

Da Economia Linear à Economia Circular: abordagens e desafios para uma Economia Sustentável no século XXI

*From Linear Economy to Circular Economy:
approaches and challenges towards a
Sustainable Economy in the 21st century*

Distinto Marcos Alberto Kinguari

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
distintokg@gmail.com

RESUMO: Este artigo visa analisar diferentes abordagens conceituais sobre a Economia Linear e Circular (EC) como desafios indispensáveis em prol de uma economia sustentável no século XXI. A EC é um conceito que se opõe ao modelo da Economia Linear (EL) de produção, circulação e consumo, no qual os recursos são extraídos, utilizados e descartados. Já na EC, os produtos, materiais e recursos são mantidos em circulação pelo maior tempo possível, através de estratégias como reutilização, reciclagem e redução de resíduos. Este empreendimento procura por meio de uma revisão bibliográfica entender as diferentes abordagens conceituais sobre a temática. Concluiu-se, enquanto resultado desta pesquisa, que esse modelo visa criar um ciclo fechado, minimizando a extração de recursos naturais e reduzindo a geração de resíduos com fins a uma economia sustentável.

Palavras-chave: Economia Circular. Economia Linear. Economia Sustentável.

ABSTRACT: *This article aims to analyze different conceptual approaches to the Linear and Circular Economy (CE) as indispensable challenges towards a sustainable economy in the 21st century. CE is a concept that opposes the Linear Economy (EL) model of production, circulation and consumption, in which resources are extracted, used and discarded. In EC, products, materials and resources are kept in circulation for as long as possible, through strategies such as reuse, recycling and waste reduction. This undertaking seeks, through a bibliographic review, to understand the different conceptual approaches to the topic. It was concluded, as a result of this research, that this model aims to create a closed cycle, minimizing the extraction of natural resources and reducing the generation of waste with the aim of a sustainable economy.*

Keywords: *Circular Economy. Linear Economy. Sustainable Economy.*

INTRODUÇÃO

A discussão de se pensar a Economia Circular (EC) emerge de uma constante produção de resíduos a nível global enquanto problema. A questão que se levanta neste empreendimento científico é a seguinte: quais são os desafios da/na implementação da EC frente a uma tradição de produção voltada à uma economia não-sustentável nos dias atuais? Este artigo visa analisar diferentes abordagens conceituais sobre a Economia Linear (EL) e EC como desafios indispensáveis em prol de uma economia sustentável no século XXI. Por meio de um estudo voltado para revisão literária sobre a EL e EC nos dias atuais, buscar-se-á entender as abordagens técnicas e os desafios na sua implementação.

O Conceito de EC surgiu como uma teoria em 1976, num relatório da Comissão Europeia “*Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy*”, elaborado por Walter R. Stahel e Geneviève Reday-Mulvey (PIEMONTE, 2019). Este conceito, vem se transformando gradativamente numa ideia aceita e exigida pelos tomadores de decisões políticas e pela comunidade empresarial (HILL, 2014; MICHELINI *et al.*, 2017; MURRAY *et al.*, 2017; SU *et al.*, 2013).

Stahel (2013), defende uma economia cíclica, representando o seu respectivo impacto na competitividade econômica, na economia de recursos e resíduos, na redução e gestão de desperdícios e no emprego, transmitindo que é possível “transformar” a energia em trabalho. Desta forma, o objetivo da Economia Circular é de maximizar o valor dos recursos, tendo como ambição dissociar o crescimento da economia e o uso dos recursos (KIRCHHERR *et al.*, 2017).

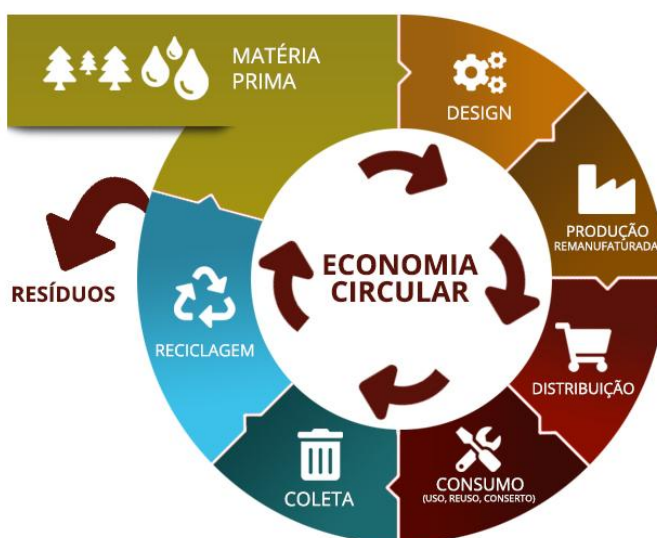
Alguns fatores econômicos, sociais e ambientais têm mostrado que a crescente escassez de recursos e o aumento de produção de resíduos constituem uma ameaça à sustentabilidade do planeta e das organizações (ANDREWS, 2015), sendo cada vez mais comum a mudança para um novo modelo econômico por parte dos governos e da massa empresarial (MICHELIN *et al.*, 2017; MURRAY *et al.*, 2017; SU *et al.*, 2013). É nessa situação de gestão ineficiente de recursos no modelo de EL (modelo tradicional), que aparece uma nova abordagem da sustentabilidade, a Economia Circular que é considerada como uma solução para o equilíbrio e harmonização do crescimento econômico versus sustentabilidade ambiental e das gerações (BOCKEN *et al.*, 2016; LIEDER e RASHID, 2016; MICHELINI *et al.*, 2017; MURRAY *et al.*, 2017).

A viabilização da adoção de padrões de produção conscientes, a Economia Circular visa aumentar a eficiência do uso de recursos, com foco especial nos resíduos urbanos e industriais, de forma a alcançar um melhor equilíbrio e harmonia entre a economia, o meio ambiente e a sociedade (GHISELLINI *et al.*, 2016). Segundo Geissdoerfer *et al.* (2017) e Lieder e Rashid (2016), a definição apresentada pela Fundação Ellen MacArthur

– fundação criada para chamar a atenção das deficiências da Economia Linear (BOCKEN *et al.*, 2016; HILL, 2014) é a mais completa, definindo a Economia Circular como “uma economia industrial que é restaurativa ou regenerativa pela intenção e *design*”, que rege por dois ciclos, sendo um técnico e um biológico, e três princípios desenvolvidos: preservar e melhorar o capital natural (ou seja, o *stock* de ativos naturais, onde se inclui a água, o solo, o ar, os oceanos, as florestas *etc.*), aperfeiçoar a eficácia dos rendimentos dos recursos e promover a eficácia dos sistemas.

A Fundação Ellen MacArthur também defende que a Economia Circular substitui o conceito de “fim de vida”, através da restauração, de mudanças no uso de energia renovável, da eliminação do uso de produtos químicos tóxicos que prejudicam a reutilização com o objetivo de eliminar o desperdício de resíduos através do design de materiais, produtos, sistemas e modelos de negócios (EMF, 2012). A figura 1 mostra os cinco princípios essenciais da Economia Circular (SIMÕES, 2017, p. 15-16).

Figura 1 - Modelo de Economia Circular



Fonte: Simões, 2017, p. 16.

Design: com o desenho de produtos e serviços projetados para vários ciclos de vida, economicamente variáveis e ecologicamente eficientes. Desenho ou redesenho de produtos mais duradoura e utilizando menos recursos.

Produção: com a adoção de processos de produção mais limpa, limitando a utilização de substâncias tóxicas, promovendo a eficiência energética e de materiais e identificando novas utilizações para subprodutos.

Distribuição: no desenvolvimento de formas de distribuição conjunta. Organização de serviços de logística para partilha de redes de distribuição, escolhas mais sustentáveis de modos de transporte, bem como preocupações com a utilização de materiais recicláveis e redução do embalamento.

Utilização: melhoria da eficiência energética, maximização da vida útil do produto e otimização da reparação e reutilização.

Reentrada no ciclo: dinamização de redes de retoma, reparo/reuso, remanufatura e reciclagem *upcycling*¹ ou *downcycling*².

A Economia Circular contraria o conceito de Economia Linear de “extração da matéria prima, produção e eliminação” sem levar em consideração que os recursos são finitos (STUCHTEY, 2016).

Segundo Leitão (2015), o modelo Linear ao assumir que os recursos são abundantes, disponíveis e sem ter preocupação de recuperar os desperdícios provocados ou componentes de produtos em fim de vida, tem levado à eliminação dos recursos e ao crescente aumento de resíduos. Para além disso, a duração dos produtos é baixa, visando o estímulo do consumo, fazendo com que os produtos sejam subutilizados, causando o aumento da produção de resíduos e degradação do meio ambiente (GONÇALVES e BARROSO, 2019).

Como não tem reaproveitamento e reutilização na Economia Linear, os efeitos provocados na sociedade são diversos e bem nocivos. Poluição, esgotamento dos recursos naturais, redução da biodiversidade, mudanças climáticas, aumento dos preços das *commodities*, incerteza no mercado, entre outros impactos ambientais e econômico, tornam este modelo de produção inviável e ineficiente (GONÇALVES e BARROSO, 2019).

Nesta primeira seção, buscou-se apresentar alguns autores que estão a problematizar as suas visões sobre as categorias como, Economia Linear e Circular, e buscar-se-á apreender conceitualmente uma de cada.

O surgimento do conceito de Economia Circular

O termo “Economia Circular” tem sido debatido até hoje (ANDERSEN, 2007).

¹ Termo em inglês que significa: processo de transformar resíduos ou produtos inúteis e descartáveis em novos materiais ou produtos de maior valor, uso ou qualidade. Utiliza materiais no fim de vida útil na mesma forma que ele está no lixo para dar uma nova utilidade.

² Termo em inglês que significa: processo de reconversão de resíduos em novos materiais ou produtos de menor qualidade/funcionalidade reduzida.

Vários autores traçaram as origens e estudaram as várias interpretações do conceito de Economia Circular e perceberam que em termos gerais ela promove a minimização de recursos e adoção de tecnologias mais limpas (GEISSDOERFER *et al.*, 2017; HILL, 2014; MURRAY *et al.*, 2017; SU *et al.*, 2013; ANDERSEN, 2007).

Boulding (1966), no seu estudo apresenta uma chamada de atenção sobre a deterioração do meio ambiente como resultado da atividade humana e das estruturas sociais que servem como suporte. Os termos que refere economia fechada do futuro ou “*spaceman economy*” são muito próximos da linguagem característica da Economia Circular, embora em nenhum momento Boulding realmente não usa a terminologia.

Entretanto, é quando o Boulding defende que “*o homem deve encontrar o seu lugar num sistema ecológico cíclico que seja capaz de renovar continuamente os seus recursos materiais, ainda que não possa prescindir de receber inputs energéticos exteriores*” (BOULDING, 1966, p. 12), que conseguimos entender a influência do conceito. O mesmo autor usa uma nave espacial como uma analogia se baseando em Georgescu-Roegen (1971) para descrever a interdependência entre Economia e Ambiente, defendeu que “*o planeta Terra é finito e não possui reservatórios ilimitados de coisas nenhuma*” referindo ainda que existem “*limites para a extração de recursos e para a absorção de poluição*” (BOULDING, 1966, p. 12).

Boulding (1966), ainda empregou o conceito de entropia aplicado a compreensão dos sistemas abertos³ do mundo material, de energia e comunicação para explicar que a economia mundial funciona por meio de combinação, interação e troca de entradas e saídas que moldam os processos de produção e consumo. Georgescu-Roegen (1971), afirma que o grau de entropia tende a aumentar à medida que os seres humanos extraem mais matéria e energia para a economia. De fato, a circulação de matéria e energia reduziria a necessidade de novos consumos para o sistema econômico e ajudaria a retardar o aumento da entropia. Dessa forma, Boulding (1966) e Georgescu-Roegen (1971) defendem uma visão do sistema econômico que se contrapõe ao modelo que classifica como a “*economia cowboy*”, uma economia exploradora e independente, que consome frequentemente recursos virgens que são considerados ilimitados.

O estudo desenvolvido por Boulding (1966) e Georgescu-Roegen (1971), é imprescindível para o desenvolvimento do conceito de Economia Circular, mas as raízes deste conceito podem ser encontradas na Ecologia Industrial (PRESTON, 2012), que prevê uma forma de simbiose material entre empresas e processos de produção completamente diferentes (ANDERSEN, 2007).

³ Todos os ecossistemas são sistemas abertos incorporados num ambiente do qual recebem entrada de matéria de energia e descarga de energia – saída de matéria. Do ponto de vista termodinâmico, esse princípio é um pré-requisito para os processos ecológicos. Se os ecossistemas fossem isolados, estariam em equilíbrio termodinâmico sem vida e sem gradientes.

Liu (2009) afirma que a EC era um conceito de origem chinês. Yuan (2006), também defende que a primeira alusão a um conceito de EC foi referida na China, no documento de Zhu não referenciado de 1998, onde é abordado o paradigma da Ecologia Industrial que molda processos industriais usando o fluxo de material e energia através dos mesmos.

Já o Pearce e Turner (1990), defende que a EC foi usada pela primeira vez na literatura ocidental na década de 80, para descrever um sistema fechado de interações economia-ambiente, ou seja, um sistema que só importa e exporta energia, mas não matéria. Eles defendem essa ideia com base nos estudos anteriores publicados pelo economista ecólogo Boulding (1966).

Mais tarde, em 1976 o conceito foi desenvolvido pelo arquiteto e economista Walter Stahel, que circunscreveu a necessidade de criar uma economia auto-renovável (STAHHEL, 1982), apresentando uma visão de uma economia cíclica e seu respectivo impacto na competitividade econômica, na economia, na economia de recursos e resíduos, na redução e gestão de desperdícios, e no emprego, transmitindo que é possível “transformar” a energia em trabalho (STAHHEL, 2013).

Stahel e Reday-Mulvey (1976) foram os primeiros a referirem-se a uma economia de ciclo fechado. O conceito desenvolvido por Stahel sobre a durabilidade melhorada também foi inspirado em Boulding (1966, p. 12), tendo em conta a afirmação “*Suspeito que tenhamos subestimado, mesmo na nossa sociedade consumista, os ganhos de maior durabilidade*” (João, 2018).

Mathews e Tan (2011, p. 436), sugeriram que “*o objetivo das eco-iniciativas é estabelecer uma chamada Economia Circular*”, o que é conhecido como uma economia de “ciclo fechado,” enquanto que o Yang e Feng (2008, p. 813) chamaram de Economia Circular de uma “*abreviatura de Economia do Ciclo de Materiais Fechados ou Economia Circular de Recursos*”.

Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos (GENG e DOBERSTEIN, 2008; EMF, 2015), e possui raízes nas seguintes escolas de pensamento: *Design Regenerativo*, Berço ao Berço (*cradle to cradle*), conceito de *design* inspirado na natureza, que elimina o conceito de desperdício, que tem como principais pilares a eliminação do conceito de resíduo, o uso de energias com fontes renováveis e a gestão do uso da água que promove ecossistemas saudáveis e respeite os impactos locais (EMF, 2017). Ao longo dos últimos anos, a Economia Circular tornou-se uma nova e relevante escola de pensamento no campo do desenvolvimento sustentável, tendo sido adotada por atores relevantes em todo o mundo (EMF, 2012).

Percebe-se nesta seção, diferentes abordagens epistemológicas sobre o conceito de EC que transparece a realidade de campos de conhecimentos antagônicos, porém com propósitos a um fechamento voltado à reutilização e não desperdição de um determinado sistema de produção.

Economia Circular: o debate conceitual

A Economia Circular surgiu como “uma meta política, em um contexto de aumento dos preços dos recursos e mudanças climáticas”, como uma forma alternativa para aumentar a eficiência do uso de materiais e energias (SEHNEM e PEREIRA, 2019). Ao contrário da Economia em vigor, conhecida como Linear e que é baseada no princípio “pegar-fazer-descartar”, o foco da Economia Circular é não destruir recursos desnecessários (VAN BUREN *et al.*, 2016). Para Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), o conceito de Economia Circular ainda não atingiu um padrão, tampouco existe um consenso sobre o seu arcabouço, mas é evidente que existem avanços e pontos comuns entre os pesquisadores.

Haas (2015), define como uma estratégia simples e convincente, que visa reduzir a entrada de materiais virgens e a produção de resíduos, mediante o fechamento de ciclos econômicos e ecológicos dos fluxos de recursos. Para Blomsma e Brennan (2017), é um enquadramento emergente em torno da gestão de resíduos e recursos cujo objetivo é oferecer uma alternativa às práticas lineares predominantes de fazer-usar-descartar, ao analisar os desperdícios e a ciclagem de recursos utilizando estratégias como, mas não limitadas a reutilização, reciclagem e remanufatura para operacionalizar esse conceito.

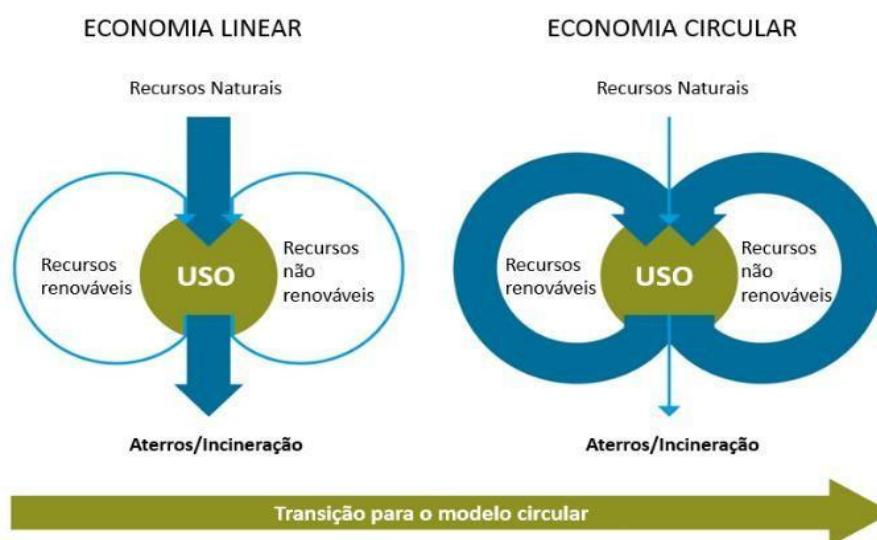
Fischer e Pascucci (2017) relatam que pressupõe a eliminação de desperdício por meio do desenvolvimento criterioso de produtos e processos industriais, de maneira que os materiais estejam fluindo continuamente e geridos em *loops* fechados. De forma semelhante definiram também Urbinati, Chiaroni e Chiesa (2017), como sendo em um sistema de produção fechado, no qual os recursos são reutilizados e mantidos em um loop de produção e uso, permitindo gerar mais valor e por um período mais longo.

Segundo Antikainen e Valkokari (2016), é uma emergente abordagem à produção e ao consumo que permite desenvolver inovação, novos produtos, serviços e novos modelos de negócio, e que assenta num sistema restaurador e regenerativo, que procura preservar a utilidade e valor dos recursos (materiais, energéticos) pelo máximo tempo possível. Esta mudança de paradigma irá contribuir para uma dinâmica mais equilibrada, e criativa, entre empresas, consumidores e os recursos naturais, dissociando o crescimento econômico do consumo de recursos não renováveis. A transição para a Economia Circular implica uma total remodelação da cadeia de produção, da concepção até ao final do ciclo de vida do produto.

Uma das definições de Economia Circular mais conhecida atualmente é da Ellen MacArthur Foundation (2017). Para essa instituição a EC é restauradora e regenerativa e visa garantir que produtos, componentes e recursos em geral mantenham sua utilidade e valor em todos os momentos. Este conceito distingue entre ciclos técnicos e biológicos. A economia consiste em um ciclo contínuo de desenvolvimento positivo que conserva e aprimora o capital natural, otimiza o uso de recursos e minimiza os riscos do sistema gerenciando uma quantidade finita de estoque e fluxos renováveis. Além disso, funciona de forma eficaz em todos os tipos de escala (GEISENDORF e PIETRULLA, 2018).

Podemos notar que o termo "Economia Circular" é relacionado a uma série de significados e associações por diferentes autores, mas o que eles geralmente têm em comum é o conceito de sistema fechado cíclico (MURRAY; SKENE; HAYNES, 2017). Geisendorf e Pietrulla (2018) corroboram dessa definição e descrevem que o elemento definidor da Economia Circular é o “uso restaurativo de recursos, de modo que as matérias-primas não se tornarão resíduos descartados ao final do ciclo de vida do produto final”, como mostra a figura 2.

Figura 2 - Transição da Economia Linear para Economia Circular



Fonte: Adaptado de PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2017⁴

Perspectivas atuais e futuras sobre a EC

A EC traz uma perspectiva do berço-ao-berço (*Cradle to Cradle*) que otimiza os recursos naturais e procura a conversão de ciclos abertos em ciclos fechados, o que resulta na economia de materiais e energia nos processos industriais, trazendo como

⁴ PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2017.

vantagens a manutenção de materiais importantes, custos mais baixos de substituição de matérias-primas, o uso de resíduos como um novo recurso potencial, menor poluição da água, solo e ar, novas oportunidades de emprego, inclusão de famílias de baixa renda e a redução da dependência de recursos naturais não renováveis (ZAMAN e LEHMANN, 2013; MIRABELLA, CASTELLANI e SALA, 2014; EMF, 2012).

Por outro lado, muitas empresas só optam em entrar neste caminho, se perceberem algum tipo de vantagem econômica ou algum retorno do investimento, contudo, percebe-se que vencer este obstáculo é preciso o engajamento do poder público na promoção da infraestrutura, de serviços de pesquisa e de programas de educação que favoreçam a adoção dos princípios da Economia Circular por empresas e consumidores (GHISELLINI et al., 2016; VEIGA e MAGRINI, 2009).

De acordo com a Fundação EMF (2017), o modelo econômico que utiliza a fórmula de extrair, transformar, descartar da atualidade está atingindo seus limites físicos. É necessário estabelecer um novo cenário com novas perspectivas para que a geração futura consiga desenvolver e gerar riqueza, preservar a nossa natureza. Já nesse novo contexto, a EC surge como uma nova filosofia de gestão para o século XXI.

No Brasil, por exemplo, o conceito de EC está em estágio inicial de desenvolvimento. A inserção de políticas públicas nos processos produtivos industriais está de passos lentos, depende principalmente da ação conjunta entre organizações governamentais, públicas e privadas, tendo em vista a promoção da reutilização contínua de materiais e recursos considerando o potencial produtivo máximo em processos alimentados por fontes renováveis (JOÃO, 2018).

Do ponto de vista futurístico e prático pode-se afirmar que o conceito de EC é de difícil implementação, pois é uma tarefa grande e de longo prazo, dado que este modelo não corresponde à demanda do modo de produção capitalista, de cuja função está no lucro e, contradiz, toda uma engenharia voltado para EC (KIRCHHERR *et al.*, 2018). Conforme Suárez-Eiroa *et al.* (2019) reforçam, EC é uma ferramenta para promover o desenvolvimento sustentável, porém essa não é uma opinião de consenso na literatura científica.

Para Millar, McLaughlin e Börger (2019), fazem críticas ao modelo de Economia Circular e a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. Economia Circular não é uma ferramenta ideal para o desenvolvimento sustentável, pode ser no máximo um modelo mais ambientalmente sustentável do que o modelo de Economia Linear. De forma mais contundente, para De Man e Friege (2016) a contribuição concreta da Economia Circular e desperdício zero que tem no desenvolvimento sustentável soa como uma “atraente oratória política” e citam a existência de três problemas fundamentais que se classificam como graves com relação a Economia Circular.

O primeiro problema é a impossibilidade de criar uma economia livre de resíduos sob o ponto de vista da Segunda Lei da Termodinâmica, pois não é possível criar ciclos infinitos de reciclagem sem adicionar energia de forma contínua; segundo que não se pode garantir que os nutrientes naturais podem ser introduzidos na biosfera sem causar nenhum impacto ambiental e terceiro que se refere a falta de conhecimento científico sobre os efeitos nocivos da geração de resíduos industriais, de produtos e materiais perigosos (DE MAN; FRIEGE, 2016). Não está claro se a Economia Circular pode de fato promover crescimento econômico sem degradar o meio ambiente e melhorar a igualdade social para as gerações atuais e futuras (MILLAR; MCLAUGHLIN e BÖRGER, 2019).

De Man e Friege (2016) também criticam a falta de exemplos bem-sucedidos de implantação de economia circular com relação a produtos complexos. Eles afirmam que a maioria dos casos de sucessos são de itens de baixa complexidade e do ciclo biológico. E acrescentam que estudos sobre produtos eletroeletrônicos mostram que não é possível a recuperação de todos os materiais presentes em um determinado produto sem gerar mais e maiores impactos ambientais.

Não é possível garantir que soluções “circulares” trarão resultados sustentáveis, pois tais soluções podem e devem ter impactos ambientais negativos inclusive até piores do que as soluções “Lineares” principalmente no que diz respeito ao uso de energia e o perigo pelo uso de alguns compostos inseridos na cadeia de matéria-prima sem conhecimento científico sobre seus efeitos no meio ambiente (DE MAN e FRIEGE, 2016).

Um exemplo prático e recente sobre os desafios da superação da EL para EC, temos a empresa *Horse Power ou HP* (cavalo vapor) de equipamentos eletroeletrônicos com operação em 170 países. Esta empresa está presente no Brasil há mais de 50 anos, possuindo um amplo portfólio de impressoras, computadores, dispositivos móveis, soluções e serviços, sendo que a questão da sustentabilidade tem grande relevância para a empresa, tratando como um dos pilares de sua estratégia (OHDE, 2018). A forma que a empresa tem buscado se equilibrar da dimensão de seus negócios e operações com o desenvolvimento sustentável se dá através de um modelo de gestão baseado nos princípios da EC como forma de resposta às mudanças climáticas, contribuir para uma economia de baixo carbono e divulgar o consumo consciente (HP, 2019).

Para garantir a eficiência do uso dos recursos naturais e produzir impacto positivo no meio ambiente, o desenvolvimento do portfólio de produtos e serviços é baseado em um programa criado em 1992, conhecido como “*Design for Environment*” (HP, 2018). Em relação a inovação de materiais, busca-se produtos e serviços com o menor impacto ambiental, redução da quantidade de materiais usados nos produtos e maior valor ao final da vida útil. No campo da eficiência energética deve-se primar pela redução da energia

necessária tanto na etapa de produção quanto na etapa de utilização dos produtos. O pilar “produto como serviço” propõe que se deve fornecer tecnologias para manter produtos, componentes e materiais operando no mais alto nível e no maior tempo possível. No pilar “durabilidade e reparabilidade”, devem se projetar produtos para a longevidade, fornecendo aos clientes orientações sobre como mantê-los, além de manter programas abrangentes de reparação, remodelação, reutilização e reciclagem. Por fim, o pilar “opções para o fim de vida”, que incentiva o design para reciclagem, consiste em equipamentos projetados para que sejam mais fáceis de reciclar e tenham maior durabilidade (HP, 2018).

A mudança de uma EL para uma EC é trabalhada em sua estratégia de negócios e exige uma inovação disruptiva, logo deve-se oferecer mais que produtos sustentáveis, mas também atitudes sustentáveis. Entretanto, a empresa do estudo de caso cria produtos e serviços que atendem e permitem aplicações de EC, sempre visando gerar externalidades positivas para o meio ambiente e a sociedade como um todo (HP, 2019).

A iniciativa do modelo de manutenção/atualização e produto como serviço têm objetivo de manter o produto em boas condições e pelo maior tempo possível, consequentemente reduzindo o impacto ambiental. A empresa mantém programas para reutilização/restauração dos produtos, que visa o recondicionamento e a reutilização de equipamentos eletroeletrônicos. Já após o uso final, os produtos devolvidos à empresa são separados e destinados para reciclagem, com destaque para os itens plásticos que são reciclados em ciclo fechado. Dessa forma, todo o material plástico que é separado e reciclado é transformado em resina que são utilizadas para fabricação de novos cartuchos de impressora e também para reinserção do conteúdo reciclado de *hardware* (computadores, impressoras) como partes e peças de novos produtos da fabricante (HP, 2018).

A empresa adota como estratégia um modelo de gestão de ponta a ponta de suas operações sob o mesmo teto, de forma a concentrar na mesma planta industrial as áreas de fabricação, a armazenagem, entrega direta, pesquisa e desenvolvimento e a reciclagem. Esse modelo facilitou ainda mais a adoção de uma estratégia de transição para a EC voltado de operações de manufatura, resultando em eficiência de custos, redução das emissões de GEE⁵, economia de energia e insumos e geração de empregos locais. E também esse ecossistema garante melhor envolvimento com fornecedores e parceiros locais (OLIVEIRA, 2019).

O programa de economia circular está apoiado em 3 pilares:

Programa HP Planet Partners Brasil: trata-se de um programa na área de Logística Reversa e Reciclagem que existe desde 2008, com o objetivo de oferecer soluções de

⁵ Gases de efeito estufa.

coleta e reciclagem a todo seu portfólio de produtos no final de vida útil, com mais de 400 pontos de coleta em canais parceiros. É gratuito ao consumidor e focado no desenvolvimento de soluções de reciclagem que permitam fechar o ciclo de materiais localmente (OHDE, 2018).

Programa Zero Waste: criado em 2013, esse programa tem o objetivo de desenvolver soluções para reutilizar, reciclar e transformar resíduos gerados no processo produtivo para atender a meta de zero resíduo enviado a aterros sanitários ao longo de toda a cadeia de suprimentos (EMF, 2017). Resultados apresentados entre 2015 e 2017 foram reutilizados mais de 113 mil *pallets* de madeira, ajudando a preservar cerca de 7,5 mil árvores e economizou mais de 680 mil caixas de papelão com a iniciativa *Free Packaging*, que otimiza o transporte de materiais na linha de produção (HP, 2017).

Programa Smartwaste: este tem como objetivo o rastreamento de retorno dos produtos. A tecnologia de identificação por radiofrequência é utilizada em todos os produtos HP fabricados no Brasil, o que permite coletar informações no final de vida útil, ajudando a monitorar indicadores quanto ao uso do produto e a criar soluções de reciclagem de forma mais rápida e eficaz (OHDE, 2018).

RESULTADOS

Alguns resultados no sentido de migrar de um modelo Linear para Circular já podem ser destacados. De todas as impressoras produzidas no Brasil, em torno de 12% dos componentes são de conteúdo reciclado, sendo que a matéria-prima reciclada é em média 15% mais barata do que a virgem. Aproximadamente 95% dos produtos que abastecem o mercado brasileiro são fabricados localmente e já foram fabricados mais de 7,7 milhões de produtos HP no Brasil com conteúdo reciclado. Desde 2013 foram recolhidas mais de 3,5 mil toneladas de equipamentos HP enviados para reciclagem (HP, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No século XXI, o conceito de Economia Circular se tornou mais relevante devido ao aumento dos desafios ambientais, a pressão sobre os recursos naturais e a crescente consciência da necessidade de abordagens mais sustentáveis para a produção e consumo. A Economia Circular, neste contexto, representa uma mudança fundamental nos modelos tradicionais de negócios e produção. A EC não é apenas uma abordagem ambientalmente, mas também uma estratégia econômica inteligente. Ela promove eficiência, inovação e resiliência econômica, sendo fundamental para enfrentar os desafios globais relacionados

às mudanças climáticas e a escassez de recursos. A EC é um novo modelo econômico que visa promover o crescimento econômico sustentável, aumentar a competitividade global e gerar novos empregos (ANTIKAINEN e VALKOKARI, 2016).

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, M. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, v. 2, p. 133-140, 2007.
- ANDREWS, D. The circular economy, design thinking and education for sustainability. *Local Economy*, v. 30, n. 3, p. 305-315, 2015.
- ANTIKAINEN, M.; VALKOKARI, K. A Framework for Sustainable Business Model Innovation. *Circular. Technology Innovation Management Review*, p. 5-12, 2016. DOI: <https://timreview.ca/article/1000>.
- 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.; PAUW, I.; BAKKER, C.; GRINTEN, B. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, p. 308-320, 2016.
- BOULDING, K. The economics of the coming Spaceship Earth. In Jarrett, H. (ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, p. 3-14, 1966.
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, 2002.
- DE MAN, R.; FRIEGE, H. Circular economy: European policy on shaky ground. *Waste Management and Research*, v. 34, n. 2, p. 93-95, 2016.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for a circular economy*. Cowes: Ellen Macarthur Foundation, 2012.
- _____. Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial, 2017.
- _____. Delivery The Circular Economy: A Toolkit For Policymakers. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/>. Acesso em: 11 nov. 2023.
- FISCHER, A.; PASCUCCHI, S. Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 155, p. 17-32, 2017.
- GEISENDORF, S.; PIETRULLA, F. The circular economy and circular economic concepts: a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, v. 60, n. 5, p. 771-782, 2018.
- GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N.; HULTINK, E. The Circular Economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, p. 757-768, 2017.
- GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. *The International Journal of Sustainable Development e World Ecology*, v. 15, n. 3, p. 231-239, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249060904_Developing_the_circular_economy_in_China_Challenges_and_opportunities_for_achieving_leapfrog_development.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and economic processes*. Cambridge: Harvard University Press, 1971.
- 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*, p. 11-32, 2016.
- GONÇALVES, T. M.; BARROSO, A. F. F. A economia circular como alternativa à economia linear. SIMPÓSIO DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 11., 2019, *Anais...* Sergipe, 2019.

HAAS, W.; KRAUSMANN, F.; WIEDENHOFER, D.; HEINZ, M. How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, v. 19, n. 5, p. 765-777, 2015.

HILL, J. E. The circular economy: From waste to resource stewardship, part 1. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Waste and Resource Management*, p. 3-13, 2014.

HP. Sustainable Impact Report. 2017. Disponível em: <https://h20195.www2.hp.com/v2/GetDocument.aspx?docname=c05968415>. Acesso em: 03 jul. 2023.

HP. Material de Referência para Pesquisas: Programa de Sustentabilidade HP Brasil. Documento interno da empresa, 2018.

HP. Sustentabilidade HP Brasil. 2019. Disponível em: <https://www8.hp.com/br/pt/hp-information/environment/programs.html>. Acesso em: 03 jul. 2023.

JOÃO, D. F. C. D. Economia circular - caso IKEA. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Empresariais) - Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade de Lisboa, 2018.

KIRCHHERR, J. et al. Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, v. 150, n. December, p. 264-272, 2017.

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.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o século XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, p. 149-171, 2015.

LINDER, M.; WILLIANDER, M. Circular Business Model Innovation: Inherent Uncertainties. *Business Strategy and the*

Environment, p.182-196, 2015.

LIU, Q.; LI, H-M.; ZUO, X-L.; ZHANG, F-F.; WANG, L. A survey and analysis on public awareness and performance for promoting circular economy in China: a case study from Tianjin. *J. Clean. Prod.* 17, p. 265-270, 2009.

MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress Toward a Circular Economy in China: The Drivers (and Inhibitors) of Eco-industrial Initiative. *Journal of Industrial Ecology*, 15, p. 435-457, 2011.

MICHELINI, G. et al. From linear to circular economy: PSS conducting the transition. The 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems. *Procedia CIRP*, p. 2-6, 2017.

MILLAR, N.; MCLAUGHLIN, E.; BÖRGER, T. The Circular Economy: Swings and Roundabouts? *Ecological Economics*, v. 158, n. October 2018, p. 11-19, 2019.

MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *J. Clean. Prod.*, p. 28-41, 2014.

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*, p. 369-380, 2017.

OHDE, C. (org.). Economia circular: um modelo que dá impulso à economia, gera empregos e protege o meio ambiente. São Paulo: Netpress Books, 2018.

OLIVEIRA, G. C. Desafios para implantação da economia circular: estudo de caso de uma empresa de eletroeletrônicos no contexto brasileiro. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão para a Competitividade) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2019.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. 2017. Disponível em: <http://www.pbl.nl/en/>.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf, 1990.

PIEMONTE, C. S. R. Economia Circolare:

Verso un nuovo paradigma di sviluppo economico sostenibile. Regione Piemonte e Unioncamere Piemonte. Retrieved October, 2019.

PRESTON, F. A global redesign? Shaping the circular economy. Energy, Environment and Resource Governance. London: Chatham House, 2009. Disponível em: <https://www.chathamhouse.org/publications/papers/view/182376>.

SIMÕES, A. F. B. S. Economia Circular na Indústria Cerâmica Proposta de classificação do resíduo “caco cozido como subproduto”. 2017. Relatório (Mestrado em Gestão Ambiental) - Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra, p. 16. Disponível em: <https://i0.wp.com/terraoeconomico.com.br/wp-content/uploads/2020/07/capturar47.png?w=649&ssl=1>. Acesso em: 11 nov. 2023.

STAHEL, W. The Fourth Pillar: Applying the Principles of the Circular Economy - Stock Management and Caring - to People as a Resource, Geneva: The Geneva Association, 2013.

STAHEL, W. R.; REDAY-MULVEY, G. Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy. New York, US: Vantage Press, 1976.

STAHEL, W. R. The product life factor. An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector (Series: 1982 Mitchell Prize Papers). NARC, 1982. Disponível em: <https://p2infohouse.org/ref/33/32217.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2023.

SEHNEM, S.; PEREIRA, C. Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

STUCHTEY, M. Rethinking the water cycle. McKinsey e Company, 2016.

SU, B.; HESHMATI, A.; GENG, Y.; YU, X. A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. Journal of Cleaner Production, p. 215-227, 2013.

SUÁREZ-EIROA, B. et al. Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. Journal of Cleaner Production, p. 952-961, 2019.

URBINATI, A.; CHIARONI, D.; CHIESA, V. Towards a new taxonomy of circular economy business models. Journal of Cleaner Production, p. 487-498, 2017.

VAN BUREN, N.; DEMMERS, M.; VAN DER HEIJDEN, R.; WITLOX, F. Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. Sustainability (Switzerland), p. 1-17, 2016.

VEIGA, L. B. E.; MAGRINI, A. Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. J. Clean. Prod., p. 653-661, 2009.

YANG, S.; FENG, N. A case study of industrial symbiosis: Nanning Sugar Co., Ltd. in China. Resources, Conservation and Recycling, p. 813-820, 2008.

YUAN, Z.; JUN BI, Y. M. The Circular Economy: A New Development in China. Journal of Industrial Ecology, p. 4-8, 2006.

ZAMAN, A. U.; LEHMANN. The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a “zero waste city”. J. Clean. Prod., p.123-132, 2013.