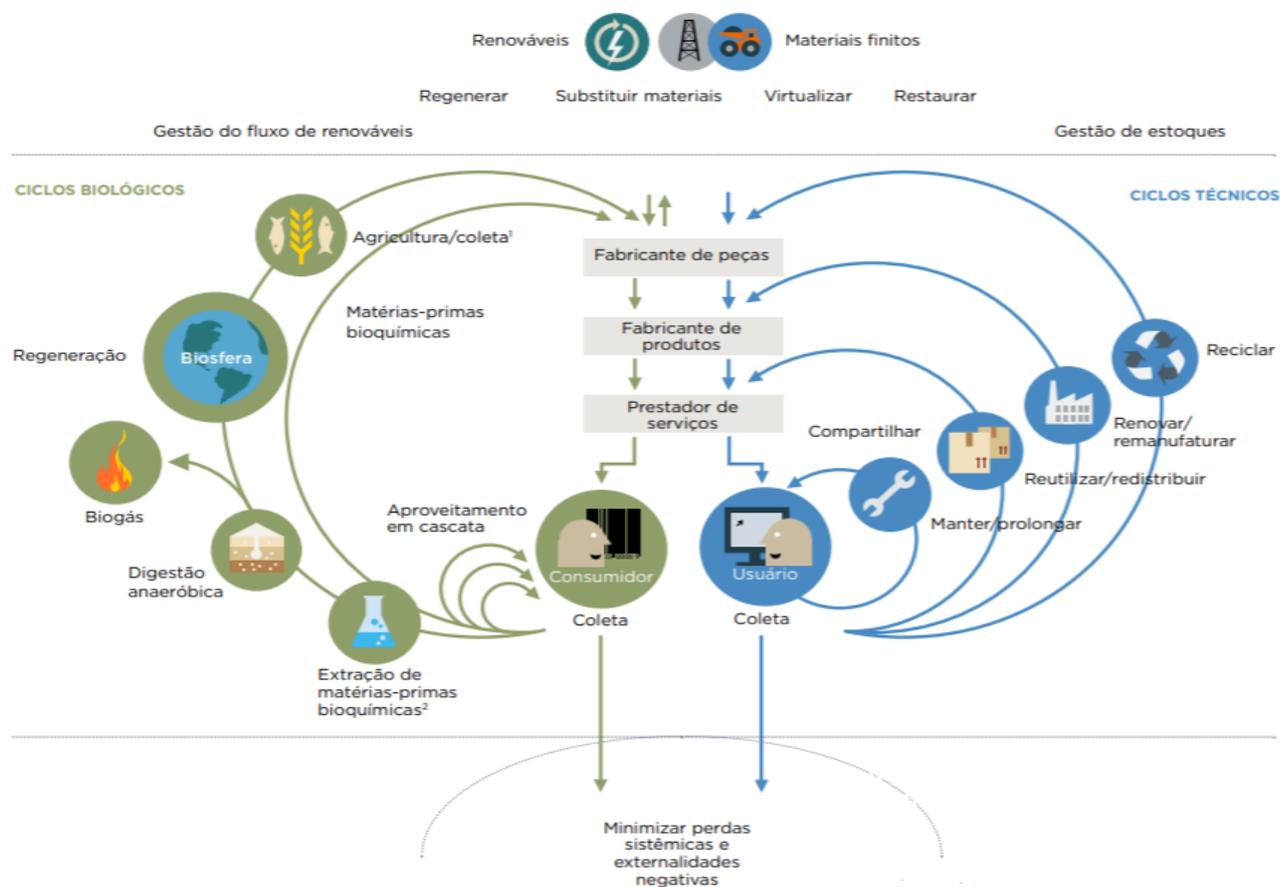
A definição mais aceita e usada atualmente é aquela divulgada pela Ellen MacArthur Foundation, segundo a qual a economia circular é

“[...] restaurativa e regenerativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos. Esse **novo modelo econômico** busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos. ” (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015, p.2, **tradução nossa, grifo nosso**)

Não obstante as críticas com relação à abstração dos termos “restaurativa” e “regenerativa” (MILIOS, 2018; MORSELETTA, 2020), o presente trabalho, no intuito de trazer maior convergência ao estudo em torno do tema, adota a respectiva definição para economia circular.

Nessa interpretação, a economia circular seria, portanto, um modelo econômico composto por dois tipos abrangentes de insumos e produtos, os “biológicos” e os “técnicos”, cujos fluxos são descritos no diagrama conhecido como “diagrama da borboleta”, apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama da Borboleta



Fonte: EMF (2015).

Os círculos verdes do diagrama representam os fluxos dos materiais “biológicos”, que são aqueles materiais renováveis, que conseguem retornar à natureza de forma segura após utilizados. É o caso, por exemplo, da roupa de algodão orgânico, que, em um segundo momento, poderia ser utilizada no setor de móveis ou de construção civil para, enfim, as fibras de algodão serem devolvidas para a natureza.

Já os círculos azuis representam os fluxos dos materiais “técnicos”, cujos estoques são considerados finitos. Esses materiais não conseguem ser reintegrados ao meio ambiente, razão pela qual a sua vida útil deve ser prolongada até o limite. É o caso de materiais como plásticos, metais e químicos sintéticos.

O diagrama sugere que, para ambos tipos de materiais, biológicos e técnicos, o seu maior valor econômico é mantido nos ciclos internos, enquanto que, nos ciclos de maior período, o seu valor residual é mais baixo. Por isso, para gerar o maior valor econômico, o tempo que os

materiais ficam no ciclo interno, que pode ser considerado a sua vida útil, deve ser maximizado. Ainda, nos ciclos internos, a distância entre o consumidor/usuário do produto é menor, o que demanda menores custos em materiais e energia (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a).

No caso dos materiais “técnicos”, isso significa que a manutenção e o reparo de produtos devem ser priorizados, seguido da reutilização e da remodelação e, por último, da reciclagem. No caso dos materiais “biológicos”, implica que o aproveitamento em cascata dos produtos deve ser maximizado até que seus nutrientes biológicos possam retornar à natureza com o mínimo de externalidades possíveis, evitando, por exemplo, a combustão de biomassa ou a geração de biogás (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012).

O diagrama ainda traz à luz outra ideia central da economia circular, a de separação entre o consumidor e o usuário. Enquanto os materiais “biológicos” são consumidos, por meio de alimentos e roupas por exemplo, os materiais “técnicos”, como automóveis e eletrodomésticos, são utilizados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014). Dessa forma, nos moldes da economia funcional de Stahel, defende-se a criação de valor por meio do uso, e não da posse. Por meio do compartilhamento ou do aluguel de produtos, haveria uma redução no uso de matérias-primas virgens e lançamento de resíduos no meio ambiente, além de um incentivo à responsabilidade do produtor e ao desenvolvimento de produtos de maior qualidade (BEAULIEU; DURME; ARPIN, 2015).

Segundo a EMF, esse sistema circular oferece uma solução para o desenvolvimento econômico com mútuos benefícios para a sociedade, as empresas e o meio ambiente. No entanto, a transição para a economia circular implicaria uma mudança de paradigma com relação ao sistema vigente, incluindo uma alteração nas interações entre produtores e consumidores (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018; ANASTASIDES *et al.*, 2020). Portanto, em seu sentido mais amplo e sistêmico, a economia circular dependeria do surgimento de modelos de negócios mais sustentáveis, mas não se restringiria a eles (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Ela demandaria, por exemplo, mudanças profundas na sociedade, desde mudanças legislativas e institucionais até alterações nos padrões de produção e consumo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018).

De fato, segundo Prieto-Sandoval, Jaca e Ormazabal (2018), as definições mais recentes da economia circular tendem a adotar uma perspectiva mais holística e sistêmica, incluindo diferentes atores e níveis de implementação.

2.4.1 Implementação da Economia Circular

A economia circular está se tornando um conceito central em agendas de governos e empresas no mundo todo, notadamente na Europa e no continente asiático, sobretudo na China e no Japão (SANTOS; SHIBAO; SILVA, 2019; CLUBE; TENNANT, 2020).

A Alemanha é frequentemente apontada como país pioneiro na implementação do conceito de economia circular, por ter adotado, em 1996, uma lei de gestão de substâncias tóxicas e de resíduos em ciclo fechado (SU *et al.*, 2013; BEAULIEU; DURME; ARPIN, 2015). Outro país citado como precursor da utilização do conceito é o Japão, que, no ano de 2000, publicou uma lei para promover uma sociedade circular no país, que incluía metas para reciclagem e desmaterialização (METI, 2004⁵ *apud* SU *et al.*, 2013). Ambas políticas buscavam evitar maiores impactos ambientais e gerir recursos escassos por meio de uma gestão eficiente de resíduos (SU *et al.*, 2013). Nesse contexto, há um foco nas atividades de Redução, Reutilização e Reciclagem (3Rs) e extensão da responsabilidade do produtor, cujas formas de medição incluem, por exemplo, índice de reciclagem ou volume de resíduos em unidades de tratamento.

No entanto, possivelmente relacionado aos trabalhos da EMF, a economia circular passou a ser percebida mais recentemente como um conceito sistêmico que vai além da gestão eficiente de resíduos (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). No âmbito da União Europeia, a economia circular foi adotada como uma estratégia para atingir crescimento econômico e maior competitividade com menos impacto ambiental, criando novos empregos e diminuindo os custos com materiais e os efeitos da volatilidade dos preços (COMISSÃO EUROPEIA, 2014). A Comissão Europeia estimou ganhos de 600 bilhões de euros para as empresas europeias com a adoção da economia circular, além da criação de mais de 500 mil postos de trabalho e da redução de 450 milhões de toneladas de emissões de gás carbônico (COMISSÃO EUROPEIA, 2015).

Em 2015, o Parlamento Europeu adotou o “Plano de Ação para a Economia Circular”, composto por 54 medidas voltadas para “fechar” o ciclo de vida dos produtos ao longo de toda a cadeia produtiva, além de medidas legislativas sobre resíduos. O plano, que abrangia diferentes áreas e setores, deveria ser implementado mediante coordenação entre os mais diversos atores (governos, empresas, sociedade civil) e em diferentes escalas (regional, nacional

⁵ METI (Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan). **Handbook on Resource Recycling Legislation and 3R Initiatives**. Tokyo, 2004.

e internacional). Foram estabelecidas novas obrigações com relação à coleta de lixo e resíduos orgânicos, além de metas relativas a aterros sanitários, reciclagem e redução de resíduos (COMISSÃO EUROPEIA, 2015). Segundo a EMF, estima-se que 3,5 bilhões de euros em financiamento público tenham sido direcionados ao plano entre 2016 e 2020 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020).

Em 2019, as ambições da União Europeia foram atualizadas com o Pacto Ecológico Europeu, uma ambiciosa agenda que visa transformar a Europa no primeiro continente com impacto neutro no clima até 2050 (CLUBE; TENNANT, 2020; COMISSÃO EUROPEIA, 2020). Um importante pilar dessa iniciativa é o “Novo Plano de Ação para a Economia Circular”, que estabeleceu novas metas e medidas de circularidade, dando prioridade a setores intensivos em recursos, como têxtil, construção, eletrônicos e plástico (COMISSÃO EUROPEIA, 2020).

O caso europeu é considerado um sucesso em termos de implementação da economia circular na agenda política (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020). Além da inserção da mesma em um contexto supranacional, muitos países europeus também estabeleceram ambições próprias a nível nacional, como o governo holandês, que fixou o objetivo de fazer da Holanda um país 100% circular, tornando-o *hotspot* da economia circular (BLOM; BANI, 2020).

Apesar da participação majoritária dos países europeus na implementação da economia circular, grande parte da discussão sobre o tópico é atribuída a acadêmicos chineses e à aplicação da mesma na China (GEISSDOERFER *et al.*, 2017). O país asiático foi o primeiro a reconhecer a economia circular enquanto modelo alternativo de desenvolvimento e a lançar indicadores nacionais de circularidade (GENG *et al.* 2012).

Na China, a economia circular foi introduzida como uma estratégia para tornar seu desenvolvimento econômico mais sustentável (SU *et al.*, 2013). Com a conscientização de que o seu desenvolvimento econômico estava sendo logrado às custas do meio ambiente, o governo chinês passou a tomar uma série de medidas buscando conciliar crescimento econômico e sustentabilidade. Uma das primeiras medidas foi a adoção da “Lei de Promoção da Produção Limpa”, em 2002, que trazia princípios da ecologia industrial para a gestão de resíduos em nível nacional. Em 2009, o conceito de economia circular foi inserido na legislação nacional, por meio da “Lei de Promoção da Economia Circular” (LIEDER; RASHID, 2016; CLUBE; TENNANT, 2020). Ainda que o conceito de economia circular retratado na lei chinesa seja considerado restrito, foram criadas, desde então, diversas regulações e medidas para promover a circularidade na economia, como o programa nacional de ecoparques industriais, iniciado em

2001, e o lançamento de indicadores nacionais de circularidade em 2007 (YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y., 2006).

Portanto, a implementação da economia circular na China, inicialmente focada na gestão eficiente de resíduos e recursos, passou a caracterizar-se por um amplo controle sobre os fluxos de produção e consumo e sobre a proteção ambiental (SU *et al.*, 2013). Além das questões envolvendo resíduos e recursos, diversas áreas passaram a ser objeto de medidas circulares, desde a eficiência energética até o uso e manejo dos solos (SU *et al.*, 2013).

Muitos autores fazem uma distinção entre a implementação chinesa e europeia da economia circular. Na Europa, a transição para uma economia circular seria primariamente o resultado de uma abordagem “de baixo para cima”, conduzida por iniciativas de ONGs, organizações ambientais e sociedade civil. Na China, por sua vez, a economia circular teria sido introduzida “de cima para baixo”, por meio de leis, normas e intervenção fiscal do governo chinês na sociedade (GHISELLINI *et al.*, 2016; SANTOS; SHIBAO; SILVA, 2019). No entanto, sobretudo no caso dos ecoparques industriais chineses, reconhece-se que a implementação atual da economia circular na China é realizada tanto de forma vertical, pelo governo, quanto horizontal, por meio da atuação das empresas e da sociedade civil (GHISELLINI *et al.*, 2016; MILIOS, 2018).

Para além das agendas de governos, a aplicação prática da economia circular também tem sido conduzida pelo setor privado, notadamente por meio de estratégias de eficiência produtiva, envolvendo atividades de redução, reuso e reciclagem (CLUBE; TENNANT, 2020). Muitas vezes sem usar a mesma terminologia, muitas empresas e organizações têm adotado práticas consistentes com a economia circular, como sistemas de gestão de resíduos e reaproveitamento de materiais, ainda que de forma inconsistente. Isso demonstra, de certa forma, a falta de familiaridade e conscientização das empresas com o conceito de economia circular (PRESTON, 2012).

Como forma de reverter esse cenário, são crescentes na literatura modelos e arcabouços criados para a aplicação da economia circular por governos e empresas (PRESTON, 2012; KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018; ACCENTURE, 2020). Ainda, existem diversas iniciativas, sobretudo nos países europeus, de cooperação entre os setores público e privado para desenvolver práticas de economia circular. A EMF, em especial, realiza parcerias com empresas, governos e instituições para auxiliar no desenvolvimento de práticas de economia circular em diferentes setores (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020). Dentre seus parceiros estratégicos, estão a Coca-Cola, a IKEA, a Google e a Unilever.

Reconhece-se, portanto, que uma transição em direção à economia circular no sentido sistêmico exige a cooperação entre diferentes agentes – governos, sociedade civil e setor privado – e em diferentes níveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; BEAULIEU; DURME; ARPIN, 2015; GHISELLINI *et al.*, 2016). Ainda assim, inexiste consenso sobre como a economia circular deve ser aplicada ou mensurada, muito menos um arcabouço global aplicado por empresas ou governos (WINANS *et al.*, 2017).

2.4.2 Três níveis de aplicação

Segundo Prieto-Sandoval, Jaca e Ormazabal (2018), existe um consenso na literatura sobre três diferentes níveis que caracterizam a pesquisa e aplicação da economia circular: o micro, o meso e o macro. De fato, diferentes autores utilizam essa classificação, herdada da Ecologia Industrial, para distinguir práticas de economia circular (YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y., 2006; GENG *et al.*, 2012; SU *et al.*, 2013; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017; MERLI; PREZIOSI; ACAMPORA, 2018).

O nível micro, também chamado de nível da empresa individual, caracteriza-se pela ênfase em estratégias e ações de ecodesign e de produção limpa dentro das empresas (GENT *et al.*, 2012; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). A propensão à adoção dessas práticas depende do nível de maturidade das empresas, mas também do ambiente institucional onde ela se insere. Mesmo com benefícios potenciais de redução de custos e de reputação de marca, a implementação da economia circular pelas empresas depende da capacidade das autoridades públicas de encorajar práticas de produção e de consumo mais sustentáveis, por meio, por exemplo, da criação de rótulos ecológicos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

O nível meso, ou nível inter-firmas, inclui exemplos de simbiose industrial ao longo da cadeia de produção, como o desenvolvimento de ecoparques industriais (EIPs) e de outras iniciativas regionais de compartilhamento de energia, transporte, infraestrutura ou resíduos (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Além do caso clássico de Kalundburg na Dinamarca, considerado modelo pioneiro de simbiose industrial, existem mais de 1.500 ecoparques industriais na China em nível nacional e regional (KALMYKOVA; SADAGOPAN; ROSADO, 2018). Estima-se que essas práticas tragam vantagens tanto ambientais (implicando redução do consumo de recursos naturais e menor poluição) quanto econômicas para as empresas (trazendo redução de custos em matérias-primas, energia e transporte) (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

O nível macro, que pode se referir às escalas local, regional ou nacional, seria o nível mais abrangente e complexo de aplicação da economia circular, envolvendo uma rede extensa de cooperação entre governos, indústrias e sociedade civil (SU *et al.*, 2013). O desenvolvimento das eco-cidades e eco-regiões depende da criação de um ambiente institucional favorável ao desenvolvimento da eco-inovação e de padrões de consumo e produção mais conscientes, incluindo mudanças na composição de toda a rede industrial (YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y., 2006; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

Não obstante o amplo uso dessa classificação pela literatura, poucas definições de economia circular mencionam a necessidade de mudança nos três níveis simultaneamente para que a transição para a mesma ocorra (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). Ainda, a maioria dos estudos de caso sobre as práticas de economia circular concentra-se em um único nível, majoritariamente no nível meso (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). Contudo, ainda que a articulação de ecoparques industriais ou demais práticas de simbiose industrial tragam economias de recursos e energia para as empresas e para a respectiva região, elas não modificam os padrões vigentes de produção e, muito menos, de consumo (PRESTON, 2012). Portanto, a atual implementação da economia circular não é suficiente para atingir os objetivos sistêmicos pretendidos, e, conforme a literatura, existem desafios e obstáculos, talvez incontornáveis, a serem superados antes que isso ocorra.

2.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O surgimento da economia circular ocorreu mediante a identificação da linearidade do modelo econômico existente. Pouco mudou, desde o advento da Primeira Revolução Industrial no século XVIII, em termos de padrões de produção e consumo, baseados em um modelo de produção-consumo-descarte. Diante da conscientização da insustentabilidade desse modelo, surge o conceito de economia circular.

Embora seja embasado em ideias e disciplinas já estabelecidos, como a economia ecológica, a economia circular é um conceito recente e ainda muito controverso. Inexiste consenso quanto à sua origem ou definição. No presente trabalho, adotou-se o conceito comumente utilizado, que trata a economia circular como um novo modelo econômico que busca dissociar desenvolvimento econômico da utilização de recursos, por meio da regeneração e da restauração de materiais.

Em termos práticos, já existem esforços para a implementação da economia circular. A China e a União Europeia são casos ilustrativos, pois já adotam planos abrangentes para a

adoção da economia circular. Contudo, ainda é cedo para identificar os impactos decorrentes dos mesmos, e conforme a literatura, a atual implementação da economia circular não é suficiente para atingir os objetivos sistêmicos pretendidos. Em seu sentido mais amplo e sistêmico, a transição para a economia circular dependeria de mudanças profundas na sociedade, desde mudanças legislativas e institucionais até alterações nos padrões de produção e consumo.

3 ECONOMIA CIRCULAR: CRÍTICAS E DESAFIOS

Segundo o relatório da *Circle Economy* (2020), apenas 8,6% da atual economia mundial pode ser considerada circular⁶, e esse percentual vem diminuindo nos últimos anos. Isso significa que, não obstante os esforços recentes na implementação da economia circular, exemplos práticos de circularidade ainda são escassos e fragmentados (RITZÉN; SANDSTROM, 2017).

Publicações mais recentes têm adotado uma postura mais crítica com relação à economia circular, apontando diferentes barreiras para a sua implementação (ZINK; GEYER, 2017). Ainda que a interdisciplinaridade da economia circular confira à mesma uma visão holística e sistêmica do problema ambiental, sua origem difusa pode gerar diferentes interpretações e confusões sobre os seus objetivos e ambições, o que, finalmente, poderia levar ao fracasso de sua implementação (KIRCHHERR *et al.*, 2017; KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a). Por isso, torna-se importante entender as críticas e limitações associadas à economia circular.

O presente capítulo busca identificar as principais críticas direcionadas à economia circular pela literatura, assim como as barreiras existentes à sua implementação. As críticas e os desafios associados à economia circular serão classificados em problemas conceituais e epistemológicos e barreiras para a implementação, divididas para fins didáticos entre barreiras técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias e, por fim, culturais.

3.1 PROBLEMAS CONCEITUAIS E EPISTEMOLÓGICOS

A economia circular, tal como apresentada pelo conceito da EMF, propõe-se ambiciosamente a solucionar, concomitantemente, a escassez de recursos e a degradação ambiental, além de gerar benefícios econômicos. Isso envolve uma complexidade de temas, como crescimento econômico, biodiversidade, materiais e energia, design de produto, operações logísticas, modelos de negócios e gestão de dados (RITZÉN; SANDSTROM, 2017). No entanto, segundo a literatura, ainda há pouca discussão teórica sobre as relações controversas entre tais temas e a economia circular (MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019; KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a), ou ainda entre a economia circular e

⁶De acordo com o relatório, o percentual, calculado a partir da Métrica de Circularidade Global (GCM, em inglês), mede a proporção de materiais reciclados no total de materiais introduzidos na economia cada ano.

outros campos científicos e conceitos com os quais ela se relaciona, como o conceito de sustentabilidade (ANASTASIADIS *et al.*, 2020; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

Embora se argumente que limitações teóricas não são importantes para praticantes da economia circular, a construção de bases conceituais sólidas é importante para uma categoria recente, considerada um “conceito contestado”⁷ (KORHONEN *et al.*, 2018b; MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019). Mesmo sendo considerado um conceito promissor e atrativo, a falta de pesquisa científica sobre o tema faz com que a economia circular pareça para muitos uma coleção de ideias vagas e separadas em diferentes áreas (KORHONEN *et al.*, 2018b).

Ademais, existem poucos estudos empíricos sobre a economia circular e suas implicações, sobretudo em países em desenvolvimento, cujas economias são majoritariamente intensivas em recursos naturais (KIRCHHERR; VAN SANTEN, 2019). A maioria dos estudos de caso concentram-se em países desenvolvidos e na indústria de transformação e, assim, compreendem uma amostra muito pequena. Consequentemente, segundo Corvellec *et al.* (2020), a capacidade de a economia circular trazer benefícios mútuos à economia e ao meio ambiente é frequentemente tomada de forma implícita, sem ser testada empiricamente.

Não há evidências claras de que a economia circular levaria à completa dissociação entre a degradação ambiental e o crescimento econômico (WARD *et al.*, 2016; HICKEL; KALLIS, 2019; MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019) e tampouco há indícios de que o fechamento dos ciclos de materiais e produtos levaria a um crescimento econômico sustentável e equitativo, sobretudo diante de uma crescente demanda mundial por recursos (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a; SCHRÖEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019).

Muitas atividades aparentemente sustentáveis podem ter efeitos ambientais adversos, como o uso de biocombustíveis, que pode levar a um maior desflorestamento, ou de tecnologias verdes, como painéis solares e parques eólicos, que dependem de materiais mais complexos, de difícil reciclagem (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Ademais, segundo Buckmann-Duck e Beazley (2020), práticas defendidas pela economia circular, como os sistemas de serviço e a biomimética, podem ter efeitos adversos na biodiversidade.

⁷ O termo “conceito essencialmente contestado” é originado de Gallie (1955, apud KORHONEN *et al.*, 2018b) para caracterizar conceitos sobre os quais não há consenso, nem quanto aos seus princípios e valores, nem quanto aos seus objetivos.

Há ainda quem argumente que os custos ambientais para manter a circularidade de certos produtos e materiais são maiores do que a sua alternativa linear (BLOM; BANI, 2020). De fato, em determinados casos, os recursos e energia necessários para novos reparos ou melhorias em bens secundários podem ser maiores do que extrair matérias-primas brutas ou produzir bens primários. Por isso, o fechamento de circuitos de produção deveria ser considerado eficiente e socialmente desejável somente até o momento em que os benefícios à sociedade fossem maiores do que os custos (MILIOS, 2018).

Esse argumento aparece de forma mais clara na literatura sob uma perspectiva econômica. A partir de certo momento, pode torna-se muito custoso manter um material ou produto em circulação (PRENDEVILLE *et al.*, 2014). Sem a precificação das externalidades ambientais, empresas – assumidas como racionais e maximizadoras de lucro – não serão encorajadas em gastar mais para reutilizar um material ou produto se conseguirem, alternativamente, produzir novos a um menor custo (ANDERSEN, 2006). Paralelamente, sob a perspectiva do consumidor, o custo-benefício de um produto sustentável também é importante, pois, mesmo indivíduos que levem em consideração fatores ambientais em suas decisões de compra podem não estar dispostos a pagar muito mais caro por um produto sustentável.

Portanto, a própria permanência dos materiais em circulação não implica necessariamente uma maior sustentabilidade, sobretudo se as dimensões social e ambiental são negligenciadas (BLUM; HAUPTA; BENING, 2020). Muitas práticas de circularidade ocasionam *trade-offs* entre as esferas econômica, social e ambiental, como é o caso da reciclagem de garrafas PET, cujo benefício ambiental estaria associado a um custo econômico relativamente mais alto. Nesse sentido, a prática da economia circular sem o devido conhecimento poderia resultar em consequências indesejadas (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

Outra grande preocupação com relação à sustentabilidade da economia circular refere-se ao chamado “efeito rebote”, herdado da literatura sobre eficiência energética. Ele pode ocorrer de duas formas, dependendo de se os produtos ou materiais circulares são considerados substitutos ou não dos produtos considerados não circulares (BLOM; BANI, 2020). Caso forem substitutos, uma diminuição de custos decorrente da maior eficiência na produção circular pode levar à redução do valor do produto final em ambos, o que, finalmente, resultaria em um aumento no seu consumo. Caso não forem substitutos, os materiais e produtos “de segunda mão” criarão um novo mercado paralelo ao dos produtos não circulares (ZINK; GEYER, 2017). É o caso, por exemplo, do mercado de *smartphones* remodelados, direcionados a consumidores

de menor poder aquisitivo que, em outra situação, não teriam adquirido nenhum *smartphone* (ZINK; GEYER, 2017; BLOM; BANI, 2020).

Também conhecido como paradoxo de Jevons, esse efeito também explica porque certos autores permanecem céticos quanto aos benefícios daecoinovação defendida pela economia circular (SCHRÖEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019). Certas tecnologias e sistemas de produto-serviços acabam ocasionando um maior consumo do que a prática anterior, podendo, portanto, apresentar efeitos adversos ao meio ambiente (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020). Seria o caso, por exemplo, do aumento no consumo do turismo como decorrência de modelos de negócios como a *startup* Airbnb, que permite que consumidores de diversas rendas consigam ter acesso a estadias mais baratas em todo o mundo. Para que o efeito rebote seja contornado, os produtos circulares devem não apenas ser considerados substitutos aos produtos existentes no mercado, como devem absorver parte do consumo destes, sem afetar o nível de preços no mercado (ZINK; GEYER, 2017).

Deste modo, uma das principais críticas da literatura científica é a ausência de um discurso anti-consumo ou anti-produção pelos promotores da economia circular (MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019). De fato, não há evidências de que um aumento de produtividade ou uma maior circularidade levará a uma redução no consumo (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a). E, como visto na subseção 3.1.1, a dimensão social, incluindo os padrões de produção e consumo, é frequentemente negligenciada pela narrativa da economia circular. Pelo contrário, muitas empresas parecem usar o discurso da circularidade em favor de seus objetivos comerciais, aumentando suas vendas, o que acaba entrando em conflito com o objetivo fundamental de sustentabilidade (CLUBE; TENNANT, 2020; CORVELLEC et al., 2020).

Sem uma conotação anti-consumo, o discurso da economia circular de valorização do lixo pode tornar-se mais uma forma de legitimar o crescimento econômico baseado na crescente utilização de recursos (VALENZUELA; BÖHM, 2017). Essa “despolitização do lixo”, segundo Corvellec *et al.* (2020), tratando-o não como uma perda, mas como uma geração de valor, pode ocasionar o efeito contrário, estimulando a multiplicação do lixo e, conseqüentemente, tendo efeitos adversos ao meio ambiente.

Para Wegmann (2020), a postura pró-lixo da economia circular também tem implicações políticas, tendo em vista a importância histórica do lixo nas dinâmicas de poder internacionais. Segundo a autora, a valorização do lixo pode ser responsável por uma “corrida pelo lixo”, incentivando a competição pelo mesmo e, eventualmente, enfraquecendo os discursos de não geração e prevenção da geração de resíduos.

Assim, dentre a literatura acadêmica mais crítica ao conceito de economia circular, existem autores que o consideram uma forma de sustentabilidade “fraca” (HOBSON; LYNCH, 2016); uma adaptação do capitalismo aos problemas de acúmulo de resíduos e escassez de recursos (SAVINI, 2019); uma forma de apropriação e despolitização do termo “sustentabilidade” pelas elites político-econômicas (VALENZUELA; BOHM, 2017); uma visão “renovada” da economia capitalista (REIKE; VERMEULEN; WITJESB. 2018); ou, ainda, uma proteção dos imperativos neoclássicos de crescimento econômico diante dos atuais desafios sociais e ambientais, dispensando mudanças mais significativas (TEMESGEN; STORSLETTEN; JAKOBSEN, 2019). Consequentemente, esses autores defendem uma abordagem mais radical da economia circular, sugerindo a existência de uma distinção entre definições ideais e subvertidas de economia circular (MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019).

Portanto, tanto teórica como empiricamente, existem lacunas a serem preenchidas com relação às consequências e limitações da economia circular. Independentemente da interpretação à que ela é sujeita, a economia circular parece estar em um momento de contestação de sua validade, que poderá definir a sua direção e resultar, finalmente, em seu êxito ou colapso (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020).

3.1.1 Economia circular, estado estacionário e decrescimento

Não há um consenso sobre uma teoria econômica ou social que embase a economia circular (VELIS, 2018). Por ser considerada uma abordagem de orientação prática, questões epistemológicas e ontológicas associadas à economia circular são raramente abordadas (TEMESGEN; STORSLETTEN; JAKOBSEN, 2019). Ainda que isso torne o conceito mais simples e, portanto, teoricamente mais fácil de ser adotado e promovido, também acaba gerando inconsistências e limitações (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020). Uma das principais limitações nesse sentido, apontada por diversos autores, é aquela relacionada ao crescimento econômico enquanto objetivo da economia circular.

Conforme promovido pela EMF, a economia circular apresenta uma solução com benefícios recíprocos para a economia e para o meio ambiente. No entanto, muitos autores questionam a viabilidade dessa proposta, enfatizando sobretudo a associação entre o crescimento econômico e a crescente utilização de recursos naturais e energia. Como já abordado, não há evidência empírica de que o crescimento econômico, ao menos quando medido em termos de PIB, possa ser dissociado da utilização de recursos naturais e, portanto,

da degradação ambiental (WARD *et al.*, 2016; SCHANDL *et al.*, 2016). Pelo contrário, há estudos que sugerem de forma robusta que a economia mundial está se tornando cada vez mais dependente de recursos, mesmo em países cujo produto nacional é composto majoritariamente por serviços (HICKEL; KALLIS, 2019).

Nesse sentido, diversos estudos que buscam explicar o contexto teórico da economia circular partem de uma distinção entre a mesma e as demais teorias alternativas de crescimento econômico, como decrescimento e estado estacionário (PIN; HUTAO, 2007; CHARONIS, 2012; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; HOBSON; LYNCH, 2016; SCHRÖEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019). Ambas surgiram na década de 1970, em um contexto de crise energética, econômica e crescente degradação ambiental. Portanto, assim como a economia circular, elas buscam solucionar o conflito entre economia e meio ambiente.

A teoria do decrescimento, associada ao economista ecológico Nicholas Georgescu-Roegen, defende uma redução dos fluxos de materiais e energia utilizados pela sociedade, até que se atinja uma estabilização econômica socialmente sustentável e equitativa (CHARONIS, 2012). Similarmente, o estado estacionário, cujo principal proponente é o economista Herman Daly, seria caracterizado por um sistema no qual há um equilíbrio nas esferas humana e ecológica, sem crescimento nem recessão econômica, de forma que as atividades econômicas se mantivessem dentro dos limites impostos entropicamente (PIN; HUTAO, 2007). Em ambas as visões, pertencentes ao campo da economia ecológica, o tratamento da economia não pode estar dissociado dos limites físicos da natureza, sendo a economia um subsistema da natureza, e não o contrário.

Como visto ao longo do presente trabalho, a economia circular defendida pela EMF, diferentemente do discurso estacionário e de decrescimento, não se opõe ao crescimento econômico, tratando-se, portanto, de uma “alternativa de crescimento econômico”, e não uma “alternativa ao crescimento econômico” (CHARONIS, 2012, p. 5). Partindo desse entendimento, a economia circular seria compatível com a estrutura econômica atual, dominada pela corrente econômica neoclássica. Segundo Corvellec *et al.* (2020), a economia circular defendida pela EMF, o que ele chama de corrente hegemônica da abordagem, resulta de uma junção entre a economia neoclássica e a economia ecológica. Nessa interpretação, a economia circular se afastaria dos discursos estacionário e de decrescimento, justamente, por não se opor ao *status quo* econômico atual, centrado nas ideias de crescimento econômico e alocação eficiente de recurso.

No entanto, para contornar muitas das limitações conceituais e epistemológicas da economia circular, muitos autores defendem que a mesma deve ser acompanhada de uma

revisão nos fundamentos do atual *mainstream* econômico (TEMESGEN; STORSLETTEN; JAKOBSEN, 2019). Segundo Ward *et al.* (2016), qualquer política que vise à sustentabilidade deverá adotar medidas que levem à manutenção ou ao decrescimento econômico, o que, de certa forma, fortalece as teorias de decrescimento e de estado estacionário e se afasta do discurso de economia circular perpetrado pela EMF ou pela Comissão Europeia (CHARONIS, 2012; CORVELLEC *et al.*, 2020).

Não obstante suas diferenças, os três discursos compartilham princípios e propostas (CHARONIS, 2012; SCHRÖEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019). A redução (ou ausência) de resíduos e a maior circularidade de produtos e recursos está presente nas três abordagens, assim como a defesa de uma desmaterialização da economia, por meio, por exemplo, da ideia de usuário em detrimento de proprietário (CHARONIS, 2012). Portanto, segundo Schröder, Anggraeni e Weber (2019), mais proveitoso do que apontar diferenças, é encontrar similaridades entre as propostas, que, ao se complementarem, poderiam fortalecer os esforços em direção a um caminho sustentável.

3.1.2 A falta da dimensão social na economia circular

A crítica mais frequente ao conceito de economia circular é a falta, ou mesmo a ausência, da dimensão social, essencial ao conceito de sustentabilidade (BEAULIEU; DURME; ARPIN, 2015; SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016; KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017; MOREAU *et al.*, 2017; GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Conforme analisado anteriormente, a economia circular é considerada uma das formas de se atingir a sustentabilidade. No entanto, diante de uma ausência da discussão sobre os aspectos sociais e ambientais da economia circular, o resultado será uma visão estrita da economia circular, focada em uma perspectiva econômica (MILLAR; MCLAUGHLIN; BÖRGER, 2019).

A partir de um estudo das publicações sobre economia circular em duas décadas, Schögl, Stumpf e Baumgartner (2020) identificaram que, desde 2016, o aspecto social da economia circular tem recebido mais atenção no âmbito acadêmico, por exemplo, com mais estudos sobre economia do compartilhamento e sistemas de produto-serviço. Ambas as práticas exemplificam o papel do consumidor na viabilização de negócios circulares, que exigem mudanças nos padrões de consumo. Ainda assim, a participação da dimensão social na economia circular é considerada periférica e insuficiente, tornando a falta da dimensão social um dos maiores desafios para a transição para a economia circular (HOMRICH *et al.*, 2018).

Segundo Schögggl, Stumpf e Baumgartner (2020), o texto de Murray, Skene e Haynes (2017) é um dos poucos que traz uma perspectiva social da economia circular em termos de bem-estar social, direitos humanos e valores éticos e morais.

A maior parte dos exemplos de políticas e legislações sobre economia circular prioriza o crescimento econômico e a maior competitividade e lucratividade das empresas, negligenciando a dimensão social, que permanece “contestada, ambígua e infundada” (CLUBE; TENNANT, 2020, p. 3). Ademais, os indicadores de circularidade existentes focam majoritariamente em aspectos econômicos de firmas individuais, com menor ênfase em aspectos sociais e ambientais (KRISTENSEN; MOSGAARD, 2020).

Apesar de ser argumentado que a sociedade seria beneficiada indiretamente por uma menor degradação ambiental, essa relação não é clara nem comprovada (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017; GEISSDOERFER *et al.*, 2017). Pelo contrário, existem na literatura questionamentos quanto aos benefícios da economia circular para a equidade social (MOREAU *et al.*, 2017) e até mesmo estudos que estimam um aumento da desigualdade social como resultado de práticas defendidas pela economia circular, como a economia compartilhada (FRENKEN; SCHOR, 2017).

Os benefícios sociais da economia circular, quando apontados, referem-se sobretudo à criação de empregos, maior conscientização ambiental, melhora na saúde pública e promoção de equidade e justiça social. No entanto, inexistente comprovação empírica dessas causalidades (GENG *et al.*, 2012). Existem até mesmo argumentos contrários a essa visão, que chamam a atenção para os possíveis problemas sociais ocasionados por práticas circulares, como uma piora na saúde e na segurança de trabalhadores que lidam com o manuseio do lixo (WEGHMANN, 2020).

A dimensão social da economia circular refere-se, igualmente, ao reconhecimento de que a economia circular somente será exitosa diante de mudanças socioculturais significativas, como a transição de uma economia baseada no materialismo, conveniência e propriedade para uma baseada em consumo colaborativo, economias compartilhadas e valor de uso (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020). No entanto, esses elementos culturais da economia circular são frequentemente negligenciados pelos seus promotores, mesmo que sejam considerados uma das principais barreiras para a transição à circularidade, como visto na seção 3.2.4.

3.2 DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Além dos desafios conceituais e epistemológicos, existem questões práticas apontadas pela literatura como barreiras para a implementação da economia circular. Para fins didáticos, elas foram agrupadas – a exemplo da classificação Jesus e Mendonça (2018) - em: barreiras técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias e, por fim, culturais.

3.2.1 Barreiras técnicas

O problema técnico central atribuído à economia circular recai sobre a impossibilidade de gerar circuitos fechados e contínuos sem novas fontes de energia, nos termos da segunda lei da termodinâmica (PRENDEVILLE *et al.*, 2014). A energia, portanto, exerce um papel central no fechamento dos ciclos, viabilizando as estratégias de remanufatura, reparo e reciclagem de materiais e produtos (CULLEN, 2017). Conseqüentemente, muitos processos circulares podem acabar gerando mais externalidades ambientais do que sua forma linear, como é frequentemente apontado no caso de eletrônicos, em que a recuperação integral de determinados produtos acaba gerando maior impacto ambiental (DE MAN; FRIEGE, 2016).

A lógica da entropia implica que todo processo produtivo incorre na perda de valor dos materiais envolvidos, seja pelas perdas no processo em si ou pela mistura de materiais na produção (DE MAN; FRIEGE, 2016). Então, mesmo que para certos produtos, o fechamento do ciclo seja tecnicamente possível, como é o caso do plástico reciclado, o produto acaba retornando cada ciclo com uma qualidade inferior, processo que é chamado de *downcycling* (CULLEN, 2017). Em oposição ao *downcycling*, o *upcycling* ocorre quando o produto retorna cada ciclo com uma qualidade igual ou superior, o que exige a adesão de energia extra ao processo. É o caso, por exemplo, da reciclagem de automóveis.

Além dos desafios relacionados à entropia, reconhece-se que a transição para a economia circular, baseada em recursos renováveis, demandará esforços para reestruturar processos lineares e possivelmente implicará um aumento na demanda de muitos recursos naturais, como madeira, biocombustíveis, biopolímeros e fibras naturais (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020). Para muitas empresas, a adaptação à economia circular, além de ter um custo econômico, poderá ser considerada inviável ou muito arriscada, notadamente se inexistem modelos a serem seguidos (PRESTON, 2012). Nesse sentido, os reais impactos da economia circular, incluindo o efeito substituição entre recursos não renováveis e recursos naturais, devem ser melhor estudados e acompanhados, de forma que os riscos das

práticas circulares sejam minimizados e que as mesmas não resultem em maiores impactos ambientais (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020).

Por isso, a falta de métodos de avaliação da economia circular é tida como uma das principais barreiras para a sua implementação (FRIANT; VERMEULEN; SALOMONE, 2020). A mensuração da circularidade é central para a orientar a implementação de estratégias circulares e verificar o seu êxito. Contudo, os indicadores de circularidade existentes são criticados por não serem sistêmicos o suficiente, permanecendo restritos a identificar circuitos fechados. Faltam indicadores de circularidade que sejam claros, mas que consigam igualmente avaliar questões complexas, como o desempenho sustentável em todas as suas dimensões – econômica, social e ambiental e a possibilidade de efeito rebote (CORONA *et al.*, 2019).

Portanto, um dos obstáculos à economia circular é a própria complexidade da mesma, aliada a uma incerteza sobre o real funcionamento e impacto das práticas circulares (KIRCHHERR *et al.*, 2018). A economia circular exige que toda a cadeia de produção seja circular, além de depender também de um consumo consciente. Uma determinada empresa não consegue transformar a sua produção linear em circular sem a adesão de seus fornecedores, por exemplo. A otimização de fluxos de materiais e energia exige uma coordenação entre decisões no presente, de design e planejamento, e no futuro, sobre o final do ciclo de vida dos produtos (GULDMANN *et al.*, 2020). Para materiais e produtos menos alterados, mais próximos ao ciclo biológico – como, por exemplo, carpetes de algodão reciclado - essa dinâmica é mais fácil; contudo, no caso de produtos mais complexos, como eletrônicos, esse processo de decisão e planejamento torna-se muito mais desafiador (DE MAN; FRIEGE, 2016).

Ademais, a adoção de práticas circulares é dificultada com a informação assimétrica presente no mercado de produtos e materiais de segunda mão ou remanufaturados. Além de representar um mercado ainda pequeno, existe uma maior incerteza com relação à quantidade de produto que retorna, em que estado retorna e o momento do retorno, o que dificulta o planejamento empresarial e, muitas vezes, prejudica a qualidade do produto remanufaturado (PREDEVILLE *et al.*, 2014). Existem poucos exemplos bem-sucedidos para embasar a implementação de negócios circulares mais complexos (DE MAN; FRIEGE, 2016), assim como existem poucos exemplos de projetos circulares em larga escala (KIRCHHERR *et al.*, 2018), o que diminuiria a incerteza nesse mercado.

Por isso, assim como ocorreu com o desenvolvimento do modelo industrial linear atual, a tecnologia exerce um papel central na transição para a economia circular (JESUS; MENDONÇA, 2018). Tecnologias que facilitem a otimização de processos e recursos, a refabricação e a utilização de produtos em cascata e o desenvolvimento de soluções integradas

são fatores-chave para impulsionar o modelo circular. Essas tecnologias integram o que Jesus e Mendonça chamam de “ecoinovação”, voltada para soluções técnicas que integram toda o ciclo de vida do produto, e que levem em consideração suas implicações ambientais e sociais.

3.2.2 Barreiras econômicas

As barreiras econômicas associadas à economia circular referem-se notadamente aos altos custos iniciais e transacionais e à falta de financiamento para modelos de negócios circulares. Levando em consideração apenas esses aspectos, a complexidade da economia circular – que envolve questões como materiais e energia, design de produto, modelos de negócios, distribuição e logística – pode acabar tornando-a menos atraente do que a economia linear (RITZÉN; SANDSTROM, 2017).

Considera-se que a transição de empresas cuja produção sempre ocorreu linearmente para a economia circular envolve elevados custos iniciais, voltados para a modificação de processos, insumos, logística, equipamentos, realização de novos treinamentos, dentre outras adaptações (EUROPEAN INVESTMENT BANK, 2020). Ainda, o maior custo de muitas práticas de reuso e reciclagem em relação aos materiais virgens, mesmo quando adotados pelas empresas, pode acabar refletido no preço final do produto ou serviço (KIRCHHERR *et al.*, 2018).

Essas adaptações são consideradas investimentos de longo prazo, que, para serem realizados, devem ter retornos esperados claros ou, pelo menos, uma estrutura política e normativa favorável (PRESTON, 2012). Segundo o *European Investment Bank* (2020), a tendência futura é no sentido de maiores inovações que aumentem a eficiência dos recursos; contudo, isso só ocorrerá de forma espontânea quando o nível de preços das commodities compensar os investimentos na circularidade.

Ademais, a existência de informação assimétrica e retornos incertos com relação às atividades circulares é frequentemente apontada como um fator de risco para as empresas, que tendem a tomar decisões empresariais mais conservadoras (PRESTON, 2012; RITZÉN; SANDSTROM, 2017; KIRCHHERR *et al.*, 2018). Portanto, sem incentivo institucional ou tributário e sem métodos de medição dos benefícios da economia circular no longo prazo, práticas sustentáveis acabam sendo desencorajadas e compõem a exceção – e não a regra – dos modelos de negócios atuais (TURA *et al.*, 2019).

3.2.3 Barreiras institucionais e regulatórias

A implementação sistêmica da economia circular depende de uma estrutura institucional e regulatória favorável, além da participação ativa de governos em todos os níveis (municipal, estadual e nacional) (TURA *et al.*, 2019). Como argumentado na seção 2.4.1, o ambiente institucional e regulatório é fator indutor de práticas circulares, por meio de legislações, diretrizes e políticas tributárias de incentivo (TURA *et al.*, 2019). De forma inversa, portanto, a falta de apoio institucional e tributário e a complexidade da regulação relativa a práticas de reuso de materiais são consideradas barreiras ao desenvolvimento da economia circular.

Ainda que diversos países já tenham adotado legislações relativas à reciclagem e à responsabilidade estendida do produtor (REP), são raras as regulamentações que tratam da reutilização de materiais ou que enfatizam a responsabilidade do consumidor na redução do consumo e de resíduos. Milios (2018) chama atenção para a falta de perspectiva anti-consumo das políticas sobre economia circular no âmbito da União Europeia, centradas na eficiência de recursos e no aumento do ciclo de materiais por reciclagem. Para Ranta *et al.* (2018), a ênfase excessiva conferida às atividades de reciclagem, em detrimento das outras estratégias de reuso, é uma das principais barreiras à implementação da economia circular.

Forte apoio político e práticas governamentais transparentes e previsíveis também são consideradas necessárias para viabilizar a economia circular (SU *et al.*, 2013; GALVÃO *et al.* 2018). O caso chinês, amplamente estudado pela literatura, sugere que, independentemente de um ambiente institucional robusto e favorável à economia circular no país, incluindo indicadores nacionais de circularidade, ainda persistem desafios com relação à transparência e fiscalização das medidas de economia circular, cujas penalidades em caso de descumprimento são consideradas brandas (SU *et al.* 2013).

3.2.4 Barreiras culturais

Segundo Kirchherr *et al.* (2018), as barreiras culturais, que envolvem a cultura organizacional das empresas e o comportamento dos consumidores, são o principal entrave para a transição para a economia circular. Como apresentado, o êxito da economia circular enquanto modelo de sustentabilidade depende de uma mudança nos padrões comportamentais tanto de empresas quanto dos consumidores (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017; KORHONEN;

HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018a; PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018). Entretanto, o ambiente empresarial e as preferências e hábitos dos consumidores demonstram uma certa rigidez associada ao modelo econômico linear (PRESTON, 2012).

No âmbito dos consumidores, além da reduzida ou inexistente familiaridade com o conceito ou com o hábito de práticas circulares, alguns estudos identificam uma falta de interesse e conscientização dos indivíduos com relação a produtos e serviços mais sustentáveis, apesar de a demanda pelos mesmos ser crescente (KIRCHHERR *et al.*, 2018). Muitos consumidores ainda desconfiam de produtos reciclados ou remanufaturados, associando-os à baixa qualidade ou insalubridade, e preferem adquirir novos produtos (TURA *et al.*, 2019). Nesse sentido, além de iniciativas como a certificação de empresas e produtos circulares, são necessários maiores esforços em conscientização e educação ambiental. Ainda, diferentemente do que ocorre com o conceito de sustentabilidade, no qual as responsabilidades são compartilhadas, a responsabilidade para a transição a uma economia circular é frequentemente atribuída a empresas e governos, negligenciando o papel dos consumidores (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

No âmbito empresarial, a própria falta de interesse do consumidor – e, portanto, a incerteza quanto à demanda de produtos circulares – torna-se um fator impeditivo, já que as empresas são avessas ao risco e não identificam oportunidades claras na economia circular (RITZÉN; SANDSTROM, 2017). Ademais, inexistem normas ou uma padronização global para a implementação da circularidade no processo produtivo, assim como inexistente uma organização independente que certifique processos circulares (PRESTON, 2012; TURA *et al.*, 2019). Apesar de existirem iniciativas, como o indicador *Circulytics* da EMF e a certificação *Cradle to Cradle™*, elas não são fortemente difundidas, e muitos empresários ainda demonstram pouca afinidade com o conceito de economia circular ou têm um entendimento muito superficial de seu significado (RITZÉN; SANDSTROM, 2017).

Do ponto de vista organizacional, também são citadas como barreiras a rigidez das estruturas hierárquicas e incompatibilidade de práticas de circularidade com modelos de negócios lineares já estabelecidos (TURA *et al.*, 2019). Ainda hoje, questões relacionadas à sustentabilidade são percebidas como estritamente técnicas ou exclusiva de departamentos de sustentabilidade das empresas (RITZÉN; SANDSTROM, 2017). É preciso, portanto, uma perspectiva mais abrangente da economia circular por parte das empresas, como um conceito a ser integrado ao longo de toda a organização.

O peso dado para cada uma das barreiras diverge conforme a literatura. Segundo Jesus e Mendonça (2018), questões técnicas e econômicas seriam mais decisivas na implementação

da economia circular do que questões institucionais, regulatórias e culturais. Já para Kirchherr *et al.* (2018), a principal barreira seria a cultural, seguido da econômica e da regulatória e, por fim, a barreira técnica. Ademais, em seu estudo, os autores inferiram que a identificação de barreiras à economia circular não apresenta grandes variações dentre as diferentes interpretações sobre a economia circular.

É importante ressaltar que existe uma interdependência entre as barreiras técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias e culturais. O desincentivo institucional e regulatório com relação à economia circular, por exemplo, acaba incorrendo em um maior custo econômico para sua implementação, o que, por sua vez, dificulta sua aceitação cultural. Similarmente, a falta de conhecimento sobre os benefícios e impactos das atividades circulares desencoraja o financiamento de modelos de negócios sustentáveis, desincentivando, simultaneamente, as empresas a adotá-las e os governos a criar estruturas normativas mais favoráveis às mesmas (KIRCHHERR *et al.*, 2018).

3.3 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

No presente capítulo, buscou-se apresentar as principais barreiras na transição para a economia circular discutidas pela literatura. Além dos problemas conceituais e epistemológicos associados à economia circular, muitos estudos apontam a existência de barreiras práticas na aplicação da economia circular.

Mesmo que restrita ao plano teórico, a discussão sobre as limitações do conceito de economia circular é de extrema importância para a sua validação entre acadêmicos, políticos e sociedade civil. O conceito de desenvolvimento sustentável é emblemático nesse sentido, indicando que a falta de consenso sobre uma categoria pode dificultar a sua implementação (SAUVÉ; BERNARD; SLOAN, 2016). Por isso, para evitar o enfraquecimento e consequente fracasso da economia circular, torna-se crucial compreender tanto as contribuições quanto as fraquezas da mesma para o discurso de sustentabilidade. Ademais, é necessário robustecer a dimensão social da economia circular, de modo que esta tenha o mesmo peso que os aspectos econômico e ambiental (SCHRÖDER *et al.*, 2019).

Em termos práticos, existem diversas barreiras técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias e culturais que dificultam a transição para a economia circular. Como foi discutido, elas são interdependentes entre si, pois obstáculos institucionais e regulatórios tendem a inibir inovações tecnológicas e financiamentos em novos modelos de negócios, por exemplo. No entanto, tais barreiras não afetam igualmente todos os países, empresas e mercados, existindo,

portanto, grande potencial para cooperação e trocas de experiências em diferentes níveis. De fato, a economia circular, longe de ser uma escolha fácil, representa um projeto de longo prazo (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

4 A EXPERIÊNCIA DA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL

Existe um crescente interesse sobre a economia circular em países em desenvolvimento, sobretudo aqueles que, como o Brasil, passaram por uma industrialização considerada tardia e por muito tempo conviveram com o discurso sobre a dicotomia entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental (TEARFUND, 2016). Como visto na seção 2.4.1, até o momento, a literatura sobre economia circular concentra-se em países desenvolvidos, notadamente países europeus, com a exceção da China, nos quais a sua implementação se encontra mais avançada. No entanto, compreender as particularidades e os benefícios da circularidade em países em desenvolvimento como o Brasil, que compõem grande parte da população e território globais, é central para atingir, concomitantemente, objetivos econômicos, ambientais e sociais.

Segundo Amorim (2017), para além da abundância de recursos e da diversidade sociocultural, existe no Brasil uma forte cultura de inovação e empreendedorismo, colocando-o como um potencial protagonista na geração de valores econômicos, ambientais e sociais por meio de uma transição para uma economia circular. Para a CNI (2019), a economia circular se apresenta como uma oportunidade para o Brasil, de modo a aproveitar suas vantagens comparativas e adotar um novo modelo econômico, considerado mais resiliente e sustentável no longo prazo. Sobretudo no caso da indústria, que vem perdendo participação no PIB nacional, a economia circular é vista uma forma de retomar a competitividade de forma inovadora e menos dependente de matérias-primas virgens.

O conceito da economia circular, no entanto, ainda é novo no país, e iniciativas circulares nos âmbitos público e privado permanecem fragmentadas, restritas a planos e estratégias pontuais e inconsistentes (GUARNIERIA; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de 2010, é considerada um marco na adoção de princípios da economia circular no plano doméstico; contudo, sua implementação permanece aquém do desejado. Inexiste uma política nacional abrangente e sistemática voltada para a transição brasileira para uma economia circular, nos moldes das políticas europeia ou chinesa (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Portanto, o presente capítulo busca modestamente contribuir para a literatura sobre a transição para a economia circular em países em desenvolvimento, ao analisar o contexto atual da economia circular no Brasil. Na seção 4.1, é brevemente apresentado o potencial brasileiro para a transição à economia circular, considerando as singularidades do país em termos de capital natural e social. Em seguida, a seção 4.2 analisa mais detidamente a aplicação da

economia circular no Brasil, notadamente o panorama da gestão e geração de resíduos sólidos no país, assim como outras políticas públicas e práticas empresariais que incorporam princípios da economia circular.

4.1 POTENCIAL BRASILEIRO DE TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR

O potencial brasileiro para a transição para uma economia circular é amplamente reconhecido (TEARFUND, 2016; LUZ, 2017; EMF, 2017; OHDE, 2018; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019). Integrando a categoria de país megadiverso, o país dispõe de uma abundância de recursos naturais ao longo de seu território, que reduzem a sua dependência econômica de recursos não sustentáveis e a sua vulnerabilidade às variações do preço internacional do petróleo. Portanto, ao menos no longo prazo, a escassez de recursos não é algo perceptível para o país e, ao que tudo indica, o Brasil poderia desempenhar um papel de liderança em uma nova economia baseada em soluções de bases biológicas (LUZ, 2017).

A relevância mundial do Brasil na produção e transformação de recursos naturais é um indicativo de que o país ocupa uma posição vantajosa em termos ambientais. O Brasil figura dentre os maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar, café, etanol, suco de laranja, soja e celulose (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019; EMF, 2017).

Não obstante o peso do setor agropecuário brasileiro, que compõe 22% do PIB nacional e emprega mais de 16,5 milhões de brasileiros, a área cultivada representa apenas 7,8% do território nacional (MIRANDA, 2018). Isso sugere que já existem exemplos de agricultura de precisão no país, que tornam a prática agrícola mais eficiente e menos dependente da expansão territorial. No entanto, a agropecuária brasileira ainda é predominantemente extensiva, baseada em um modelo linear de extração. Assim, a adoção de práticas regenerativas, tanto pela agricultura familiar quanto pelo agronegócio, buscaria alavancar a produção nacional, enquanto preserva os recursos naturais e a biodiversidade brasileira (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

De fato, a combinação entre a abundância de recursos naturais e a diversidade cultural do Brasil confere ao país uma vantagem estratégica para preconizar uma transição para a economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). O conhecimento de comunidades tradicionais sobre a biodiversidade brasileira pode ser aproveitado pelas empresas, de modo a agregar ainda mais valor à produção nacional, além de promover a inclusão dessas comunidades na economia.

Segundo Ohde (2018), o Brasil apresenta uma condição privilegiada para o desenvolvimento da economia circular. Ademais do capital natural presente no país, também no setor industrial diferentes oportunidades de implementação de práticas circulares são identificadas, como o desenvolvimento de novos modelos de negócios, design, recuperação dos materiais e exploração da economia informal existente (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019).

O setor de eletroeletrônicos brasileiro é um dos mais inovadores e de maior valor agregado da economia nacional, abrangendo os mercados de produção, consumo e pós uso. Diferentemente do que ocorre na maioria dos países, a indústria de eletroeletrônicos no Brasil é responsável pela fabricação integral de diversos produtos de linha branca comercializados no País, o que favorece as atividades de reuso, refabricação e reciclagem (OHDE, 2018).

Também em contraste com a maioria dos países, a energia elétrica no Brasil é gerada majoritariamente por fontes renováveis, que representam 83% da oferta interna de energia elétrica (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020). Apenas a fonte hídrica responde por quase 65% da produção doméstica de energia elétrica. Enquanto energias renováveis compõem menos de um quinto da matriz energética mundial, mais de 46% da matriz energética brasileira provém de fontes como hidrelétricas, biomassa e carvão vegetal.

O país detém um dos maiores e mais bem-sucedidos programas de biocombustíveis do mundo, liderando, junto com os Estados Unidos, a exportação mundial de biocombustíveis (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019). Além da importância do etanol convencional e do biodiesel na matriz de transportes brasileira, nos últimos anos a biomassa de segunda e terceira geração tem sido também reaproveitada para a geração de energia. Ainda, as energias eólica e solar têm aumentado expressivamente sua participação na matriz energética nacional, recebendo diferentes incentivos por programas do governo, como o programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (Proinfa) e o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD).

Segundo dados da Agência Internacional de Energia (apud EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020), a economia brasileira é três vezes menos intensiva em carbono que a chinesa, e duas vezes menos intensiva em carbono que a estadunidense. Ainda assim, o Brasil ocupa a sexta posição no ranking mundial de emissões de gases de efeito estufa relativas à produção e ao uso da energia, não obstante figurar dentre as 10 maiores economias do mundo (CARBON BRIEF, 2020).

Outra particularidade do circuito brasileiro, comum a países em desenvolvimento, é a importância do setor informal de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Esses

agentes contribuem de forma ímpar para a operacionalidade e a capilaridade da gestão e manejo de resíduos em nível local, regional e nacional. Segundo a EMF (2017), princípios circulares orientaram a atuação desse setor ao longo dos anos, por meio de atividades que contribuem para a reintrodução de produtos secundários no ciclo produtivo. Todavia, como discutido na seção 4.2.2, persistem falhas na inclusão social e econômica desses trabalhadores no serviço de gestão de resíduos no Brasil, que permanecem atuando de forma informal e, frequentemente, sob condições precárias de trabalho.

Conclui-se que existe grande potencial para o desenvolvimento da economia circular no Brasil. Para além do capital natural e da biodiversidade presentes no país, o brasileiro tem-se destacado no desenvolvimento de soluções inovadoras de base biológica, como é o caso da utilização do bagaço da cana para a geração de bioeletricidade. Nesse contexto, a economia circular apresenta-se como uma opção vantajosa para o Brasil, valorizando ativos já existentes e gerando ainda maiores benefícios econômicos, sociais e ambientais.

4.2 ESTADO ATUAL DA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL

No Brasil, inexistente uma estratégia sistêmica por parte das políticas públicas voltada para a transição da economia brasileira para um modelo circular (COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M.; ASSUNÇÃO, 2020; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019). No entanto, reconhece-se que, tanto no âmbito privado quanto no público, existem iniciativas que abarcam princípios da economia circular, sendo o caso mais emblemático a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A legislação, responsável por regular a gestão de resíduos sólidos urbanos, é considerada uma primeira etapa para a aplicação da economia circular em nível nacional, sobretudo por estabelecer a obrigatoriedade de mecanismos como a logística reversa. Segundo a literatura, ela ilustra o potencial brasileiro para incorporar outras práticas circulares (SILVA, F.C., 2019).

Contudo, o panorama doméstico de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) sugere que a implementação da PNRS ainda deixa a desejar. Além disso, não obstante evidências da presença de práticas circulares no processo produtivo de empresas brasileiras de diversos setores, essas parecem ser mais “obra do acaso” do que necessariamente uma estratégia de implementação da economia circular (COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M.; ASSUNÇÃO, 2020).

A presente seção apresenta a gestão de resíduos no Brasil, notadamente à luz da PNRS, e o panorama da geração de resíduos no país. Em seguida, discorre-se sobre o atual estado de implementação da economia circular no Brasil.

4.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A gestão de resíduos representa um pilar central de uma agenda em transição para um modelo econômico mais sustentável (AZEVEDO, 2015). Mais especificamente no caso da economia circular, a partir de uma perspectiva de que “lixo é alimento” e de que os materiais devem circular pelo maior período possível e desejável, a gestão de resíduos e sua reintegração à economia torna-se um dos principais instrumentos para viabilizar a geração de valor nesse sistema.

No Brasil, o serviço de limpeza urbana, incluindo a gestão e o manejo de resíduos, é competência do poder municipal e é regida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS, instituída por meio da Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, representa um enorme avanço no contexto da gestão de resíduos no Brasil e, segundo a literatura, é orientada, ainda que não explicitamente, pelos princípios da economia circular (SILVA, F.C., 2019; GUARNIERIA; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020). Não obstante a demora de duas décadas para a sua aprovação no pelo Poder Legislativo nacional, o Brasil foi primeiro país latino-americano a adotar uma política nacional de resíduos sólidos, cujo texto é considerado bastante inovador, colocando a legislação brasileira no patamar de igualdade aos países mais avançados na matéria (BRASIL, 2020b).

A PNRS inclui, entre seus objetivos, a não geração de resíduos e o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. Assim como defendido pela economia circular, a lei estabelece uma hierarquia entre as atividades de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada⁸ dos resíduos sólidos, nessa respectiva ordem (BRASIL, 2010).

A lei deixa claro a distinção entre resíduos sólidos - aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado - e rejeitos - aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado e que, portanto, deve receber uma disposição final ambientalmente adequada, especificamente

⁸ Segundo a lei, a destinação final ambientalmente adequada inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

em aterros, observando normas operacionais voltadas para a prevenção de danos ou riscos à saúde pública e a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2010).

Dentre os princípios que regem a PNRS, estão uma visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; a eficiência; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (BRASIL, 2010).

Fundamental para efetividade de uma abordagem sistêmica da PNRS, a lei impõe a instituição de instrumentos de planejamento em diferentes escalas (nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal), além de exigir planos próprios de gerenciamento por parte de alguns setores considerados estratégicos, como a construção civil, o setor da saúde e da mineração.

Outra importante contribuição da PNRS foi o reconhecimento do consumidor enquanto agente reciclador (AZEVEDO, 2015). Segundo a lei, são responsáveis pela efetividade da PNRS o poder público, as empresas e também a coletividade. A responsabilidade compartilhada dos geradores de RSU pelo ciclo de vida dos produtos, considerada um dos princípios da política, inclui toda a cadeia de geração e manejo de resíduos, desde o fabricante até o consumidor final. No caso da coleta seletiva, é dever do cidadão a separação e disposição final adequada dos resíduos. Para isso, um dos instrumentos da PNRS previstos é a educação ambiental.

O dispositivo da lei mais associado à economia circular é o art. 33, que, a partir do princípio da responsabilidade compartilhada do ciclo de vida dos produtos, obriga determinados setores a estabelecerem sistemas de logística reversa próprios, sendo eles: agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes; e produtos eletroeletrônicos. Dessa forma, independentemente da atuação do setor público, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes desses setores têm o dever de fechar os ciclos ou dar a destinação adequada aos RSU gerados tanto na produção quanto no pós-consumo (BRASIL, 2010). Segundo Veiga (2019), a logística reversa está estritamente ligada à economia circular, viabilizando o fechamento e também a continuidade de novos ciclos técnicos e biológicos.

Para isso, a lei dispõe que acordos setoriais devem ser firmados entre o poder público e fabricantes, importadores e demais atores envolvidos no processo do ciclo reverso nos setores mencionados, para viabilizar a implementação da logística reversa. Até então, já estão em fases de implementação acordos e regulamentos referentes a embalagens de óleos lubrificantes;

lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; embalagens em geral; baterias de chumbo ácido; eletroeletrônicos; e, mais recentemente, medicamentos domiciliares (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, 2020).

Um dos pontos mais inovadores da lei foi a inclusão dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis tanto na logística reversa quanto na coleta seletiva, reconhecendo a importância do papel desses agentes na capilaridade da gestão de resíduos no país (GUARNIERI; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020). Diante da realidade brasileira, a PNRS destacou a necessidade de inclusão dos catadores em qualquer política adotada, reforçando a necessidade de criação e desenvolvimento de cooperativas e associações, objetivando a inclusão social e a emancipação econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010).

Ademais, a respectiva lei previu a introdução de critérios sustentáveis e de reciclagem na contratação pública e o estabelecimento de metas com relação à recuperação de resíduos e à eliminação dos lixões em nível nacional⁹ (BRASIL, 2010). Segundo Silva (2020), mudanças nos processos de compras públicas, como a exigência de padrões sustentáveis, têm o potencial de favorecer a transição para a economia circular e fortalecer a geração de valor da mesma, considerando a representatividade e diversidade dessas compras na economia nacional. No caso dos lixões, o Decreto 7.404, que regulamentou a lei em questão, estabeleceu a meta de erradicar os lixões a céu aberto no país até o ano de 2014. Contudo, a meta não foi alcançada e o prazo foi prorrogado para 2021.

No caso de descumprimento, a PNRS prevê sanções para pessoas físicas ou jurídicas e, no caso de omissão dos municípios, as sanções previstas são dispostas na Lei de Crimes Ambientais (1998). Neste caso, as penalidades variam desde a detenção até a multa do gestor público, que pode chegar até R\$ 50 milhões e acarretar a perda de mandato (VEIGA, 2019).

Cabe reiterar, no entanto, que as disposições da PNRS não se restringem às atividades de gestão de resíduos no pós-consumo, buscando atingir também os padrões de consumo e produção, de modo a evitar o desperdício e a poluição. Em seu artigo 32, por exemplo, ela dispõe que as embalagens fabricadas devem ser propícias à reutilização ou à reciclagem, buscando orientar, portanto, também as etapas de planejamento e design de produto. De fato, a

⁹ Considerados um problema comum a países em desenvolvimento, os lixões a céu aberto são locais em que os rejeitos não recebem nenhum cuidado ou tratamento, tendo, conseqüentemente, alto potencial de contaminação e poluição, prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015).

gestão de resíduos sólidos dentro de um sistema circular deve levar em consideração não apenas o gerenciamento de resíduos pós consumo, como também todas as demais etapas do ciclo de vida dos produtos, como design, processos de produção e consumo (VEIGA, 2019).

Diante da exposição da PNRS, fica claro o diálogo da respectiva lei com a economia circular, cujos princípios - como ecoeficiência, valorização do lixo e hierarquização nas estratégias de gestão de resíduos, inclusão social, estímulo a padrões de consumo e produção sustentáveis e muitos outros - mostram-se presentes na política nacional. Em termos práticos, a PNRS trouxe grandes avanços em atividades de logística reversa e de coleta seletiva (COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020), como é discutido na seção 1.2.2.

Ainda assim, muitas críticas recaem sobre a falta de implementação da PNRS. Embora o seu texto seja considerado bastante inovador, sua aplicação encontra-se em um nível muito aquém do desejado. Até então, apenas 12 estados apresentaram planos estaduais de resíduos sólidos e menos da metade dos municípios brasileiros possuem planos de gestão de resíduos (OHDE, 2018). Em comparação com demais instrumentos de gestão ambiental brasileiros, a PNRS é considerada tardia (AZEVEDO, 2015, STIVAL; BARROS; VEIGA, 2020). Ainda, diante da morosidade com que a lei foi aprovada, além do atrito com legislações estaduais e municipais prévias, foi gerado um passivo ambiental muito grande de aterros controlados e lixões no país, consideradas, como apresentado, destinações impróprias para o descarte (JACOBI; BESEN, 2011).

Conclui-se que, embora a PNRS represente um primeiro passo em direção à economia circular e um grande avanço na gestão de resíduos sólidos no país, esta não é uma tarefa trivial. Associada aos problemas práticos de descentralização do consumo e do descarte, existe uma tensão conceitual com relação a quem deve ser atribuída a responsabilidade pela gestão dos resíduos no Brasil. Embora seja constitucionalmente uma competência municipal, a própria PNRS dispõe que recai tanto sobre os gestores públicos quanto sobre as empresas e a sociedade a responsabilidade pela sua observância (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013). Como é argumentado nas próximas seções, de fato, trata-se de uma tarefa hercúlea para ser enfrentada apenas pelo gestor municipal. A economia circular, nesse sentido, pode ser vista como uma oportunidade para a gestão pública de resíduos, introduzindo novas tecnologias, modelos de negócios e parcerias (VEIGA, 2019).

4.2.2 Geração de resíduos no Brasil

Como decorrência dos processos de rápida urbanização e industrialização no Brasil a partir de meados do século passado, a geração de resíduos em nível nacional tem apresentado uma tendência crescente (SILVA, S.P., 2017). No último levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), a geração de resíduos sólidos no país chegou a 79 milhões de toneladas em 2018, apresentando um aumento de aproximadamente 1% com relação ao ano anterior, maior do que a taxa de crescimento populacional no período.

Desse montante, o estudo apontou que 92% dos resíduos gerados foram objeto de coleta, sendo direcionados para aterros sanitários (59,5%) e o restante, equivalente a 29,5 milhões de toneladas de RSU, teve destinação ambientalmente inadequada, acabando em aterros controlados¹⁰ (23%) grandes lixões (17,5%), isso sem contabilizar o lixo não recuperado, abandonado em ruas, terrenos vazios ou nas encostas de rios ou oceanos, com consequências diretas e indiretas tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública. Portanto, não obstante a previsão de erradicação dos lixões pela PNRS, estes permanecem presentes em todas as regiões brasileiras e recebem mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2019).

Diferentemente da maioria dos países, quase 60% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil são resíduos orgânicos (OHDE, 2018). Por um lado, como visto nos ciclos biológicos do diagrama da borboleta (Figura 1, da seção 2.4), componentes biológicos tendem a retornar mais facilmente à natureza, e as tecnologias para a sua recuperação energética são mais acessíveis tanto em termos técnicos quanto econômicos, como é caso da captação de biogás em aterros sanitários para a geração de energia elétrica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015). Por outro lado, a compostagem desses resíduos depende da não toxicidade e da pureza dos mesmos e, caso não haja medidas de recuperação energética, os gases emitidos pela decomposição dos resíduos orgânicos acabam intensificando o efeito estufa (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2018). De toda forma, a maior proporção de componentes orgânicos na geração de resíduos nacional aponta para o desperdício de alimentos nos domicílios, decorrente da falta de informação da população sobre o alto potencial de recuperação e aproveitamento desses compostos (OHDE, 2018).

¹⁰ Diferentemente do aterro sanitário, em que o solo recebe algum tipo de impermeabilização para proteger os lençóis freáticos, os aterros controlados não reúnem medidas e sistemas necessários para a proteção do meio ambiente a danos e degradações, pouco se diferenciando dos lixões nesse sentido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015).

Além dos resíduos sólidos domiciliares, os setores da construção civil e dos têxteis e confecção são responsáveis pela geração de grande parte dos resíduos sólidos no território nacional. A construção civil, além do alto índice de descarte impróprio de resíduos em córregos, terrenos baldios e beira de estradas, responde por mais de 50% do volume de resíduos urbanos nas cidades de médio e grande porte (OHDE, 2018). Já no caso do setor têxtil e de confecções, estima-se que mais de 170 mil toneladas de resíduos de tecidos sejam geradas anualmente, das quais 80% acabam em aterros, lixões ou recebem descarte impróprio (AMARAL *et al.*, 2018).

No Brasil, o serviço de coleta dos resíduos sólidos é classificado em coleta regular e coleta seletiva, esta introduzida pela PNRS, que faz a distinção entre resíduos secos e resíduos orgânicos. Apesar de ter aumentado significativamente nas últimas décadas, a coleta regular de RSU ainda não atingiu a universalização, abrangendo 92,1% dos resíduos gerados. Já a coleta seletiva, que, conforme dispõe a PNRS envolve o setor público, a sociedade civil e a indústria, também está longe da universalização, estando presente em pouco mais de 62% dos municípios do país, incluindo a coleta porta-a-porta, pontos de entrega voluntária e convênios com organizações de catadores. Ainda assim, em muitos casos, sua aplicação ainda é incipiente e sua abrangência é restrita a poucos bairros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2015).

Cabe ressaltar que existem divergências entre os dados sobre a gestão de resíduos no país, dado o caráter fragmentado da coleta de informações e das diferentes metodologias utilizadas pelas fontes. Segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (2019), a abrangência da coleta seletiva estaria restrita a apenas 22% dos municípios brasileiros, percentual muito menor do que aquele estimado pela Abrelpe.

Com relação à recuperação e tratamento dos resíduos, estima-se que, do total de resíduos orgânicos, apenas 5% seja aproveitado por meio da compostagem (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, 2020). Com relação aos resíduos não orgânicos, estima-se que apenas 3% seja reciclado, embora o potencial de reaproveitamento desses resíduos esteja calculado em 30% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2019). Conseqüentemente, cria-se uma perda dupla: o custo de oportunidade de não ter aproveitado o valor econômico do resíduo e o custo de gerenciamento do lixo gerado (GUARNIERIA; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020). Por meio de um estudo do IPEA (2010), estimou-se uma perda de US\$ 3,3 bilhões por ano por desperdícios de materiais recicláveis no Brasil¹¹.

¹¹ A estimativa pelo estudo leva em consideração os benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem, como os custos econômicos evitados pela reciclagem em termos de consumo de recursos naturais e de energia e

Como abordado na seção anterior, assim como em muitos países em desenvolvimento, o papel dos catadores é central para a reciclagem e a recuperação de materiais no Brasil. Estima-se que existam mais de 800 mil catadores no Brasil (AMARAL *et al.*, 2018), responsáveis por quase 90% dos resíduos reciclados no país (GUARNIERIA; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020). Por meio de cooperativas e associações ou de forma autônoma, o catador pode atuar em diferentes etapas do processo de reciclagem, desde a coleta e a separação até o transporte dos resíduos. Trata-se, portanto, de um agente intermediário entre o consumidor, comerciantes e as indústrias recicladoras, o que acaba conferindo maior capilaridade ao processo.

Apesar de a atividade ser reconhecida como ocupação pela Classificação Brasileira de Ocupações, ela permanece não regulamentada e, portanto, no campo informal (AMARAL *et al.*, 2018). Inexiste, assim, um sistema regulamentando a remuneração do catador, que, mesmo ao fazer parte de cooperativas, é remunerado mediante a quantidade e o tipo de material reciclável que consegue coletar, geralmente não atingindo a classificação de trabalho decente (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013).

Silve (2017) chama atenção para o fato de que inexistente uma fonte de dados centralizada que divulgue taxas de recuperação e reciclagem dos materiais, havendo diferentes fontes que fazem estimativas, muitas vezes discrepantes, sobre as mesmas. Existem pelo menos 858 indústrias de reciclagem no país, das quais 94,2% são recicladoras e produtoras de embalagens de plástico, 3,14% são recicladoras de papel e 2,5% são centros de coleta de latas de alumínio (GUARNIERIA; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020).

A taxa de reciclagem nacional varia conforme o material e a indústria (AMARAL *et al.*, 2018). O alto índice de reciclagem das latas de alumínio no Brasil, que supera a marca de 90% desde 2004, coloca o País em patamar de destaque internacionalmente, muito acima da média mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE LATAS DE ALUMÍNIO, 2020). Segundo Besen, Jacobi e Freitas (2017), a cadeia de alumínio no Brasil é um exemplo de economia circular, pois, além de atingir níveis notáveis de reciclagem, conta com uma participação expressiva de catadores.

Entretanto, não obstante o elevado índice de reciclagem de materiais como o alumínio e as embalagens pesticidas, de forma geral, as taxas de recuperação e reciclagem de muitos materiais no país permanece muito aquém dos padrões de países desenvolvidos (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013). O caso do plástico é emblemático: seguindo a tendência

os custos ambientais evitados com a redução do uso de matérias-primas virgens e com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs), por exemplo (IPEA, 2010).

mundial, o uso do plástico no Brasil cresceu exponencialmente nas últimas décadas. Todavia, a sua taxa de reciclagem permaneceu baixa, em torno de 1,2%, ficando o Brasil na quarta posição dentre os maiores geradores de resíduos plásticos do mundo, superado apenas por Estados Unidos, China e Índia (COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020).

Portanto, além da baixa taxa de recuperação dos resíduos e de sua destinação muitas vezes incorreta, é alarmante o fato de que a geração de resíduos no Brasil segue em ritmo crescente, maior do que o ritmo do crescimento populacional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2019). A título ilustrativo, a média de resíduos sólidos per capita no Brasil, estimada em pouco mais de 1 kg de resíduo sólido por dia, aproxima-se da geração média de países que apresentam um crescimento maior do que o brasileiro (OHDE, 2018). Portanto, ainda que historicamente a geração de resíduos tenha sido considerada um “mal necessário” do processo de crescimento econômico associado ao aumento no consumo, percebe-se que a geração de resíduos no país segue uma tendência crescente independentemente do PIB nacional, evidenciando a persistência de um modelo linear predominante na economia brasileira (VEIGA, 2019).

4.2.3 Iniciativas de economia circular no Brasil

No Brasil, iniciativas de economia circular vêm sendo gradativamente incorporadas à política pública brasileira e às estratégias empresariais (SAVAGET; SILVA, 2015). Todavia, assim como é limitado o número de estudos acadêmicos sobre a economia circular no Brasil, as iniciativas e as políticas ‘circulares’ em âmbito nacional são ainda muito restritas (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Segundo relatório da Confederação Nacional da Indústria (2019), os pressupostos da economia circular podem ser encontrados de forma difusa em diversas legislações, planos, programas e projetos governamentais. Além da PNRS, também a política nacional sobre a mudança do clima e a política energética brasileira foram citadas como exemplos de iniciativas que incorporam ideias da economia circular.

No caso das mudanças climáticas, o relatório destaca as Contribuições Nacionalmente Determinadas do Brasil para a implementação doméstica do Acordo de Paris, que, para além das metas vinculantes de diminuição das emissões de gases de efeito estufa, apresentam medidas adicionais para os setores florestal, de energia e de biocombustíveis.

Com relação à política energética, foi dado o exemplo do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), de 2002, que estabelece incentivos para a

diversificação da matriz energética nacional, notadamente em direção a fontes limpas, como a energia eólica. São citados ainda subsídios tributários conferidos pelo governo, como a isenção de ICMS (Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias) para a energia elétrica e a isenção de IPI (Imposto Sobre Produtos Industrializados) para materiais voltados para a geração de energias solar e eólica (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019).

Seguindo esse raciocínio, também o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) e o Selo Combustível Social poderiam ser consideradas políticas públicas, no âmbito climático e energético, que dialogam com a economia circular em suas dimensões econômica, ambiental e social. O primeiro, um dos planos setoriais previstos pela Política Nacional de Mudanças Climáticas, estabelece as diretrizes para a mitigação e adaptação às mudanças do clima para o setor agropecuário. Já o Selo Combustível Social é uma estratégia de apoio à produção de biodiesel pela agricultura familiar, facilitando o acesso da mesma a crédito, projetos e parcerias, concomitantemente ao incentivo da produção e uso do biocombustível em nível nacional (BRASIL, 2020a).

Contudo, uma parte da literatura não demonstra tanto otimismo com relação ao diálogo existente entre as políticas públicas brasileiras e a economia circular. De fato, não obstante o avanço introduzido pela PNRS, inexistente uma política pública abrangente visando a transição da economia brasileira para um modelo circular (COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020).

Por meio de um estudo bibliográfico, Stival, Barros e Veiga (2020) buscaram identificar, nas políticas ambientais nacionais, como o Plano Nacional para o Meio Ambiente e a PNRS, a utilização de princípios da economia circular, notadamente: resiliência através da diversidade; energia renovável; não geração de resíduo; pensamento sistêmico; e desperdício em nutriente. Apesar de observar que diversas disposições dos respectivos instrumentos legais remetiam aos princípios mencionados – sobretudo a PNRS, que dialogou com todos de alguma forma -, o estudo constatou que os mesmos eram tratados de forma muito superficial, concluindo que quase não há princípios da economia circular norteando a legislação ambiental brasileira.

Analisando o papel de agentes e modelos de negócios inovadores em economias emergentes, Jabbour *et al.* (2020) descobriram que em muitos países em desenvolvimento, diante da ausência de um arcabouço institucional favorável à economia circular, empresários e investidores são os principais agentes na sua adoção. Portanto, diferentemente dos países desenvolvidos, em que o governo detém o papel mais influente em práticas circulares, no Brasil, a iniciativa privada lidera a transição para a economia circular.

Por meio de parcerias com instituições, governos, firmas de consultoria e organizações não governamentais, já existem exemplos de iniciativas privadas voltadas para a implementação da economia circular no Brasil (GUARNIERIA, CERQUEIRA-STREIT, BATISTA, 2020). Em 2017, foram lançadas duas importantes publicações que contribuíram para identificar as oportunidades, sobretudo econômicas, que a economia circular poderia trazer para o Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Por meio de uma parceria entre o Consulado Geral da Holanda no Rio de Janeiro e a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN), foi lançado o livro “Economia circular Holanda – Brasil: da teoria à prática”. A compilação reúne reflexões de diferentes agentes (gestores políticos, acadêmicos, empresários, organizações não governamentais, instituições como BNDES, FINEP e Sebrae) para a aplicação da economia circular no Brasil, à luz da experiência holandesa (LUZ, 2017). Ela dá continuidade aos debates iniciados um ano antes, em um seminário realizado na capital fluminense, que buscou impulsionar a discussão sobre economia circular no país. Na ocasião, foram apresentados vários exemplos práticos de economia circular sendo implementados no Brasil, conduzidos por pequenas e médias empresas em diferentes setores (turismo, moda, economia criativa, alimentos, tecnologia, petroleira, construção, dentre outros).

A segunda publicação refere-se ao relatório “*A circular economy in Brazil: an initial exploration*”, pela EMF, elaborado por meio da *Circular Economy 100 Brasil* (CE100 Brasil). A iniciativa CE100 Brasil, lançada em 2015, é o braço regional do programa *Circular Economy* (CE100), que reúne diversos atores em nível mundial, como empresas, governos, cidadãos e instituições acadêmicas, com o objetivo de desenvolver, incentivar e disseminar a economia circular.

O respectivo estudo tem como objetivo “apresentar uma introdução à visão inicial de atividades de economia circular já existentes no Brasil e identificar possíveis oportunidades de dar escala a essas atividades” (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017, p. 6). Com base em entrevistas com empresários, acadêmicos e formuladores de políticas, o relatório expôs propostas para o avanço na implementação da economia circular no Brasil a partir de três setores considerados estratégicos para a economia nacional e que são predominantemente lineares: agricultura e ativos da biodiversidade; setor de edifícios e construção e equipamentos eletroeletrônicos (EEE). Ainda, no apêndice do referido relatório, são apresentados estudos de casos de empresas nacionais que operam modelos de negócios circulares nesses setores.

Para a agricultura e ativos da biodiversidade, sugere-se uma adoção ampla de sistemas agrícolas regenerativos e a utilização de tecnologias de informação e automação para aumentar

a eficácia dos processos. No caso de edifícios e construção, são identificadas estratégias já existentes de projetos modulares que favorecem a circularidade do setor, e novas inovações são incentivadas. Para o setor de EEE, o estudo aponta o potencial de integrar a eficiência da indústria formal com a agilidade e capilaridade proporcionada pelo setor informal, diminuindo os custos ambientais, sociais e econômicos.

Segundo a EMF (2017), um importante incentivo para a adoção de práticas circulares nos setores de agricultura e EEE são as certificações ambientais internacionais. Tanto no caso da agricultura como da indústria, os padrões internacionais de sustentabilidade, como as certificações de design de produto EPEAT, RoHS e *Roundtable for Sustainable Palm Oil*, estimulam a adoção de regras circulares pelo setor privado brasileiro, que busca um maior acesso ao mercado internacional.

De fato, segundo pesquisa conduzida pela Confederação Nacional da Indústria (2020), de 170 indústrias brasileiras pesquisadas, 76,5% desenvolviam práticas circulares, mesmo sem ter conhecimento prévio do conceito. Dentre as atividades pesquisadas, foram consideradas mais usuais a otimização de processos, a utilização de insumos circulares e a recuperação de recursos (por meio de ações de simbiose industrial). A grande motivação para a adoção dessas práticas, segundo os entrevistados, é a eficiência operacional, seguido da oportunidade de novos negócios e da solicitação de clientes. O estudo concluiu que muitas empresas já praticavam muitos pressupostos da economia circular antes mesmo de conhecer o conceito, associando-a à redução de custos e reputação de marca.

De forma similar, pesquisando sobre a economia circular no setor brasileiro de paletes de madeira, Silva *et al.* (2019) identificaram que a maioria das empresas contatadas efetuavam algum tipo de prática circular, ainda que de forma muito tímida. Segundo o estudo, o design de produto foi a prática circular mais adotada; contudo, em nível gerencial, quase nenhuma estratégia circular era adotada, sugerindo uma abordagem mais pontual e pouco consistente das empresas com relação à economia circular.

Conclui-se que, não obstante os diferentes exemplos da aplicação de práticas circulares no país, tanto por iniciativa privada quanto por iniciativa pública, esses exemplos parecem ser pontuais e inconsistentes, representando mais um “modismo” do que um verdadeiro avanço em direção a uma economia circular (COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020). Inexiste um programa abrangente e sistemático para incentivar a implementação da economia circular em nível nacional, nos moldes do Plano de Ação da União Europeia para a Economia Circular e no Plano de Ação para a Economia Circular de Portugal. Enquanto isso, barreiras, sobretudo

culturais e institucionais, dificultam uma eficaz e efetiva implementação da economia circular no país.

4.3 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O potencial brasileiro para a implementação da economia circular é amplamente reconhecido e apontado pela literatura. Para além do capital natural e da biodiversidade presentes no território brasileiro, o País tem-se destacado no desenvolvimento de soluções inovadoras de base biológica, que compõem o cerne da proposta circular. Nesse contexto, o Brasil parece beneficiar-se do discurso sobre a economia circular, com o potencial de a mesma agregar ainda mais valor à produção nacional e gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais. Sobretudo no caso da indústria, que vem perdendo sua participação no PIB nacional, esse novo modelo econômico é percebido como uma forma de retomar a competitividade da indústria nacional de forma inovadora e menos vulnerável às volatilidades do cenário internacional (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

Todavia, o conceito da economia circular é ainda mais incipiente no Brasil do que no campo internacional. Inexiste uma política nacional abrangente e sistemática voltada para a transição brasileira para uma economia circular, nos moldes das políticas europeia ou chinesa (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Exemplos de práticas circulares encontradas no país permanecem fragmentados e restritos a estratégias pontuais e inconsistentes (GUARNIERIA; CERQUEIRA-STREIT; BATISTA, 2020).

Ademais, não obstante o avanço legislativo introduzido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), considerada um marco na adoção da economia circular no Brasil, na prática, persistem muitos desafios a serem enfrentados em âmbito doméstico. Com exceção de alguns materiais, como o alumínio para envase de bebidas e embalagens de agrotóxicos, a taxa de recuperação de resíduos no país ainda é muito baixa, em grande parte devido à falta de cultura de separação da população brasileira.

5 CONCLUSÃO

A economia circular surge enquanto alternativa para o modelo econômico vigente, baseado em um sistema de produção-consumo-descarte. Ela propõe-se ambiciosamente a solucionar, concomitantemente, a escassez de recursos e a degradação ambiental, além de gerar benefícios econômicos. De acordo com a Ellen MacArthur Foundation, principal proponente do conceito, a economia circular representa uma solução mutualmente benéfica para a sociedade e o meio ambiente.

Ainda que recente, o conceito da economia circular encontra-se enraizado em diferentes disciplinas e ideais já estabelecidas, como Ecologia Industrial, design “do berço ao berço” e Economia do Desempenho. Por um lado, essa interdisciplinaridade confere à economia circular uma visão holística e sistêmica para lidar com o problema ambiental. Por outro lado, sua origem difusa e a falta de consenso quanto à sua definição podem gerar diferentes interpretações quanto aos seus objetivos e ambições, o que, finalmente, poderia levar ao seu fracasso.

As experiências chinesa e europeia demonstram que já existem esforços para a implementação da economia circular. Em ambos os casos, foram adotados planos abrangentes para a aplicação da economia circular, estimando benefícios econômicos, sociais e ambientais. Entretanto, ainda é cedo para avaliar as consequências da adoção dessas medidas, e, segundo a literatura, os exemplos práticos de circularidade ainda são escassos e fragmentados. Atualmente, estima-se que menos de 9% da atual economia mundial seja circular (CIRCLE ECONOMY, 2020).

Publicações mais recentes têm adotado uma postura mais cética com relação à economia circular, questionando tanto a sua legitimidade quanto a sua eficácia em atingir os objetivos propostos. Sem uma posição anti-consumo, o discurso da economia circular corre o risco de tornar-se mais uma forma de legitimar interesses comerciais, sendo usado pelas empresas para aumentar suas vendas – o que acaba, finalmente, conflitando com os valores ambientais e sociais da sustentabilidade. Até porque, como apontado pela literatura, a dimensão social da economia circular permanece contestada, ambígua e infundada.

Ademais, não há evidências sobre a efetiva capacidade de a economia circular viabilizar crescimento econômico com um menor grau de utilização de recursos, assim como não há indícios claros de que o fechamento dos ciclos de materiais é mais sustentável do que um modelo baseado em descarte. Sobretudo diante de tendências de aumento populacional e crescente urbanização para as próximas décadas, questiona-se a viabilidade de um crescimento econômico sustentável e equitativo. Portanto, não há clareza em como a economia circular

contribui para o discurso de sustentabilidade, tornando-o mais aplicável sem abrir mão das dimensões ambiental e social.

Além dos problemas conceituais e epistemológicos, em termos práticos, são apontadas pela literatura barreiras técnicas, econômicas, institucionais e regulatórias e culturais à transição para uma economia circular. Ainda que muitas sejam contornáveis, elas demonstram que a opção pela economia circular constitui um projeto de longo prazo, e que a compreensão desses obstáculos deve servir de norte tanto para elucidar futuras pesquisas como para orientar os caminhos que devem ser tomados para uma aplicação efetiva da economia circular.

Para os países em desenvolvimento, os desafios para a aplicação da economia circular são ainda maiores (KALMYKOVA et al., 2018). Por muitas vezes terem passado por uma industrialização considerada tardia, por muito tempo conviveram com o discurso sobre a dicotomia entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, enfrentando uma pressão internacional para a adoção de práticas sustentáveis, inexistente, por exemplo, à época, da Primeira Revolução Industrial. Ainda assim, compreender as particularidades e os benefícios da circularidade em países em desenvolvimento, como o Brasil, que compõem a maior parte da população e território globais, é central para atingir, concomitantemente, objetivos econômicos, ambientais e sociais.

O potencial brasileiro para a implementação da economia circular é amplamente reconhecido e apontado pela literatura. Para além do capital natural e da biodiversidade presentes no território brasileiro, o país tem-se destacado no desenvolvimento de soluções inovadoras de base biológica, que compõem o cerne da proposta circular. Nesse contexto, o Brasil parece beneficiar-se do discurso sobre a economia circular, com o potencial de a mesma agregar ainda mais valor à produção nacional e gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais. Sobretudo no caso da indústria, que vem perdendo sua participação no PIB nacional, esse novo modelo econômico é percebido como uma forma de retomar a competitividade da indústria nacional de forma inovadora e menos vulnerável às volatilidades do cenário internacional (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017).

No entanto, a economia circular encontra-se em um estágio muito incipiente no país, tanto em termos teóricos quanto práticos. Inexiste uma política nacional abrangente e sistemática voltada para a transição brasileira para uma economia circular, nos moldes das políticas europeia ou chinesa, e exemplos de práticas circulares encontradas no país permanecem fragmentados e restritos a estratégias pontuais e inconsistentes.

Apesar do avanço legislativo introduzido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), considerada um marco na adoção da economia circular no Brasil, na prática, persistem

muitos desafios a serem enfrentados em âmbito doméstico. Com exceção de alguns materiais, como o alumínio para envase de bebidas e embalagens de agrotóxicos, a taxa de recuperação de resíduos no país ainda é muito baixa, em grande parte devido à falta de cultura de separação da população brasileira.

Portanto, o presente estudo insere-se na literatura voltada para a compreensão da economia circular, buscando identificar as contribuições da mesma para o discurso de sustentabilidade, mas igualmente as fraquezas do conceito. Melhor do que tratar a economia circular como uma solução definitiva, argumenta-se que a compreensão de suas limitações é fundamental para o êxito de uma abordagem tão ambiciosa quanto a economia circular. Ademais, o trabalho busca modestamente contribuir para o estudo da economia circular sob uma perspectiva dos países em desenvolvimento, especificamente do Brasil, cuja literatura sobre a matéria ainda é muito escassa.

Uma limitação do presente trabalho recai sobre o seu caráter bibliográfico, sendo interessante, para futuras investigações, avaliar como a transição para a economia circular é percebida pelo governo e pelo cidadão brasileiro. Assim como entrevistas junto a empresários, nos moldes da pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria, seria interessante conduzir igualmente entrevistas junto a agentes políticos e sociedade civil. Ademais, uma discussão sobre possíveis impactos da adoção da economia circular apontados pela literatura seria uma interessante continuação do presente trabalho, incluindo uma referência ao Brasil.

REFERÊNCIAS

- ACCENTURE. **The Circular Economy Handbook**. Disponível em: <https://www.accenture.com/us-en/about/events/the-circular-economy-handbook>. Acesso em: 10 out 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE LATAS DE ALUMÍNIO. **Ministério do Meio Ambiente abre Consulta Pública sobre latinhas**. 19 ago. 2020. Disponível em: www.abralatas.org.br/ministerio-do-meio-ambiente-abre-consulta-publica-sobre-latinhas/. Acesso em: 20 out. 2020.
- ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, J.S.; PETITGAND, C. **Lixo Zero: gestão de resíduos para uma sociedade mais próspera**. São Paulo: Instituto Ethos, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Estimativa dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018-2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.
- AFRY. **Circular Economy**. Disponível em: <https://afry.com/en/area/circular-economy>. Acesso em: 10 out 2020.
- AMARAL, M.C. *et al.* Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 25, n. 3, p. 431-443, 2018.
- AMORIM, A. Economia Circular e um novo modelo de desenvolvimento para o Brasil. In: LUZ, B.(Org). **Economia Circular Holanda-Brasil: da teoria à prática**. Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, cap. 10, p. 77-80.
- ANASTASIADES, K. et al. Translating the circular economy to bridge construction: Lessons learnt from a critical literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 117, 2020.
- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. **Sustainability Science**, v. 2, p. 133-140, Dec. 2006.
- AZEVEDO, J.L.A. A economia circular aplicada no brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015. Disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_036M.pdf. Acesso em: 10 out 2020.
- BEAULIEU, L.; DURME, G. V.; ARPIN, M. **Circular economy: a critical literature review of concepts**. Montréal: International Reference Centre for the Life Cycle of Products, Processes and Services (CIRAIG), Oct. 2015. Disponível em: <http://ciraig.org/index.php/project/circular-economy-a-critical-literature-review-of-concepts>. Acesso em: 20 set. 2020.

BENYUS, J. M. **Biomimicry**. Nova Iorque: HarperCollins, 1997.

BESEN, G.R.; JACOBI, P.R.; FREITAS, L. **Política nacional de Resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. São Paulo: IEE-USP: OPNRS, 2017.

BIOMIMICRY, 2020. **What is Biomimicry**. Disponível em: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>. Acesso em: 10 out. 2020.

BLOM, M; BANI, M. **Rethinking the road to the circular economy**. ING Economics Department, Jan. 2020. Disponível em: <https://think.ing.com/reports/circular-economy-rounding-up-the-costs-and-benefits/>. Acesso em: 25 out. 2020.

BLUM, N.U.; HAUPTA, M.; BENING, C.R. Why “Circular” doesn't always mean “Sustainable”. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 162, 2020.

BOULDING, K. E. **The Economics of the Coming Spaceship Earth. Environment Quality in a Growing Economy**, Baltimore: John Hopkins University Press, 1966.

BRASIL. **Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. Ministério De Minas e Energia. **Selo combustível social**. 2020a. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/biodiesel/selo-combustivel-social>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política nacional de Resíduos Sólidos**. 2020b. <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>. Acesso em: 20 out. 2020.

BUCHMANN-DUCK, J.; BEAZLEY, K. F. An urgent call for circular economy advocates to acknowledge its limitations in conserving biodiversity. **Science of The Total Environment**, v. 727, Jul. 2020.

C2C CERTIFIED. **Cradle to Cradle Certified™**. Disponível em: <https://www.c2ccertified.org/>. Acesso em: 20 set. 2020.

CARBON BRIEF. **Country profile: Brazil**. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-brazil>. Acesso em: 20. Out. 2020.

CHINA COUNCIL FOR INTERNATIONAL COOPERATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Circular Economy Promotion Law**. Disponível em: http://www.bjreview.com.cn/document/txt/2008-12/04/content_168428.htm. Acesso em: 20 set. 2020.

CHARONIS, G. K. **Degrowth, steady state economics and the circular economy...** In: World Economic Association Sustainability Conference, 2012. Disponível em: <http://sustainabilityconference2012.weaconferences.net/papers/degrowth-steady-state-economics-and-the-circular-economy-three-distinct-yet-increasingly-converging-alternative->

discourses-to-economic-growth-for-achieving-environmental-sustainability-and-soci. Acesso: 20 set. 2020.

CIRCLE ECONOMY. **The Circularity Gap Report**. 2020. Disponível em: <https://www.circle-economy.com/resources/circularity-gap-report-2020>. Acesso em: 10 out. 2020.

CLUBE, R.K.M.; TENNANT, M. The Circular Economy and human needs satisfaction: Promising the radical, delivering the familiar. **Ecological Economics**, v. 177, nov. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Towards a circular economy: a zero waste programme for Europe**. Bruxelas, 8 Oct. 2014. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0398R%2801%29>. Acesso em: 10 out. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Closing the loop: an EU action plan for the Circular Economy**. Bruxelas, 2 Dec. 2015. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>. Acesso em: 10 out. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Circular Economy**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>. Acesso em: 10 out. 2020.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Fichas técnicas: composto urbano**. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>. Acesso em: 22 out. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular: uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0**. Brasília: CNI, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira**. Brasília: CNI, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular: caminho estratégico para a indústria brasileira**. Brasília: CNI, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Pesquisa sobre economia circular 2019**. Brasília: CNI, v. 1, n. 1, abr. 2020.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M.; ASSUNÇÃO, G. M. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 1-30, 2020.

CORONA *et al.* Towards sustainable development through the circular economy: a review and critical assessment on current circularity metrics. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 151, Dec. 2019.

CORVELLEC, H. *et al.* Introduction to the special issue on the contested realities of the circular economy, **Culture and Organization**, v. 26, n. 2, p.97-102, 2020.

CULLEN, J.M. Circular Economy: Theoretical Benchmark or Perpetual Motion Machine? **Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 483-486, Jun. 2017.

DELOITTE. **Circular economy**: potential for climate change mitigation. nov, 2016. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fi/Documents/risk/Deloitte%20-%20Circular%20economy%20and%20Global%20Warming.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

DE MAN, R.; FRIEGE, H. Circular economy: European policy on shaky ground. **Waste Management & Research**, v. 34, n. 2, p. 93-95, Jan. 2016.

DOBBS, R. *et al.* **Resource Revolution**: meeting the world's energy, materials, food, and water needs. McKinsey Global Institute. Nov. 2011. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%200Insights/Resource%20revolution/MGI_Resource_revolution_full_report.ashx. Acesso em: 10 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy**. vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. 2012. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Elle-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy**. vol. 2: Opportunities for the consumer goods sector. 2013. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods-sector>. Acesso em: 25 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy**: accelerating the scale-up across global supply chains. 2014. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Rumo à Economia Circular: o racional de negócio para acelerar a transição. 2015. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-à-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma Economia Circular no Brasil**: uma abordagem exploratória inicial. CE100 Brasil, 2017. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf. Acesso em: 25 set. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Financing the circular economy**: capturing the opportunity. 2020. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Financing-the-circular-economy.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2020**: Ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Resource efficiency**. 18 Feb. 2015. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/soer/2015/europe/resource-efficiency>. Acesso em: 20 out. 2020.

EUROPEAN INVESTMENT BANK. **The EIB circular economy guide: supporting the circular transition**. May 2020. Disponível em: <https://www.eib.org/en/publications/the-eib-in-the-circular-economy-guide>. Acesso em: 20 out. 2020.

ERNST YOUNG. **Are you ready for the circular economy?** The necessity of an integrated approach. 2015. Disponível em: <http://kgk.uni-obuda.hu/sites/default/files/EY-brochure-cas-are-you-ready-for-the-circular-economy.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

FRENKEN, K.; SCHOR, J. Putting the sharing economy into perspective. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 23, p.3-10, Jun. 2017.

FRIANT, M.C.; VERMEULEN, W.J.V; SALOMONE, R. A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 161, Oct. 2020.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for Manufacturing. **Scientific American**, Sept. 1989.

GALVÃO *et al.* **Circular Economy: Overview of Barriers**. In: Conference on Industrial Product-Service Systems, 10., 2018, Linköping.

GEISSDOERFER *et al.* The Circular Economy: new sustainability paradigm? **Cleaner Production**, v. 143, p. 757-768, Feb. 2017

GENG, Y. *et al.* Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. **Cleaner Production**, v. 23, p. 216-224, 2012.

GHISELLINI, P; CIALANI, C.; ULGIATI, P. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Cleaner Production**, v. 114 (15), p. 11-35, Feb. 2016.

GONZAGA, C.A.M. **Economia e Meio Ambiente: tópicos introdutórios**. Guarapuava: UNICENTRO-PR, 2013.

GUARNIERIA, P.; CERQUEIRA-STREIT, J.A.; BATISTA, L.C. Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 153, Feb. 2020.

GULDMANN, E.; HUULGAARD, R.D. Barriers to circular business model innovation: a multiple-case study. **Cleaner Production**, v. 243, Jan. 2020.

HICKEL, J.; KALLIS, G. Is Green Growth Possible? **New Political Economy**, v. 25, n. 4, Apr. 2019.

HOBSON, K.; LYNCH, N. Diversifying and de-growing the circular economy: Radical social transformation in a resource-scarce world. **Futures**, v. 82, p. 15-25, 2016.

HOMRICH *et al.* The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways. **Cleaner Production**, v. 175, p. 525-543, Feb. 2018.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estudos avançados*, v. 25, n. 71, 2011.

JABBOUR *et al.* Stakeholders, innovative business models for the circular economy and sustainable performance of firms in an emerging economy facing institutional voids. **Environmental Management**, v. 264, 2020.

JESUS, A.; MENDONÇA, S. Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco-Innovation Road to the Circular Economy. **Ecological Economics**, v. 145, p. 75-89, 2018.

KALMYKOVA, Y.; SADAGOPAN, M.; ROSADO, L. Circular economy – from review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 135, p. 190-201, Aug. 2018.

KIRCHHERR, J; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 127, p.221-232, Dec. 2017.

KIRCHHERR *et al.* Barriers to the Circular Economy: evidence from the European Union (EU). **Ecological Economics**, v. 150, p. 264-272, Aug. 2018.

KIRCHHERR, J.; VAN SANTEN, R. Research on the circular economy: A critique of the field. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 151, Dec. 2019.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37-46, Jan. 2018a.

KORHONEN, J. *et al.* Circular economy as an essentially contested concept. **Cleaner Production**, v. 175, p. 544-552, Feb., 2018b.

KRISTENSEN, H.S.; MOSGAARD, M. A. A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? **Cleaner Production**, v. 243, Aug. 2020.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Cleaner Production**, v. 115, p. 36-51, Mar. 2016.

LIFSET, R.; GRAEDEL, T. Industrial Ecology: goals and definitions. In: AYRES, R. U.; AYRES, L. W. **A Handbook of Industrial Ecology**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002, cap.1, p. 3-15.

LOVINS, A. B.; LOVINS, L. H.; HAWKEN, P. **Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution**. Nova Iorque: Little, Brown and Company, 1999.

LYLE, J.T. **Regenerative Design for Sustainable Development**. Nova Iorque: John Wiley & Sons 1994.

MAY, P.H. **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MCCARTHY, A.; DELLINK, R.; BIBAS, R. The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: a Critical Review of Modelling Approaches. **OECD Environment Working Papers**, n. 130, OECD Publishing: Paris, 2018.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design. **UNEP Industry and Environment**, v. 26, n. 2-3, p. 13-16, Apr./Sept. 2003.

MCKINSEY & COMPANY, **The circular economy**: moving from theory to practice. Oct. 2019. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-circular-economy-moving-from-theory-to-practice>. Acesso em: 20 set. 2020.

MEADOWS *et al.* **The limits to grow**. Nova Iorque: Universe Books, 1972.

MERLI, R.; PREZIOSI, M.; ACAMPORA, A. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 178, p. 703-722, Mar. 2018.

MILIOS, L. Advancing to a Circular Economy: three essential ingredients for a comprehensive policy mix. **Sustainability Science**, v. 13, n. 3, p. 861-878, May 2018.

MILLAR, N.; MCLAUGHLIN, E.; BÖRGER, T. The Circular Economy: Swings and Roundabouts? **Ecological Economics**, v. 158, p. 11-19, Apr. 2019.

MIRANDA, E. Potência agrícola e ambiental: áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **AgroANALYSIS**, v. 38, p. 25-27, 2018.

MOREAU *et al.* Coming Full Circle: why Social and Institutional Dimensions Matter for the Circular Economy. **Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 497-506, Jun. 2017.

MORSELETTA, P. Restorative and regenerative: exploring the concepts in the circular economy. **Industrial Ecology**, v. 24, p. 763-773, 2020.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The Circular Economy: An interdisciplinary exploration of the concept and its application in a global context. **Business Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369-380, Feb. 2017.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Global Material Resources Outlook to 2060**. Paris: OECD, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/environment/global-material-resources-outlook-to-2060-9789264307452-en.htm>. Acesso em: 20 set. 2020.

OHDE, C. (Org.). **Economia circular**: um modelo que dá impulso à economia, gera empregos e protege o meio ambiente. Colaboração Hélio Mattar...[et al.]. São Paulo: Netpress Books, 2018.

OLIVEIRA, E. Economia verde, economia ecológica e economia ambiental: uma revisão. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 13, n. 6, p. 89-110, jun./dez. 2017.

PA CONSULTING. **Circular Economy**. Disponível em: <https://www.paconsulting.com/insights/sustainability/circular-economy/>. Acesso em: 20 set. 2020.

PAULI, G. **A Economia Azul**. Barcelona: Tusquet, 2010.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. The Circular Economy. In: _____. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990, cap. 2, p. 29-42.

PIN, X.; HUTAO, Y. Re-reading steady-state economy: calm thinking on hot circular economy. **China Population, Resources and Environment**, vol. 17, n. 3, p. 20–23, May 2007.

PRENDEVILLE, S. *et al.* **Circular Economy: is it enough?** Cardiff Business Technology Centre, Apr. 2014.

PRESTON, F. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy. **Energy, Environment and Resource Governance**, Mar. 2012. Disponível em: <https://www.chathamhouse.org/2012/03/global-redesign-shaping-circular-economy>. Acesso em: 25 set. 2020.

PRIETO-SANDOVAL, V.; JACA, C.; ORMAZABAL, M. Towards a consensus on the circular economy. **Cleaner Production**, v. 179, p. 605-615, Apr. 2018.

RANTA, V. *et al.* Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: a crossregional comparison of China, the US, and Europe. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 135, p.70-82, 2018.

REIKE, D.; VERMEULEN, W.J.V.; WITJESB, S. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0?... **Resources, Conservation & Recycling**, v. 135, p. 246-254, Aug. 2018.

RITZÉN, S.; SANDSTROM, G.O. **Barriers to the Circular Economy: integration of perspectives and domains**. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 7-12, 2017.

RUIZ-REAL, J. L. *et al.* Worldwide research on circular economy and Environment: a bibliometric analysis. **Environmental Research and Public Health**, v.15 (12), 2018.

SAAVEDRA, Y.M.B. *et al.* Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. **Cleaner Production**, v. 170, p. 1514-1522, 2018.

SANTOS, G.M.A. Gestão ambiental e economia circular: ações propostas para o Brasil. In: LOCATELLI, M.R.C (Org.). **Sustentabilidade e responsabilidade social**. Belo Horizonte, MG: Poisson, v.9, 2018, cap. 12. p. 137-148.

SANTOS, M.R.; SHIBAO, F.Y.; SILVA, F. C. Economia circular: conceitos e aplicação. **Gestão e Serviços**. v. 10, n. 2, jul./dez. 2019.

SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. **Environmental Development**, v. 17, p. 48-56, Jan. 2016.

SAVAGET, P.; SILVA, T. **Economia Circular e novos modelos de negócios**. FGV EAESP Pesquisa. 2015. Disponível em: https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/fundamentos_0.pdf. Acesso em: 20 out. 2020.

SAVINI, F. The economy that runs on waste: accumulation in the circular city. **Environmental Policy & Planning**, v. 21, p.675-691, Sep. 2019.

SCHANDL, H. *et al.* Decoupling global environmental pressure and economic growth: Scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. **Cleaner Production**, v. 132, p. 45-56, 2016.

SCHÖGGL, J. P.; STUMPF, L.; BAUMGARTNER, R. J. The narrative of sustainability and circular economy - a longitudinal review of two decades of research. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 163, Dez. 2020.

SCHRÖEDER, P.; ANGGRAENI, K.; WEBER, U. The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. **Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 77-95, Feb. 2019.

SILVA, S.P. A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil. Brasília: IPEA, 2017 (Texto para Discussão 2268).

SILVA, C.L. Proposal of a dynamic model to evaluate public policies for the circular economy: Scenarios applied to the municipality of Curitiba. **Waste Management**, v.78, p. 456-466, 2018.

SILVA, F.C. Circular economy: analysis of the implementation of practices in the Brazilian network. **Revista de Gestão**, v. 26, n. 1, p. 39-60, 2019.

SILVA, C.L. Economia circular: desafios e oportunidades. 2020. Disponível em: <http://inpar.eco.br/economia-circular-desafios-e-oportunidades-para-o-brasil/>. Acesso em: 20 out. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Logística Reversa**. Disponível em: <https://sinir.gov.br/logistica-reversa>. Acesso em: 23 out. 2020.

STAHEL, W. R. **The Product-Life Factor**. 1981. Disponível em: <http://www.product-life.org/en/major-publications/the-product-life-factor>. Acesso em: 10 set. 2020.

STIVAL, L.T.; BARROS, R.G.; VEIGA, R.M. Os instrumentos legais de gestão ambiental e sua relação com os princípios da economia circular. **Caminhos de Geografia**, v.21, n.73, p. 70-85, mar. 2020.

SU, B. *et al.* A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Cleaner Production**, v. 42, p. 215-227, Mar. 2013.

TEARFUND. Closing the loop: the benefits of the circular economy for developing countries and emerging economies. 2016. Disponível em: https://learn.tearfund.org/~/media/files/tilz/circular_economy/2016-tearfund-closing-the-loop-en.pdf?la=en. Acesso em: 20 out. 2020.

TEMESGEN, A.K.; STORSLETTEN, V.M.; JAKOBSEN, O.D. Circular Economy: reducing symptoms or radical change? **Philosophy of Management**, v. 19, p. 1-20, Apr. 2019.

THE BLUE ECONOMY. **Principles**. 2020. Disponível em: <https://www.theblueeconomy.org/principles.html>. Acesso em: 10 set. 2020.

TRECE, J.C.C. Pandemia de COVID-19 no Brasil: primeiros impactos sobre agregados macroeconômicos e comércio exterior. **Boletim de Economia e Política Internacional**, n. 27, mai./ago. 2020.

TURA, N. *et al.* Unlocking circular business: A framework of barriers and drivers. **Cleaner Production**, v. 212, p. 90-98, Mar. 2019.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Resources Outlook 2019: natural resources for the future we want**. 2019. Disponível em: <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook>. Acesso em: 10 ago. 2020.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. **Circular Economy**. 2019. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/2017-07/Circular_Economy_UNIDO_0.pdf. Acesso em: 10 ago. 2020.

VALENZUELA, F.; BÖHM, S. Against wasted politics: A critique of the circular Economy. **Ephemera: theory & politics in organization**, v. 17, n. 1, p. 23-60, Feb. 2017.

VEIGA, R.M. **Do lixo à economia circular: um salto possível?** 2019. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Uberlândia, Pós-graduação em Geografia, Uberlândia. 2019.

VELIS, C. No circular economy if current systemic failures are not addressed. **Waste Management & Research**, v. 36, n.9, p. 757-759, Sep. 2018.

WARD, J.D. *et al.* Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible? **PLoS ONE**, v.11, n.10, Oct. 2016.

WIJKMAN, A.; SKÅNBERG, K. **The Circular Economy and Benefits for Society...** The Club of Rome, 2015. Disponível em: <https://clubofrome.org/publication/the-circular-economy-and-benefits-for-society/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

WEGHMANN, V. The ‘circular economy’: neither safe nor sustainable. **Social Europe**. 13 out. 2020. Disponível em: <https://www.socialeurope.eu/the-circular-economy-neither-safe-nor-sustainable>. Acesso em: 13. out. 2020.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Living Planet Report 2020**: bending the curve of biodiversity loss. 2020. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/publications/living-planet-report-2020>. Acesso em: 10 ago. 2020.

YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y. The circular economy: a new development strategy in China. **Industrial Ecology**, v. 10, n.1-2, 2006.

ZINK, T.; GEYER, R. Circular Economy Rebound. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n.3, p. 593-602, Feb. 2017.