

DIMENSÕES DA ECONOMIA CIRCULAR: UMA PROPOSTA TEÓRICA

GRAZIELA RAINATTO

UNIVERSIDADE PAULISTA (UNIP)

GUILHERME UILSON DE SOUSA

UNIVERSIDADE PAULISTA (UNIP)

ANA BEATRIZ LOPES DE SOUSA JABBOUR

UNIVERSIDADE PAULISTA (UNIP)

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) por meio do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP).

DIMENSÕES DA ECONOMIA CIRCULAR: UMA PROPOSTA TEÓRICA

1. INTRODUÇÃO

A Economia Circular (EC) é um tema que reúne diversos conceitos e estudos relacionados com a problemática da produção, do consumo, da escassez de recursos naturais e das problemáticas relacionadas aos resíduos gerados. Devido ao fato de ser um termo relativamente novo, a delimitação conceitual ainda não é muito clara. Em uma revisão sistemática da literatura, Merli et al (2018) apontam que as definições, limites, princípios e práticas associadas à EC ainda precisam ser consolidadas. A Ellen MacArthur Foundation (EMF) define EC como “Uma economia industrial restauradora ou regenerativa por intenção e design” (EMF, 2013, p.22). Ma et al (2014) por sua vez definem que a Economia Circular é um modo de desenvolvimento econômico cujo objetivo é proteger o meio ambiente e prevenir a poluição, facilitando o desenvolvimento econômico sustentável. Blomsma e Brennan (2017) afirmam que a EC é um termo genérico que abrange todas as atividades que reduzem, reutilizam e reciclam materiais no processo de produção, distribuição e consumo. A amplitude das abordagens e a diferença entre elas também é observada em diversos outros conceitos apresentados neste trabalho. Rizos, Tuokko e Behrens (2017) afirmam que não há uma delimitação comum sobre essas definições na academia.

1.1 Problema de Pesquisa e Objetivo

Essas múltiplas perspectivas levam ao seguinte questionamento: quais as principais dimensões que compõem e delimitam o conceito de Economia Circular? O objetivo deste estudo é propor um Framework conceitual que permita entender o conceito de EC, bem como investigar suas fontes teóricas seminais e principais dimensões. Estudos têm sido realizados na tentativa de organizar esses conceitos e propor formas de aplicação prática da EC (BLOMSMA e BRENNAN, 2017; LIEDER e RASHID, 2015; RIZOS, TUOKKO e BEHRENS, 2017).

Rizos, Tuokko e Behrens (2017) apontam que uns conceitos de EC focam nos aspectos relacionados aos materiais físicos, enquanto outros vão além e discutem uma transformação econômica sistêmica, envolvendo vários setores e assuntos que vão além dos recursos materiais e do lixo. Em uma revisão sistemática de 114 conceitos de EC, Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) analisaram a frequência em que os 4Rs (Reduzir, reutilizar, reciclar e reparar) aparecem nos conceitos. Os resultados apontados indicam que apenas 40% dos conceitos apresentam uma visão sistêmica da EC, e $\frac{2}{3}$ das definições sequer contemplam a hierarquia de resíduos. Eles destacam que conceitos incompletos podem fazer com que empresas apenas implementem pequenas mudanças, sem de fato encararem a EC como uma perspectiva de mudança sistêmica. Lieder e Rashid (2016) fazem a proposição de um framework compreensivo da EC a partir dos resultados relacionados aos impactos ambientais, os benefícios econômicos e a escassez de recursos, sob a perspectiva da manufatura. Eles associam tais resultados com os stakeholders e as demandas geradas para a EC. Nenhum dos estudos citados, no entanto, sugerem um framework conceitual que agregue as perspectivas da EC e as delimite. Os trabalhos anteriores consideram aspectos que parecem ser complementares uns aos outros, dando a entender que a junção de vários estudos pode ser uma resposta mais completa à delimitação conceitual da EC.

Esse artigo se organiza da seguinte forma. Na seção 2 é realizada uma fundamentação teórica que proporciona entender a mudança de paradigma proposta pela EC, seus principais conceitos e as abordagens teóricas que lhe serviram de base. Na seção 3 o modelo proposto por este trabalho é apresentado, assim como suas aplicações são apresentadas, desde o contexto macro - a aplicação por países, por exemplo - até o contexto

micro - dos negócios circulares. Por último são apresentadas as conclusões do trabalho, suas contribuições, limitações e indicações de pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Paradigma da Produção Linear e a Mudança para a Economia Circular

Ao longo da história e evolução, a economia industrial seguiu um modelo linear de consumo de recursos que segue o padrão *take-make-dispose*: as indústrias extraem materiais da natureza, utilizam na fabricação de um produto e o vendem para um consumidor, que então o descarta. Todo esse material descartado retorna ao sistema em forma de resíduo, sem aproveitamento (BRADLEY ET AL, 2018). Na busca por uma melhoria no desempenho dos recursos em toda a economia, as empresas começaram a explorar maneiras de reutilizar produtos ou seus componentes e restaurar mais de seu precioso material, energia e insumos de trabalho (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). Entretanto, essa busca não é suficiente para mudar o paradigma de consumo e produção.

Durante o século XX, o crescimento econômico se baseou, em grande medida, pela redução dos custos dos recursos naturais, redução essa que era baseada em grande parte pela não contabilização dos chamados custos indiretos (externalidades). O impacto da retirada desses recursos da natureza e o impacto do descarte inadequado dos mesmos formam os maiores custos indiretos. À medida que tais impactos ambientais se tornam evidentes, tais custos começam a ser incorporados através de impostos e legislações que obrigam o cuidado adequado com os resíduos, e isso está gerando um crescente aumento no custo dos insumos, tornando cada vez mais o modelo linear de consumo inadequado. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013)

Outra perspectiva importante é a grande perda econômica provocada pelo paradigma linear. A EMF (2013) elenca as perdas em quatro tipos:

1) O desperdício na cadeia de produção. É causado pela ineficiência produtiva e pelos problemas logísticos, e também pela despreocupação no desenvolvimento do projeto do produto, que faz com que uma quantidade significativa de insumos (retalhos, sobras, arestas, etc) não seja incorporada aos produtos finais nem reaproveitados em outros processos.

2) Os resíduos no final da vida do produto. Os níveis de reciclagem da maioria dos materiais são ínfimos se comparado com a quantidade de matéria prima bruta que é utilizada. Mesmo os materiais que são mais valiosos e que já possuem tecnologias adequadas de reciclagem têm taxas de reciclagem baixas. Parte desse desperdício é também problema de projeto, pois os produtos não são construídos pensando na sua destinação final, o que impossibilita em muitos casos a correta destinação final.

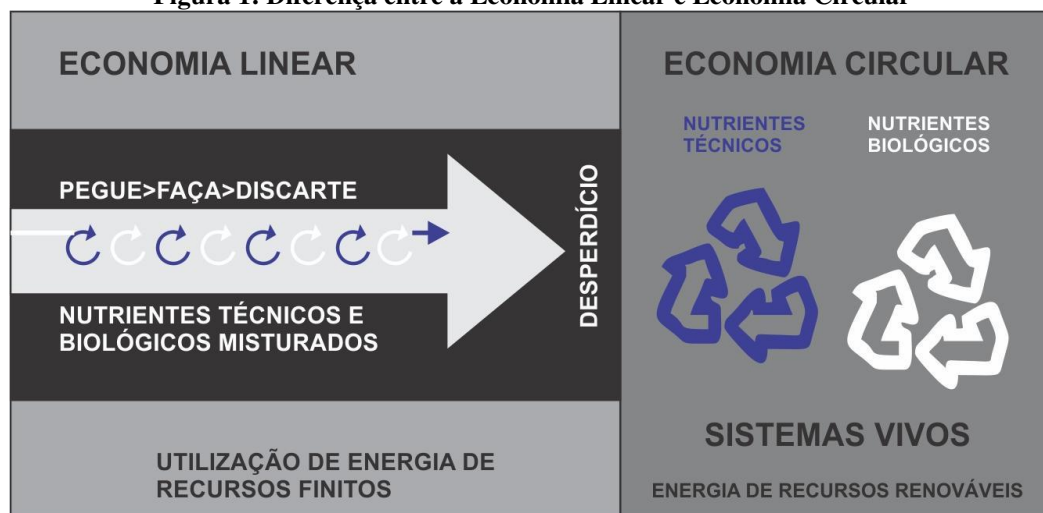
3) O uso de energia. A maior parte da energia utilizada no processo produtivo acontecesse na extração e transformação de matérias primas. Quando tais matérias são descartadas após o uso, há uma perda imensa de energia, sendo que essa poderia ser mantida no sistema produtivo, evitando grandes perdas.

4) A erosão dos ecossistemas. À medida que a população mundial aumenta, juntamente com o consumo e a produção, a pressão sobre os ecossistemas naturais aumenta, retirando dos mesmos em quantidades maiores do que a capacidade destes de se recompor. Isso também é considerado com perda econômica, além do fato de que a permanência desse tipo de utilização afeta a vida no planeta terra.

A intenção principal da EC é mudar o paradigma da produção linear. Abandonar esse modelo de produção em favor de um modelo circular é o objetivo da EC. Um modelo circular pretende que o valor dos produtos, bem como dos materiais utilizados nos mesmos, seja mantidos o maior tempo possível, utilizando para isso as estratégias como reutilização e reciclagem. Tais estratégias têm sido estudadas e implementadas, com vistas a reduzir cada

vez mais o impacto do consumo e da produção humana na natureza. A figura 1 exemplifica os modelos de economia linear e circular.

Figura 1: Diferença entre a Economia Linear e Economia Circular



Fonte: Berndtsson (2015, p.5), adaptado pelos autores.

A economia circular é baseada em alguns princípios simples: Eliminar o desperdício, criar resiliência/resistência por meio da diversidade (modularidade, versatilidade, adaptabilidade, etc.) e dos sistemas naturais como modelo, contar com energia de fontes renováveis, pensar em 'sistemas', reutilização criativa (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

2.2 As Origens e o Conceito de Economia Circular

A pesquisa em torno da EC começou como um conceito aliado à ecologia industrial, mas aos poucos ganhou atenção como uma área de pesquisa independente dentro dos estudos de sustentabilidade ambiental (Merli et al, 2018). Nessa época, é mencionado o trabalho de Bolding (1966), que trouxe a ideia de um sistema fechado para apontar os limitados recursos naturais disponíveis na época.

Os sistemas econômicos modernos e processos industriais adquiriram uma nova dinâmica desde o fim da década de 1970, que passaram a receber atenção a partir da década de 1990, lideradas por um pequeno número de estudiosos, líderes intelectuais e empresas, como a economia de serviços (também conhecida como economia de performance) de Walter Stahel (1989); a filosofia de design Cradle to Cradle (berço a berço) de William McDonough e Michael Braungart (1990); a ideia de biomimética de Janine Benyus (1997); a ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel (1989); o capitalismo natural de Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken (1999); e a abordagem Blue Economy descrita por Gunter Pauli (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019).

O termo Economia Circular foi empregado pela primeira vez pelos economistas ambientais Pearce e Turner (1990) em sua publicação “Economics of natural resources and the environment” que a economia tradicional foi desenvolvida sem a tendência de reciclar ou circular, desta forma o meio ambiente foi tratado como se fosse um reservatório de resíduos, os resultados da economia linear mostram que o amadurecimento do tema ainda está ocorrendo. (SEHNEM; PEREIRA, 2019).

A Ellen MacArthur Foundation (EMF) define EC como “Uma economia industrial restauradora ou regenerativa por intenção e design” (EMF, 2013, p.22). Jabbour (2019) diz que o principal objetivo da EC é manter materiais, componentes e resíduos circulando, maximizando o valor dos recursos. Ma et al (2014) por sua vez definem que a Economia

Circular é um modo de desenvolvimento econômico cujo objetivo é proteger o meio ambiente e prevenir a poluição, facilitando o desenvolvimento econômico sustentável. Singh e Ordonez (2016) entendem a EC como uma estratégia econômica para promover formas inovadoras de transformar o atual sistema de consumo linear em circular, por meio da economia de materiais. Segundo Blomsma e Brennan (2017), EC é um termo genérico que abrange todas as atividades que reduzem, reutilizam e reciclam materiais no processo de produção, distribuição e consumo. Outros autores (Haupt e Vadenbo, 2017) concebem a EC como um sistema de produção e consumo com perdas mínimas de materiais e energia por meio de amplo reuso, reciclagem e recuperação. Os conceitos seminais estão organizados em ordem cronológica na Tabela 1. A Tabela 2 mostra alguns dos autores mais citados pela base de dados Scopus que conceituam o tema Economia Circular.

Tabela 1: Organização Cronológica dos Conceitos Seminais

| Ano da Publicação | País de Origem | Área | Autor | Conceito | Questão central |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------|---|--|
| 1966 | Estados Unidos, Baltimore | Economia Industrial | Kenneth E. Bolding | “Em um sistema fechado, as saídas de todas as partes do sistema são vinculadas às entradas de outras partes. Não há entradas de fora e nem saídas de fora; na verdade, não há absolutamente nenhum exterior.” | A primeira ideia da não existência de sistemas fechados para apontar os limitados recursos naturais disponíveis. |
| 1989 | Suíça, Genebra | Economia | Walter Stahel | “A Economia de Performance é baseada no conhecimento e separa a criação de riqueza da transferência de recursos.” | Uma economia baseada na função, onde a oferta dos serviços deveria se destacar ao invés da venda somente do produto físico. A Economia de performance move a economia em direção à sustentabilidade. |
| 1989 | Estados Unidos, Connecticut | Ecologia Industrial | Reid Lifset e Thomas Graedel | “A ecologia industrial é industrial porque se concentra no design do produto e nos processos de fabricação. Ela vê as empresas como agentes de melhoria ambiental porque possuem a experiência tecnológica que é crítica para a execução bem-sucedida de projetos de produtos e processos ambientalmente informados.” | É fundamental que todos os setores da sociedade compreendam a extensão desta afirmação para que possam, juntos, desenhar caminhos e possibilidades de se avançar na construção de um novo padrão de produção e distribuição de bens e serviços que seja efetivamente sustentável do ponto de vista ambiental, econômico, social, político, cultural e ético. |
| 1990 | Estados Unidos | Design Industrial | William McDonough e Michael Braungart | “O design do Berço ao Berço / Cradle to Cradle (C2C) define uma estrutura para a criação de produtos e processos industriais inspirados em métodos naturais, possibilitando a constituição de sistemas cíclicos de fluxos de | O conceito Cradle to Cradle (do berço ao berço) apresenta os meios para fechar o ciclo das cadeias produtivas da mesma forma como se fecham os ciclos da natureza. O lixo não existe, já que o fim de um ciclo é o |

| | | | | | |
|------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| | | | | materiais seguros e saudáveis para os seres humanos e para a biodiversidade.” | início de outro. O que seria resíduo/lixo serve, na verdade, para ser utilizado pelo meio para realimentar o início de outro ciclo. |
| 1990 | Estados Unidos, Baltimore | Economia ambiental | Pearce e Turner | “Os recursos são entradas para os sistemas de produção e consumo, além de servirem como depósitos para as eventuais saídas desse sistema, que se dão na forma de perdas e desperdícios (PEARCE e TURNER, 1989).” | A economia tradicional foi desenvolvida sem a tendência de reciclar ou circular, desta forma o meio ambiente foi tratado como se fosse um reservatório de resíduos, os resultados mostram que o amadurecimento do tema ainda está ocorrendo |
| 1997 | Estados Unidos | Biologia, Ecologia | Janine Benyus | “Natureza como modelo. Biomimética é uma nova ciência que estuda os modelos da natureza e, em seguida, imita ou se inspira nesses projetos e processos para resolver problemas humanos, por exemplo, uma célula solar inspirada por uma folha.” | A biomimética imita os modelos da natureza, ou se inspira neles e em seus processos para solucionar os problemas humanos. A natureza mostra o que evolui, o que é durável e o que não é adequado. |
| 1999 | Estados Unidos | Economia, Economia industrial | Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken | “O capitalismo natural e a possibilidade de um novo sistema industrial alicerçam-se em uma mentalidade e em uma escala de valores muito diferentes do capitalismo convencional.” Propõe-se 4 mudanças de estratégia principais: <ul style="list-style-type: none"> - A produtividade radical dos recursos; - O biomimetismo; - Uma economia de serviço e de fluxo; - Investimento no capital natural. | O Capitalismo Natural é modelo desenvolvido pelo físico nuclear e analista ambiental Amory Lovins, baseado na capacidade do homem de produzir mais e poluir menos, usando tecnologia e conhecimentos já existentes, demonstrando que os negócios e os interesses ambientais se complementam, para satisfazer melhor às necessidades dos clientes, aumentando lucros e, ao mesmo tempo, ajudando a resolver os próprios problemas ambientais, melhorando significativamente o desempenho de uma organização, e redesenhar a indústria a partir de modelos biológicos com zero de desperdício. |
| 2004 | Estados Unidos | Economia, Desenvolvimento Sustentável | Gunter Pauli | “A natureza demonstra verdadeira economia - e verdadeira sustentabilidade - o tempo todo. Se desenvolvêssemos nossa economia seguindo a natureza, | A Economia Azul começou como um projeto para encontrar 100 das melhores tecnologias inspiradas na natureza que poderiam afetar as economias do mundo, ao |

| | | | | | |
|------|-------------|--|----------------------------|---|--|
| | | vel | | poderíamos usar energia e recursos de maneira eficiente e sem desperdício, e criar centenas de milhões de empregos.” | mesmo tempo que atendia às necessidades humanas básicas de forma sustentável - água potável, alimentos, empregos e abrigos habitáveis. Começando com 2.231 artigos de revisão por pares, o Dr. Pauli e sua equipe encontraram 340 inovações que poderiam ser agrupadas em sistemas que funcionam da mesma forma que os ecossistemas. |
| 2013 | Reino Unido | Economia, Economia Circular, Desenvolvimento sustentável | Ellen MacArthur Foundation | “A economia circular se refere a uma economia industrial que é restauradora intencionalmente; pretende contar com energia renovável; minimiza, rastreia e elimina o uso de produtos químicos tóxicos; e erradica o desperdício por meio de um projeto cuidadoso.” | A Fundação Ellen MacArthur conceitua uma economia na qual os bens de hoje são os recursos de amanhã, formando um ciclo virtuoso que promove a prosperidade em um mundo de recursos finitos. Essa mudança de perspectiva é importante para enfrentar muitos dos desafios fundamentais de hoje. |

Fonte: Organizado pelos autores

Tabela 2: Autores mais citados que conceituam Economia Circular, base Scopus.

| Ano da Publicação | País de Origem | Área | Autor | Conceito | Questão Central |
|-------------------|----------------|---|---|---|--|
| 2014 | China, Beijing | Engenharia de Processo, Economia Circular | Shu-hua Ma, Zong-guo Wen, Jining Chen, Zhi-chao Wen | “Uma economia circular é um modo de desenvolvimento econômico que visa proteger o meio ambiente e prevenir a poluição, facilitando o desenvolvimento econômico sustentável.” | Economia Circular é um modo de desenvolvimento econômico cujo objetivo é proteger o meio ambiente e prevenir a poluição, facilitando o desenvolvimento econômico sustentável. |
| 2015 | Suécia | Engenharia de produção | Michael Lieder, Amir Rashid | “As perspectivas abrangentes de CE envolvem um ambiente onde todos os interesses das partes interessadas e motivação são iguais e onde as empresas individuais, limitações de recursos naturais, bem como resíduos e aspectos ambientais são considerados, incluindo seus relacionamentos dinâmicos.” | O foco simultâneo nas três perspectivas da EC garante visibilidade simultânea e equivalente das limitações de recursos naturais, preocupações ambientais, incluindo resíduos e necessidades de negócios individuais. Essa visão sistêmica evitará interpretações tendenciosas do conceito de EC e pode ser tomada como base para pesquisas e práticas futuras. |

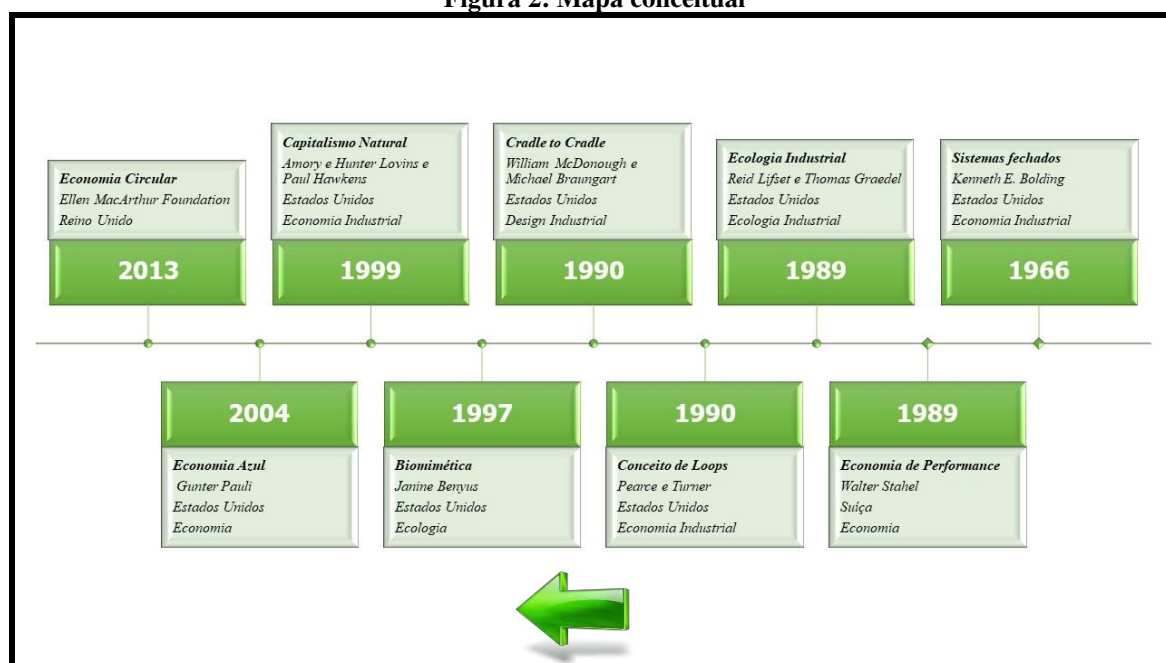
| | | | | | |
|------|-------------|--|---|---|---|
| 2016 | Suécia | Ecologia Industrial, Economia Circular | Singh e Ordonez | “A EC visa eliminar gradualmente os resíduos de sistemas industriais e, portanto, as rotas de recuperação se concentram principalmente na recirculação de materiais pós-consumo. A EC reconhece o importante papel do design do produto na desmontagem, inspeção, remontagem e eliminação do uso de produtos químicos tóxicos.” | EC como uma estratégia econômica para promover formas inovadoras de transformar o atual sistema de consumo linear em circular, por meio da economia de materiais. |
| 2016 | Itália | Economia Circular, Eficiência de recursos | Ghisellini, Cialani e Ulgiati | “A EC tem potencial para compreender e implementar radicalmente novos padrões e ajudar a sociedade a alcançar maior sustentabilidade e bem-estar com baixos ou nenhum custo de material, energia e meio ambiente.” | A implementação da EC em todo o mundo ainda parece nos estágios iniciais, principalmente com foco na reciclagem ao invés de reutilização. |
| 2017 | Reino Unido | Economia Circular, Desenvolvimento Sustentável | Geissdoerfer, Savaget, Bocken e Hultink | “EC como um sistema regenerativo no qual a entrada e o desperdício de recursos, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos circuitos de material e energia. Isso pode ser alcançado por meio de projeto, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, condicionamento e reciclagem de longa duração.” | Enfatizam a importância de uma melhor integração dos aspectos ambientais e sociais com o progresso econômico e definem as mudanças no nível do sistema em seu âmbito. |
| 2017 | Reino Unido | Ecologia Industrial, Economia Circular | Blomster e Brennan | “A EC articula (mais claramente) a capacidade de estender a vida produtiva dos recursos como um meio de criar valor e reduzir a destruição de valor.” | EC é um termo genérico que abrange todas as atividades que reduzem, reutilizam e reciclam materiais no processo de produção, distribuição e consumo. |
| 2017 | Holanda | Economia Circular, Desenvolvimento Sustentável | Kirchherr, Reike e Hekkert | “Uma economia circular descreve um sistema econômico baseado em modelos de negócios que substituem o conceito de ‘fim de vida’ pela redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de produção, distribuição e consumo, operando assim em o nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques ecoindustriais) e nível | Presume-se que a variação significativa das definições de economia circular pode eventualmente resultar no colapso do conceito. |

| | | | | | |
|------|-------|--|-----------------|--|---|
| | | | | macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica a criação de qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, para o benefício das gerações atuais e futuras.” | |
| 2017 | Suíça | Ecologia Industrial, Economia Circular | Haupt e Vadenbo | “Um componente-chave do ecossistema industrial ideal é aumentar a eficiência dos recursos por meio do material em circulação.” | EC como um sistema de produção e consumo com perdas mínimas de materiais e energia por meio de amplo reuso, reciclagem e recuperação. |

Fonte: Organizado pelos autores

A organização da Tabela 1 fornece uma visualização dos conceitos que serviram como base para a EC. A Figura 2 representa a construção conceitual que resultou na EC. Os primeiros trabalhos vistos são os de Bolding (1966) vindo da Economia industrial. A Economia de performance de Stahel (1989) trouxe o conhecimento de certas características econômicas à EC. A Ecologia Industrial de Graedel e Lifset (1989) traz a compreensão das possibilidades do avanço para um novo padrão de distribuição de bens sustentáveis. Essa base serve como estrutura para Pearce e Turner (1990) formar o do primeiro conceito de Economia Circular. Na sequência, pelo menos outros quatro conceitos trazem elementos para a formação da Economia Circular, formulado pela Ellen MacArthur Foundation (2013), que são “Cradle to Cradle” de William McDonough e Michael Braungart (1990), a “Biomimética” de Janine Benyus (1997), o Capitalismo Natural de Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken (1999) e a Economia Azul de Gunter Pauli (2004) organizados novamente na figura 2 abaixo e mais detalhadas no item 2.3.

Figura 2: Mapa conceitual



Fonte: Organizado pelos autores

2.3 A Contribuição dos Conceitos Seminais

A revisão conceitual apresentada na sessão anterior evidência que não há uma clara definição de quais são as dimensões que compõem o construto da Economia Circular. As contribuições vêm de diversos autores e áreas e, apesar de se perceber uma certa similaridade, os limites conceituais da EC não ficam evidentes. A exposição a seguir visa destacar as contribuições específicas de algumas abordagens conceituais que foram utilizadas no modelo proposto por este trabalho, apresentado na figura 4.

Kenneth E. Bolding, em seu artigo "A economia da próxima nave espacial terrestre", publicado em 1966, inicia o reconhecimento dos limites dos recursos planetários, a importância de ver o mundo como um sistema, onde o lixo e a poluição são vistos como um problema. (BOCKEN et al, 2016). O reconhecimento da não existência de sistemas fechados para apontar a incompatibilidade de tal padrão com os recursos naturais limitados. Essa preocupação com o esgotamento dos recursos naturais aumentou exponencialmente no final do século XX e é uma das dimensões absorvidas pela EC, encontrada na maioria das definições vistas e apresentada no modelo deste trabalho como a dimensão 1 (figura 4).

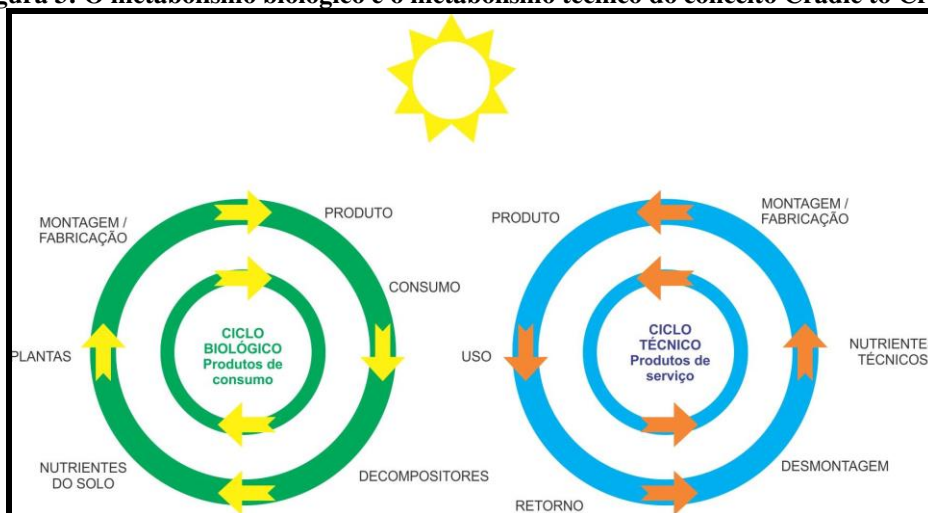
A Economia de Performance de Walter Stahel, em 1989, trouxe o conhecimento em uma economia funcional baseada em ciclos, onde a oferta dos serviços deveria se destacar ao invés de somente a venda de produto físico (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). O impacto deste trabalho pode ser percebido na competitividade econômica, com a redução na utilização de recursos e na prevenção de desperdícios. Dessa contribuição podemos destacar duas dimensões importantes, a produção em ciclos (dimensão 3) e a indicação de novos modelos de negócios (dimensão 4), ambas apresentadas no modelo proposto na figura 4.

O conceito da Ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel, também em 1989, traz os estudos dos fluxos de materiais e energia e vê as empresas como agentes de melhoria ambiental porque possuem a experiência tecnológica que é recurso crítico para a execução bem-sucedida de projetos de produtos e processos ambientalmente adequados. Esse conceito visualiza os resíduos como insumo, eliminando a noção de subproduto indesejável. Essa preocupação com os fluxos de materiais e energia são visualizados nas dimensões de capital natural (dimensão 1) e de sistemas eficazes em ciclos (dimensão 3).

Essa base inicial serve como estrutura para Pearce e Turner utilizarem pela primeira vez o conceito de Economia Circular, em 1990. "Os recursos são entradas para os sistemas de produção e consumo, além de servirem como depósitos para as eventuais saídas desse sistema, que se dão na forma de perdas e desperdícios". Logo, a primeira utilização do termo EC compreende duas dimensões, a preocupação com o capital natural (dimensão 1), e a ideia de sistemas ou ciclos (dimensão 3).

Também em 1990, o conceito *Cradle to Cradle* - do berço ao berço - surge em oposição à ideia de que a vida de um produto deve ser considerada "do berço ao túmulo", de forma linear. Apresenta muitos elementos próximos do conceito da Economia Circular, com destaque para a preocupação com os projetos dos produtos, que apresentam os meios para fechar o ciclo da produção. (BRAUNGART et al, 2007). Dessa teoria pode-se destacar a preocupação com o projeto do produto (dimensão 2) e com ciclos produtivos eficazes (dimensão 3), além de ter como motivação a preocupação com os recursos naturais (dimensão 1). A figura 3 apresenta a diferenciação proposta pelo *Cradle to Cradle* de diferenciar os insumos em nutrientes biológicos e técnicos. Os nutrientes biológicos se referem a materiais orgânicos que serão utilizados até o final, e então decompostos, enquanto os nutrientes técnicos são materiais produzidos pelo homem e precisam manter a qualidade para serem reaproveitados, através da remanufatura, reciclagem, reutilização, etc.

Figura 3: O metabolismo biológico e o metabolismo técnico do conceito Cradle to Cradle



Fonte: Site UGreen.com.br, adaptado pelos autores

A biomimética de Janine Benyus estuda as melhores ideias da natureza - fotossíntese, poder do cérebro e conchas - e as adapta para uso humano. Esse conceito imita os modelos da natureza, ou se inspira neles e em seus processos para solucionar os problemas humanos (BENYUS, 2003), e ajuda a sustentar a dimensão 1 do modelo proposto.

O Capitalismo Natural é um modelo desenvolvido pelo físico nuclear e analista ambiental Amory Lovins, em 1999, baseado na capacidade do homem de produzir mais e poluir menos, usando tecnologia e conhecimentos já existentes, demonstrando que os negócios e os interesses ambientais se complementam, para satisfazer melhor às necessidades dos clientes, aumentando lucros e, ao mesmo tempo, ajudando a resolver os próprios problemas ambientais, melhorando significativamente o desempenho de uma organização, e redesenhar a indústria a partir de modelos biológicos com zero de desperdício. Esse conceito nos auxilia na construção das dimensões 3 e 4 do modelo proposto.

A Economia Azul, conceito desenvolvido por Gunter Pauli em 2010, começou como um projeto para encontrar 100 das melhores tecnologias inspiradas na natureza que poderiam afetar as economias do mundo. Os princípios básicos da economia azul propõem que o ambiente local, com suas características ecológicas específicas, seja a base para soluções sustentáveis (PAULI, 2010). Esse conceito sustenta a construção das dimensões 2 e 3 do modelo apresentado na figura 4.

3. DISCUSSÃO

3.1. Dimensões da Economia Circular

A literatura sobre a Economia Circular é vasta, porém ainda pouco explorada na maioria de seus pilares. Não há também uma definição clara das dimensões que compõem a EC e quais os parâmetros possíveis de análise de tais dimensões. Em uma revisão sistemática da literatura, Merli et al (2018) aponta que as definições, limites, princípios e práticas associadas à EC ainda precisam ser consolidadas. Segundo os autores, a EC tem descolado de suas teorias raízes e se consolidado como um novo paradigma sócio-econômico.

Este trabalho visa contribuir para a literatura ao apontar um framework que possibilita delimitar o construto do conceito da EC, indicando suas dimensões, componentes e possíveis indicadores. O modelo é baseado na proposta de Quivy e Campenhout (1998, p. 120) e apresentado na figura 4, a partir da revisão bibliográfica realizada.

As principais dimensões da EC propostas a partir da literatura são: O Capital Natural, o Projeto do Produto, os Sistemas Eficazes em Ciclos e os Novos Modelos de Negócios.

A primeira dimensão sugerida é a do Capital Natural (BOLDING, 1966; HAWKEN, LOVINS e LOVINS, 1999; BRAUNGART et al, 2007; MA et al, 2014; EMF, 2015;) Esta dimensão se refere à preocupação com o esgotamento dos recursos naturais e pode ser considerado o elemento motivador do surgimento não só da EC, mas também das ciências e teorias que surgiram preocupados em dar respostas para os desafios ambientais. É um princípio fundamental da EC o entendimento de que os recursos do planeta são limitados, bem como a sua capacidade de renovação. Uma Economia Circular ou um Negócio Circular reduz a utilização de insumos orgânicos e utiliza cada vez mais a energia limpa. Tal dimensão pode ser medida ao analisar se há redução na extração de insumos da natureza, se há equilíbrio entre o que é extraído e a capacidade de renovação natural e se há um constante aumento na utilização de energia limpa.

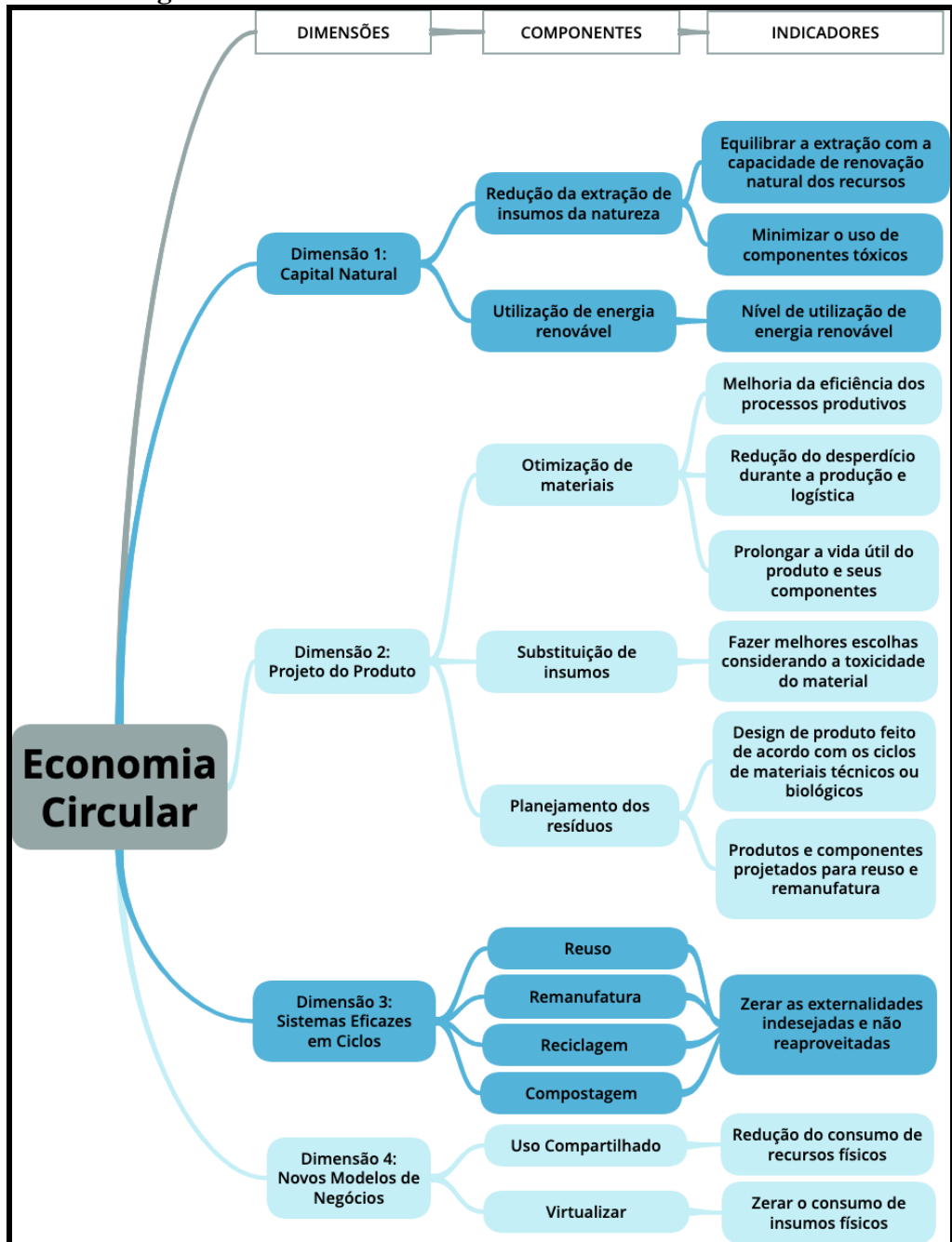
A segunda dimensão é a do Projeto do Produto (LIFSET e GRAEDEL, 1989; BRAUNGART et al, 2007; EMF, 2013; SINGH e ORDONEZ, 2016). Diz respeito à engenharia dos produtos voltados para a EC. Não há como se falar em EC sem repensar todos os projetos de negócios e produtos para que os mesmos possibilitem a adequada utilização de seus materiais. Como diz a definição da EMF, a EC é “Uma economia industrial restauradora ou regenerativa por intenção e design” (EMF, 2013, p.22, grifo nosso). O design se refere ao projeto do produto e não se limita à preocupação estética, mas principalmente em como seus materiais são utilizados e como serão reaproveitados após o uso. A maior parte da perda da Economia Linear é por falta de planejamento do produto para que seus componentes permaneçam com valor e sejam reaproveitados após o uso do mesmo.

A terceira dimensão é de fato a circularidade (BRAUNGART et al, 2007; EMF, 2015; HAUPT E VADENBO, 2017; KIRCHHERR, REIKE e HEKKERT, 2017; JABBOUR, 2019). Com os produtos devidamente planejados (dimensão 2), é possível ter eficácia em zerar as externalidades (lixo, poluição, etc). O fato da reciclagem hoje ser suficiente para responder aos problemas causados pela economia linear é devido à falta de planejamento, e também a falta de compromisso de todos os setores da sociedade em fazer com que nossa riqueza não seja desperdiçada em um aterro sanitário ou em um lixão. A produção circular só é viável após um planejamento cuidadoso, e um compromisso sólido de empresas, governos e cidadãos em geral em se responsabilizar por todo tipo de material utilizado. “Não existe fora”. Essa é uma frase popular que vem sendo associada com a ideia de que nosso ecossistema global é fechado, todas as entradas vêm dele e, principalmente, todas as saídas permanecem nele. O valor que damos para essas saídas deve ser econômico.

A quarta dimensão, Novos Modelos de Negócios, é menos explorada na literatura, ou talvez a menos associada à EC. Essa dimensão foi incluída no modelo pela clara importância e pelas grandes possibilidades para a EC (EMF, 2015; KIRCHHERR, REIKE e HEKKERT, 2017;). Com o avanço tecnológico experimentado nas últimas décadas e com a ascensão da Indústria 4.0, é impensável falar em Economia Circular sem se aproveitar de novos modelos de negócios e novas soluções que são possíveis graças à tecnologia. Estudos como os de Jabbour et al (2018) têm associado as tecnologias da Indústria 4.0 com a EC e apontam grandes possibilidades nessa associação. A EMF (2015) também contempla novos modelos de negócios no ReSOLVE Framework, como os negócios virtuais, que trazem soluções digitais que retiram a necessidade de utilização de recursos materiais. Outro modelo de negócio importante presume a mudança do paradigma do consumo individual para o compartilhado. Soluções de negócios baseadas no compartilhamento são importantes no processo de redução do uso de novos materiais, e também no maior controle sobre eles, haja

visto que nesse modelo as empresas continuam sendo proprietárias dos produtos, sendo responsáveis pela correta destinação dos mesmos depois que o usuário finaliza o uso.

Figura 4: As dimensões da Economia Circular



Fonte: Elaborado pelos autores

3.2. Aplicação do Framework Proposto

A EC é um tema transversal. Diversas áreas estudam a EC sob diversas perspectivas e até então não se pode afirmar que existe uma base conceitual específica que foi desenvolvida a partir da EC, o que se tem são diversos campos trabalhando com essa perspectiva, seja desenvolvendo e/ou melhorando produtos, estudando o comportamento humano ou desenvolvendo políticas públicas.

O Framework proposto neste trabalho (figura 4) tem aplicação principal relacionada à sistematização e o consequente entendimento de toda a abrangência da EC. Essa proposição

inicial permite que todas as contribuições teóricas apontadas na revisão bibliográfica sejam unificadas em um único modelo. É evidente que novos estudos precisam avançar na consolidação dessa organização conceitual, resultado em um modelo cada vez mais robusto. A sistematização teórica é a grande contribuição deste trabalho.

Diversas outras possibilidades também surgem a partir do framework. Empreendedores e profissionais das mais diversas áreas podem facilmente identificar onde os desafios de suas organizações estão enquadrados, facilitando assim a busca de soluções e a redução de empecilhos nas tentativas de migrar para a EC. Não há como pensar o futuro das organizações no longo prazo sem encarar o fato de que os modelos de negócios precisam se adequar ao paradigma circular. Uma forma sistêmica de enxergar as diversas aplicações da teoria pode ser através dos níveis macro, médio e micro. No micro nível o foco são as empresas e os consumidores, visam dar suporte para empresas nos processos de implementação da EC. No nível intermediário são estudadas experiências relacionadas à simbiose de empresas, parques eco-industriais e redes. Em qualquer destes níveis, o framework pode orientar os pontos de atenção que devem ser observados pelos profissionais que estiverem trabalhando em propostas relacionadas à EC. (KIRCHHERR, REIKE E HEKKERT, 2017)

Os atores envolvidos na formulação e execução de políticas públicas também podem se utilizar do modelo para orientar e moldar as ações governamentais de incentivo à EC. Não há como se ignorar o papel fundamental do Estado na mudança dos paradigmas produtivos e econômicos, logo, a utilização de modelos teóricos, bem como de exemplos já realizados em outros países, pode contribuir para a consistência das proposições governamentais. Os estudos de EC no macro nível são orientados para as dinâmicas sociais e econômicas amplas. Eles têm sido impulsionados por iniciativas como a da China, que lançou uma política nacional para a EC com foco em desenvolver eco-cidades. Também diversas iniciativas de países europeus são focadas em desenvolver uma sociedade orientada para a circularidade. Em 2020, por exemplo, a União Europeia lançou um plano de ação voltado para a implementação da Economia Circular no bloco (EU Business, 2020).

As iniciativas que visam diminuir os impactos da atividade e produção econômica são diversas. Dos modelos de negócios tradicionais, que tentam reduzir os impactos de suas operações, até os modelos de negócios que já nascem com o intuito de gerar resultados ambientais, sociais e econômicos (*triple bottom line*), a diversidade de princípios e estratégias é imensa.

Para sistematizar o entendimento dos negócios circulares conforme o Framework proposto neste trabalho, os novos negócios utilizam ou podem utilizar mais de um indicador. As aplicações do Framework estão descritas a seguir:

Dimensão 1 - Capital Natural: As organizações devem compreender o impacto de cada um dos nutrientes em relação a toxicidade, degradação do meio ambiente e à saúde humana. A partir desse conhecimento, repensar as escolhas de matérias-primas para a construção de produtos/serviços. Como menciona Braungart et al (2007), entender como substâncias tóxicas como mercúrio, cádmio e chumbo funcionam e podem interagir com o ambiente e as pessoas. Tais escolhas também passam pela opção de utilizar energia limpa, eólica e solar.

Dimensão 2 - Projeto de produto: Envolve uma reinvenção da relação do produto com o cliente, essa reinvenção se dá na observação da utilização de produtos e serviços e de como eles podem ser consumidos e utilizados pelos clientes e novamente a relação da toxicidade dos materiais. Repensar o processo de compra e qual efetivamente vai ser o benefício que o cliente procura, tentar nesse caso, atender ao benefício e não a venda de um produto. (BRAUNGART et al, 2007).

As organizações devem realizar esse projeto de forma muito cuidadosa e responsável, pois a partir do produto nas mãos do cliente, é mais difícil controlar o descarte correto. Os

resíduos nessa dimensão, são materiais valiosos, que devem retornar aos fabricantes para a reutilização e permanecer em uso o maior tempo possível.

Dimensão 3 - Sistemas eficazes em ciclos: Negócios que buscam por fechar os ciclos dos produtos já descartados, mantendo os materiais no ciclo produtivo de alguma forma, sem se tornar resíduo. A remanufatura e a reciclagem são meios utilizados para se fecharem os ciclos. Há também o esforço para tornar esse ciclo mais lento, exemplo de organizações que utilizam a otimização dos materiais e também da mudança no padrão de consumo ou modelo de negócio. Essa terceira dimensão está estritamente relacionada com a dimensão 2 (Projeto do Produto), pois sem planejamento adequado, fechar ciclos se torna uma tarefa quase impossível.

Dimensão 4 - Novos modelos de negócios: Organizações que possibilitam a redução e/ou o abandono da utilização de materiais físicos, se valendo de soluções virtuais em lugar. Repensar o uso da tecnologia ou dos serviços para propor aluguel, troca e reutilização de produtos ao invés de uma nova venda. Tais negócios foram impulsionados pela Indústria 4.0 e estão em plena ascensão.

4. CONCLUSÃO

Esse trabalho se propôs a responder a seguinte pergunta: quais as principais dimensões que compõem e delimitam o conceito de Economia Circular? Por meio da revisão bibliográfica realizada foi possível o entendimento da evolução histórica bem como o entendimento das principais dimensões que compõem o conceito de EC, resultando no framework proposto.

4.1 Contribuições Acadêmicas

Para a literatura, este trabalho contribui sistematizando o conceito de EC, suas dimensões, componentes e parâmetros. É um ponto de partida para pesquisadores que pretendem aprofundar algum tema específico da EC, bem como um modelo que permite agregar o que já foi pensado e desenvolvido até então.

4.2 Contribuições Práticas

Para os profissionais, é possível entender a importância de se migrar para a EC, bem como os ganhos econômicos que podem ser adquiridos nesse processo. Também é possível mapear os pontos que podem ser gargalos nessa transição, e buscar ativamente soluções específicas para cada um deles. Ter o mapa do que é a Economia Circular é um grande facilitador para qualquer profissional que pretenda trabalhar o assunto. Para os formuladores de políticas públicas, é possível desenhar ações governamentais voltadas para o incentivo das diversas dimensões da EC, visto que apenas alguns poucos aspectos são hoje alvo da legislação e dos programas governamentais. Novamente, esse mapa pode gerar políticas públicas mais qualificadas e abrangentes, abandonando assim a perspectiva de ações pontuais e adotando uma visão sistêmica.

4.3 Limitações e estudos futuros

É necessário ressaltar que não se pode restringir todas as abordagens e perspectivas da EC ao Framework apresentado, devido às limitações da revisão bibliográfica realizada, que não pretendeu cobrir o universo da literatura que aborda a EC. O Framework apresentado pretende destacar as principais dimensões da EC encontradas na pesquisa realizada. Considerando tal limitação, estudos futuros são necessários para aprofundar o entendimento das dimensões, bem como propor parâmetros de mensuração mais claros para cada uma delas.

REFERÊNCIAS

- BENYUS, J. M. **Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza**. 1. ed. São Paulo: Cultrix. 2003.
- BERNDTSSON, M. **Circular Economy and Sustainable Development**. 2015. 53f. Dissertação (Master in Sustainable Development) - Department of Earth Sciences, Uppsala University, Uppsala, 2015.
- BLOMSMA, F., BRENNAN, G. The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. **Journal of Industrial Ecology**, v.21: p. 603-614. 2017.
- BOCKEN, N. M. P.; DE PAUW, I.; BAKKER, C.; VAN DER GRINTER, B. Product design and business model strategies for a circular economy, **Journal of Industrial and Production Engineering**, 33:5, 308-320, 2016.
- BOULDING, K. **The Economics of the Coming Spaceship Earth**. Johns Hopkins University Press: 1966.
- BRADLEY, R.; JAWAHIR, I.S.; BUDURDEEN, F.; ROUCH, K. A total life cycle cost model (TLCCM) for the circular economy and its application to post-recovery resource allocation. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, pp. 141-149. 2018.
- BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 1337-1348, 2007.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Delivering the Circular Economy – a Toolkit for Policymakers. Wight - UK, 2015.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Economia Circular - Escolas de Pensamento, 2019. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/escolas-de-pensamento>>. Acesso em 14 de Abril de 2021.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the Circular Economy. Wight - UK, 2013.
- EU BUSINESS. Circular Economy Action Plan - Background guide. 2020. Disponível em: <<https://www.eubusiness.com/topics/environ/circular-economy-plan>>. Acesso em 26 de junho de 2021.
- GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, V. 143, P. 757-768, 2017.
- GEORGE, D. A. R.; LIN, B. C. ANG; CHEN, Y. A circular economy model of economic growth. **Environmental Modelling and Software**, v. 73, p. 60–63, 2015.
- GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; UGLIATI, 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.
- GOYAL, S.; CHAUHAN, S.; MISHRA, P. Circular economy research: A bibliometric analysis (2000–2019) and future research insights. **Journal of Cleaner Production**, V. 287, 2021
- GRAEDEL, T.; LIFSET, R. **Industrial Ecology's: goals and definitions**. 2002.
- HAUPT, M.; VADENBO, C.; HELLWEG, S. Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy? Insight into the Swiss Waste Management System. **Journal of Industrial Ecology**, v.21: p. 615-627. 2017.
- HAWKEN, P.; LOVINS, P.; LOVINS, H. **Capitalismo natural: Criando a próxima revolução industrial**. Tradução Luiz A. de Araújo, Maria Luiza Felizardo - São Paulo: Cultrix, 2007.
- JABBOUR, A. B. L. de S. et al. Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. **Ann Oper Res**, v. 270, p. 273-286, 2018.

JABBOUR, A. B. L. de S. Going in circles: new business models for efficiency and value. **Journal of Business Strategy**, v. 40, n. 4, p. 36–43, 2019.

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

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.

MA, S.; WEN, Z.; CHEN, J.; WEN, Z. Mode of circular economy in China's iron and steel industry: a case study in Wuan city. **Journal of Cleaner Production**, V. 64, P. 505-512, 2014.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Cradle to Cradle: **Remaking the way we make things**. New York: North Point Press, 2002.

MERLI, R.; PREZIOSI, M.; ACAMPORA, A. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, V. 178, 2018.

PAULI, G. A. **The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 milion jobs**. New Mexico: Paradigm Publications. 2010.

PEARCE, D. W; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. The Johns Hopkins University Press, 1990.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manual de Investigação em Ciências Sociais**. Tradução de João Minhoto Marques, Maria Amália Mendes e Maria Carvalho. 2ª ed. Lisboa: Gradiva Publicações, 1998, 282p.

RIZOS, V; TUOKKO, K; BEHRENS, A. The Circular Economy: a Review of Definitions, Processes and Impacts. **CEPS Research Report**, n. 2017/09, abr. 2017.

RUIZ-REAL, J. L.; URIBE-TORIL, J.; DE PABLO VALENCIANO, J.; GAZQUEZ-ABAD, J. C. Worldwide Research on Circular Economy and Environment: A Bibliometric Analysis. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 15, n. 1, p. 2699, 2018.

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

SINGH, J.; ORDOÑEZ, I. Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy. **Journal of Cleaner Production**, V. 134, Part A, 2016.

STAHEL, W. R. **The Performance Economy**. Palgrave Macmillan, London. 2006.

YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y. The Circular Economy: A New Development Strategy in China. **Journal of Industrial Ecology**, v.10, p.4-8, 2006.