

Economia Circular: uma visão geral sobre o tema

Luiz Neto Paiva e Silva Müller (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) luizpsmuller@gmail.com

Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) rosane@ufscar.br

Thiago Alves Souza (Universidade Federal de São Carlos – UFSCar) thiago.adm.alves@hotmail.com

Resumo:

Nos últimos anos, o conceito de Economia Circular (EC) ganhou destaque dentro do tema de sustentabilidade, apresentando-se como uma alternativa mais sustentável ao atual sistema econômico de produção linear de ciclo aberto. Atualmente, existem diversos exemplos de empresas que implementam ações de EC. Apesar disso, o conceito de EC é relativamente novo e possui inúmeras interpretações. As pesquisas científicas sobre o conceito de EC são superficiais e desorganizadas, demandando o desenvolvimento de uma clareza teórica em relação ao seu conceito. Este artigo realizou uma revisão de literatura com o objetivo de apresentar uma visão geral e atual do tema de EC, desde a sua origem até suas perspectivas de futuro. A revisão mostra que a EC surgiu e se desenvolveu devido a evolução de impactos negativos do atual modelo linear econômico de produção relacionados, principalmente, com geração de resíduos e a escassez de recursos naturais. A EC pode ser vista como um sistema em sintonia com um desenvolvimento sustentável que visa preservar e aprimorar o capital natural, otimizar o rendimento de recursos e estimular a efetividade do sistema através de diversas ações (ex.: compartilhamento de ativos, eco design e reciclagem). A aplicação de ações de EC gera diferentes benefícios (ex.: redução do consumo de água e geração de energia), criando expectativas de cenários futuros positivos. Entretanto, o conceito de EC é relativamente novo e falta validação, o que gera incertezas, riscos e barreiras na implementação de suas ações e necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas sobre o tema.

Palavras chave: Economia Circular, Revisão de Literatura, Origem, Definições, Perspectivas Futuras.

Circular Economy: an overview

Abstract

In recent years, the concept of the Circular Economy (CE) has gained prominence within the theme of sustainability as a more sustainable alternative to the current economic system of linear open-cycle production. Currently, there are several examples of companies that implement CE actions. Despite this, the concept of CE is relatively new and has many interpretations. The scientific research on the concept of CE is superficial and disorganized, demanding the development of a theoretical clarity in relation to its concept. This article provides a review of the literature with the aim of presenting a general and current view of the topic of CE, from its origin to its future perspectives. The review shows that CE has emerged and developed due to the evolution of the negative impacts of the current linear economic model of production related mainly to waste generation and scarcity of natural resources. CE can be seen as a system in synergy with sustainable development that aims to preserve and enhance natural capital, optimize resource efficiency and stimulate the effectiveness of the system through various actions (e.g. asset sharing, eco-design and recycling). The application of CE actions generates different benefits (e.g. reduction of water consumption and generation of energy), creating expectations of positive future scenarios. However, the concept of CE is relatively new and lack validation, which generates uncertainties, risks and barriers in the implementation of its actions and the need to develop new research on the subject.

Key-words: Circular Economy, Literature Review, Origin, Definitions, Future Perspectives.

1. Introdução

Atualmente, a preocupação e a cobrança por um desenvolvimento mais sustentável, que seja capaz de suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987), são assuntos recorrentes no mundo. Nesse contexto, conceitos de Economia Circular (EC) estão ganhando cada vez mais destaque dentro do tema de sustentabilidade, sendo apontados por diversos autores como essenciais para o desenvolvimento sustentável de nações (GENOVESE et al., 2017; RASHID et al., 2013; ZENG et al., 2017; EUROPEAN COMMISSION, 2014).

O modelo de EC busca trazer uma alternativa mais sustentável ao atual sistema econômico de produção linear de ciclo aberto, no qual os recursos de materiais são extraídos da natureza para produção e consumo, gerando, como saída, resíduos que são dispostos na própria natureza. Esse modelo linear apresenta-se ineficiente com perdas e desperdícios expressivos e recorrentes que podem ser constatados em pesquisas. Por exemplo, 79% do plástico produzido no mundo é descartado sem reutilização ou reciclagem (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017) e os carros na Europa ficam estacionados 92% do seu tempo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015a). Ademais a McKinsey & Company (2016) estima que, especificamente no setor de confecção entre os anos de 2015 e 2025, haverá um aumento de 77 % das emissões de gás carbônico (CO₂), 20% no consumo de água e 7% da ocupação de solo.

De forma geral, a EC sugere que um sistema econômico de produção de ciclo fechado é capaz de gerar sustentabilidade ao reduzir problemas causados pela falta de equilíbrio entre economia e meio ambiente (PEARCE; TURNER, 1990). A EC possui potencial de trazer evolução para a sustentabilidade através da criação de sistemas regenerativos e mais sustentáveis, nos quais a entrada de recursos, a geração de resíduos, as emissões e o desperdício de energia são minimizados (BOCKEN et al., 2016; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; GENG; DOBERSTEIN, 2008; YUAN; BI; MORIGUCHI, 2008). Atualmente, países como Alemanha, Japão e China incorporaram princípios de EC em políticas públicas em diversos níveis, ajudando na transição de empresas para uma economia circular. Na literatura, é possível encontrar diversos exemplos da implementação prática de ações que auxiliam as empresas na transição para uma economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017a; GHISELLINI; RIPA; ULGIATI, 2018; PENG; PIVATO, 2017).

Entretanto, as pesquisas científicas sobre o conceito de Economia Circular apresentam-se superficiais e desorganizadas (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018) e não há um consenso sobre o significado de EC (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). De acordo com Blomsma e Brennan (2017), a EC encontra-se em uma etapa caracterizada pela presença de inúmeras interpretações, demandando o desenvolvimento de uma clareza teórica em relação ao seu conceito. Nesse sentido, este artigo tem o objetivo de apresentar uma visão geral e atual do tema de Economia Circular, desde a sua origem até suas perspectivas de futuro.

2. Considerações metodológicas

Primeiramente, esta pesquisa pode ser considerada do ponto de vista da abordagem como sendo qualitativa, possuindo foco no desenvolvimento teórico do tema. Este estudo apresenta discussões importantes sobre a Economia circular como uma temática relativamente nova e que merece ser estudada em pesquisas acadêmicas e da mesma forma, ser aplicada ao contexto da

prática de negócios. No geral, as revisões de literatura são importantes, pois, normalmente permitem que o pesquisador mapeie o território intelectual existente e especifique uma questão de pesquisa para desenvolver e contribuir com o corpo de conhecimento (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; ROWLEY; SLACK, 2004). De acordo com Seuring e Gold (2012) as revisões de literatura são fundamentais em todos os trabalhos acadêmicos e permitem que a fundamentação seja realizada sob a ótica do estado atual da arte sobre determinado tema de estudo.

Jesson, Matheson e Lacey (2011) afirmam que a revisão de literatura pode ser realizada de forma tradicional ou sistemática. Este trabalho realizou uma revisão tradicional com o intuito de alcançar o objetivo de apresentar uma visão geral e atual do tema de Economia Circular, abordando pontos como a origem, evolução, definições, princípios, implementação e perspectivas futuras de EC. Segundo Jesson, Matheson e Lacey (2011), apesar de ser realizada de forma menos sistemática, a revisão tradicional tem seu valor e geralmente proporciona uma compreensão/visão que pode ser ignorada nas etapas de exclusão da revisão sistemática.

Esta revisão foi baseada em artigos de congressos e *journals*, livros e relatórios considerados pelos pesquisadores como importantes para a evolução do atual conhecimento sobre o assunto. Entre as principais fontes estão: *journals* presentes nos bancos de dados da *Scopus* e *Web of Science* (ex.: *Journal of Cleaner Production*) e relatórios da *Ellen Macarthur Foundation*.

3 Economia circular: visão geral

A seguir, são destacadas a origem, evolução e definições da economia circular. Além disso, no final, há uma discussão de como implementar a economia circular e o que esperar dela no futuro.

3.1 Origem e evolução

Na literatura, não há um consenso sobre o período e a fonte específica de origem do termo “Economia Circular”. A ideia central da Economia Circular (EC) existe há muito tempo, sendo associada a diversos significados por diferentes autores e possuindo em comum o conceito cíclico de sistemas de ciclos fechados (*close-loop systems*) (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Blomsma e Brennan (2017) citam que no período anterior ao surgimento do conceito de Economia Circular (EC), de 1960 até aproximadamente 1985, havia uma grande preocupação com a problemática dos resíduos. Nesse primeiro momento, questões ambientais referentes aos resíduos e à preservação de recursos naturais ganharam destaque devido ao surgimento de legislações ambientais mais rígidas em meio à acidentes ambientais graves (BLOMSMA; BRENNAN, 2017; MCALOONE; PIGOSSO, 2017).

De forma geral, desde a revolução industrial, o sistema econômico de produção e consumo incorporou um modelo linear que começa na extração de recursos e finaliza na disposição final de resíduos (MCKINSEY & COMPANY, 2016). Um dos pontos principais desse modelo linear é a busca por criação de valor baseado no volume de produção e consumo, ou seja, espera-se que os consumidores descartem e consumam mais produtos. Entretanto, ao longo dos anos, evidenciou-se diversos impactos e tendências negativas gerados por esse modelo, colocando em risco a sustentabilidade dos mais diferentes sistemas. Nessa lógica, a geração de valor apresenta-se ineficiente com perdas e desperdícios expressivos e recorrentes que podem ser constatados em pesquisas. Por exemplo, estudos apontam que 33% do alimento produzido no

mundo é desperdiçado ao longo da cadeia de suprimentos (FAO, 2011), 79% do plástico produzido no mundo é descartado sem reutilização ou reciclagem (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017) e os carros na Europa ficam estacionados 92% do seu tempo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015a). Destaca-se também que recursos naturais se tornaram mais escassos, causando instabilidade dos preços e maiores riscos de interrupção de fornecimento na cadeia de suprimentos, assim, há uma tendência de aumento de preços em longo prazo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Em paralelo, houve o desenvolvimento de visões que ajudaram a moldar o conceito de Economia Circular (EC) que é apontado por vários autores (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; NAUSTDALSLID, 2014; RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017; SU et al., 2013) como uma solução para a insustentabilidade gerada pela utilização da lógica do modelo linear. Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016), baseados em informações de 13 fontes diferentes, afirmam que a EC possui características originadas da Teoria Geral dos Sistemas, das Economias Ecológica e Ambiental e da Ecologia Industrial.

Influenciado pelas visões apresentadas anteriormente, o conceito de EC foi sendo construído e, segundo Qi et al. (2016), Su et al. (2013) e Lieder e Rashid (2016), surgiu no início dos anos 1990 através do trabalho de dois pesquisadores ingleses (PEARCE E TURNER, 1990). O trabalho desses autores destacou a característica insustentável, linear de ciclo aberto, do atual sistema econômico de produção, no qual os recursos de materiais são extraídos da natureza para produção e consumo, gerando, como saída, resíduos que são dispostos na própria natureza. Como solução, Pearce e Turner (1990) sugerem um sistema econômico de produção de ciclo fechado capaz de gerar sustentabilidade ao mitigar problemas causados pela falta de equilíbrio entre economia e meio ambiente. Desde então, a economia circular ganhou importância e espaço no mundo como uma solução para superar o atual modelo de produção e consumo (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Atualmente, países como Alemanha, Japão e China incorporaram EC em políticas públicas em diversos níveis. Segundo Su et al. (2013), a Alemanha foi o primeiro país a implementar EC através da promulgação, em 1996, de uma lei focada no gerenciamento de resíduos por ciclo fechado e na garantia da disposição adequada dos resíduos. Outro exemplo ocorreu no Japão, em 2002, com a criação de um quadro jurídico abrangente com foco no desenvolvimento de uma sociedade baseada em reciclagem (METI, 2004). Além disso, desde 2005, o governo da China desenvolveu e implantou de forma recorrente políticas de fomento a EC, com o intuito de introduzir e fortalecer práticas de EC em empresa, parques industriais e cidades. Ademais, ainda em 2005, a EC tornou-se um objetivo chave na estratégia nacional da China e, posteriormente, foi formulada a Lei de Promoção da Economia Circular em 2008 (QI et al., 2016). Esses últimos acontecimentos fomentaram a produção científica sobre o assunto, principalmente na China onde a Universidade Tecnológica de Dalian (*Dalian University of Technology*) é uma das instituições que mais publicam trabalhos sobre EC.

No contexto apresentado, as principais iniciativas de melhoria evoluíram consideravelmente até o surgimento de ações sob a perspectiva da EC. No período de 1960 até aproximadamente 1985, as ações focavam no final do ciclo de vida do produto (BLOMSMA; BRENNAN, 2017; HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005) e tinham o propósito de reduzir a disposição final de resíduos em aterros e otimizar o bem-estar humano e a saúde do meio ambiente; em seguida, ainda nesse período, foram adotadas medidas preventivas no sistema de produção (BLOMSMA; BRENNAN, 2017). Por outro lado, entre 1985 e 2013, o resíduo passou a ser visto como uma fonte de valor com uma visão ampla de todo o ciclo de vida do produto. O principal propósito de ações nesse período era reduzir desperdícios e o consumo de matéria-

prima, além de otimizar resultados sociais, ambientais e econômicos. Nesse período, estratégias relacionadas com o aumento da vida útil do produto, reparo/manutenção, capacidade de renovação/atualização e remanufatura ganharam força (BLOMSMA; BRENNAN, 2017). Atualmente, o conceito de EC tem grande interesse acadêmico e empresarial e é visto como um meio das empresas colocarem em prática princípios de desenvolvimento sustentável (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017).

3.2 Definições

Na literatura, existem algumas definições de economia circular e, de forma unânime, há o consenso de que a EC está em sintonia com o desenvolvimento sustentável. Segundo Pearce e Turner (1990), a EC sugere um sistema econômico de produção de ciclo fechado capaz de gerar sustentabilidade ao mitigar problemas causados pela falta de equilíbrio entre economia e meio ambiente. Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) ratificam as características de ciclo fechado e sustentabilidade ao afirmar que a EC promove o uso de modelos de produção alinhados a uma visão de ciclo fechado dentro de um sistema econômico, com foco principal nos resíduos urbanos e industriais, a fim de otimizar o equilíbrio e harmonia entre os três pilares da sustentabilidade (economia, ambiente e sociedade). Geissdoerfer et al. (2017), baseados em contribuições de diversos autores (WEBSTER, 2015; BOCKEN et al., 2016; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; GENG; DOBERSTEIN, 2008), definem EC como um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos, a geração de resíduos, as emissões e o desperdício de energia são minimizados através da desaceleração, estreitamento e fechamento dos ciclos de materiais e energia. Visto as definições apresentadas, a EC é citada por Blomsma e Brennan (2017) como um conceito guarda-chuva, ou seja, um conceito amplo que abrange e explica um conjunto de fenômenos diversos. A EC agrupa um conjunto de conceitos alinhados com Estratégias de Extensão do Ciclo de Vida dos Recursos (EECVR), promovendo a ideia de ciclos fechados e apresentando uma nova perspectiva no debate de gestão de recursos naturais e resíduos.

A *Ellen Macarthur Foundation* (2015b) acrescenta que a EC caracteriza-se por ser restaurativa e regenerativa por projeto, levando em consideração ciclos técnicos e biológicos, com o intuito de manter produtos, componentes e materiais com uso nos níveis mais altos possíveis em todos os momentos do ciclo de vida (ver Figura 1). A Figura 1 mostra uma visão geral de uma economia circular. A lógica da EC é concebida com foco em 3 princípios e busca gerar ciclos de desenvolvimento positivo contínuo que preservam e aumentam o capital natural, otimizam o rendimento de recursos e minimizam riscos do sistema (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b).

DEFINIÇÕES DA ECONOMIA CIRCULAR

PRINCÍPIO

1

Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis
Alavancas ReSOLVE: regenerar, virtualizar, trocar



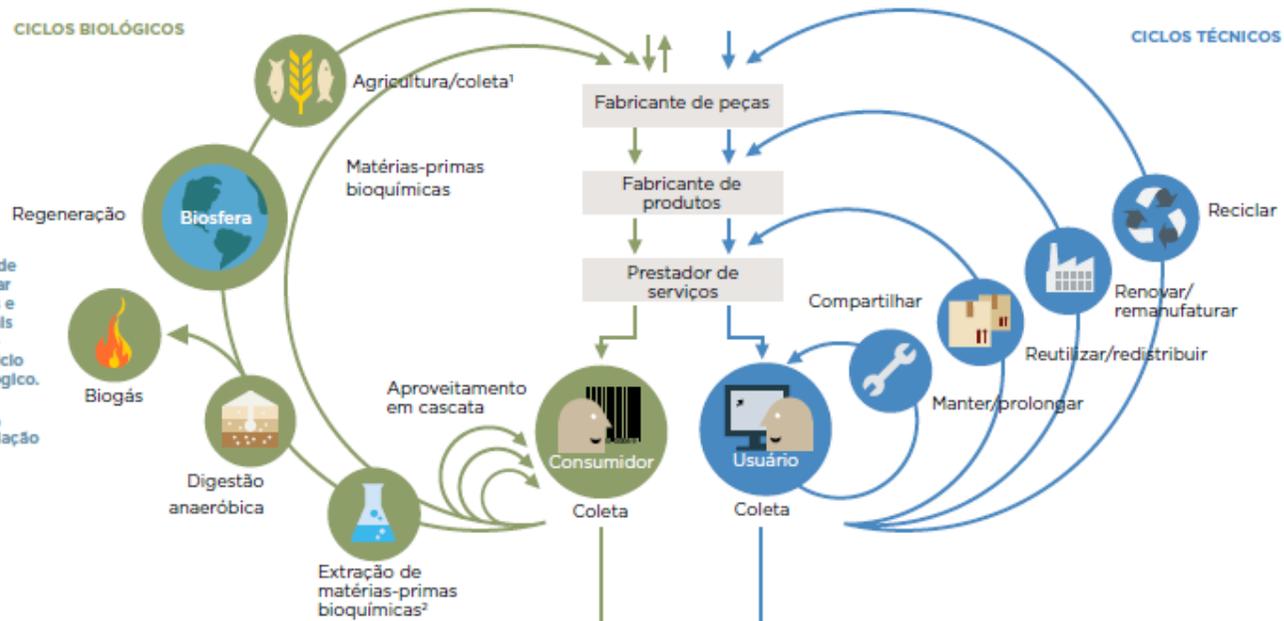
Gestão do fluxo de renováveis

Gestão de estoques

PRINCÍPIO

2

Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico.
Alavancas ReSOLVE: regenerar, compartilhar, otimizar, promover a criação de circuitos



PRINCÍPIO

3

Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio
Todas as alavancas ReSOLVE

Minimizar perdas sistêmicas e externalidades negativas

1. Caça e pesca
2. Pode aproveitar tanto resíduos pós-colheita como pós-consumo insumo

Figura 1- Visão geral de uma Economia Circular. Fonte: Ellen Macarthur Foundation (2017a, pg. 11)

3.3 Como implementar a economia circular

Na literatura, é possível encontrar inúmeras ações que auxiliam as empresas na transição para uma economia circular. Geissdoerfer et al. (2017) afirmam que a transição para a EC pode ser alcançada através da implementação de ações de desenvolvimento de produtos com design duradouro, reutilização, reparação, remanufatura, remodelação e reciclagem. Essa perspectiva vai ao encontro da visão da EEA - *European Environment Agency* (2016) que enfatiza a importância de ações de reparação, reutilização, renovação, remanufatura, prevenção e reciclagem de resíduos, compartilhamento de produtos e Eco-design na construção de uma economia circular; a EEA acrescenta que o conceito de EC pode ser aplicado a todos recursos naturais biológicos e abióticos, água e solo. A reciclagem, apesar de ser constantemente mencionada em publicações, não pode ser considerada como prioridade na EC. Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) chama a atenção que a EC ganhou força na literatura principalmente através de ações relacionadas com os princípios 3R's (redução, reutilização e reciclagem) sendo frequentemente utilizada como uma abordagem de gestão de resíduos com foco na reciclagem. Entretanto, essa perspectiva prioriza soluções menos sustentáveis, limitando a escolha de ações dos outros princípios (redução e reutilização) e criando tendência de desconsiderar ações de prevenção (ex.: eco-design). Ademais, autores como Blomsma e Brennan (2017), Tukker (2015) e Michelini et al. (2017), complementam a visão prática de EC ao citar que a utilização de modelos de negócio como Sistema Produto Serviço (Product Service System – PSS), especificamente serviços orientados ao resultado (TUKKER, 2015), facilitam a transição para uma economia circular.

Nesse contexto, a *Ellen Macarthur Foundation* – EMF possui um papel essencial na transição para uma economia circular. Desde a sua fundação, em 2010, a EMF publicou um conjunto de trabalhos, ex.: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013, 2015a, 2015b, 2016, 2017a, 2017b), e realizou outras iniciativas como a criação de um programa de inovação, chamado de Circular Economy 100 (CE100), que reúne empresas, governos e cidades, instituições acadêmicas, inovadores emergentes e afiliados em busca de novas oportunidades na EC. Dentre diversos conceitos da EC, a *Ellen Macarthur Foundation* (2015b) cita seis áreas de ações (regenerar, compartilhar, otimizar, fechar o sistema, virtualizar e trocar – *ReSOLVE framework*) que empresas e governos podem focar na transição para uma economia circular, através de ações de prolongação da vida útil de produtos por meio de manutenção, remoção de resíduos e desperdícios da produção, mudança para material renovável, aplicação de novas tecnologias, compartilhamento de ativos, entre outras.

3.4 O que esperar da Economia Circular

De forma geral, problemas ambientais urgentes e a demanda crescente por energia e recursos naturais destacam a necessidade de mudanças (SU et al., 2013). Nesse contexto, apesar de apresentar-se em um estágio inicial (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016), a transição das empresas para uma economia circular apresenta-se como uma solução que pode mitigar cenários insustentáveis e ajudar na evolução do alcance do desenvolvimento sustentável (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013; GEISSDOERFER et al., 2018; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016; NAUSTDALSLID, 2014; RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017; SU et al., 2013). Schroeder, Anggraeni e Weber (2018) validam essa visão ao analisarem a sinergia entre práticas de EC e as metas de desenvolvimento sustentável do relatório “*Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*” (UNITED NATIONS, 2015). Esses autores citam que, dentre as 169 metas, práticas de EC

auxiliam diretamente e indiretamente, respectivamente, no alcance de 21 e 28 metas e estão mais fortemente alinhadas com os objetivos de “Garantir disponibilidade e gerenciamento sustentável de água e saneamento” (SDG 6), “Garantir energia moderna, confiável, sustentável e acessível” (SDG 7), “Promover crescimento econômico inclusivo e sustentável, e emprego pleno, produtivo e decente” (SDG 8), “Garantir padrões de consumo e produção responsáveis” (SDG 12) e “Proteger, restaurar e promover o uso sustentável do ecossistema” (SDG 15). Atualmente, já é possível observar, em diversos países (ex.: Brasil), exemplos inovadores e promissores que visam a transição para uma economia circular. A Ellen Macarthur Foundation (2017b) afirma que o Brasil possui várias oportunidades de transição para a EC com foco nos setores de Agricultura e ativos da biodiversidade; Edifícios e construção; e Equipamentos eletroeletrônicos. O Quadro 1 mostra 8 empresas brasileiras que implementam ações de EC.

SETOR	EMPRESA	AÇÕES DE EC REALIZADAS
Agricultura e ativos da biodiversidade	Native (Grupo Balbo)	<u>Grupo de ações voltadas para uma agricultura regenerativa em larga escala na produção de cana-de-açúcar:</u> • Eliminação da prática de queimadas; • Adoção de controle biológico de pragas e eliminação do uso de pesticidas;
	Natura	<u>Grupo de ações voltadas para a criação de uma economia regenerativa na Amazônia:</u> • Desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis em parceria com comunidades da Amazônia; • Desenvolvimento de agricultura orgânica e sistemas agroflorestais;
Setor de edifícios e construção	Precon Engenharia	<u>Grupo de ações voltadas para a otimização do processo produtivo:</u> • Adoção e otimização de uma técnica de construção mais rápida e com redução de perdas de materiais;
	Tarkett	<u>Grupo de ações voltadas para fechar ciclos:</u> • Eco-design; • Uso de matéria prima reciclada; • Reciclagem de resíduos da produção; • Sistema de logística reversa;
Equipamentos eletroeletrônicos (EEE)	Recicladora Urbana	<u>Grupo de ações voltadas para fechar ciclos:</u> • Recuperação/reparo de peças ou equipamentos usados; • Remanufatura de equipamentos;
	HP Brasil	<u>Grupo de ações voltadas para fechar ciclos:</u> • Criação de um centro de inovação para recuperação de materiais; • Rastreamento de produtos em fim de vida através de RFID;
	Sintronics	<u>Grupo de ações voltadas para fechar ciclos:</u> • Eco-design e Laboratório de pesquisa e desenvolvimento focado em materiais reciclados; • Sistema de logística reversa;
	Embraco/Nat.Genius	<u>Grupo de ações voltadas para fechar ciclos:</u> • Sistema de logística reversa • Recuperação/reparo de peças ou equipamentos usados; • Remanufatura de Equipamentos;

Quadro 1 - Empresas brasileiras que implementam ações de EC. Fonte: Elaborado pelos autores com base em *Ellen Macarthur Foundation* (2017b)

Exemplos práticos de EC também podem ser levantados em publicações científicas, com destaque aos benefícios gerados (GHISELLINI; RIPA; ULGIATI, 2018; MOLINA-MORENO et al., 2017; PENG; PIVATO, 2017; VEGA-QUEZADA; BLANCO; ROMERO, 2017). Por exemplo, Molina-Moreno et al. (2017) mostram a redução do consumo de água e gás natural, além da diminuição da emissão de gás carbônico através do tratamento (digestão anaeróbica) e reutilização de resíduos da fazenda (esterco de porco). Peng e Pivato (2017) também citam o tratamento de resíduos orgânicos (matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos), ressaltando benefícios econômicos (ex.: geração de energia) e ambientais (ex.: redução da emissão de gases de efeito estufa). Vega-Quezada, Blanco e Romero (2017) enfatizam a produção de energia renovável (biodiesel) no Equador, apontando resultados de custo/benefício de geração de energia e emissão de gás carbônico. Por fim, Ghisellini, Ripa e Ulgiati (2018) levantou, no setor de construção civil, um conjunto de 58 estudos de casos que citam implementações de princípios de EC com resultados positivos na recuperação de materiais e energia, emissões de gases de efeito estufa, geração de resíduos e consumo de água.

Esses e outros benefícios da EC criam expectativas de cenários futuros positivos na perspectiva da sustentabilidade. A implementação de ações, práticas e princípios de EC possuem o potencial de gerar diminuição de custos, crescimento econômico, criação de empregos, inovação, produtividade, eficiência na utilização de recursos e conservação de recursos e do ecossistema. Especificamente no âmbito econômico, pesquisas enfatizam o potencial de crescimento econômico que a EC pode gerar, por exemplo: estimativas de aumento de 1,8 trilhões de Euros do PIB da Europa até 2030 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b) e de geração de 624 bilhões de dólares na Índia até 2050 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016). No contexto ambiental, iniciativas de EC relacionadas, por exemplo, com veículos elétricos, redução de desperdícios de alimentos, cadeias alimentares regenerativas e energia renovável possuem o potencial de reduzir 48% das emissões de dióxido de carbono e 32% do consumo de materiais primários na Europa em relação aos níveis de 2012 até 2030 (MCKINSEY & COMPANY, 2016). Em relação ao social, Wijkman e Skånberg (2015) estimam que atividades de EC alinhadas com energias renováveis, eficiência energética e eficiência do uso de materiais, componentes e produtos podem criar em torno de 1.275.000 novos empregos somente nos países da Suécia, Finlândia, Holanda, França e Espanha.

No entanto, cabe-se destacar que há inúmeras barreiras na adoção de ações de economia circular nas empresas, sendo, de forma geral, relacionadas com questões técnicas, econômicas, sociais e regulatórias (DE JESUS; MENDONÇA, 2018; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015a, 2017b; LIEDER; RASHID, 2016; RITZÉN; SANDSTRÖM, 2017). O conceito de EC é relativamente novo e encontra-se em uma etapa de validação (BLOMSMA; BRENNAN, 2017), o que gera maiores incertezas e riscos na implementação de suas ações ao longo da cadeia. Ademais, destaca-se que a viabilidade de implementação da EC depende de uma abordagem que inclua uma perspectiva de Cadeia de Suprimentos (LIEDER; RASHID, 2016), entretanto, existe uma lacuna teórica na interação entre os assuntos de EC e Gestão de Cadeias de Suprimentos Sustentável, gerando a necessidade de desenvolvimento de pesquisas nessa área (GEISSDOERFER et al., 2017; GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

4. Considerações finais

Esta pesquisa, alcançou o objetivo de apresentar uma visão geral e atual do tema de Economia Circular. Para isso, foram apresentadas um conjunto de informações sobre a origem, evolução do tema ao longo dos anos, definições e ações de EC. Além disso, realizou-se uma discussão sobre o que esperar da EC no futuro.

Destaca-se que o tema de Economia Circular surgiu e se desenvolveu devido a evolução de impactos negativos do atual modelo linear econômico de produção relacionados, principalmente, com geração de resíduos e a escassez de recursos naturais. Atualmente, a EC pode ser vista como um sistema em sintonia com um desenvolvimento sustentável que visa preservar e aprimorar o capital natural, otimizar o rendimento de recursos e estimular a efetividade do sistema através da implementação de um conjunto de ações que desaceleram, estreitam e fecham ciclos de materiais e energia (ex.: compartilhamento de ativos, eco-design, reciclagem e mudança para material e energia renovável).

Cabe-se destacar, também, que existem várias oportunidades de transição para uma EC. Atualmente, já é possível observar diversos exemplos de empresas que implementam ações de EC e geram benefícios como redução do consumo de água, geração de energia e redução da emissão de gases de efeito estufa. Esses e outros benefícios da EC criam expectativas de cenários futuros positivos na perspectiva da sustentabilidade (Ex.: crescimento econômico, redução do consumo de materiais primários e geração de novos empregos). No entanto, o conceito de EC é relativamente novo e falta validação, o que gera incertezas, riscos e barreiras na implementação de suas ações e necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas sobre o tema.

Em relação a trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizados estudos que abordem uma perspectiva de cadeia de suprimentos com objetivo, por exemplo, de analisar a interação entre conceitos específicos de EC e Gestão de Cadeias de Suprimentos Sustentável. Sugere-se também o levantamento de barreiras presentes na adoção de ações de economia circular nas empresas, levando em consideração possíveis práticas que podem ser implementadas para superar essas barreiras.

Referências

- BLOMSMA, F.; BRENNAN, G.** *The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity.* Journal of Industrial Ecology, v. 21, n. 3, p. 603–614, 2017.
- BOCKEN, N. M. P. et al.** *Product design and business model strategies for a circular economy.* Journal of Industrial and Production Engineering, v. 33, n. 5, p. 308–320, 2016.
- DE 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.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** *Towards the Circular Economy: economic and business rationale for an accelerated transition.* 2013.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** *Growth within: a circular economy vision for a competitive europe.* 2015a.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** *Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition.* 2015b.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** *Circular Economy in India: rethinking growth for long-term prosperity.* 2016.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** *Uma economia circular no Brasil: apêndice de estudos de caso.*

2017a.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial.* 2017b.

EUROPEAN COMMISSION. *Towards a Circular Economy: a Zero Waste Programme for Europe,* Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels, 2014.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Circular Economy in Europe: Developing the Knowledge Base.* Luxembourg. European Environment Agency, , 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization. *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention.* 2011.

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

GEISSDOERFER, M. et al. *Business models and supply chains for the circular economy.* Journal of Cleaner Production, v. 190, p. 712–721, 2018.

GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. *Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'.* International Journal of Sustainable Development & World Ecology, v. 15, n. 3, p. 231–239, 2008.

GENOVESE, A. et al. *Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications.* Omega (United Kingdom), v. 66, p. 344–357, 2017.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. *Production, use, and fate of all plastics ever made.* Science Advances, v. 3, n. 7, p. 1-5, 2017.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. *A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.* Journal of Cleaner Production, v. 114, p. 11–32, 2016.

GHISELLINI, P.; RIPA, M.; ULGIATI, S. *Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review.* Journal of Cleaner Production, v. 178, p. 618–643, 2018.

HAUSCHILD, M.; JESWIET, J.; ALTING, L. *From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives.* CIRP Annals - Manufacturing Technology, v. 54, n. 2, p. 1–21, 2005.

JESSON, J.; MATHESON, L.; LACEY, F. *Doing Your literature review: traditional and systematic techniques.* London: Sage Publications, 2011.

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

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

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

MCALOONE, T. C.; PIGOSSO, D. C. A. *From ecodesign to sustainable product/service-systems: a journey through research contributions over recent decades.* Sustainable manufacturing, p. 99–111, 2017.

MCKINSEY & COMPANY. *The circular economy: moving from theory to practice.* McKinsey & Company Practice Publications, , 2016.

METI. *Handbook on Resource Recycling Legislation and 3R Trends in 2003.* 2004.

MICHELINI, G. et al. *From linear to circular economy: PSS conducting the transition.* The 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems. Anais..., 2017.

MOLINA-MORENO, V. et al. *Design of indicators of circular economy as instruments for the evaluation of sustainability and efficiency in wastewater from pig farming industry.* Water (Switzerland), v. 9, n. 9, 2017.

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. *The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context.* Journal of Business Ethics, v. 140, n. 3, p. 369–380, 2017.

- NAUSTDALSLID, J.** *Circular economy in China - The environmental dimension of the harmonious society.* International Journal of Sustainable Development and World Ecology, v. 21, n. 4, p. 303–313, 2014.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K.** *Economics of Natural Resources and the Environment.* Harvester Wheatsheaf, London, 1990.
- PENG, W.; PIVATO, A.** *Sustainable Management of Digestate from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste and Food Waste Under the Concepts of Back to Earth Alternatives and Circular Economy.* Waste and Biomass Valorization, p. 1–17, 2017.
- QI, J. et al.** *Development of Circular Economy in China.* Singapore: Spring Nature, 2016.
- RASHID, A. et al.** *Resource conservative manufacturing: An essential change in business and technology paradigm for sustainable manufacturing.* Journal of Cleaner Production, v. 57, p. 166–177, 2013.
- ROWLEY, J.; SLACK, F.** *Conducting a literature review.* Management research news, v. 27, n. 6, p. 31–39, 2004.
- RITZÉN, S.; SANDSTRÖM, G. Ö.** *Barriers to the Circular Economy - Integration of Perspectives and Domains.* Procedia CIRP, v. 64, p. 7–12, 2017.
- SCHROEDER, P.; ANGGRAENI, K.; WEBER, U.** *The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals.* Journal of Industrial Ecology, v. 0, n. 0, p. 1–19, 2018.
- SU, B. et al.** *A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation.* Journal of Cleaner Production, v. 42, p. 215–227, 2013.
- TUKKER, A.** *Product services for a resource-efficient and circular economy - A review.* Journal of Cleaner Production, v. 97, p. 76–91, 2015.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P.** *Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review.* British journal of management, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.
- UNITED NATIONS.** *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development.* 2015.
- VEGA-QUEZADA, C.; BLANCO, M.; ROMERO, H.** *Synergies between agriculture and bioenergy in Latin American countries: A circular economy strategy for bioenergy production in Ecuador.* New Biotechnology, v. 39, p. 81–89, 2017.
- WEBSTER, K.** *The Circular Economy: a Wealth of Flows.* Ellen MacArthur Foundation, Isle of Wight. 2015.
- WIJKMAN, A.; SKÅNBERG, K.** *The Circular Economy and Benefits for Society: Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency.* The Club of Rome, p. 59, 2015.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT.** *Our Common Future.* World Commission on Environment and Development, 1987. Disponível em: < <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> >. Acesso em: 21 abr. 2018.
- YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUCHI, Y.** *The Circular Economy: A New Development Strategy in China.* Journal of Industrial Ecology, v. 10, n. 1–2, p. 4–8, 2008.
- ZENG, H. et al.** *Institutional pressures, sustainable supply chain management, and circular economy capability: Empirical evidence from Chinese eco-industrial park firms.* Journal of Cleaner Production, v. 155, p. 54–65, 2017.